

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CVIL

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA: "IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE CONTROL DE RIESGOS EN CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES DE ALIVIO A CARGO DE LA EPMAPS. CASO DE ESTUDIO: COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR PARROQUIA RUMIPAMBA"

AUTOR:

PABLO DAVID YÉPEZ JIMÉNEZ

DIRECTOR:

ING JORGE BUCHELI

FEBRERO DE 2020

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su apoyo en cada etapa de mi vida, por ayudarme a seguir adelante en mis estudios universitarios y por su ejemplo de diario para ser una mejor persona.

Gratitud a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a la Facultad de Ingeniería, Escuela de Civil, por abrirme las puertas y brindarme los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

Gracias a los todos Ingenieros, que formaron parte de carrera universitaria, en especial a los Ingenieros: Jorge Bucheli, Pávlov Cáceres y Patricio Bonilla, quienes con profesionalismo me guiaron en mi trabajo de titulación.

A Karen Oñate por su ayuda y apoyo en todo el proceso de realización de la tesis de grado.

A la empresa Consorcio Roca II, a él Ingenieros Adrián Cachote por la apertura y ayuda dentro del proyecto de colectores de alivio Mirador.

DEDICATORIA

Dedico esta disertación de grado a mis padres: Pablo Yépez y Mónica Jiménez quienes con su esfuerzo, dedicación y ejemplo son el pilar fundamental de mi vida.

A mis dos hermanas menores: María Luisa y Sarita quienes forman parte importante en mi motivación en seguir adelante.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objeto la identificación y valoración de riesgos Físicos, Mecánicos, Químicos y Ergonómicos en los 6 procesos constructivos identificados en la construcción del colector de alivio Mirador en la parroquia Rumipamba-Quito, mediante la metodología presente en la guía técnica colombiana GTC-45 "Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riegos en seguridad y salud ocupacional". Finalmente encontrar los métodos de prevención de todos los riegos laborales identificados y evaluados realizando así la propuesta de control de riesgo en cada proceso constructivo llegando al objetivo de disminuir, minimizar, atenuar o eliminar el nivel de riesgo dentro del ambiente laboral y salvaguardando la vida y bienestar de los trabajadores.

Los resultados evidenciaron que el proceso constructivo excavación del túnel, es la actividad con el mayor nivel de riesgo del proyecto de construcción de colector de alivio Mirador, siendo la caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento el riesgo con mayor incidencia de la obra civil convirtiéndose el principal riesgo para la elaboración de métodos de prevención con el objetivo de disminuir el nivel de riesgo y mejorando su aceptabilidad.

También se puede evidenciar la presencia de riesgos químicos dentro del túnel teniendo una exposición en toda la jornada laboral por lo cual se presentó un plan de actuación si unos estos riegos llegan a ser potencialmente grave.

En los métodos de prevención se notó que en todos los procesos constructivos se debe tener equipo de protección personal y tener señalización en todos los frentes de trabajo para la realización de las actividades de la obra civil.

En la investigación de los métodos de prevención se hizo con enfoque a la normativa ecuatoriana de seguridad y salud ocupacional, para tener un plan de prevención dentro los parámetros requeridos por nuestro país.

ABSTRACT

The purpose of this research work is to identify and assess of Physical, Mechanical, Chemical and Ergonomic risks in the six construction processes identified in the construction of the Mirador relief collector in the Rumipamba-Quito parish, through the methodology present in the technical guide Colombian GTC-45 "Guide for the identification of hazards and the assessment of occupational health and safety risks". Finally, find the methods of prevention of all occupational risks identified and evaluated, thus carrying out the risk control proposal in each construction process, reaching the objective of reducing, minimizing, mitigating or eliminating the level of risk within the work environment and safeguarding life and welfare of workers.

The results showed that the tunnel excavation construction process is the activity with the highest level of risk of the Mirador relief collector construction project, with the collapse of objects due to collapse or detachment the risk with the highest incidence of civil works, becoming the main risk for the elaboration of prevention methods with the objective of reducing the level of risk and improving its acceptability.

The presence of chemical risks within the tunnel can also be evidenced by having an exposure throughout the working day, which is why an action plan was presented if some of these risks become potentially serious.

In prevention methods, it was noted that in all construction processes, personal protective equipment must be provided and signaled on all work fronts to carry out civil works activities.

In the investigation of the prevention methods, it was done with focus on the Ecuadorian norms of occupational health and safety, to have a prevention plan within the parameters required by our country.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO 2

DEDICATORIA 3

RESUMEN 4

ABSTRACT 5

Capítulo I: Generalidades 12

1.1 Introducción 12

1.2 Antecedentes 13

1.3 Justificación 13

1.4 Alcance 14

1.5 Objetivos 16

1.5.1 Objetivo General 16

1.5.2 Objetivos específicos 16

1.6 Marco Teórico 17

1.6.1 Riesgo de trabajo 17

1.6.2 Seguridad de trabajo 17

1.6.3 Accidente de trabajo 18

1.6.4 Factor de riesgo 18

1.6.5 Descripción de los factores de riesgos a evaluar 18

1.6.6 Colectores de alivio 20

1.6.7 Sistemas de alcantarillado 20

1.6.8 Recintos confinados 21

1.6.9 Permiso de trabajo 21

1.7 Metodología 21

1.7.1 Guía Técnica Colombiana, GTC 45 21

1.7.2 Plan de recolección y análisis de información 23

1.7.3 Identificación de riesgos 23

1.7.4 Evaluación de riesgos 26

1.7.5 Control de riesgos 37

Capítulo II: "Identificación de los procesos constructivos de la construcción de COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR" 38

2.1 Identificación del área de trabajo 38

2.2 Procesos constructivos 38

2.2.1 Replanteo y Nivelación del túnel 39

2.2.2 Excavación dentro del túnel 40

2.2.3 Colocación de acero de refuerzo 42

2.2.4 Encofrado y desencofrado ... 43
2.2.5 Inyección de hormigón ... 45
2.2.6 Hormigonado del túnel ... 45
Capítulo III: "Identificación de los riegos laborales de la construcción de COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR basándose en los criterios de la guía técnica de Colombia 45" ... 48
3.1 Introducción ... 48
3.2 Identificación de puestos de trabajo en los procesos constructivos ... 48
3.3 Identificación de los riesgos del trabajo ... 50
3.3.1 Fotografías para la identificación de riesgos ... 50
3.3.2 Tabla de identificación ... 52
3.4 Matriz de identificación de los riesgos del trabajo ... 54
3.5 Efectos posibles de los riesgos identificados ... 55
Capítulo IV: "Evaluación de los riegos laborales de la construcción de COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR basándose en los criterios de la guía técnica de Colombia 45" ... 57
4.1 Introducción ... 57
4.2 Métodos de evaluación para el nivel de deficiencia ND ... 57
4.3 Nivel de deficiencia, Riegos Químicos, Análisis cuantitativo ... 58
4.3.1 Recolección de datos ... 58
4.3.2 Valores Límite Umbral ... 59
4.3.3 Cálculo de nivel de deficiencia ND ... 60
4.4 Evaluación de riesgos laborales según la guía GTC-45 ... 61
4.4.1 Evaluación del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador" ... 62
4.4.2 Evaluación del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra calificada del "Colector de Alivio Mirador" ... 65
4.4.3 Evaluación del proceso excavación dentro del túnel, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador" ... 68
4.4.4 Evaluación del proceso colocación de acero de refuerzo, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador" ... 72
4.4.5 Evaluación del proceso encofrado y desencofrado, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador" ... 75
4.4.6 Evaluación del proceso inyección de hormigón, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador" ... 78
4.4.7 Evaluación del proceso inyección de hormigón, mano de obra calificada del "Colector de Alivio Mirador" ... 81
4.4.8 Evaluación del proceso hormigonado del túnel, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador" ... 84
4.5 Riesgos según el nivel de intervención para mano de obra no calificada en la construcción de COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR ... 87

4.6 Riesgos según el nivel de intervención para mano de obra calificada en la construcción de COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR 88
Capítulo V: "Propuesta de control de riesgo" 89
5.1 Introducción 89
5.1.1 Programas Operativos 89
5.2 Medidas preventivas, Riesgos Físicos 89
5.2.1 Ambiente térmico, "Temperatura baja o elevada" 89
5.2.3 Ambiente luminoso, "Iluminación" 90
5.2.4 Vibración 91
5.2.5 Ruido 92
5.2.6 Ventilación 94
5.2.7 Radiaciones no Ionizantes 95
5.2.8 Electricidad 95
5.3 Medidas preventivas, Riesgos Mecánicos 96
5.3.1 Superficie de trabajo irregular, resbaladizo y obstáculos en el piso 96
5.3.2 Herramientas y maquinaria, "Manejo de herramienta cortante y/o punzante, Maquinaria desprotegida" 97
5.3.3 Caída de objetos, "Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento, Caída de objetos en manipulación" 98
5.3.4 Espacios confinados "Trabajo subterráneo, Espacio físico reducido" 99
5.3.5 Trabajo a distinto nivel 101
5.4 Medidas preventivas, Riesgos Químicos 101
5.5 Medidas preventivas, Riesgos Ergonómicos 103
5.5.1 Movimiento corporal repetitivo y Posición forzada 103
5.5.2 Sobreesfuerzo físico y Levantamiento manual de objetos 104
5.6Medidas preventivas existentes en la construcción del colector de alivio Mirador 105
5.7 Control de riesgos en procesos constructivos 106
5.7.1 Replanteo y nivelación del túnel. 106
5.7.2 Excavación dentro del túnel. 107
5.7.3 Colocación de acero de refuerzo. 109
5.7.4 Encofrado y desencofrado. 111
5.7.5 Inyección de hormigón. 113
5.7.6 Hormigonado del túnel. 115
Capítulo VI: "Conclusiones y Recomendaciones" 117
6.1 Conclusiones 117
6.2 Recomendaciones 123

Capítulo VI: "Bibliografía y Anexos" 125
7.1 Bibliografía 125
7.2 Anexos 128
7.2.1 Anexo 1: Certificado de calibración Altair 4X 128
7.2.2 Anexo 2: Certificado de Prevención en riesgos laborales 129
7.2.3 Anexo 3: Modelo de permiso de trabajo en espacios confinados 130
7.2.4 Anexo 4: Modelo de formato de certificado de capacitación 131

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:Plan de recolección y análisis de información: Fuente: Investigación directa 23
Figura 2 :Determinación del nivel de deficiencia: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 27
Figura 3: Temperatura (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 28
Figura 4: Iluminación (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 28
Figura 5: Vibraciones (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 29
Figura 6: Ruido (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 29
Figura 7: Radiaciones no Ionizantes (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 29
Figura 8: Sobreesfuerzo físico (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 29
Figura 9: Levantamiento manual de objetos (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 30
Figura 10: Movimiento corporal repetitivo (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 30
Figura 11: Posición forzada (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 30
Figura 12: Determinación del grupo de peligro a partir de las frases R, Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 31
Figura 13: Cantidad que se utiliza de la sustancia por día, Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 32
Figura 14: Capacidad de la sustancia en introducirse al aire: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 32
Figura 15: Selección de abordaje de control: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 32
Figura 16: Nivel de deficiencia vs número abordaje de control: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 33
Figura 17: Rangos de exposición y nivel de deficiencia: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 34
Figura 18: Determinación del nivel de exposición: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 35
Figura 19: Determinación del nivel de probabilidad: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 35
Figura 20: Significado de los diferentes niveles de probabilidad: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 35
Figura 21: Determinación del nivel de consecuencias: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 36
Figura 22: Determinación del nivel de riesgo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 36
Figura 23: Significado del nivel de riesgo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015) 36
Figura 24: Procedimientos para eliminación de riesgos: Fuente (LLORENTE, 2018) 37
Figura 25: Localización del área de trabajo: Fuente Propia 38
Figura 26: Localización del área de trabajo: Fuente 41

Figura 27: Sección típica de excavación del túnel: Fuente propia 41
Figura 28: Cercha tipo baúl: Fuente (URBANO, 2014) 42
Figura 29: Encofrado túnel: Fuente Propia 44
Figura 30: Resultado hormigonado del túnel tipo baúl: Fuente Propia 46
Figura 31: Fotografías del proceso constructivo del colector de alivio Mirador para identificación de riesgos: Fuente Propia 51
Figura 32: TVL de agentes químicos: Fuente (ACGIH 2005; García Gogénola 2012b) 59
Figura 33: Nivel de Riesgo del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia 65
Figura 34: Nivel de Riesgo del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra calificada: Fuente Propia 67
Figura 35: Nivel de Riesgo del proceso excavación dentro del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia 71
Figura 36: Nivel de Riesgo del proceso colocación de acero de refuerzo, mano de obra no calificada: Fuente Propia 74
Figura 37: Nivel de Riesgo del proceso encofrado y desencofrado, mano de obra no calificada: Fuente Propia 77
Figura 38 :Nivel de Riesgo del proceso inyección de hormigón, mano de obra no calificada: Fuente Propia 80
Figura 39 :Nivel de Riesgo del proceso inyección de hormigón, mano de obra calificada: Fuente Propia 83
Figura 40 :Nivel de Riesgo del proceso hormigonado del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia 86
Figura 41 :Riesgos según el nivel de intervención, mano de obra no calificada: Fuente Propia 87
Figura 42:Riesgos según el nivel de intervención, mano de obra no calificada: Fuente Propia 88
Figura 43, luminaria antideflagrante, Fuente: www.normalux.com/es/producto/eme/antidefrag 90
Figura 44, Guantes absorbentes de vibración en palmas, Fuente www.prodexmincorp.com/producto/a790 92
Figura 45,Proteccion auditiva 3m, Fuente:(GALLEGOS GOMEZ, 2016) 93
Figura 46, Anemómetro digital, Fuente www.amazon.es/Anemómetro.digital 94
Figura 47,Equipo de protección personal, Fuente: (LLORENTE, 2018) 97
Figura 48, Señalización requisitos, Fuente: Norma Técnica NTE INEN -ISO 3864-1 100
Figura 49, Código NFPA ficha de seguridad, Fuente:(Falagán & Canga, 2000) 102
Figura 50, Actuaciones a seguir en riegos químicos, Fuente (Alvarado Brito, 2016) 103
Figura 51, señalización de peligros ergonómicos, fuente Catalogo Covadonga Seguridad 104
Figura 52, Medidas preventivas de la empresa Consorcio Roca 2, Fuente: Plan de contingencia Consorcio Roca 2 105

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen del proceso constructivo replanteo y la nivelación: Fuente Propia 40
Tabla 2: Resumen del proceso constructivo Excavación: Fuente Propia 42
Tabla 3: Resumen del proceso constructivo Colocación de acero de refuerzo: Fuente Propia 43
Tabla 4: Resumen del proceso constructivo Encofrado y desencofrado: Fuente Propia 44
Tabla 5: Resumen del proceso constructivo Inyección de hormigón: Fuente Propia 45

Tabla 6: Resumen del proceso constructivo Hormigonado del túnel: Fuente Propia 47
Tabla 7: Identificación de puestos de trabajo: Fuente Propia 49
Tabla 8: Identificación de riesgos: Fuente Propia..... 53
Tabla 9: Matriz de identificación de riesgos: Fuente Propia 54
Tabla 10: Efectos posibles de los riesgos: Fuente Propia 56
Tabla 11: Métodos de evaluación para el nivel de deficiencia ND: Fuente Propia 58
Tabla 12: Datos de mediciones de agentes químicos: Fuente Propia 59
Tabla 13: Concentración de vapores tóxicos: Fuente Propia..... 60
Tabla 14: Concentración de Oxígeno O2: Fuente Propia 61
Tabla 15: Concentración de vapores explosivos LEL: Fuente Propia 61
Tabla 16: Evaluación del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia..... 63
Tabla 17: Evaluación del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra calificada: Fuente Propia..... 66
Tabla 18: Evaluación del proceso excavación dentro del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia..... 70
Tabla 19: Evaluación del proceso Colocación de acero de refuerzo, mano de obra no calificada: Fuente Propia..... 73
Tabla 20: Evaluación del proceso encofrado y desencofrado, mano de obra no calificada: Fuente Propia 76
Tabla 21:Evaluación del proceso inyección del hormigón, mano de obra no calificada: Fuente Propia.. 79
Tabla 22:Evaluación del proceso inyección del hormigón, mano de obra calificada: Fuente Propia..... 83
Tabla 23:Evaluación del proceso hormigonado del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia ... 85
Tabla 24, Control de riesgos en Replanteo y Nivelación, Fuente propia..... 107
Tabla 25, Control de riesgos en Excavación del túnel, Fuente propia..... 109
Tabla 26, Control de riesgos en Colocación de acero de refuerzo, Fuente propia..... 110
Tabla 27, Control de riesgos en Colocación de acero de refuerzo, Fuente propia..... 112
Tabla 28, Control de riesgos en Inyección de hormigón, Fuente propia 115
Tabla 29, Control de riesgos en Hormigonado del túnel, Fuente propia 116

INDICE DE FOTOFRAFÍAS

Fotografía 1: ALTAIR 4X: Fuente propia..... 34

Capítulo I: Generalidades

1.1 Introducción

En Ecuador el análisis y control de riesgos laborales tiene una gran importancia dentro del campo de seguridad y salud del trabajador, sustentado en el Art. 326, numeral 5 de la Constitución del Ecuador el cual dice "Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar."(Bartual & Guardino, 1987 pag 152)

Los colectores en alcantarillados son usados en proyectos de Ingeniería Civil en el ámbito de Ingeniería Sanitaria, ya que constituye un medio de transporte de fluidos provenientes de la escorrentía superficial en este proyecto para la ciudad de Quito. Los colectores en estudio son destinados para aliviar los caudales de excesos en el sistema de alcantarillado actual en la ciudad de Quito. Es por ello que la construcción de estos colectores es importante para evitar inundaciones posteriores en épocas de estiaje muy altas.

En la ejecución de un proyecto de Ingeniería, se debe realizar un plan de riesgos para las diferentes etapas constructivas para conocer los posibles riegos y el control para la mitigación de ellos, puede ser necesario mejorar el plan de riesgos usado en la construcción del proyecto colectores de alivio El Mirador a cargo de la empresa Consorcio Roca II.

El proyecto en estudio es un túnel de $3m^2$ de área con un diámetro de 1.50m en la bóveda y 1.25m en los hastiales, el cual entra en la categoría de un espacio confinado haciendo referencia a un ambiente que por su diseño tiene un número limitado de aberturas de entrada y salida, cuenta con una ventilación natural desfavorable que podría contener o generar peligros dentro de un espacio confinado, y no está destinado para una presencia continua de los trabajadores. (Confinados, 2013) Presentando riegos labores importantes en cada fase de la construcción de los colectores.

1.2 Antecedentes

Según datos del instituto ecuatoriano de seguridad social: "IESS", se produjeron un total de 4985 accidentes de trabajo en la provincia de Pichincha de los cuales el 52.5% se producen dentro del ambiente de trabajo. (IESS,2015)

Según datos de la NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), se producen unas 200 muertes en el año por trabajo dentro de espacios confinados, tanto en actividades de obras civiles, minería, industria y agricultura, de estas muertes, el 67% se deben a atmósferas peligrosas que ya existían antes de entrar en al espacio confinado. En general los accidentes más frecuentes en espacios confinados se deben a las siguientes causas: Condiciones atmosféricas, explosiones, incendios y caídas. (Confinados, 2013)

Del 2000 al 2009, murieron 350 trabajadores laborando en zanjas o excavaciones en los Estados Unidos de América, un promedio de 35 muertes al año. La mayoría de los incidentes ocurrió en trabajos de excavación u "de obras de construcción en agua, drenaje, cañerías y líneas de telefonía y electricidad".(National Institue for Occupational Safety and Health, 2011)

Al trabajar en proyectos de construcción de colectores, siendo espacios confinados, lugares considerados de alto riesgo según el Ministerio de Trabajo del Ecuador, es indispensable el desarrollo de procesos y medidas de seguridad capaces de minimizar los accidentes laborales y las enfermedades profesionales, dotando así un ambiente apto para las actividades de construcción.

1.3 Justificación

El presente trabajo de titulación se basa en la identificación, evaluación y propuesta de control de riesgos laborales en la construcción de colectores de alivio caso de estudio colector de alivio Mirador parroquia Rumipamba, efectuados con metodologías tradicionales de excavación de túneles a mano, realizada por la empresa CONSORCIO ROCA II y siendo fiscalizada por el

departamento de Seguridad y Salud de La Empresa Pública de Agua Potable y Saneamiento EPMAPS.

En el Ecuador, en el ámbito de la construcción no se aborda a profundidad los riesgos laborales y el impacto en la seguridad de todos los trabajadores dentro de cada proceso constructivo.(LLORENTE, 2018) No existe una guía técnica ecuatoriana de seguridad y salud ocupacional para la identificación y evaluación de riesgos laborales la cual debería ser normada por el Ministerio de Trabajo,(DAVILA, 2017) por lo cual la empresa realizó el plan control con los medios de protección fiscalizados por al EPMAPS, dando a conocer el plan de emergencia a todo el personal que está involucrado en el desarrollo del proyecto como también la coordinación para el mantenimiento de los dispositivos de protección necesario para el control de emergencias sin tomar en cuenta el proceso constructivo; por lo tanto en este trabajo de titulación se analiza y evalúa los riegos labores siguiendo normativas internacionales en todo el proceso constructivo de tal manera poder dar una propuesta de mejora al sistema al control de riesgos presente, tomando en cuenta la metodología de construcción del túnel para el colector de alivio con la nueva identificación y evaluación riesgos para los diferentes procesos constructivos de lugares confinados, con el fin de asegurar la vida de los trabajadores que participan en la obra.

1.4 Alcance

El presente trabajo se lo realizó utilizando guías técnicas internacionales detalladas más adelante para la evaluación y validación de control de riesgos en colectores de alivio, caso de estudio: el Mirador de la parroquia Rumipamba, ejecutado por la empresa privada CONSORSIO ROCA II abordando riegos y complementando con la metodología de construcción.

La identificación y la evaluación se enfocarán en los siguientes riesgos:

- Riegos Físicos
- Riesgos Químicos

- Riesgos Mecánicos
- Riesgos Ergonómicos

La valoración de probabilidad de cada uno de los riegos propuestos se realizará mediante la guía técnica colombiana GTC 45 (guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional), la guía GTC 45 es escogida por su fácil adaptabilidad a cualquier trabajo dentro de la construcción y se basa en condiciones sociales de Latinoamérica(Icontec GTC 45, 2015), este documento tiene en cuenta los principios fundamentales de la norma NTC-OHSAS 18001 y se basa en el proceso de gestión del riesgo desarrollado en la norma BS 8800 (British Standard) y la NTP 330 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT).

Después de la identificación de los riesgos la guía nos presenta la valoración del riesgo que incluye una evaluación de los riesgos, teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes y la definición de los criterios de aceptabilidad. (Icontec GTC 45, 2015)

Para la decisión de si los riesgos son aceptables o no, con base en los criterios definidos en la guía GTC 45, la medición de los parámetros de seguridad se realizó en cada proceso de construcción del túnel: replanteo y nivelación del túnel, excavaciones dentro del túnel, colocación de acero de refuerzo, encofrado y desencofrado, inyección de hormigón, hormigonado del túnel, siendo estos procesos repetitivos y realizados conforme el túnel avanza, para lo cual es necesario tener en cuenta la metodología de construcción utilizada. (DOVAL, 2000)

En la evaluación se realizó mediciones cualitativas y cuantitativas dentro del proceso de construcción de los colectores de alivio, logrando resultados confiables y reales en el análisis, la validación y aceptación de los riesgos.

Con los resultados obtenidos se procede a realizar un plan de control de riegos, los modelos de análisis y los procedimientos a seguir en la atenuación de los riesgos serán consultados dentro de la normativa ecuatoriana.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Identificar, evaluar y proponer un plan de control de riesgos en la construcción de colectores de alivio, basados en el caso de estudio: colector El Mirador parroquia Rumipamba

1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar los riesgos físicos, químicos, mecánicos y ergonómicos existentes en la construcción de colectores de alivio, caso de estudio: colector El Mirador parroquia Rumipamba, basándose en la guía técnica colombiana GTC 45 (guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional)

- Evaluar los riesgos físicos, mecánicos y ergonómicos identificados con criterios de valoración cualitativa según la guía técnica vigente GTC 45.

- Evaluar los riesgos químicos identificados con la aplicación de criterios de valoración cualitativa y cuantitativa según la GTC 45.

- Proponer un documento del control de riesgos implementando metodologías actualizadas siguiendo manuales de seguridad ocupacional y normativas nacionales reguladas por el Ministerio de Trabajo y el Ministerio de Minería.

1.6 Marco Teórico

1.6.1 Riesgo de trabajo

En todo ambiente de trabajo existe la presencia de peligros, siendo el riesgo la medida de la magnitud del daño producida en una situación peligrosa. El riesgo se valora asumiendo una vulnerabilidad en cada tipo de peligro frente a un trabajo determinado. En el caso de no realizarse en cada proceso, debe distinguirse apropiadamente entre la probabilidad de ocurrencia de un peligro y la vulnerabilidad en existir daños por la presencia de un peligro y riesgo.(INSHT, 1993)

En nuestro país las obras civiles deben implementar mecanismos para prevención de riesgos del trabajo, para el cumplimiento obligatorio de las normas legales o reglamentos, haciendo una acción técnica que cuenta con lo siguiente :(IESS, 2016)

Acción Técnica:(IESS, 2016)

- Identificación de peligros y factores de riesgo según normas.

- Medición de factores de riesgo.

- Valoración de factores de riesgo.

- Control operativo integral.

1.6.2 Seguridad de trabajo

Se entiende por seguridad de trabajo como el conjunto de técnicas para la identificación de todas las situaciones peligrosas dentro del ambiente de trabajo que pueden causar daños y accidentes, siendo esto un trabajo en conjunto entre los trabajadores y empleadores, con el fin de evaluarlas y combatirlas desde su origen para minimizar o eliminar cualquier daño a la salud.(Bucheli García, 2019)

1.6.3 Accidente de trabajo

Se entiende por accidente de trabajo a todo suceso repentino e improvisto proveniente del trabajo realizado, que produzca al trabajador una lesión corporal, funcional, psiquiátrica o fallecimiento. Para la realización de un registro como accidente de trabajo la lesión debe generar una pérdida de una o más jornadas laborales.(IESS, 2008)

1.6.4 Factor de riesgo

El fator de riesgo es el contaminante o elemento agresor el cual se valora y actúa sobre el trabajador o en los medios de producción haciendo posible la presencia del riesgo dentro del habiente de trabajo en los proyectos de obras civiles. Sobre este factor de riesgo se debe incidir para prevenir o minimizar los riesgos.(IESS, 2008)

1.6.5 Descripción de los factores de riesgos a evaluar

1.6.5.1 Factores de riesgo físico

Son denominados así a los factores ambientales de naturaleza física, que según su concentración, intensidad y exposición pueden llegar a producir efectos adversos en la salud del trabajador, como también se presentan en el ambiente de trabajo en forma de energía que tienen pueden provocar lesiones en los trabajadores.(Henao Robledo, 2012)

Los efectos físicos dentro de la construcción pueden ser:(Bucheli García, 2019)

Temperatura elevada, temperatura baja, iluminación insuficiente, vibración, ruido, radiaciones no ionizantes, ventilación insuficiente (renovación de aire) y electricidad.

1.6.5.2 Factores de riesgo mecánico

Son denominados así a los equipos, objetos, máquinas y herramientas, que por su disposición, tamaño, forma y funcionamiento, serían capaces de provocar lesiones inmediatas de forma ligera, lesiones inmediatas de gravedad y la muerte, sobre la salud del trabajador u operario debido el contacto con las personas en el lugar de trabajo.(Henao Robledo, 2012)

1.6.5.3 Factores de riesgo químico

Son todas las sustancias naturales, sintéticas, orgánica e inorgánica que, por los procesos de construcción, pueden llegar a lesionar la salud cuando los trabajadores entran en contacto con ellos, estas sustancias se pueden presentar en forma de gases, polvos o vapores con efectos asfixiantes, tóxicos, corrosivos o irritantes. Comprendidos todos los pertenecientes a los materiales particulados, gases, polvos y líquidos en general. Siendo muy importantes y considerables en los espacios confinados. (Henao Robledo, 2012)

Los agentes químicos que se encuentran en la atmósfera de espacios confinados pueden ser muy peligrosos, por lo cual se debe recurrir a la información brindada por La ACGIH (association advancing occupational and environmental health).

Para poder controlar y tener los límites recomendados en los cuales un trabajador está permitido permanecer frente a ciertos agentes químicos la ACGIH presenta los valores denominados "Threshold Limit Values" (TLV) o en español (Valores Límite Umbral). Dentro de ellos se los puede clasificar de la siguiente manera:

- **Los "Time-Weighted Average" (TLV-TWA)**: Es la concentración media ponderada en el tiempo de los agentes químicos dentro de la atmosfera de trabajo, para una jornada de 8 horas y 40 horas semanales, en la que los trabajadores están expuestos reiteradamente día tras día sin sufrir efectos adversos.(Alvarado Brito, 2016)

- **Los "Short-Term Exposure Limit" (TLV-STEL):** Límites de exposición para cortos periodos de tiempo. Es la exposición media ponderada en el tiempo de agentes químicos durante 15 minutos el cual nunca debe sobrepasarse en ningún momento de la jornada, Es un complemento de la media ponderada en el tiempo (TWA). Las exposiciones por encima del TLV-TWA hasta el valor STEL no deben tener una duración superior a los 15

minutos ni repetirse más de cuatro veces al día y entre estas repeticiones debe existir un tiempo no menor a 60 minutos..(Alvarado Brito, 2016)

- **Los valores "Ceiling" (TLV-C):** Valor techo Concentración. Es la concentración del agente químico, que no debe ser sobrepasada en ningún instante de la jornada.(Alvarado Brito, 2016)

- **Límite de explosividad (LEL):** Son las concentraciones mínimas y máximas del gas o vapor en mezcla con el aire, en las que son inflamables ya que, según las condiciones de confinamiento, cantidad y intensidad origine una explosión, se las expresa en tanto por ciento en el volumen de mezcla vapor de combustible - aire.(Alvarado Brito, 2016)

1.6.5.4 Factores de riesgo ergonómico

Siendo la ergonomía la adaptabilidad entre las capacidades y las habilidades del trabajador con el trabajo, el riesgo ergonómico son todos aquellos factores que generan una o varias lesiones y trastornos sobre la persona que realiza la actividad.(DAVILA, 2017)

Los efectos ergonómicos por la carga de trabajo pueden ser:(DAVILA, 2017)

Postura forzada, manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos.

1.6.6 Colectores de alivio

Se entiende como colectores a los túneles urbanos de pequeñas dimensiones pero de gran longitud que transportan fluidos dentro de una red de alcantarillado, la construcción de túneles bajo las avenidas de una ciudad es utilizada para casi todas sus aplicaciones al transporte, pero los túneles urbanos más largos son de abastecimiento de agua y sistemas de alcantarillado.(URBANO, 2014)

1.6.7 Sistemas de alcantarillado

Se denomina alcantarillado, red de alcantarillado, red de saneamiento o red de drenaje al sistema de tuberías y construcciones usadas para la recolección y transporte de las aguas

residuales, industriales y pluviales de una población determinada desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o se tratan.(URBANO, 2014)

1.6.8 Recintos confinados

Un recinto confinado es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para una actividad continua por parte del trabajador.(NIOSH, 1986)

1.6.9 Permiso de trabajo

El permiso de trabajo es una autorización legal para llevar a cabo un control de actividades y realizarlas de manera segura según el Registro oficial 00174 "REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA CONSTRUCCION Y OBRAS PÚBLICAS" las actividades se realizarán con el permiso de trabajo correspondiente, con la firma de responsabilidad del supervisor directo.(IESS, 2008)

En la construcción de colector de alivio el Mirador se debe utilizar los permisos en frío, que son para trabajos donde no existe una fuente de ignición, como: obra civil, trabajo en alturas, espacios confinados, etc.(IESS, 2008)

1.7 Metodología

1.7.1 Guía Técnica Colombiana, GTC 45

El presente trabajo de titulación se sigue la metodología señalada por la GTC 45, que es una guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional, siendo ratificada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. Esta guía exhibe un marco integrado de principios, prácticas y criterios para la ejecución de una mejor práctica en la identificación de peligros y la valoración de riesgos, en el marco de la gestión del riesgo de seguridad y salud ocupacional.(Icontec GTC 45, 2015) Nos

ofrece una metodología clara, y consistente para la gestión del riesgo dentro de los procesos constructivos del COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR PARROQUIA RUMIPAMBA.

Para la identificación y la evaluación de riesgos la guía GTC 45 presenta las siguientes actividades:

- Definir el instrumento para recolectar la información: la guía GTC45 presenta una matriz de riegos la cual es una herramienta donde se registre la información para la identificación y valoración de los riesgos.(Icontec GTC 45, 2015)

- Clasificar los procesos constructivos y las actividades laborales: Elaborar una lista de los procesos constructivos dentro del proyecto y de cada una de las actividades; esta lista debería incluir instalaciones, ambiente de trabajo, tipo de trabajador y procedimientos.(Icontec GTC 45, 2015)

- Identificar los peligros: Se debe incluir todos los peligros relacionándolos con cada actividad laboral. Considerar quién, cuándo y cómo puede resultar afectado.(Icontec GTC 45, 2015)

- Identificar los controles existentes: Se relaciona todos los controles que la empresa ha implementado para reducir el riesgo asociado a cada peligro.(Icontec GTC 45, 2015)

- Evaluar el riesgo: Aquí se califica el riesgo asociado a cada peligro, incluyendo los controles existentes que están implementados. Se debería considerar los efectos de los riesgos.(Icontec GTC 45, 2015)

- Definir los criterios para determinar la aceptabilidad del riesgo: determinar la aceptabilidad de los riesgos y decidir si los controles frente los peligros son suficientes para mantener los riesgos atenuados y cumplir los requisitos legales de cada país.(Icontec GTC 45, 2015)

- Elaborar el plan de acción para el control de los riesgos: Se lo realiza con el fin de mejorar los controles existentes si es necesario, o encontrar peligros que los requiera y no fueron tomados en cuenta.(Icontec GTC 45, 2015)

1.7.2 Plan de recolección y análisis de información

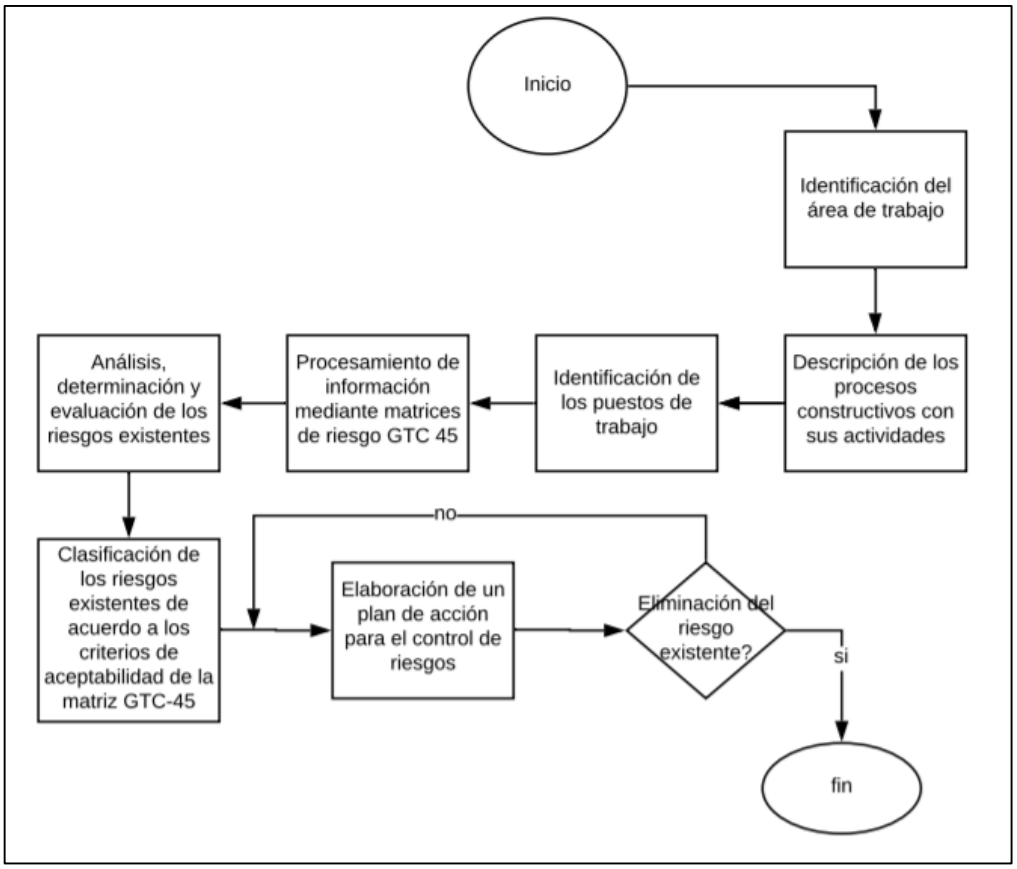


Figura 1:Plan de recolección y análisis de información: Fuente: Investigación directa

1.7.3 Identificación de riesgos

La intención principal de la identificación de los riesgos es comprender y conocer los peligros que se generar en el desarrollo de las actividades de construcción para luego llegar a una valoración de los riesgos a lo largo de los procesos constructivos de cada proyecto.

Para la identificación de los riegos siendo los físicos, mecánicos, químicos y ergonómicos los riesgos objeto de análisis, se hace un trabajo de observación en el campo con una idea de los

principales riesgos en la construcción dada por autores, para llegar a los factores que pueden afectar a la salud y seguridad de los trabajadores.

Para identificar los peligros, la guía GTC 45 nos recomienda plantear una serie de preguntas como las siguientes:(Icontec GTC 45, 2015)

- ¿cuándo puede ocurrir el daño?
- ¿existe una situación que pueda generar daño?
- ¿cómo puede ocurrir el daño?
- ¿quién (o qué) puede sufrir daño?

1.7.3.1 Los principales riesgos en la construcción se dan a conocer a continuación:

En espacios confinados:(Henao Robledo, 2012)

- Ruido y Vibración.
- Iluminación defectuosa.
- Caídas.
- Golpes.
- Gases y polvos.
- Atrapamientos.
- Choque eléctrico.
- Posturales.
- Temperaturas anormales.

Etapa de limpieza, Desbroce, Excavación:(Henao Robledo, 2012)

- Caídas de material a las áreas de trabajo.
- Riesgos eléctricos (instalaciones provisionales)
- Colisiones o atropellos con maquinaria pesada.
- Inhalación de polvo proveniente de derrumbe de muros y manejo de equipos y maquinas.
- Caídas de operarios a un mismo nivel o a niveles inferiores.
- Contacto con sustancias nocivas (cemento, pegantes para PVC, asbesto).
- Derrumbe de construcciones continuas.
- Manejo o manipulación de equipos, herramientas o materiales.
- Atrapamiento por manejo de máquinas y equipos.
- Ruido y vibración por manejo y operación de los equipos.

Etapa de estructura: (Henao Robledo, 2012)

- Manejo o manipulación de herramientas, materiales y maquinarias.
- Caída (de niveles altos o distinto nivel).
- Caídas de material.
- Contacto con sustancias nocivas (cemento, pegante para PVC).
- Polvo.
- Riesgos eléctricos.

- Ruido.

1.7.4 Evaluación de riesgos

Para evaluación de los riesgos se utilizó ecuaciones del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) descritas en la guía técnica colombiana GTC 45, estableciendo así los parámetros para encontrar la probabilidad de que eventos específicos acontezcan y la magnitud de sus consecuencias, mediante el uso sistemático de la información disponible en el proyecto analizado. Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se debe determinar lo siguiente:(Icontec GTC 45, 2015)

$$NR = NP \times NC$$

Ecuación 1: Nivel de Riesgo(Icontec GTC 45, 2015)

En donde:

- NP = Nivel de probabilidad
- NC = Nivel de consecuencia

Para determinar el nivel de probabilidad (NP) se requiere:

$$NP = ND \times NE$$

Ecuación 2: Nivel de probabilidad(Icontec GTC 45, 2015)

En donde:

- ND = Nivel de deficiencia
- NE = Nivel de exposición

Los parámetros presentes en las ecuaciones 1 y 2 son detallados a continuación:

1.7.4.1 Nivel de Deficiencia (ND)

Es la magnitud de la relación esperable entre el peligro detectado y su relación causal directa con su posible incidente y tomando en cuenta las medidas preventivas existentes en un lugar de trabajo.(Icontec GTC 45, 2015)

Para determinar el ND se utiliza los siguientes criterios presentados en la tabla dada a continuación:

Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se Asigna Valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV) Véase la Tabla 8.

Figura 2 :Determinación del nivel de deficiencia: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

Para la determinación del nivel de deficiencia ND para los peligros higiénicos (físico, químico, biológico y ergonómico) puede hacerse en forma cualitativa siguiendo el Anexo (C) de la guía GTC-45 o en forma cuantitativa siguiendo el anexo (D) de la guía GTC-45; para los riesgos no presentes en los anexos mencionados el ND se lo obtendrá por medio la de la Figura 2: Determinación del nivel de deficiencia.(Icontec GTC 45, 2015)

En este trabajo en la valoración de riesgos la determinación del ND de los riesgos físicos, ergonómicos y químicos será de forma cualitativa y para la determinación del ND de algunos peligros químicos será de forma cuantitativa por ser de gran importancia dentro de espacios confinados por sus valores límite umbral “TVL”, siguiendo los criterios dentro la guía GTC-45 para un mejor detalle en el proceso de valoración.

1.7.4.1.1 Determinación cualitativa del nivel de deficiencia de los peligros higiénicos

La determinación cualitativa se utiliza cuando no se tienen disponibles mediciones de los peligros higiénicos, esta metodología se usará para los riesgos físicos y ergonómicos, para obtener el nivel de deficiencia usando las escalas existentes en el anexo C de la GTC-45 y así poder iniciar la valoración de los riesgos, teniendo en cuenta que su elección es subjetiva. Deben ser consideradas adicionalmente las condiciones particulares presentes en actividades en los procesos constructivos.(Icontec GTC 45, 2015)

Las escalas para la determinación cualitativa del nivel de deficiencia de los riesgos físicos y ergonómicos son:

Riesgos Físicos

TEMPERATURAS EXTREMAS	
MUY ALTO:	percepción subjetiva de calor o frío en forma inmediata en el sitio.
ALTO :	percepción subjetiva de calor o frío luego de permanecer 5 minutos en el sitio.
MEDIO:	percepción de algún *Disconfort* con la temperatura luego de permanecer 15 minutos.
BAJO :	sensación de confort térmico.

Figura 3: Temperatura (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

ILUMINACIÓN	
MUY ALTO:	ausencia de luz natural o artificial.
ALTO :	deficiencia de luz natural o artificial con sombras evidentes y dificultad para leer.
MEDIO:	percepción de algunas sombras al ejecutar una actividad (ejemplo: escribir).
BAJO :	ausencia de sombras.

Figura 4: Iluminación (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

VIBRACIONES	
MUY ALTO:	percibir notoriamente vibraciones en el puesto de trabajo.
ALTO :	percibir sensiblemente vibraciones en el puesto de trabajo.
MEDIO:	percibir moderadamente vibraciones en el puesto de trabajo.
BAJO :	existencia de vibraciones que no son percibidas.

Figura 5: Vibraciones (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

RUIDO	
MUY ALTO:	no escuchar una conversación a una intensidad normal a una distancia menos de 50 cm.
ALTO :	escuchar la conversación a una intensidad normal a una distancia de 1 m.
MEDIO:	escuchar la conversación a una intensidad normal a una distancia de 2 m.
BAJO :	no hay dificultad para escuchar una conversación a una intensidad normal a más de 2 m.

Figura 6: Ruido (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

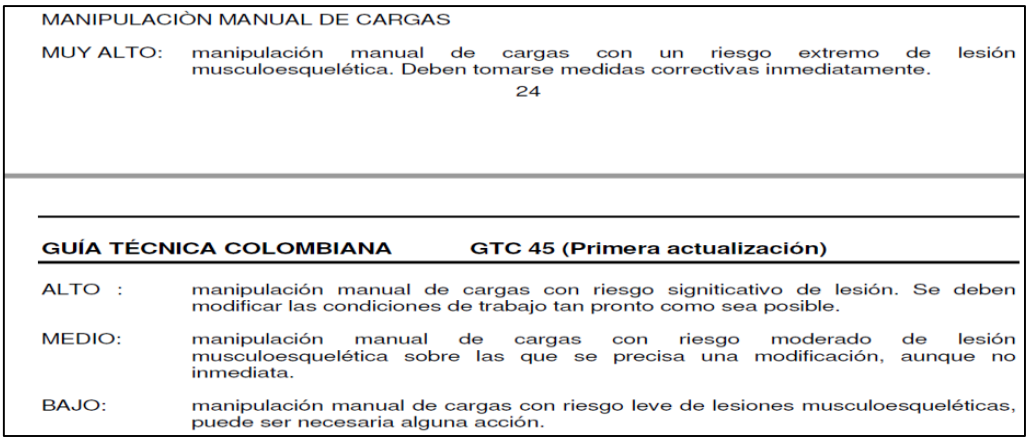
RADIACIONES NO IONIZANTES	
MUY ALTO:	ocho horas (8) o más de exposición por jornada o turno.
ALTO :	entre seis (6) horas y ocho (8) horas por jornada o turno.
MEDIO:	entre dos (2) y seis (6) horas por jornada o turno.
BAJO :	menos de dos (2) horas por jornada o turno.

Figura 7: Radiaciones no Ionizantes (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

Riesgos Ergonómicos

ESFUERZO	
MUY ALTO:	actividad intensa en donde el esfuerzo es visible en la expresión facial del trabajador y/o la contracción muscular es visible.
ALTO :	actividad pesada, con resistencia.
MEDIO:	actividad con esfuerzo moderado.
BAJO :	no hay esfuerzo aparente, ni resistencia, y existe libertad de movimientos.

Figura 8: Sobreesfuerzo físico (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)



MANIPULACIÒN MANUAL DE CARGAS

MUY ALTO: manipulación manual de cargas con un riesgo extremo de lesión musculoesquelética. Deben tomarse medidas correctivas inmediatamente.

24

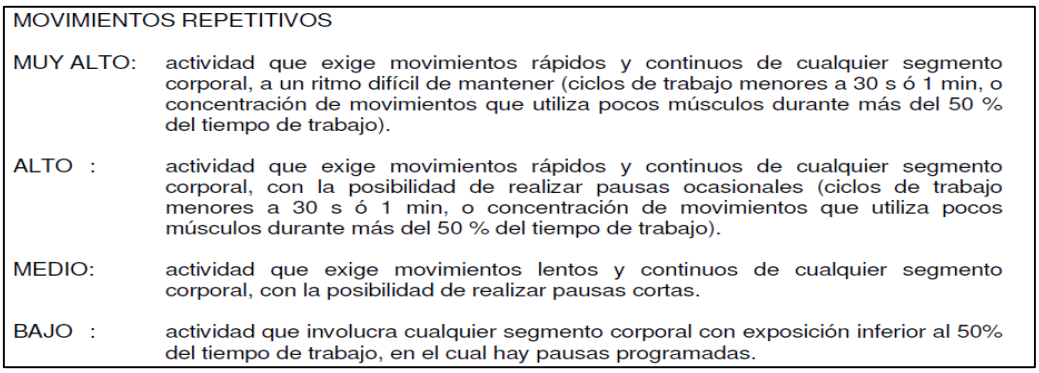
GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA **GTC 45 (Primera actualización)**

ALTO : manipulación manual de cargas con riesgo signiticativo de lesión. Se deben modificar las condiciones de trabajo tan pronto como sea posible.

MEDIO: manipulación manual de cargas con riesgo moderado de lesión musculoesquelética sobre las que se precisa una modificación, aunque no inmediata.

BAJO: manipulación manual de cargas con riesgo leve de lesiones musculoesqueléticas, puede ser necesaria alguna acción.

Figura 9: Levantamiento manual de objetos (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)



MOVIMIENTOS REPETITIVOS

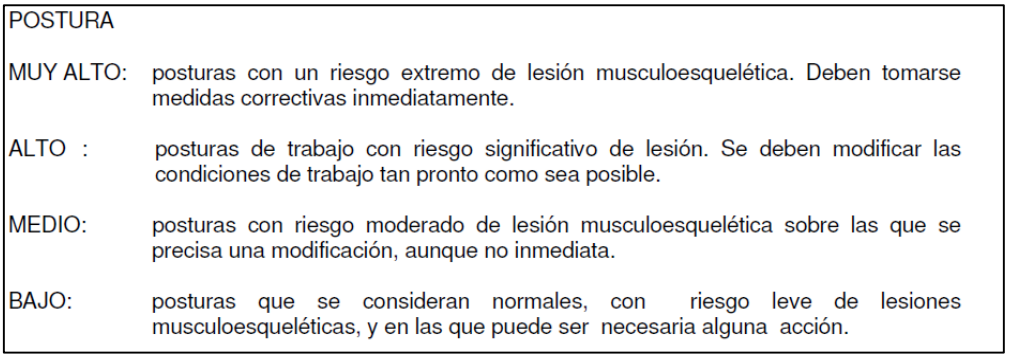
MUY ALTO: actividad que exige movimientos rápidos y continuos de cualquier segmento corporal, a un ritmo difícil de mantener (ciclos de trabajo menores a 30 s ó 1 min, o concentración de movimientos que utiliza pocos músculos durante más del 50 % del tiempo de trabajo).

ALTO : actividad que exige movimientos rápidos y continuos de cualquier segmento corporal, con la posibilidad de realizar pausas ocasionales (ciclos de trabajo menores a 30 s ó 1 min, o concentración de movimientos que utiliza pocos músculos durante más del 50 % del tiempo de trabajo).

MEDIO: actividad que exige movimientos lentos y continuos de cualquier segmento corporal, con la posibilidad de realizar pausas cortas.

BAJO : actividad que involucra cualquier segmento corporal con exposición inferior al 50% del tiempo de trabajo, en el cual hay pausas programadas.

Figura 10: Movimiento corporal repetitivo (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)



POSTURA

MUY ALTO: posturas con un riesgo extremo de lesión musculoesquelética. Deben tomarse medidas correctivas inmediatamente.

ALTO : posturas de trabajo con riesgo significativo de lesión. Se deben modificar las condiciones de trabajo tan pronto como sea posible.

MEDIO: posturas con riesgo moderado de lesión musculoesquelética sobre las que se precisa una modificación, aunque no inmediata.

BAJO: posturas que se consideran normales, con riesgo leve de lesiones musculoesqueléticas, y en las que puede ser necesaria alguna acción.

Figura 11: Posición forzada (Anexo C) Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

Riesgos Químicos

Para determinar el nivel de deficiencia en los riesgos químicos se utilizará el método de “Caja de Herramientas de Control Químico de la Organización Internacional de Trabajo OIT”. Este método fue diseñado por Asociación

Internacional de Higiene Ocupacional IOHA, el método presenta las siguientes etapas:(Icontec GTC 45, 2015)

Etapa 1: Encontrar la clasificación del peligro y compararlo con el grupo de peligro usando las frases R, estas frases son proporcionadas por el fabricante en las fichas técnicas de salud e higiene de los productos.

Grupo de riesgo	Frases R	Clasificación de riesgos GHS
A	R36, R38, R65, R66 Todos los polvos y vapores no localizados en otros grupos	Toxicidad aguda (letalidad), cualquier ruta, clase 5 Irritación de la piel Clase 2 o 3 Irritación ocular Clase 2 Todos los polvos y vapores no localizados en otros grupos
B	R20/21/22, R40/20/21/22, R33, R67	Toxicidad aguda (letalidad), cualquier ruta, Clase 4 Toxicidad aguda (sistémica), cualquier ruta, Clase 2
C	R23/24/25, R34, R35, R37, R39/23/24/25, R41, R43, R48/20/21/22	Toxicidad aguda (letalidad), cualquier ruta, Clase 3 Toxicidad aguda (sistémica), cualquier ruta, Clase 1 Corrosividad, subclase 1A, 1B o 1C Irritación ocular Clase 1 Irritación del sistema respiratorio (deben acordarse criterios GHS) Sensibilización de la piel Toxicidad por exposición repetida, cualquier ruta, Clase 2
D	R48/23/24/25, R26/27/28, R39/26/27/28, R40 Carc. Cat. 3, R60, R61, R62, R63, R64	Toxicidad aguda (letalidad), cualquier ruta, Clase 1 o 2 Carcinogenicidad Clase 2 Toxicidad por exposición repetida, cualquier ruta, clase 1 Toxicidad reproductiva Clase 1 o 2
E	R40 Muta. Cat. 3, R42, R45, R46, R49	Mutagenicidad Clase 1 o 2 Carcinogenicidad clase 1 Sensibilización respiratoria
S	R21, R24, R27, R34, R35, R36, R38, R40/21, R39/24, R39/27, R41, R43, R66, Sk	Toxicidad aguda (letalidad), ruta dérmica solamente, Clase 1, 2, 3 o 4 Toxicidad aguda (sistémica), ruta dérmica solamente, clase 1 o 2 Corrosividad, subclase 1A, 1B o 1C Irritación de la piel Clase 2 Irritación ocular Clase 1 o 2 Sensibilización de la piel Toxicidad por exposición repetida, ruta dérmica solamente, Clase 1 o 2

Figura 12: Determinación del grupo de peligro a partir de las frases R, Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

Etapa 2: Determinar la cantidad de sustancia a ser utilizada.

Cantidad	Sólido		Líquido	
	Peso	Normalmente recibido en	Volumen	Normalmente recibido en
Baja	Gramos	Paquetes o botellas	Mililitros	Botellas
Mediana	Kilogramos	Barriles o tambores	Litros	Tambores
Alta	Toneladas	A granel	Metros cúbicos	A granel

Figura 13: Cantidad que se utiliza de la sustancia por día, Análisis cualitativo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

Etapa 3: Averiguar qué tanta sustancia va a entrar en el aire del ambiente de trabajo para conocer el nivel de volatilidad o el nivel de polvo.

Alto: Punto de ebullición menor a 50 °C.
Medio: Punto de ebullición entre 50 y 150 °C.
Bajo: Punto de ebullición mayor a 150 °C.

Figura 14: Capacidad de la sustancia en introducirse al aire: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

Etapa 4: Seleccionar el abordaje de control que compra el nivel de volatilidad o el nivel de polvo con la cantidad de uso.

Cantidad de uso	Bajo polvo o volatilidad	Mediana volatilidad	Mediano Polvo	Alto polvo o volatilidad
Grupo de Peligro A				
Baja	1	1	1	1
Media	1	1	1	2
Alta	1	1	2	2
Grupo de Peligro B				
Baja	1	1	1	1
Media	1	2	2	2
Alta	1	2	3	3
Grupo de Peligro C				
Baja	1	2	1	2
Media	2	3	3	3
Alta	2	4	4	4
Grupo de Peligro D				
Baja	2	3	2	3
Media	3	4	4	4
Alta	3	4	4	4
Grupo de Peligro E				
Para todas las sustancias de este grupo seleccione el abordaje de control 4				

Figura 15: Selección de abordaje de control: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

Etapa 5: Se encuentra el nivel de deficiencia en comparación con el número de abordaje.

Nivel de Deficiencia	Número Abordaje de Control
Muy Alto	4
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Figura 16: Nivel de deficiencia vs número abordaje de control: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

1.7.4.1.2 Determinación cuantitativa del nivel de deficiencia de los peligros higiénicos

La determinación cuantitativa se la realiza porque existe una normativa nacional o internacional que permiten definir unos rangos de comparación, pudiendo definir unos valores máximos de exposición de los trabajadores. Para Ecuador se toman los valores dados por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienits) como los valores límites permisibles para cualquier riesgo higiénico(Icontec GTC 45, 2015)

Para la evaluación cuantitativa se utilizará el equipo detector multigas ALTAIR 4X, este equipo evalúa la potencial exposición del trabajador a gases y vapores tóxicos y combustibles, así como a un nivel bajo de oxígeno. El equipo puede detectar:(MSA the safety company, n.d.)

- Gases combustibles y ciertos vapores combustibles
- Atmósferas con deficiencia o exceso de oxígeno
- Oxígenos para la supervisión en aplicaciones de inertización.

Las mediciones se realizarán dentro del área de trabajo para tener datos reales, como se ve en la fotografía 1, vamos a medir la concentración de oxígeno, el monóxido de carbono CO, el ácido sulfhídrico H2S y el %LEL o combinación del aire con metano CH4. El certificado de calibración del equipo se encuentra en el ANEXO 1.



Fotografía 1: ALTAIR 4X: Fuente propia

La guía GTC-45 para la determinación del nivel de deficiencia ND, adapta el uso de la escala combinada de rangos de exposición del modelo propuesto por Rock J., presentada en la siguiente tabla:(Icontec GTC 45, 2015)

Nivel de Deficiencia	Valor de ND.	Concentración observada
Exposición muy alta	10	> Límite de exposición ocupacional
Exposición alta	6	50 % - 100 % del límite de exposición ocupacional
Exposición media	2	10 % - 50 % del límite de exposición ocupacional
Exposición baja	No se asigna valor	< 10 % del límite de exposición ocupacional

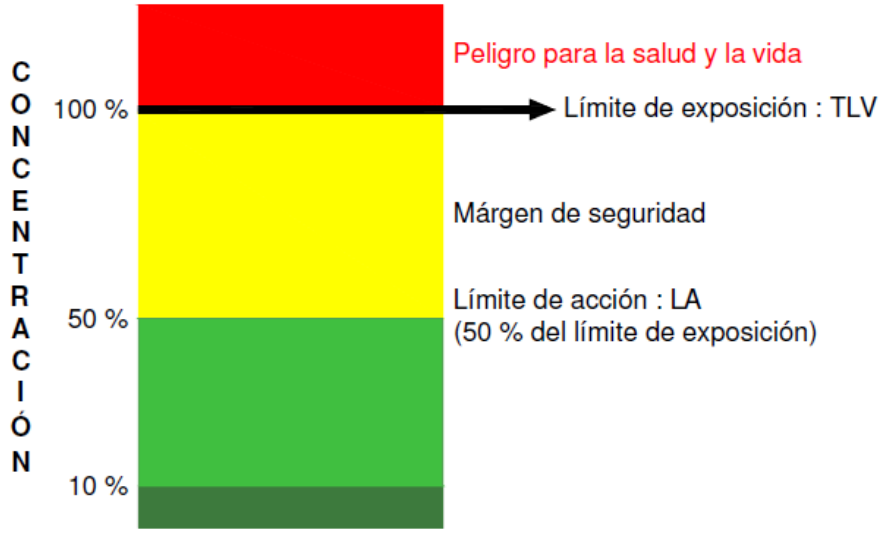


Figura 17: Rangos de exposición y nivel de deficiencia: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

1.7.4.2 Nivel de Exposición (NE)

Es la situación de exposición del trabajador a un peligro que se presenta en un tiempo determinado durante la jornada laboral. Se determina mediante la siguiente tabla:(Icontec GTC 45, 2015)

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Figura 18: Determinación del nivel de exposición: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

1.7.4.3 Nivel de Probabilidad (ND)

Es el producto del nivel de deficiencia por el nivel de exposición y sus resultados son presentados en la siguiente tabla:(Icontec GTC 45, 2015)

Niveles de probabilidad		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA - 40	MA - 30	A -20	A - 10
	6	MA - 24	A - 18	A - 12	M - 6
	2	M - 8	M - 6	B - 4	B - 2

Figura 19: Determinación del nivel de probabilidad: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

La interpretación de los resultados del nivel de probabilidad se hace de acuerdo con el significado presente en la siguiente tabla:

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Figura 20: Significado de los diferentes niveles de probabilidad: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

1.7.4.4 Nivel de Consecuencia (NC)

Es la medida de la severidad de las consecuencias, para evaluar el nivel de consecuencias, tenga en cuenta la consecuencia directa más grave que se pueda presentar en la actividad valorada. Se determina según los parámetros:(Icontec GTC 45, 2015)

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez).
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT).
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.

Figura 21: Determinación del nivel de consecuencias: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

1.7.4.5 Nivel de Riesgo (NR)

Es la magnitud de un riesgo resultante del producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencia, para determinar eh interpretar el nivel de riesgo se presenta los criterios en las siguiente tablas: (Icontec GTC 45, 2015)

Nivel de riesgo NR = NP x NC		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4 000-2 400	I 2 000-1 200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2 400-1 440	I 1 200-600	II 480-360	II 200 / III 120
	25	I 1 000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 / III 100	III 80-60	III 40 / IV 20

Figura 22: Determinación del nivel de riesgo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

Nivel de riesgo	Valor de NR	Significado
I	4 000 - 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 - 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de riesgo está por encima o igual de 360.
III	120 - 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Figura 23: Significado del nivel de riesgo: Fuente (Icontec GTC 45, 2015)

1.7.5 Control de riesgos

En base a la valoración de los riesgos existentes en la "CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES DE ALIVIO A CARGO DE LA EPMAPS. CASO DE ESTUDIO: COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR PARROQUIA RUMIPAMBA'', se deberá determinar si los controles existentes son suficientes o necesitan mejorarse, o si se requieren nuevos controles, para ello la guía GTC-45 presenta una serie de medidas de intervención en base a criterios de controles de riesgos mostrada a continuación:(LLORENTE, 2018)

Eliminación	Se modifica la actividad o las herramientas que intervienen de tal manera que se elimine el riesgo existente.
Sustitución	Se deben sustituir los materiales peligrosos por materiales menos peligrosos o reducir la energía del sistema.
Controles de ingeniería	Se deben instalar sistemas de ventilación, protección de máquinas, enclavamientos, aislamiento de sonidos, etc.
Señalización advertencias y controles administrativos	Las señales de seguridad, la señalización de zonas peligrosas, señales luminiscentes, maracas de pasarelas peatonales, advertir las sirenas, las alarmas
Procedimientos de Seguridad	Inspecciones de equipos, control de acceso, etiquetado, permisos de trabajo, etc.
Equipo de protección personal	Gafas de seguridad, protección auditiva, protectores para la cara, arnés de seguridad, guantes, etc.

Figura 24: Procedimientos para eliminación de riesgos: Fuente (LLORENTE, 2018)

Capítulo II: "Identificación de los procesos constructivos de la construcción de COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR"

2.1 Identificación del área de trabajo

El proyecto en cuestión es la construcción del Colector de Alivio Mirador Parroquia Rumipamba al Norte del Distrito Metropolitano de Quito de la Administración Zonal Eugenio Espejo, tiene una extensión de 2km bajo la Av. Brasil, consiste en la construcción de colecto de alivio mediante túnel tipo baúl de 1,60x2,20m y túnel tipo baúl de 1,20x1,80m.



Figura 25: Localización del área de trabajo: Fuente Propia

El Colector de Alivio Mirador Parroquia Rumipamba, tiene la función de mejorar el drenaje en el colector existente en la Av. El Inca y solucionar las inundaciones que se producen por la insuficiencia del colector existe también para el control de inundaciones del sector "La Y", Av. NN.UU. y Av. 10 de Agosto y la Plataforma Financiera. (Municipio de Quito, 2019)

2.2 Procesos constructivos

El proceso constructivo se define como un conjunto de métodos y sistemas que permiten cumplir la conclusión de una obra, con la ayuda de prácticas constructivas, experiencia y conocimientos del personal técnico.(DAVILA, 2017)

La importancia de la descripción detallada de los procesos constructivos o actividades de construcción es fundamental en la identificación, evaluación y control de riesgos con el objetivo de llegar al nivel de riego que están expuestos los trabajadores.

En la construcción del Colector de Alivio Mirador, se evidenciaron los siguientes procesos constructivos obtenidos de la investigación de campo realizada por el autor y las planillas de obra proporcionadas por la empresa constructora Consorcio Roca II, los cuales serán detallados posteriormente, estos procesos son:

- Replanteo y Nivelación del túnel
- Excavaciones dentro del túnel
- Colocación de acero de refuerzo
- Encofrado y desencofrado
- Inyección de hormigón
- Hormigonado del túnel

2.2.1 Replanteo y Nivelación del túnel

El replanteo y la nivelación es el proceso de trazado y marcado de puntos importantes, trasladando los datos de los planos de diseño del proyecto al terreno y marcándolos adecuadamente para la excavación de un túnel, se realiza en todos los casos, a partir de referencias de apoyo que pueden estar al exterior o al interior del túnel, con un grado de precisión óptimo.(URBANO, 2014)

En el túnel del Colector de Alivio el Mirador se realizó el replanteo y la nivelación con la ayuda del láser para obtener los puntos de referencia de los ejes de la obra, siendo así el primer proceso constructivo dándonos los ejes para la excavación.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las subactividades y los puestos de trabajo que se involucran el proceso constructivo replanteo y la nivelación:

ACTIVIDAD ANALIZADA	SUB ACTIVIDAD	PUESTOS DE TRABAJO
Replanteo y Nivelación del túnel	Transporte de equipos al lugar de replanteo	Obrero
	Plantada de equipos de topografía	Topógrafo Cadenero
	Medición y colocación de puntos topográficos	Topógrafo Cadenero
	Nivelación de superficie	Topógrafo Cadenero Albañil

Tabla 1: Resumen del proceso constructivo replanteo y la nivelación: Fuente Propia

2.2.2 Excavación dentro del túnel

Este proceso constructivo comprende la excavación en túnel, en el proyecto presente las excavaciones son de forma manual con un entibamiento continuo, el ataque se lo realiza en contrapendiente desde un pozo de avance en dirección al siguiente pozo de avance que están ubicados aproximadamente a 200m de distancia.

La excavación se ejecuta dentro de un tipo de suelo arenoso en su mayoría, con presencia de agua la cual se drena en dirección a los empates de los colectores existentes y en partes se encontró roca maciza, por lo tanto, la excavación se la realiza de forma manual empleando herramienta menor como picos, palas para la parte arenosa y martillos mecánicos en la parte de roca maciza. Para evitar derrumbamientos se coloca el entibamiento de forma continua, inmediatamente después de ser excavado y con el material extraído ya evacuado.

El método de excavación empleado es el método Inglés, es el método ideal para túneles de pequeña sección y excavado manualmente, este método consiste en excavar franjas

horizontales comenzando desde la parte superior o bóveda hacia abajo (URBANO, 2014) explicado de forma gráfica en el figura 25, siguiendo la sección tipo baúl escogida para el túnel presentada en la figura 26, y el material extraído es evacuado por medio de carretillas hacia el pozo de avance más cercano.

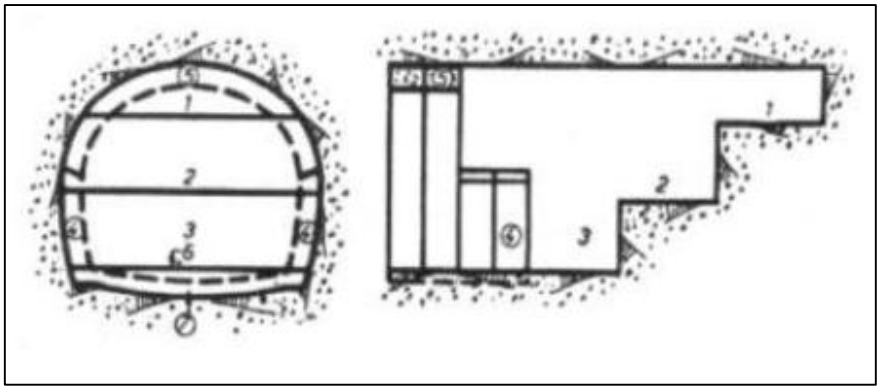


Figura 26: Localización del área de trabajo: Fuente

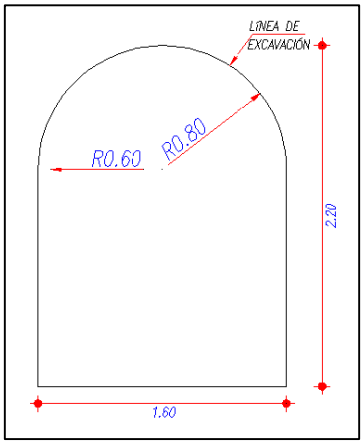


Figura 27: Sección típica de excavación del túnel: Fuente propia

En la siguiente tabla se presenta un resumen de subactividades y los puestos de trabajo que se involucran el proceso constructivo excavación del túnel:

ACTIVIDAD ANALIZADA	SUB ACTIVIDAD	PUESTOS DE TRABAJO
Excavaciones dentro del túnel	Excavación manual	Albañil Peón
	Excavación mecánica	Operador maquinaria liviana Peón
	Acarreo de material	Peón
	Entibación con acero de bóveda y paredes	Albañil Peón
	Colocación de iluminación	Electricista

Tabla 2: Resumen del proceso constructivo Excavación: Fuente Propia

2.2.3 Colocación de acero de refuerzo

El acero de refuerzo se usa para mejora el comportamiento del concreto frente a cargas, siendo un elemento fundamental en la estructura volviéndola más óptima.

El sistema usado en la construcción del colector consiste en poner cerchas metálicas como elementos estructurales unidas entre ellas por medio de grapas, colocadas conforme de avanza la excavación(URBANO, 2014). Las cerchas se colocan a una distancia de 1.50 metros a 0.5 metros dependiendo de la consistencia del tipo de suelo. Estas cerchas son construidas fuera del túnel, se construyeron con acero de refuerzo de 14mm de diámetro soldadas en forma de baúl como se muestra en la figura 27:

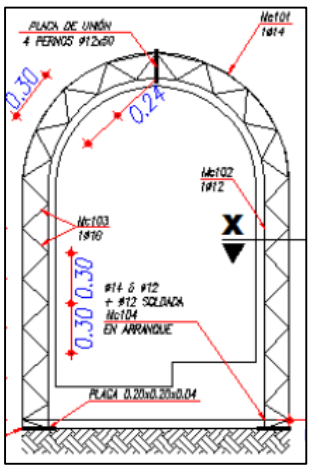


Figura 28: Cercha tipo baúl: Fuente (URBANO, 2014)

Con la excavación terminada, el material ya evacuado y colocadas las cerchas se comienza el proceso de armado de la estructura del túnel con acero de refuerzo fy=4200kg/cm2 , en la parte de la cúpula y la losa de fondo del túnel el armado se realizada con un acero de 14mm de diámetro y las paredes será un armado con un acero de 12mm de diámetro, esta diferencia se da por el motivo de tener mayores cargas en la cúpula y la losa de fondo. Simultáneamente se armaron la cúpula y las paredes siguiendo los planos estructurales sujetando el armado con puntales de madera hasta el proceso de hormigonado, al final se realiza el armado de la losa de fondo.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las subactividades y los puestos de trabajo que se involucran el proceso constructivo excavación del túnel:

ACTIVIDAD ANALIZADA	SUB ACTIVIDAD	PUESTOS DE TRABAJO
Colocación de acero de refuerzo	Colocación de cerchas	Maestro Mayor Albañil Peón
	Colocación de acero en paredes	Maestro Mayor Albañil Peón
	Colocación de acero en la bóveda	Maestro Mayor Albañil Peón
	Colocación de mallas de acero en la base del túnel	Maestro Mayor Albañil Peón

Tabla 3: Resumen del proceso constructivo Colocación de acero de refuerzo: Fuente Propia

2.2.4 Encofrado y desencofrado

El encofrado es el conjunto de planchas metálicas o de madera que proporcionan un confinamiento para que hormigón endurezca en la posición de diseño esperado.

En proyectos de túneles de pequeño tamaño es muy importante que el encofrado sea uniforme y con una superficie lisa, para encofrar la bóveda, paredes y losa de piso se debe mantener el alineamiento y la separación de recubrimiento entre el acero de refuerzo y el

hormigón con el apuntalamiento adecuado por el motivo que se dará la sección de diseño definitiva del túnel.(URBANO, 2014) se pone como ejemplo la figura 28:



Figura 29: Encofrado túnel: Fuente Propia

En el proyecto colector de alivio Mirador, el encofrado empezó cuando el replantillo está nivelado después se encofra las paredes del túnel con planchas de madera apuntalados con puntales de madera sujetados de pared a pared, una vez hormigonada esta sección se procede a retirar el encofrado, continuando con el encofrado de la bóveda, este ser un encofrado metálico en forma de arco con apuntalamiento metálico, después del hormigonado se retira el encofrado.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las subactividades y los puestos de trabajo que se involucran el proceso constructivo encofrado y desencofrado:

ACTIVIDAD ANALIZADA	SUB ACTIVIDAD	PUESTOS DE TRABAJO
Encofrado y desencofrado	Encofrado en paredes	Maestro Mayor Albañil Carpintero
	Desencofrado de paredes	Maestro Mayor Carpintero
	Encofrado en la bóveda	Maestro Mayor Albañil Carpintero
	Desencofrado de la bóveda	Maestro Mayor Carpintero

Tabla 4: Resumen del proceso constructivo Encofrado y desencofrado: Fuente Propia

2.2.5 Inyección de hormigón

El proceso de inyección se lo realiza para mejorar el sostenimiento del túnel para evitar derrumbamientos y dar estabilidad de taludes y bóveda hasta que todos los procesos constructivos hayan finalizado.

La inyección de hormigón consiste en llenar los huecos de un estrato o cualquier otro medio, con un medio acuoso a presión, el cual fragua después de un cierto tiempo, proporcionando al estrato una mayor resistencia, y mayor impermeabilidad en zonas con presencia de agua.(URBANO, 2014)

En el colector de alivio Mirador el proceso de inyección comenzó con la determinación de una longitud para la perforación y posteriormente la inyección de hormigón a presión. La operación de realiza después de la colocación de las cerchas y a continuación del último anillo hormigonado asegurando la estabilidad del estrato en el área de trabajo.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las subactividades y los puestos de trabajo que se involucran el proceso constructivo inyección de hormigón:

ACTIVIDAD ANALIZADA	SUB ACTIVIDAD	PUESTOS DE TRABAJO
Inyección de hormigón	Transporte de equipos al lugar de inyección	Peón
	Perforación e inyección	Operador maquinaria liviana Ayudante Operador

Tabla 5: Resumen del proceso constructivo Inyección de hormigón: Fuente Propia

2.2.6 Hormigonado del túnel

El hormigonado del túnel es la colocación de hormigón dentro del encofrado en unión al acero de refuerzo para generar el sostenimiento y la impermeabilización del túnel, el hormigón fue proporcionado por la empresa Holcim teniendo en su hoja de seguridad y

riesgos a la salud un valor de frases R de R37 y R41, bombeado desde el mixer al lugar de colocación por medio de tuberías metálicas, con resistencias a la compresión de: fc=140kg/cm2 para replantillo, fc=250kg/cm2 para paredes y fc=350kg/cm2 para bóveda y solera.

El proceso de hormigonado en el colector de alivio el mirador empezó con el hormigonado del replantillo de 10cm de espesor, de ahí una vez finalizado en encofrado de las paredes se hormigona y se realiza un proceso de vibrado para un mejor acomodamiento del hormigón, al fraguar se procede a desencofrar, finalmente ya colocado el encofrado metálico se hormigona la bóveda de la misma manera que las paredes, una ves fraguado el hormigón se procede a desencofrar se inicia el proceso de curado del hormigón, ya endurecido el hormigón se limpia el túnel dando así por concluido la construcción del túnel. Como resultado tenemos un túnel tipo baúl como se ve en la figura 29:



Figura 30: Resultado hormigonado del túnel tipo baúl: Fuente Propia

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las subactividades y los puestos de trabajo que se involucran el proceso constructivo hormigonado el túnel:

ACTIVIDAD ANALIZADA	SUB ACTIVIDAD	PUESTOS DE TRABAJO
Hormigonado del túnel	Hormigonado de paredes	Maestro Mayor Albañil Operador maquinaria liviana
	Hormigonado de la bóveda	Maestro Mayor Albañil Operador maquinaria liviana
	Hormigonado de la base o solera	Maestro Mayor Albañil Operador maquinaria liviana
	Curado del Hormigón	Peón

Tabla 6: Resumen del proceso constructivo Hormigonado del túnel: Fuente Propia

Capítulo III: "Identificación de los riegos laborales de la construcción de COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR basándose en los criterios de la guía técnica de Colombia 45"

3.1 Introducción

Se identificarán los riesgos mecánicos, físicos, químicos y ergonómicos, en los procesos constructivos expuestos en el capítulo II siendo estos:

- Replanteo y Nivelación del túnel
- Excavaciones dentro del túnel
- Colocación de acero de refuerzo
- Encofrado y desencofrado
- Inyección de hormigón
- Hormigonado del túnel

La identificación se realizó por el autor en un trabajo de campo dentro del colector de alivio Mirador, identificando los factores de riesgo más importantes teniendo como referencia los factores expuestos en el capítulo I y los factores dados en curso aprobado de certificación en prevención de riesgos laborales obtenida por el autor en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Anexo2).

3.2 Identificación de puestos de trabajo en los procesos constructivos

Para una mejor identificación del nivel de exposición y consecuencia los puestos de trabajos se los agrupará como mano de obra no calificada y mano de obra calificada, teniendo las tablas de resumen de los procesos constructivos para tener una información más detallada.(LLORENTE, 2018) Realizado en la tabla 7:

PROCESO	ACTIVIDAD ANALIZADA	SUB ACTIVIDAD	PUESTOS DE TRABAJO	MANO DE OBRA
Construcción	Replanteo y Nivelación del túnel	Transporte de equipos al lugar de replanteo	Obrero	No calificada
		Plantada de equipos de topografía	Topógrafo Cadenero	Calificada
		Medición y colocación de puntos topográficos	Topógrafo Cadenero	Calificada
		Nivelación de superficie	Topógrafo Cadenero Albañil	Calificada
	Excavaciones dentro del túnel	Excavación manual	Albañil Peón	No calificada
		Excavación mecánica	Operador maquinaria liviana Peón	No calificada
		Acarreo de material	Peón	No calificada
		Entibación con acero de bóveda y paredes	Albañil Peón	No calificada
		Colocación de iluminación	Electricista	No calificada
	Colocación de acero de refuerzo	Colocación de acero en paredes	Maestro Mayor Albañil Peón	No calificada
		Colocación de acero en la bóveda	Maestro Mayor Albañil Peón	No calificada
		Colocación de mallas de acero en la base del túnel	Maestro Mayor Albañil Peón	No calificada
	Encofrado y desencofrado	Encofrado en paredes	Maestro Mayor Albañil Carpintero	No calificada
		Desencofrado de paredes	Maestro Mayor Carpintero	No calificada
		Encofrado en la bóveda	Maestro Mayor Albañil Carpintero	No calificada
		Desencofrado de la bóveda	Maestro Mayor Carpintero	No calificada
	Inyección de hormigón	Transporte de equipos al lugar de inyección	Peón	No calificada
		Perforación e inyección	Operador maquinaria liviana Ayudante Operador	Calificada
	Hormigonado del túnel	Hormigonado de paredes	Maestro Mayor Albañil Operador maquinaria liviana	No calificada
		Hormigonado de la bóveda	Maestro Mayor Albañil Operador maquinaria liviana	No calificada
		Hormigonado de la base	Maestro Mayor Albañil Operador maquinaria liviana	No calificada
		Curado del Hormigón	Peón	No calificada

Tabla 7: Identificación de puestos de trabajo: Fuente Propia

3.3 Identificación de los riesgos del trabajo

3.3.1 Fotografías para la identificación de riesgos

PROCESO ANALIZADO	Fotografías obtenidas en cada proceso constructivo en el trabajo de campo para la identificación de riegos en la construcción de Colector de alivio Mirador		
Replanteo y Nivelación del túnel			
	Acarreo de equipos para la medición topográfica	Colocación de puntos de referencia	Extracción del equipo eh identificación del punto de referencia al exterior del túnel
Excavaciones dentro del túnel			
	Excavación manual por medio de picos y martillos neumáticos del túnel	Acarreo del mateial excavado en carretillas para la evacuación	Colocación de las cerchas metálicas para conformar la entibación
Colocación de acero de refuerzo			
	Entibación con cerchas metálicas	Colocación de acero de refuerzo en la solera y material para el armado del resto de la estructura	Colocación de acero de refuerzo en paredes y bóveda completando el armado de la estructura

PROCESO ANALIZADO	Fotografías obtenidas en cada proceso constructivo en el trabajo de campo para la identificación de riegos en la construcción de Colector de alivio Mirador		
Encofrado y desencofrado			
	Ecofrado de las paredes del túnel	Encofrado de la bóveda del túnel	Desencofrado del túnel
Inyección de hormigón			
	Lugar de la inyección al final del túnel, el equipo es llevado sobre el armado del acero	Perforaciones para la inyección de hormigón en los putos ya definidos	Inyección del hormigón en para el sostenimiento del túnel
Hormigonado del túnel			
	Colocación de tuberia metálica para el hormigonado del túnel	Hormigonado de la solera del túnel	Hormigonado de las paredes

Figura 31: Fotografías del proceso constructivo del colector de alivio Mirador para identificación de riesgos: Fuente Propia

3.3.2 Tabla de identificación

RIESGOS					FISICOS								MECANICOS										QUIMICOS						ERGONOMICOS			
PROCESO	ACTIVIDAD ANALIZADA	SUB ACTIVIDAD	PUESTOS DE TRABAJO	MANO DE OBRA	Temperatura elevada	Temperatura baja	Iluminación insuficiente	Vibración	Ruido	Radiaciones no ionizantes	Ventilación insuficiente (renovación de aire)	Electricidad	Espacio físico reducido	Piso irregular, resbaladizo	Obstáculos en el piso	Maquinaria desprotegida	Trabajo a distinto nivel	Trabajo subterráneo	Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento	Caída de objetos en manipulación	Proyección de sólidos o líquidos	Manejo de herramienta cortante y/o punzante	Vapores tóxicos CO	Vapores tóxicos H2S	Polvo inorgánico (mineral o metálico)	Vapores de explosivos LEL	Deficiencia de O2	Cemento/Hormigón	Sobreesfuerzo físico	Levantamiento manual de objetos	Movimiento corporal repetitivo	Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)
Construcción	Replanteo y Nivelación del túnel	Transporte de equipos al lugar de replanteo	Obrero	No calificada																												
		Plantada de equipos de topografía	Topógrafo Cadenero	Calificada																												
		Medición y colocación de puntos topográficos	Topógrafo Cadenero	Calificada																												
		Nivelación de superficie	Topógrafo Cadenero Albañil	Calificada																												
	Excavaciones dentro del túnel	Excavación manual	Albañil Peón	No calificada																												
		Excavación mecánica	Operador maquinaria liviana Peón	No calificada																												
		Acarreo de material	Peón	No calificada																												
		Entibación con acero de bóveda y paredes	Albañil Peón	No calificada																												
		Colocación de iluminación	Electricista	No calificada																												
	Colocación de acero de refuerzo	Colocación de acero en paredes	Maestro Mayor Albañil Peón	No calificada																												
		Colocación de acero en la bóveda	Maestro Mayor Albañil Peón	No calificada																												
		Colocación de mallas de acero en la base del túnel	Maestro Mayor Albañil Peón	No calificada																												

Encofrado y desencofrado	Encofrado en paredes	Maestro Mayor Albañil Carpintero	No calificada
	Desencofrado de paredes	Maestro Mayor Carpintero	No calificada
	Encofrado en la bóveda	Maestro Mayor Albañil Carpintero	No calificada
	Desencofrado de la bóveda	Maestro Mayor Carpintero	No calificada
Inyección de hormigón	Transporte de equipos al lugar de inyección	Peón	No calificada
	Perforación e inyección	Operador maquinaria liviana Ayudante Operador	Calificada
Hormigonado del túnel	Hormigonado de paredes	Maestro Mayor Albañil Operador maquinaria liviana	No calificada
	Hormigonado de la bóveda	Maestro Mayor Albañil Operador maquinaria liviana	No calificada
	Hormigonado de la base	Maestro Mayor Albañil Operador maquinaria liviana	No calificada
	Curado del Hormigón	Peón	No calificada

Leyenda de la tabla

Presencia de riesgo

Tabla 8: Identificación de riesgos: Fuente Propia

3.4 Matriz de identificación de los riesgos del trabajo

Se obtuvo la matriz de identificación agrupando los riesgos de las subactividades en cada proceso constructivo y el tipo de trabajador.

RIESGOS			FISICOS								MECANICOS										QUIMICOS						ERGONOMICOS			
PROCESO	ACTIVIDAD ANALIZADA	TIPO DE TRABAJADOR	Temperatura elevada	Temperatura baja	Iluminación insuficiente	Vibración	Ruido	Radiaciones no ionizantes	Ventilación insuficiente (renovación de aire)	Electricidad	Espacio físico reducido	Piso irregular, resbaladizo	Obstáculos en el piso	Maquinaria desprotegida	Trabajo a distinto nivel	Trabajo subterráneo	Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento	Caída de objetos en manipulación	Proyección de sólidos o líquidos	Manejo de herramienta cortante y/o punzante	Vapores tóxicos CO	Vapores tóxicos H2S	Polvo inorgánico (mineral o metálico)	Vapores de explosivos LEL	Deficiencia de O2	Cemento/Hormigón	Sobreesfuerzo físico	Levantamiento manual de objetos	Movimiento corporal repetitivo	Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)
Construcción	Replanteo y Nivelación del túnel	No calificada	■	■	■				■		■	■	■		■	■		■			■	■		■	■			■		■
		Calificada		■	■			■	■		■	■	■		,	■				■	■	■		■	■		■	■	■	■
	Excavaciones dentro del túnel	No calificada		■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
	Colocación de acero de refuerzo	No calificada		■					■		■	■	■			■	■	■		■	■	■		■	■		■	■	■	■
	Encofrado y desencofrado	No calificada		■					■		■	■	■			■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■
	Inyección de hormigón	No calificada		■	■				■		■	■	■		■	■				■	■	■		■	■		■	■		■
		Calificada		■		■	■		■	■	■			■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Hormigonado del túnel	No calificada	■		■	■			■		■	■	■			■	■		■	■		■	■		■	■	■	■	■	■

Leyenda tabla

■ Presencia de riesgo

Tabla 9: Matriz de identificación de riesgos: Fuente Propia

3.5 Efectos posibles de los riesgos identificados

Para garantizar que los efectos descritos en la identificación reflejen las consecuencias de cada peligro identificado se tendrá en cuenta las consecuencias a corto plazo como los accidentes de trabajo, y las consecuencias de largo plazo como las enfermedades de trabajo.(Icontec GTC 45, 2015)

Ya conociendo los riesgos en nuestro proyecto la identificación de los efectos está presentado en la siguiente tabla:

Riesgo		Efectos
FISICOS	Temperatura elevada	Cansancio, fatiga, deshidratación, agotamiento físico
	Temperatura baja	Dolor articular, problemas respiratorios.
	Iluminación insuficiente	Fatiga visual, golpes contra objetos.
	Vibración	Dolores musculares
	Ruido	Afectaciones al sistema nervioso central
	Radiaciones no ionizantes	Enrojecimiento de la piel
	Ventilación insuficiente (renovación de aire)	Sofocamiento, fatiga.
	Electricidad	Contactos eléctricos
Riesgo		Efectos
MECANICOS	Espacio físico reducido	Golpes y cortes con estructuras no acabadas, caídas al mismo y distinto nivel.
	Piso irregular, resbaladizo	Golpes, torceduras, caídas a mismo nivel.
	Obstáculos en el piso	Torceduras, caídas a mismo nivel.
	Maquinaria desprotegida	Cortes, quemaduras, heridas.
	Trabajo a distinto nivel	Golpes torceduras, caídas de objetos en manipulación, muerte.
	Trabajo subterráneo	Claustrofobia, fatiga, sofocamiento, caídas del mismo y distinto nivel, trastorno del sueño.
	Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento	Fracturas, golpes, muerte.
	Caída de objetos en manipulación	Golpes, heridas, cortes.
	Proyección de sólidos o líquidos	Lesiones oculares, golpes en el rostro.
	Manejo de herramienta cortante y/o punzante	Cortes y heridas en manos y pies por manipulación
Riesgo		Efectos

QUIMICOS	Vapores tóxicos CO	Dolor de cabeza y mareos ligeros.
	Vapores tóxicos H2S	Irritación ocular eh irritación en vías respiratorias
	Polvo inorgánico (mineral o metálico)	Irritación de las vías respiratorias, infecciones virales.
	Vapores de explosivos LEL	Explosiones, asfixia muerte.
	Deficiencia de O2	Mareos, poca coordinación corporal, aceleración en el ritmo cardiaco.
	Cemento/Hormigón	Afectaciones en la piel, lesiones oculares, alergias.
Riesgo		Efectos
ERGONOMICOS	Sobreesfuerzo físico	Fatiga física y mental
	Levantamiento manual de objetos	Lesiones Osteomusculares a nivel lumbar
	Movimiento corporal repetitivo	Lesiones Osteomusculares, dolor de espalda.
	Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)	Fatiga física, dolor corporal.

Tabla 10: Efectos posibles de los riesgos: Fuente Propia

Capítulo IV: "Evaluación de los riegos laborales de la construcción de COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR basándose en los criterios de la guía técnica de Colombia 45"

4.1 Introducción

Se evalúa los riesgos del matiz de identificación mostrada en la tabla 9, mediante los criterios de la guía GTC 45, encontrando el nivel de deficiencia, nivel de exposición, nivel de probabilidad y el nivel de consecuencia de los riesgos mediante el proceso expuesto en el numeral 1.7.4 del capítulo I, con el nivel de determinar el nivel de riesgo NR.

En la evaluación del nivel de deficiencia se obtendrá mediante proceso cualitativo explicado en el numeral 1.7.4.1.1, y un proceso cuantitativo en ciertos riesgos químicos explicado en el numeral 1.7.4.1.2, indicados en la sección 4.2 para luego ser evaluados.

Para una mejor interpretación de resultados se realizó una matriz de riesgos con el formado indicado en la guía GTC-45, por cada proceso constructivo y por tipo de mano de obra.

4.2 Métodos de evaluación para el nivel de deficiencia ND

Riesgo		Método de evaluación
FISICOS	Temperatura elevada	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 3)
	Temperatura baja	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 3)
	Iluminación insuficiente	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 4)
	Vibración	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 5)
	Ruido	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 6)
	Radiaciones no ionizantes	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 7)
	Ventilación insuficiente (renovación de aire)	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
	Electricidad	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
MECANICOS	Espacio físico reducido	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
	Piso irregular, resbaladizo	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
	Obstáculos en el piso	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
	Maquinaria desprotegida	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
	Trabajo a distinto nivel	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
	Trabajo subterráneo	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)

	Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
	Caída de objetos en manipulación	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
	Proyección de sólidos o líquidos	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
	Manejo de herramienta cortante y/o punzante	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 2)
QUIMICOS	Vapores tóxicos CO	Análisis cuantitativo GTC45 (Sección 1.7.4.1.2)
	Vapores tóxicos H2S	Análisis cuantitativo GTC45 (Sección 1.7.4.1.2)
	Polvo inorgánico (mineral o metálico)	Análisis cualitativo GTC45 caja de herramientas de control químico de la OIT (Sección1.7.4.1.1)
	Vapores de explosivos LEL	Análisis cuantitativo GTC45 (Sección 1.7.4.1.2)
	Deficiencia de O2	Análisis cuantitativo GTC45 (Sección 1.7.4.1.2)
	Cemento/Hormigón	Análisis cualitativo GTC45 caja de herramientas de control químico de la OIT (Sección1.7.4.1.1)
ERGONOMICOS	Sobreesfuerzo físico	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 8)
	Levantamiento manual de objetos	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 9)
	Movimiento corporal repetitivo	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 10)
	Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)	Análisis cualitativo GTC45 (Figura 11)

Tabla 11: Métodos de evaluación para el nivel de deficiencia ND: Fuente Propia

4.3 Nivel de deficiencia, Riegos Químicos, Análisis cuantitativo

4.3.1 Recolección de datos

En los espacios confinados es muy importante tener información sobre los gases y vapores que existen en el ambiente de trabajo, en la construcción del Colector de Alivio Mirador se midió la concentración de oxígeno, el monóxido de carbono CO, el ácido sulfhídrico H2S y el %LEL o combinación del aire con metano CH4.

La recolección se realizó dentro del ambiente de trabajo durante una semana laboral con el equipo ALTAIR 4X obteniendo las siguientes mediciones:

N° muestra	LEL	Toxic 1	Toxic 2	O2
	%CH4%LEL	(ppm) H2S	(ppm) CO	(%)
día 1	1,4	1,3	8,1	19,8
día 2	1,2	1,2	8,2	19,9
día 3	1,2	1,2	8,1	19,9
día 4	1,3	1,3	8,1	19,8
día 5	1,2	1,2	8,2	20,0

Tabla 12: Datos de mediciones de agentes químicos: Fuente Propia

4.3.2 Valores Límite Umbral

Para conocer los valores limites o TVL se presentan la siguiente figura con las características y datos sobre ciertos compuestos químicos en espacios confinados. (ACGIH 2005; García Gogénola 2012b).

COMPUESTO FÓRMULA QUÍMICA	LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL ACGIH		LÍMITE INFERIOR DE EXPLOSIVIDAD L.I.E. (LEL) % AIRE	CONCENTRACIÓN MÍNIMA DETECTABLE POR EL OLFATO (PPM)	DENSIDAD DE VAPOR RELATIVA (AIRE = 1)
	8 h/día TLV-TWA (ppm)	15 minutos TLV-STEL (ppm)			
Dióxido de azufre SO_2	2	5	No inflamable	0.5	Más pesado dv = 2.2
Sulfuro de hidrógeno H_2S	10	15	4.3%	0.005	Algo más pesado dv = 1.2
Metano CH_4	Asfixiante simple, los efectos fisiológicos dependen del oxígeno desplazado		5 %	Inodoro	Más ligero dv = 0.6
Monóxido de carbono CO	25	-	12.5 %	Inodoro	Igual dv = 0.6
Amoniaco NH_3	25	35	15 %	5	Más ligero dv = 0.6
Gasolina C_8H_{18}	300	500	0.6 %	150	Más pesado dv = 3.9
Disolventes orgánicos Tolueno C_6H_5-CH_3	50	-	1.2 %	5	Más pesado dv = 3.2

Figura 32: TVL de agentes químicos: Fuente (ACGIH 2005; García Gogénola 2012b)

4.3.3 Cálculo de nivel de deficiencia ND

Se prosigue a obtener la concentración mediante la comparación del promedio de las mediaciones con el TLV-TWA, de cada agente químico, para obtener el nivel de deficiencia en la evaluación según se indica la figura 17.

Se consideró que el nivel de deficiencia encontrado en este proceso de evaluación cuantitativa se lo aplicará en todos los procesos constructivos del colector de alivio Mirador.

Vapores Tóxicos

N° muestra	Toxic 1 (ppm) H2S	Toxic 2 (ppm) CO
1	1,3	8,1
2	1,2	8,2
3	1,2	8,1
4	1,3	8,1
5	1,2	8,2
PROMEDIO	1,24	8,14
CONCENTRACIÓN (%)	12%	33%
VALOR MÁXIMO	1,3	8,2
TVL-TWA (ppm)	10	25
TVL-STEL (ppm)	15	-
Valores máximos permitidos según ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) para 8 horas de trabajo TWA y 15 minutos STEL		

Tabla 13: Concentración de vapores tóxicos: Fuente Propia

Deficiencia de oxígeno

N° muestra	O2 (%)
1	19,8
2	19,9
3	19,9
4	19,8
5	20,0

PROMEDIO	19,88
CONCENTRACIÓN (%)	81%
% NORMAL DE O2	21,5
% MÍNIMO DE O2	19,5
% MÁXIMO DE O2	23,5
Valores máximos y mínimos permitidos según ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) para concentración de oxígeno en atmósfera en espacios confinados	

Tabla 14: Concentración de Oxígeno O2: Fuente Propia

Vapores Explosivos

N° muestra	LEL
	%CH4%LEL
1	1,4
2	1,2
3	1,2
4	1,3
5	1,2
PROMEDIO	1,26
CONCENTRACIÓN (%)	25%
VALOR MÁXIMO	1,4
LÍMITE INFERIOR DE EXPLOSIVIDAD L.I.E. (LEL) % AIRE	5
Valores máximos permitidos según ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) para límite inferior de explosividad (LEL)	

Tabla 15: Concentración de vapores explosivos LEL: Fuente Propia

4.4 Evaluación de riesgos laborales según la guía GTC-45

4.4.1 Evaluación del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES	EVALUACIÓN DEL RIESGO																		VALORACIÓN DEL RIESGO
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE DEFICIENCIA	MA	10	NIVEL DE EXPOSICIÓN	EC	4	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	MA	40-24	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	M	100	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	I	4000-600	INTERPRETACIÓN DEL NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
									A	6		EF	3		A	20-10			MG	60		II	500-150		
									M	2		EO	2		M	8-6			G	25		III	120-40		
									B	sn		EE	1		B	4-2			L	10		IV	20		
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Replanteo y Nivelación del túnel	Mano de obra no calificada	SI	Temperatura elevada	**Físicos**	Cansancio, fatiga, deshidratación, agotamiento físico	2			2			4			Bajo	10			40			III	Aceptable
					Temperatura baja		Dolor articular, problemas respiratorios.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
					Iluminación insuficiente		Fatiga visual, golpes contra objetos.	6			4			24			Muy alto	10			240			II	Aceptable con control específico
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		Sofocamiento, fatiga.	2			4			8			Medio	25			200			II	Aceptable con control específico
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	Golpes y cortes con estructuras no acabadas, caídas al mismo y distinto nivel.	2			4			8			Medio	25			200			II	Aceptable con control específico
					Piso irregular, resbaladizo		Golpes, torceduras, caídas a mismo nivel.	2			1			2			Bajo	25			50			III	Aceptable
					Obstáculos en el piso		Torceduras, caídas a mismo nivel.	2			1			2			Bajo	10			20			IV	Aceptable
					Trabajo a distinto nivel		Golpes torceduras, caídas de objetos en manipulación, muerte.	6			1			6			Medio	100			600			I	No aceptable

					Trabajo subterráneo		Claustrofobia, fatiga, sofocamiento, caídas del mismo y distinto nivel, trastorno del sueño.	6	4	24	Muy alto	25	600	I	No aceptable
					Caída de objetos en manipulación		Golpes, heridas, cortes.	2	1	2	Bajo	25	50	III	Aceptable
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	Dolor de cabeza y mareos ligeros.	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores tóxicos H2S		Irritación ocular eh irritación en vías respiratorias	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores de explosivos LEL		Explosiones, asfixia muerte.	2	4	8	Medio	100	800	I	No aceptable
					Deficiencia de O2		Mareos, poca coordinación corporal, aceleración en el ritmo cardiaco.	6	4	24	Alto	100	2400	I	No aceptable
					Levantamiento manual de objetos	**Ergonómicos**	Lesiones Osteomusculares a nivel lumbar	2	3	6	Medio	10	60	III	Aceptable
					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		Fatiga física, dolor corporal.	2	3	6	Medio	10	60	III	Aceptable

NOTA:
***Nivel de deficiencia**: MA: Muy Alto A: Alto M: Medio B: Bajo* ***Nivel de exposición**: EC: Continúa EF: Frecuente EO: Ocasional EE: Esporádico*
***Nivel de consecuencia:** M: Mortal MG: Muy Grave G: Grave L:Leve*

Tabla 16: Evaluación del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia

Nivel de Riesgo del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

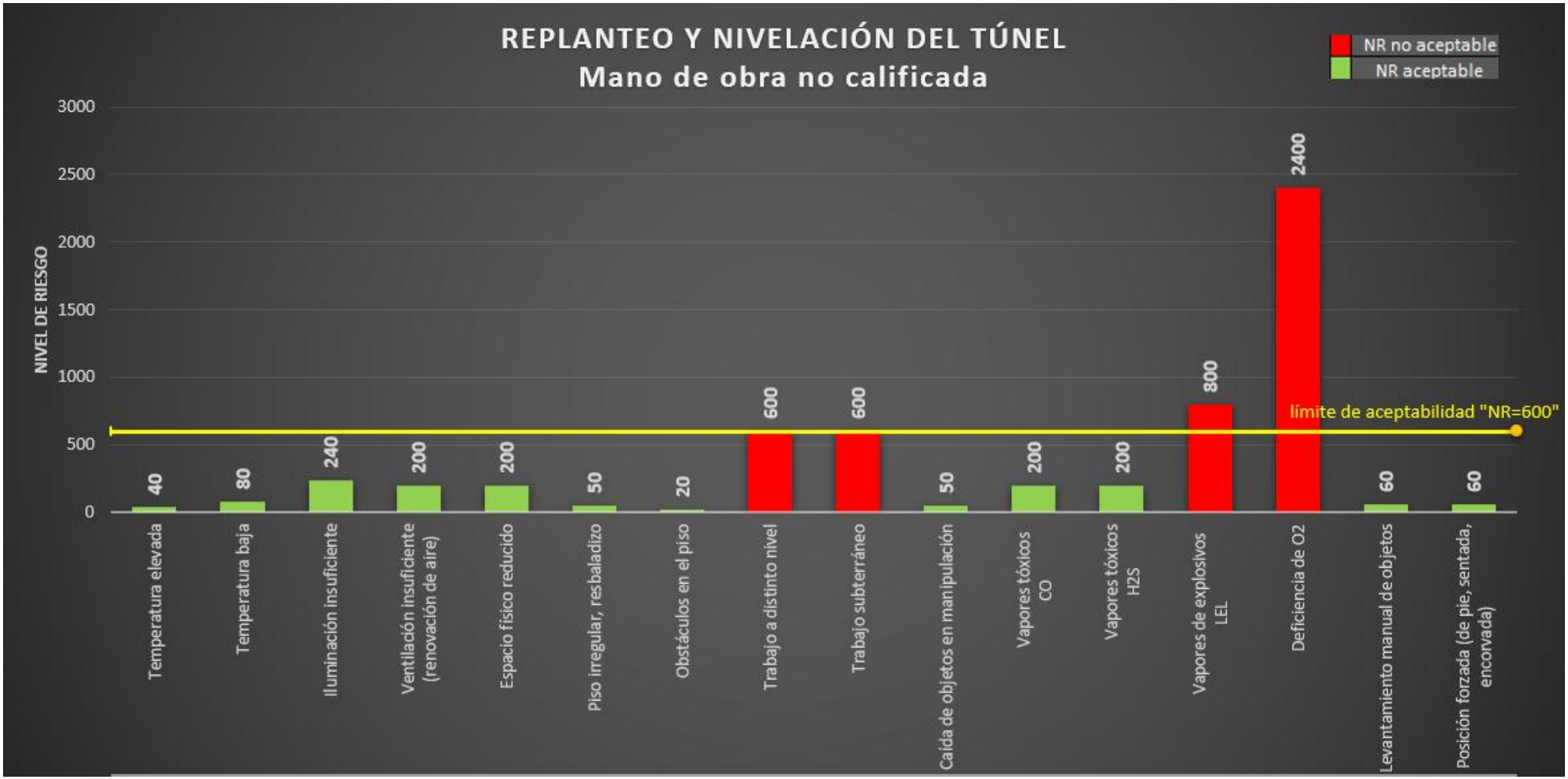


Figura 33: Nivel de Riesgo del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia

4.4.2 Evaluación del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra calificada del "Colector de Alivio Mirador"

ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES	EVALUACIÓN DEL RIESGO																		VALORACIÓN DEL RIESGO
			DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE DEFICIENCIA	MA	10	NIVEL DE EXPOSICIÓN	EC	4	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	MA	40-24	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	M	100	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	I	4000-600	INTERPRETACIÓN DEL NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
							A	6		EF	3		A	20-10			MG	60		II	500-150		
							M	2		EO	2		M	8-6			G	25		III	120-40		
							B	sn		EE	1		B	4-2			L	10		IV	20		
Replanteo y Nivelación del túnel	Mano de obra calificada	SI	Temperatura baja	**Físicos**	Dolor articular, problemas respiratorios.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
			Iluminación insuficiente		Fatiga visual, golpes contra objetos.	6			4			24			Muy alto	10			240			II	Aceptable con control específico
			Radiaciones no ionizantes		Enrojecimiento de la piel	6			2			12			Alto	10			120			III	Aceptable
			Ventilación insuficiente (renovación de aire)		Sofocamiento, fatiga.	2			4			8			Medio	25			200			II	Aceptable con control específico
			Espacio físico reducido	**Mecánicos**	Golpes y cortes con estructuras no acabadas, caídas al mismo y distinto nivel.	2			4			8			Medio	25			200			II	Aceptable con control específico
			Piso irregular, resbaladizo		Golpes, torceduras, caídas a mismo nivel.	2			1			2			Bajo	25			50			III	Aceptable
			Obstáculos en el piso		Torceduras, caídas a mismo nivel.	2			1			2			Bajo	10			20			IV	Aceptable

Trabajo a distinto nivel		Golpes torceduras, caídas de objetos en manipulación, muerte.	6	1	6	Medio	100	600	I	No aceptable
Trabajo subterráneo		Claustrofobia, fatiga, sofocamiento, caídas del mismo y distinto nivel, trastorno del sueño.	6	4	24	Muy alto	25	600	I	No aceptable
Manejo de herramienta cortante y/o punzante		Cortes y heridas en manos y pies por manipulación	2	2	4	Bajo	25	100	III	Aceptable
Vapores tóxicos CO	**Químicos**	Dolor de cabeza y mareos ligeros.	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
Vapores tóxicos H2S		Irritación ocular eh irritación en vías respiratorias	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
Vapores de explosivos LEL		Explosiones, asfixia muerte.	2	4	8	Medio	100	800	I	No aceptable
Deficiencia de O2		Mareos, poca coordinación corporal, aceleración en el ritmo cardiaco.	6	4	24	Alto	100	2400	I	No aceptable
Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	Fatiga física y mental	2	2	4	Bajo	25	100	III	Aceptable
Levantamiento manual de objetos		Lesiones Osteomusculares a nivel lumbar	2	2	4	Bajo	10	40	III	Aceptable
Movimiento corporal repetitivo		Lesiones Osteomusculares, dolor de espalda.	0	1	0	Bajo	10	0	IV	Aceptable
Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		Fatiga física, dolor corporal.	2	3	6	Medio	10	60	III	Aceptable

NOTA:

***Nivel de deficiencia**: MA: Muy Alto A: Alto M: Medio B: Bajo* ***Nivel de exposición**: EC: Continúa EF: Frecuente EO: Ocasional EE: Esporádico*

***Nivel de consecuencia:** M: Mortal MG: Muy Grave G: Grave L:Leve*

Tabla 17: Evaluación del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra calificada: Fuente Propia

Nivel de Riesgo del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra calificada del "Colector de Alivio Mirador"

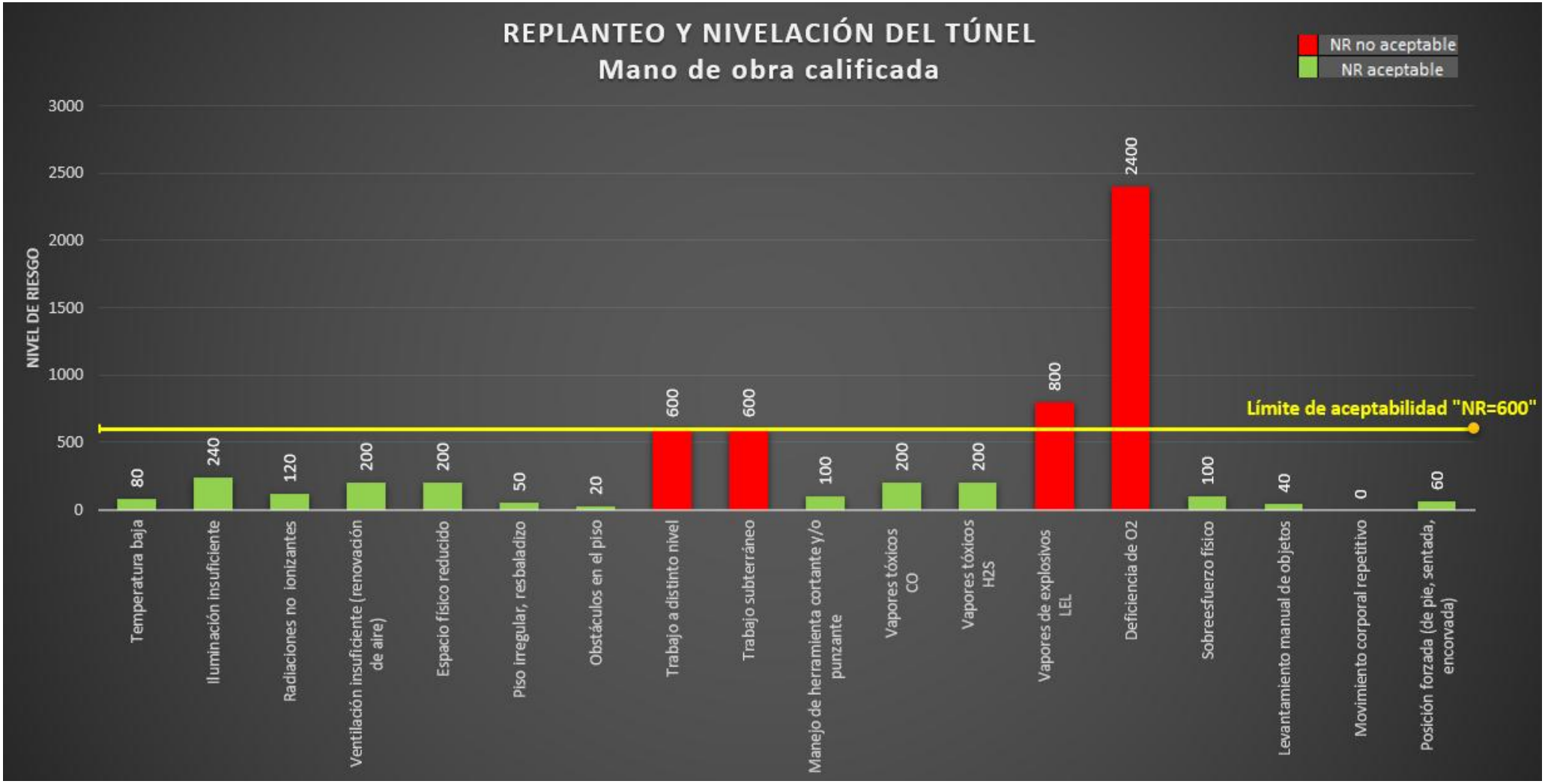


Figura 34: Nivel de Riesgo del proceso replanteo y nivelación del túnel, mano de obra calificada: Fuente Propia

4.4.3 Evaluación del proceso excavación dentro del túnel, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES	EVALUACIÓN DEL RIESGO																		VALORACIÓN DEL RIESGO
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE DEFICIENCIA	MA	10	NIVEL DE EXPOSICIÓN	EC	4	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	MA	40-24	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	M	100	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	I	4000-600	INTERPRETACIÓN DEL NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
									A	6		EF	3		A	20-10			MG	60		II	500-150		
									M	2		EO	2		M	8-6			G	25		III	120-40		
									B	sn		EE	1		B	4-2			L	10		IV	20		
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Excavaciones dentro del túnel	Mano de no obra calificada	SI	Temperatura baja	**Físicos**	Dolor articular, problemas respiratorios.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
					Iluminación insuficiente		Fatiga visual, golpes contra objetos.	6			4			24			Muy Alto	10			240			II	Aceptable con control específico
					Vibración		Dolores musculares	10			2			20			Alto	10			200			II	Aceptable con control específico
					Ruido		Afectaciones al sistema nervioso central	6			2			12			Alto	10			120			III	Aceptable
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		Sofocamiento, fatiga.	2			4			8			Medio	25			200			II	Aceptable con control específico
					Electricidad		Contactos eléctricos	6			2			12			Alto	60			720			I	No aceptable
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	Golpes y cortes con estructuras no acabadas, caídas al mismo y distinto nivel.	6			4			24			Muy Alto	25			600			I	No aceptable
					Piso irregular, resbaladizo		Golpes, torceduras, caídas a mismo nivel.	2			2			4			Bajo	10			40			III	Aceptable
					Obstáculos en el piso		Torceduras, caídas a mismo nivel.	2			1			2			Bajo	10			20			IV	Aceptable

					Maquinaria desprotegida		Cortes, quemaduras, heridas.	6	3	18	Alto	25	450	IV	Aceptable
					Trabajo a distinto nivel		Golpes torceduras, caídas de objetos en manipulación, muerte.	6	1	6	Bajo	100	600	I	No aceptable
					Trabajo subterráneo		Claustrofobia, fatiga, sofocamiento, caídas del mismo y distinto nivel, trastorno del sueño.	6	4	24	Muy Alto	25	600	I	No aceptable
					Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		Fracturas, golpes, muerte.	10	3	30	Muy Alto	100	3000	I	No aceptable
					Caída de objetos en manipulación		Golpes, heridas, cortes.	2	2	4	Bajo	25	100	III	Aceptable
					Proyección de sólidos o líquidos		Lesiones oculares, golpes en el rostro.	6	3	18	Alto	10	180	II	Aceptable con control específico
					Manejo de herramienta cortante y/o punzante		Cortes y heridas en manos y pies por manipulación	6	3	18	Alto	25	450	IV	Aceptable
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	Dolor de cabeza y mareos ligeros.	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores tóxicos H2S		Irritación ocular eh irritación en vías respiratorias	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Polvo inorgánico (mineral o metálico)		Irritación de las vías respiratorias, infecciones virales.	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores de explosivos LEL		Explosiones, asfixia muerte.	2	4	8	Medio	100	800	I	No aceptable
					Deficiencia de O2		Mareos, poca coordinación corporal, aceleración en el ritmo cardiaco.	6	4	24	Alto	100	2400	I	No aceptable
					Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	Fatiga física y mental	6	3	18	Alto	25	450	II	Aceptable con control específico

					Levantamiento manual de objetos		Lesiones Osteomusculares a nivel lumbar	6	3	18	Alto	10	180	II	Aceptable con control específico
					Movimiento corporal repetitivo		Lesiones Osteomusculares, dolor de espalda.	10	3	30	Muy Alto	10	300	II	Aceptable con control específico
					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		Fatiga física, dolor corporal.	6	4	24	Muy Alto	10	240	II	Aceptable con control específico

NOTA:
***Nivel de deficiencia**: MA: Muy Alto A: Alto M: Medio B: Bajo **Nivel de exposición**: EC: Continúa EF: Frecuente EO: Ocasional EE: Esporádico*
***Nivel de consecuencia:** M: Mortal MG: Muy Grave G: Grave L:Leve*

Tabla 18: Evaluación del proceso excavación dentro del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia

Nivel de Riesgo del proceso excavación dentro del túnel, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

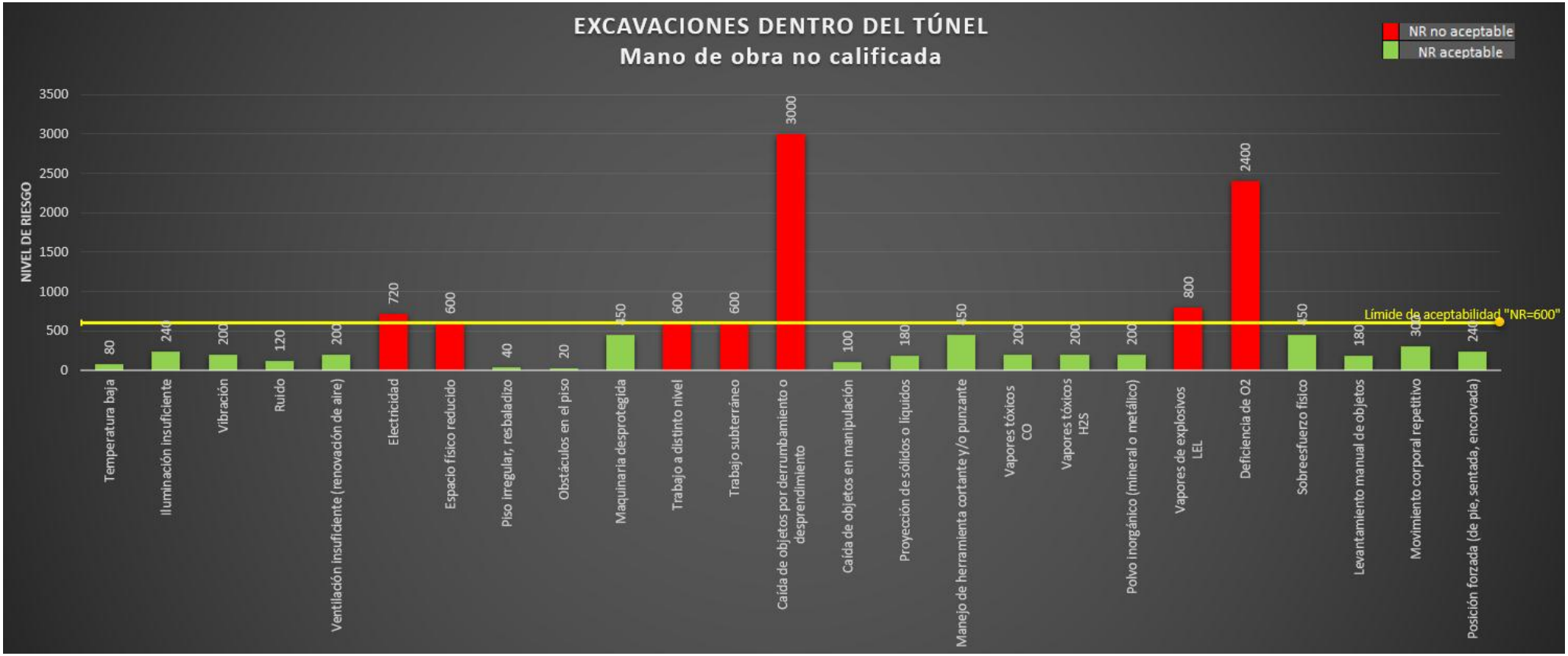


Figura 35: Nivel de Riesgo del proceso excavación dentro del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia

4.4.4 Evaluación del proceso colocación de acero de refuerzo, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES	EVALUACIÓN DEL RIESGO																		VALORACIÓN DEL RIESGO
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE DEFICIENCIA	MA	10	NIVEL DE EXPOSICIÓN	EC	4	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	MA	40-24	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	M	100	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	I	4000-600	INTERPRETACIÓN DEL NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
									A	6		EF	3		A	20-10			MG	60		II	500-150		
									M	2		EO	2		M	8-6			G	25		III	120-40		
									B	sn		EE	1		B	4-2			L	10		IV	20		
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Colocación de acero de refuerzo	Mano de no obra calificada	SI	Temperatura baja	**Físicos**	Dolor articular, problemas respiratorios.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		Sofocamiento, fatiga.	2			4			8			Medio	25			200			II	Aceptable con control específico
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	Golpes y cortes con estructuras no acabadas, caídas al mismo y distinto nivel.	6			4			24			Muy alto	10			240			II	Aceptable con control específico
					Piso irregular, resbaladizo		Golpes, torceduras, caídas a mismo nivel.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
					Obstáculos en el piso		Torceduras, caídas a mismo nivel.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
					Trabajo subterráneo		Claustrofobia, fatiga, sofocamiento, caídas del mismo y distinto nivel, trastorno del sueño.	6			4			24			Muy alto	25			600			I	No aceptable
					Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		Fracturas, golpes, muerte.	6			3			18			Alto	25			450			II	Aceptable con control específico
					Caída de objetos en manipulación		Golpes, heridas, cortes.	2			3			6			Medio	25			150			II	Aceptable con control específico

					Manejo de herramienta cortante y/o punzante		Cortes y heridas en manos y pies por manipulación	2	4	8	Medio	60	480	II	Aceptable con control específico
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	Dolor de cabeza y mareos ligeros.	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores tóxicos H2S		Irritación ocular eh irritación en vías respiratorias	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores de explosivos LEL		Explosiones, asfixia muerte.	2	4	8	Medio	100	800	I	No aceptable
					Deficiencia de O2		Mareos, poca coordinación corporal, aceleración en el ritmo cardiaco.	6	4	24	Alto	100	2400	I	No aceptable
					Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	Fatiga física y mental	2	2	4	Bajo	10	40	III	Aceptable
					Levantamiento manual de objetos		Lesiones Osteomusculares a nivel lumbar	6	3	18	Alto	25	450	II	Aceptable con control específico
					Movimiento corporal repetitivo		Lesiones Osteomusculares, dolor de espalda.	6	3	18	Alto	10	180	II	Aceptable con control específico
					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		Fatiga física, dolor corporal.	6	4	24	Muy alto	10	240	II	Aceptable con control específico

NOTA:

***Nivel de deficiencia**: MA: Muy Alto A: Alto M: Medio B: Bajo **Nivel de exposición**: EC: Continúa EF: Frecuente EO: Ocasional EE: Esporádico*

***Nivel de consecuencia:** M: Mortal MG: Muy Grave G: Grave L:Leve*

Tabla 19: Evaluación del proceso Colocación de acero de refuerzo, mano de obra no calificada: Fuente Propia

Nivel de Riesgo del proceso colocación de acero de refuerzo, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

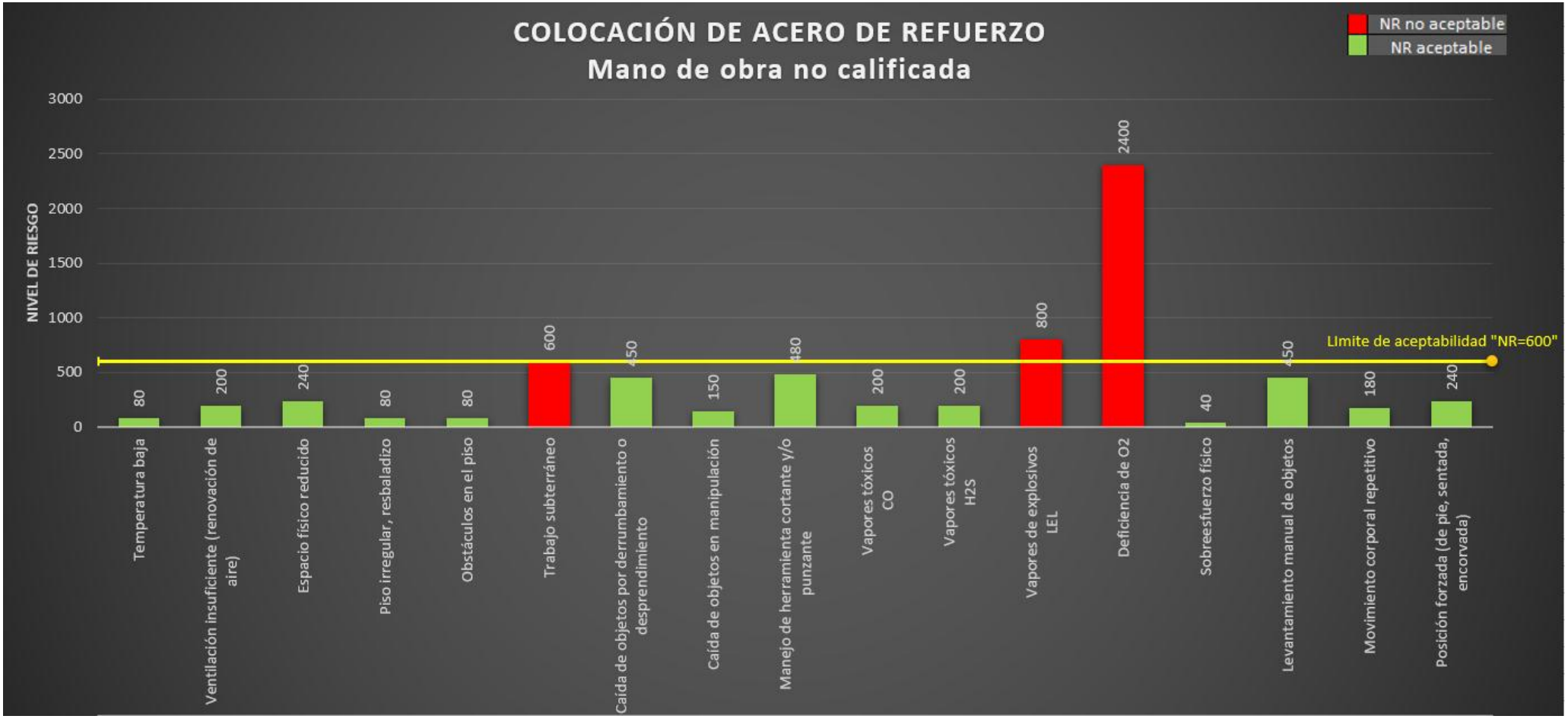


Figura 36: Nivel de Riesgo del proceso colocación de acero de refuerzo, mano de obra no calificada: Fuente Propia

4.4.5 Evaluación del proceso encofrado y desencofrado, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES	EVALUACIÓN DEL RIESGO																		VALORACIÓN DEL RIESGO
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE DEFICIENCIA	MA	10	NIVEL DE EXPOSICIÓN	EC	4	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	MA	40-24	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	M	100	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	I	4000-600	INTERPRETACIÓN DEL NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
									A	6		EF	3		A	20-10			MG	60		II	500-150		
									M	2		EO	2		M	8-6			G	25		III	120-40		
									B	sn		EE	1		B	4-2			L	10		IV	20		
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Encofrado y desencofrado	Mano de no obra calificada	SI	Temperatura baja	**Físicos**	Dolor articular, problemas respiratorios.	2			4			8			Medio	10			80				III	Aceptable
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		Sofocamiento, fatiga.	2			4			8			Medio	25			200				II	Aceptable con control específico
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	Golpes y cortes con estructuras no acabadas, caídas al mismo y distinto nivel.	6			4			24			Muy alto	25			600				I	No aceptable
					Piso irregular, resbaladizo		Golpes, torceduras, caídas a mismo nivel.	6			3			18			Alto	10			180				II	Aceptable con control específico
					Obstáculos en el piso		Torceduras, caídas a mismo nivel.	2			4			8			Medio	25			200				II	Aceptable con control específico
					Trabajo subterráneo		Claustrofobia, fatiga, sofocamiento, caídas del mismo y distinto nivel, trastorno del sueño.	6			4			24			Muy alto	25			600				I	No aceptable
					Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		Fracturas, golpes, muerte.	2			3			6			Medio	60			360				II	Aceptable con control específico

					Caída de objetos en manipulación		Golpes, heridas, cortes.	6	4	24	Muy alto	25	600	I	No aceptable
					Proyección de sólidos o líquidos		Lesiones oculares, golpes en el rostro.	2	3	6	Medio	10	60	III	Aceptable
					Manejo de herramienta cortante y/o punzante		Cortes y heridas en manos y pies por manipulación	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	Dolor de cabeza y mareos ligeros.	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores tóxicos H2S		Irritación ocular eh irritación en vías respiratorias	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores de explosivos LEL		Explosiones, asfixia muerte.	2	4	8	Medio	100	800	I	No aceptable
					Deficiencia de O2		Mareos, poca coordinación corporal, aceleración en el ritmo cardiaco.	6	4	24	Alto	100	2400	I	No aceptable
					Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	Fatiga física y mental	6	3	18	Alto	10	180	II	Aceptable con control específico
					Levantamiento manual de objetos		Lesiones Osteomusculares a nivel lumbar	6	3	18	Alto	25	450	II	Aceptable con control específico
					Movimiento corporal repetitivo		Lesiones Osteomusculares, dolor de espalda.	2	3	6	Medio	10	60	III	Aceptable
					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		Fatiga física, dolor corporal.	6	4	24	Muy alto	10	240	II	Aceptable con control específico

NOTA:
***Nivel de deficiencia**: MA: Muy Alto A: Alto M: Medio B: Bajo* ***Nivel de exposición**: EC: Continúa EF: Frecuente EO: Ocasional EE: Esporádico*
***Nivel de consecuencia:** M: Mortal MG: Muy Grave G: Grave L:Leve*

Tabla 20: Evaluación del proceso encofrado y desencofrado, mano de obra no calificada: Fuente Propia

Nivel de Riesgo del proceso encofrado y desencofrado, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

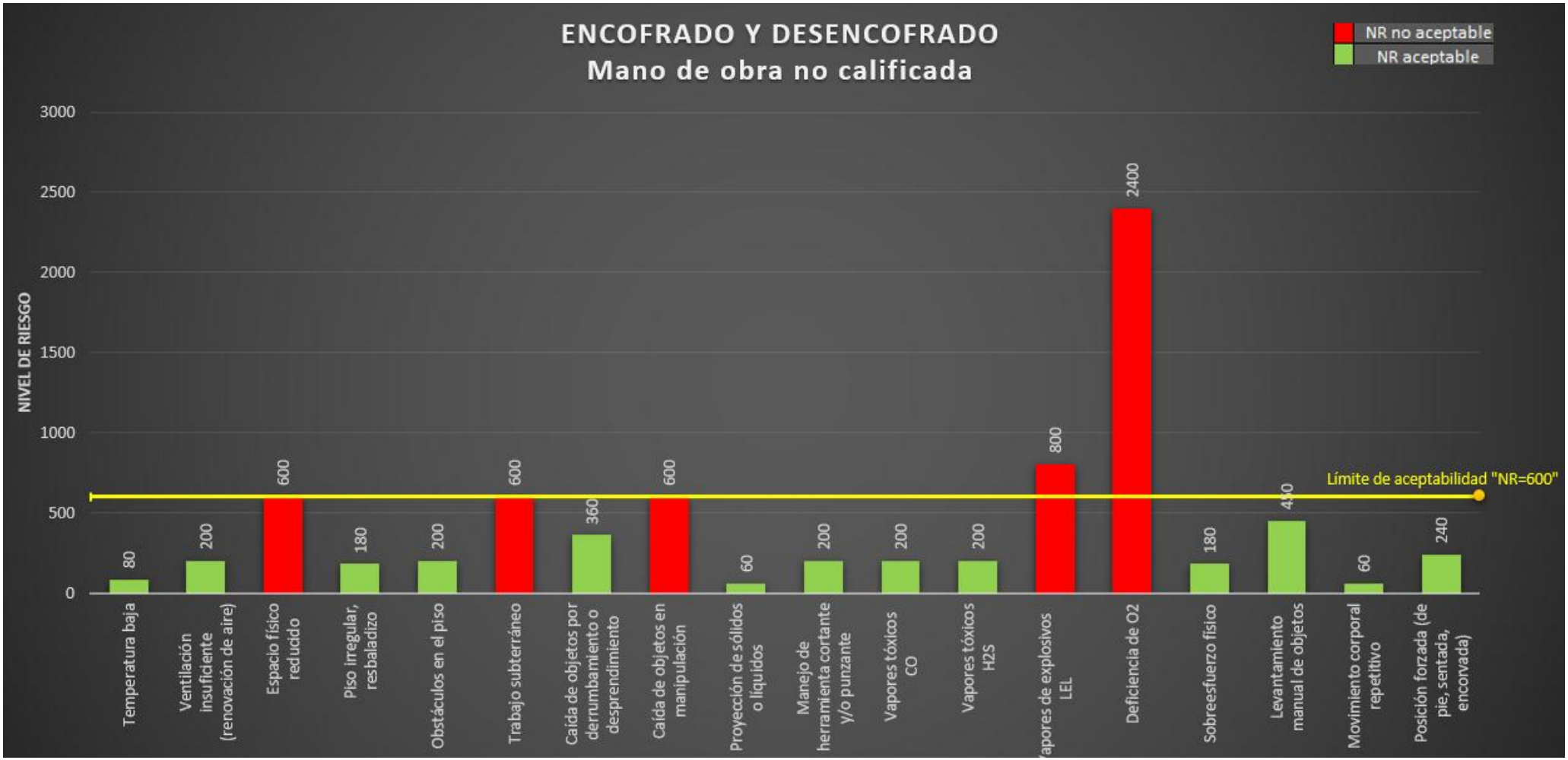


Figura 37: Nivel de Riesgo del proceso encofrado y desencofrado, mano de obra no calificada: Fuente Propia

4.4.6 Evaluación del proceso inyección de hormigón, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES	EVALUACIÓN DEL RIESGO																		VALORACIÓN DEL RIESGO
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE DEFICIENCIA	MA	10	NIVEL DE EXPOSICIÓN	EC	4	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	MA	40-24	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	M	100	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	I	4000-600	INTERPRETACIÓN DEL NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
									A	6		EF	3		A	20-10			MG	60		II	500-150		
									M	2		EO	2		M	8-6			G	25		III	120-40		
									B	sn		EE	1		B	4-2			L	10		IV	20		
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Inyección de hormigón	Mano de no obra calificada	SI	Temperatura baja	**Físicos**	Dolor articular, problemas respiratorios.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
					Iluminación insuficiente		Fatiga visual, golpes contra objetos.	6			4			24			Muy Alto	10			240			II	Aceptable con control específico
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		Sofocamiento, fatiga.	2			4			8			Medio	25			200			II	Aceptable con control específico
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	Golpes y cortes con estructuras no acabadas, caídas al mismo y distinto nivel.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
					Piso irregular, resbaladizo		Golpes, torceduras, caídas a mismo nivel.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
					Obstáculos en el piso		Torceduras, caídas a mismo nivel.	2			2			4			Bajo	10			40			III	Aceptable
					Trabajo a distinto nivel		Golpes torceduras, caídas de objetos en manipulación, muerte.	10			2			20			Alto	100			2000			I	No aceptable
					Trabajo subterráneo		Claustrofobia, fatiga, sofocamiento, caídas del mismo y distinto nivel, trastorno del sueño.	6			4			24			Muy Alto	25			600			I	No aceptable

					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	Dolor de cabeza y mareos ligeros.	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores tóxicos H2S		Irritación ocular eh irritación en vías respiratorias	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores de explosivos LEL		Explosiones, asfixia muerte.	2	4	8	Medio	100	800	I	No aceptable
					Deficiencia de O2		Mareos, poca coordinación corporal, aceleración en el ritmo cardiaco.	6	4	24	Alto	100	2400	I	No aceptable
					Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	Fatiga física y mental	2	3	6	Medio	25	150	II	Aceptable con control específico
					Levantamiento manual de objetos		Lesiones Osteomusculares a nivel lumbar	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		Fatiga física, dolor corporal.	2	4	8	Medio	10	80	III	Aceptable

NOTA:

***Nivel de deficiencia**: MA: Muy Alto A: Alto M: Medio B: Bajo **Nivel de exposición**: EC: Continúa EF: Frecuente EO: Ocasional EE: Esporádico*

***Nivel de consecuencia:** M: Mortal MG: Muy Grave G: Grave L:Leve*

Tabla 21:Evaluación del proceso inyección del hormigón, mano de obra no calificada: Fuente Propia

Nivel de Riesgo del proceso inyección de hormigón, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

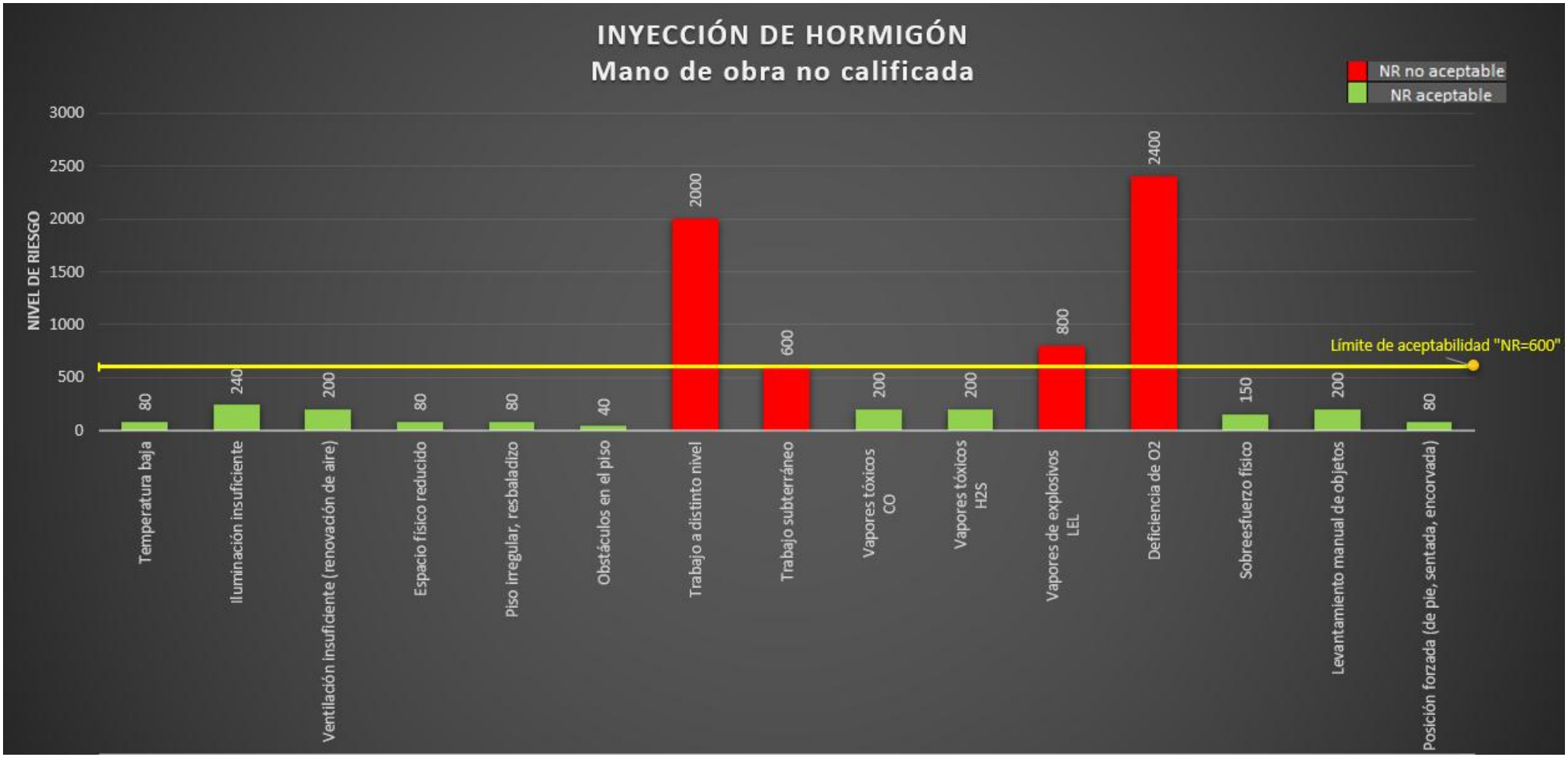


Figura 38 :Nivel de Riesgo del proceso inyección de hormigón, mano de obra no calificada: Fuente Propia

4.4.7 Evaluación del proceso inyección de hormigón, mano de obra calificada del "Colector de Alivio Mirador"

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES	EVALUACIÓN DEL RIESGO																VALORACIÓN DEL RIESGO
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE DEFICIENCIA	MA	10	NIVEL DE EXPOSICIÓN	EC	4	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	MA	40-24	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	M	100	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	I	4000-600	INTERPRETACIÓN DEL NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
									A	6		EF	3		A	20-10			MG	60		II	500-150		
									M	2		EO	2		M	8-6			G	25		III	120-40		
									B	sn		EE	1		B	4-2			L	10		IV	20		
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Inyección de hormigón	Mano de obra calificada	SI	Temperatura baja	**Físicos**	Dolor articular, problemas respiratorios.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
					Vibración		Dolores musculares	6			3			18			Alto	10			180			II	Aceptable con control específico
					Ruido		Afectaciones al sistema nervioso central	2			3			6			Medio	10			60			III	Aceptable
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		Sofocamiento, fatiga.	2			4			8			Medio	25			200			II	Aceptable con control específico
					Electricidad		Contactos eléctricos	10			2			20			Alto	100			2000			I	No aceptable
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	Golpes y cortes con estructuras no acabadas, caídas al mismo y distinto nivel.	6			3			18			Alto	25			450			II	Aceptable con control específico
					Maquinaria desprotegida		Cortes, quemaduras, heridas.	6			3			18			Alto	10			180			II	Aceptable con control específico
					Trabajo a distinto nivel		Golpes torceduras, caídas de objetos en manipulación, muerte.	10			1			10			Alto	100			1000			I	No aceptable

					Trabajo subterráneo		Claustrofobia, fatiga, sofocamiento, caídas del mismo y distinto nivel, trastorno del sueño.	6	4	24	Muy alto	25	600	I	No aceptable
					Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		Fracturas, golpes, muerte.	10	4	40	Muy alto	100	4000	I	No aceptable
					Proyección de sólidos o líquidos		Lesiones oculares, golpes en el rostro.	6	4	24	Muy alto	60	1440	I	No aceptable
					Manejo de herramienta cortante y/o punzante		Cortes y heridas en manos y pies por manipulación	2	3	6	Medio	25	150	II	Aceptable con control específico
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	Dolor de cabeza y mareos ligeros.	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores tóxicos H2S		Irritación ocular eh irritación en vías respiratorias	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Polvo inorgánico (mineral o metálico)		Irritación de las vías respiratorias, infecciones virales.	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
					Vapores de explosivos LEL		Explosiones, asfixia muerte.	2	4	8	Medio	100	800	I	No aceptable
					Deficiencia de O2		Mareos, poca coordinación corporal, aceleración en el ritmo cardiaco.	6	4	24	Alto	100	2400	I	No aceptable
					Cemento/Hormigón		Afectaciones en la piel, lesiones oculares, alergias.	10	4	40	Muy alto	10	400	II	Aceptable con control específico
					Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	Fatiga física y mental	6	3	18	Alto	10	180	II	Aceptable con control específico
					Levantamiento manual de objetos		Lesiones Osteomusculares a nivel lumbar	6	3	18	Alto	10	180	II	Aceptable con control específico
					Movimiento corporal repetitivo		Lesiones Osteomusculares, dolor de espalda.	2	3	6	Medio	10	60	III	Aceptable

					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		Fatiga física, dolor corporal.	2	4	8	Medio	10	80	III	Aceptable

NOTA:

***Nivel de deficiencia**: MA: Muy Alto A: Alto M: Medio B: Bajo **Nivel de exposición**: EC: Continúa EF: Frecuente EO: Ocasional EE: Esporádico*

***Nivel de consecuencia:** M: Mortal MG: Muy Grave G: Grave L:Leve*

Tabla 22:Evaluación del proceso inyección del hormigón, mano de obra calificada: Fuente Propia

Nivel de Riesgo del proceso inyección de hormigón, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

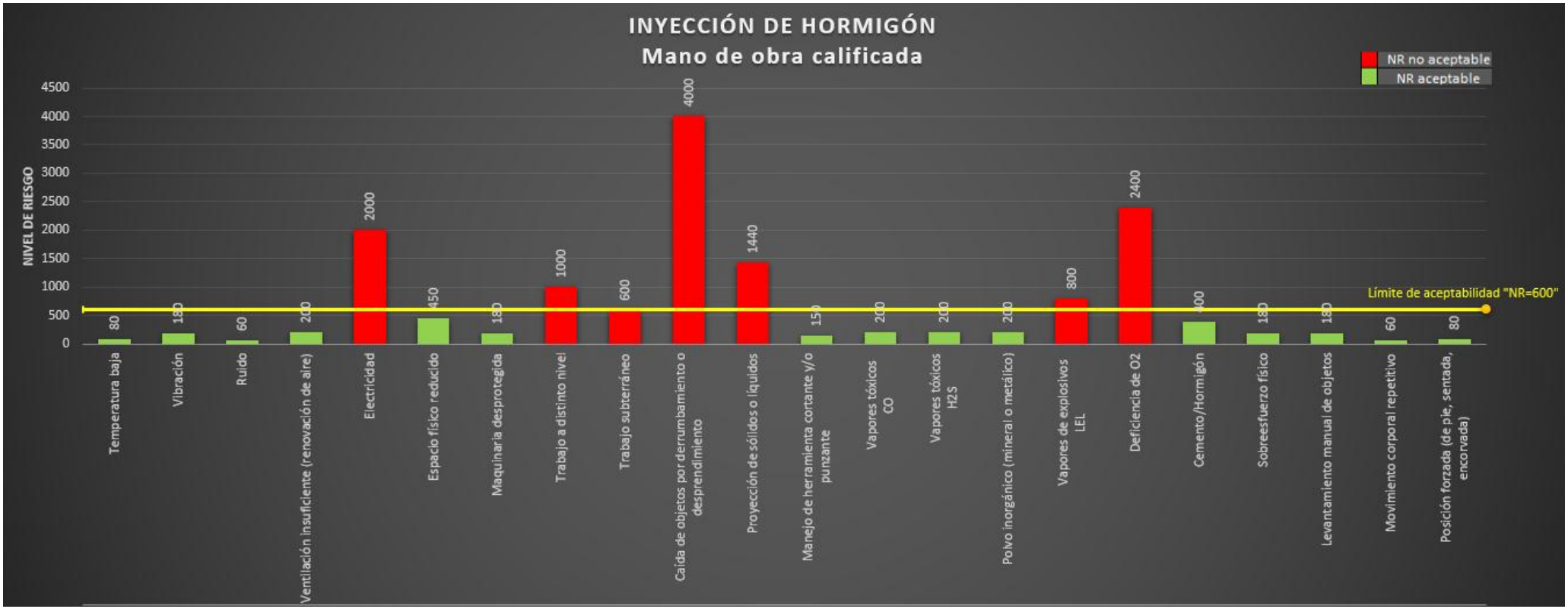


Figura 39 :Nivel de Riesgo del proceso inyección de hormigón, mano de obra calificada: Fuente Propia

4.4.8 Evaluación del proceso hormigonado del túnel, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES	EVALUACIÓN DEL RIESGO																		VALORACIÓN DEL RIESGO
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		NIVEL DE DEFICIENCIA	MA	10	NIVEL DE EXPOSICIÓN	EC	4	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	MA	40-24	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	M	100	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	I	4000-600	INTERPRETACIÓN DEL NR	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
									A	6		EF	3		A	20-10			MG	60		II	500-150		
									M	2		EO	2		M	8-6			G	25		III	120-40		
									B	sn		EE	1		B	4-2			L	10		IV	20		
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Hormigonado del túnel	Mano de no obra calificada	SI	Temperatura elevada	**Físicos**	Cansancio, fatiga, deshidratación, agotamiento físico	6			4			24			Muy alto	10			240			II	Aceptable con control específico
					Iluminación insuficiente		Fatiga visual, golpes contra objetos.	2			4			8			Medio	10			80			III	Aceptable
					Vibración		Dolores musculares	6			2			12			Alto	10			120			III	Aceptable
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		Sofocamiento, fatiga.	2			4			8			Medio	25			200			II	Aceptable con control específico
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	Golpes y cortes con estructuras no acabadas, caídas al mismo y distinto nivel.	2			4			8			Medio	25			200			II	Aceptable con control específico
					Piso irregular, resbaladizo		Golpes, torceduras, caídas a mismo nivel.	2			2			4			Baja	10			40			III	Aceptable
					Obstáculos en el piso		Torceduras, caídas a mismo nivel.	2			2			4			Baja	10			40			III	Aceptable
					Trabajo subterráneo		Claustrofobia, fatiga, sofocamiento, caídas del mismo y distinto nivel, trastorno del sueño.	6			4			24			Muy alto	25			600			I	No aceptable
					Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		Fracturas, golpes, muerte.	10			3			30			Muy alto	100			3000			I	No aceptable

Proyección de sólidos o líquidos		Lesiones oculares, golpes en el rostro.	6	3	18	Alto	25	450	II	Aceptable con control específico
Manejo de herramienta cortante y/o punzante		Cortes y heridas en manos y pies por manipulación	2	3	6	Medio	10	60	III	Aceptable
Vapores tóxicos CO	**Químicos**	Dolor de cabeza y mareos ligeros.	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
Vapores tóxicos H2S		Irritación ocular eh irritación en vías respiratorias	2	4	8	Medio	25	200	II	Aceptable con control específico
Vapores de explosivos LEL		Explosiones, asfixia muerte.	2	4	8	Medio	100	800	I	No aceptable
Deficiencia de O2		Mareos, poca coordinación corporal, aceleración en el ritmo cardiaco.	6	4	24	Alto	100	2400	I	No aceptable
Cemento/Hormigón		Afectaciones en la piel, lesiones oculares, alergias.	10	3	30	Muy alto	10	300	II	Aceptable con control específico
Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	Fatiga física y mental	2	4	8	Medio	10	80	III	Aceptable
Levantamiento manual de objetos		Lesiones Osteomusculares a nivel lumbar	2	4	8	Medio	10	80	III	Aceptable
Movimiento corporal repetitivo		Lesiones Osteomusculares, dolor de espalda.	2	4	8	Medio	10	80	III	Aceptable
Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		Fatiga física, dolor corporal.	2	4	8	Medio	10	80	III	Aceptable

NOTA:

***Nivel de deficiencia**: MA: Muy Alto A: Alto M: Medio B: Bajo* ***Nivel de exposición**: EC: Continúa EF: Frecuente EO: Ocasional EE: Esporádico*

***Nivel de consecuencia:** M: Mortal MG: Muy Grave G: Grave L:Leve*

Tabla 23:Evaluación del proceso hormigonado del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia

Nivel de Riesgo del proceso hormigonado del túnel, mano de obra no calificada del "Colector de Alivio Mirador"

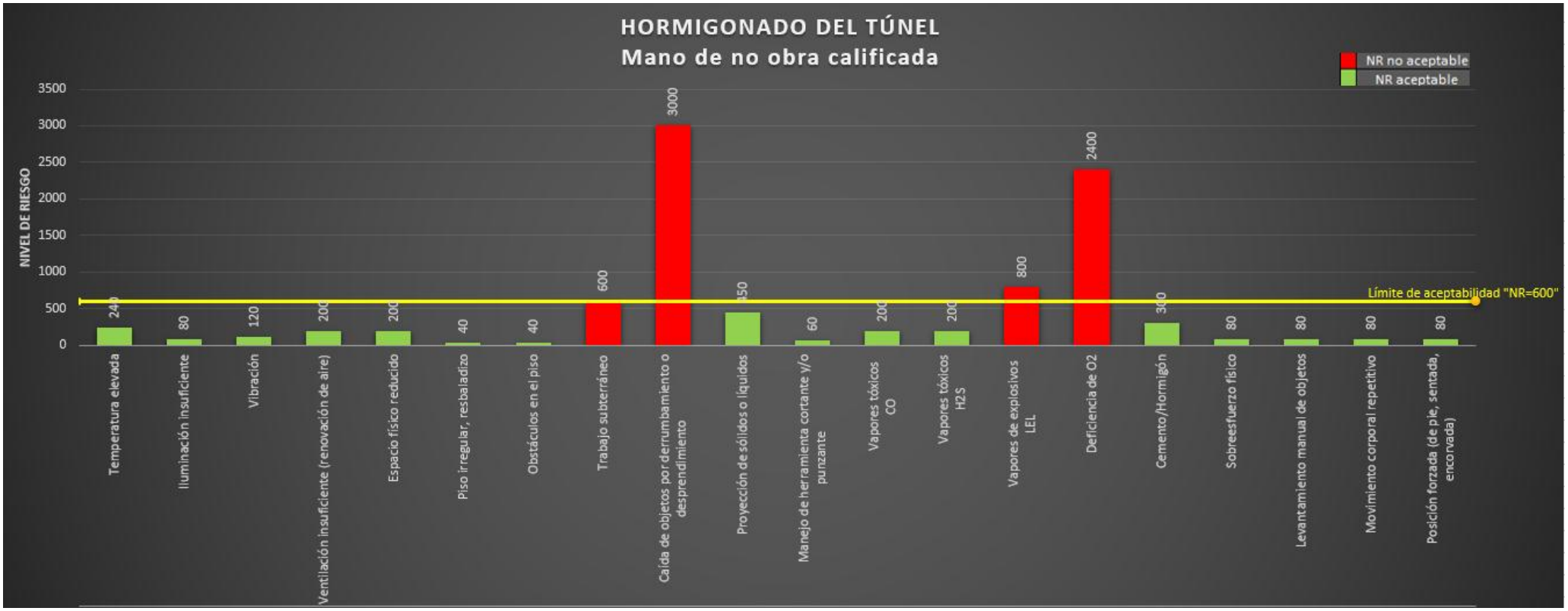


Figura 40 :Nivel de Riesgo del proceso hormigonado del túnel, mano de obra no calificada: Fuente Propia

4.5 Riesgos según el nivel de intervención para mano de obra no calificada en la construcción de COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR

En el gráfico de barras se muestra el resumen del promedio de los niveles de riego NR de los peligros en la mano de obra no calificada, presentes en la construcción del colector de alivio Mirador, en el cual se puede observar que el peligro de la deficiencia de O2 es el más incidente en los trabajadores, por lo cual, debe tener el mayor nivel de intervención.

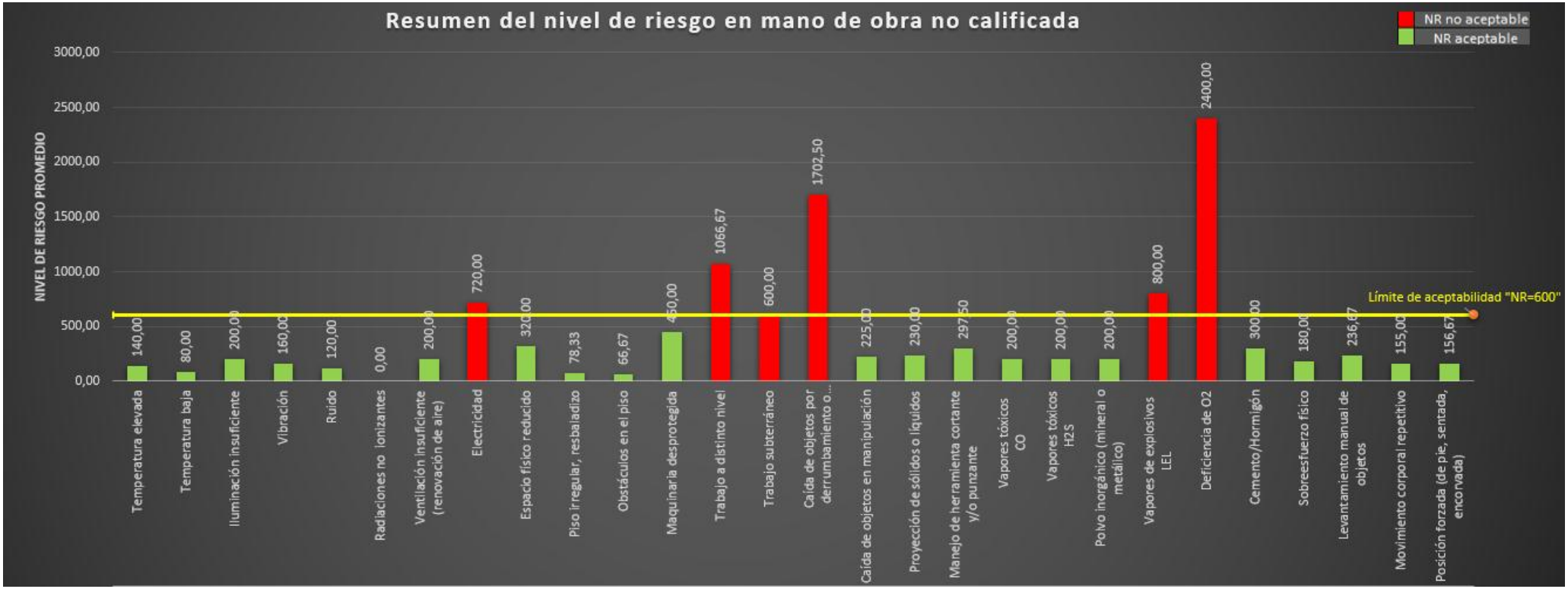


Figura 41 :Riesgos según el nivel de intervención, mano de obra no calificada: Fuente Propia

4.6 Riesgos según el nivel de intervención para mano de obra calificada en la construcción de COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR

En el gráfico de barras se muestra el resumen del promedio de los niveles de riego NR de los peligros en la mano de obra calificada, presentes en la construcción del colector de alivio Mirador, en el cual se puede observar que el peligro caídas de objetos por derrumbamiento o desprendimiento es el más incidente en los trabajadores calificados, por lo cual, debe tener el mayor nivel de intervención.

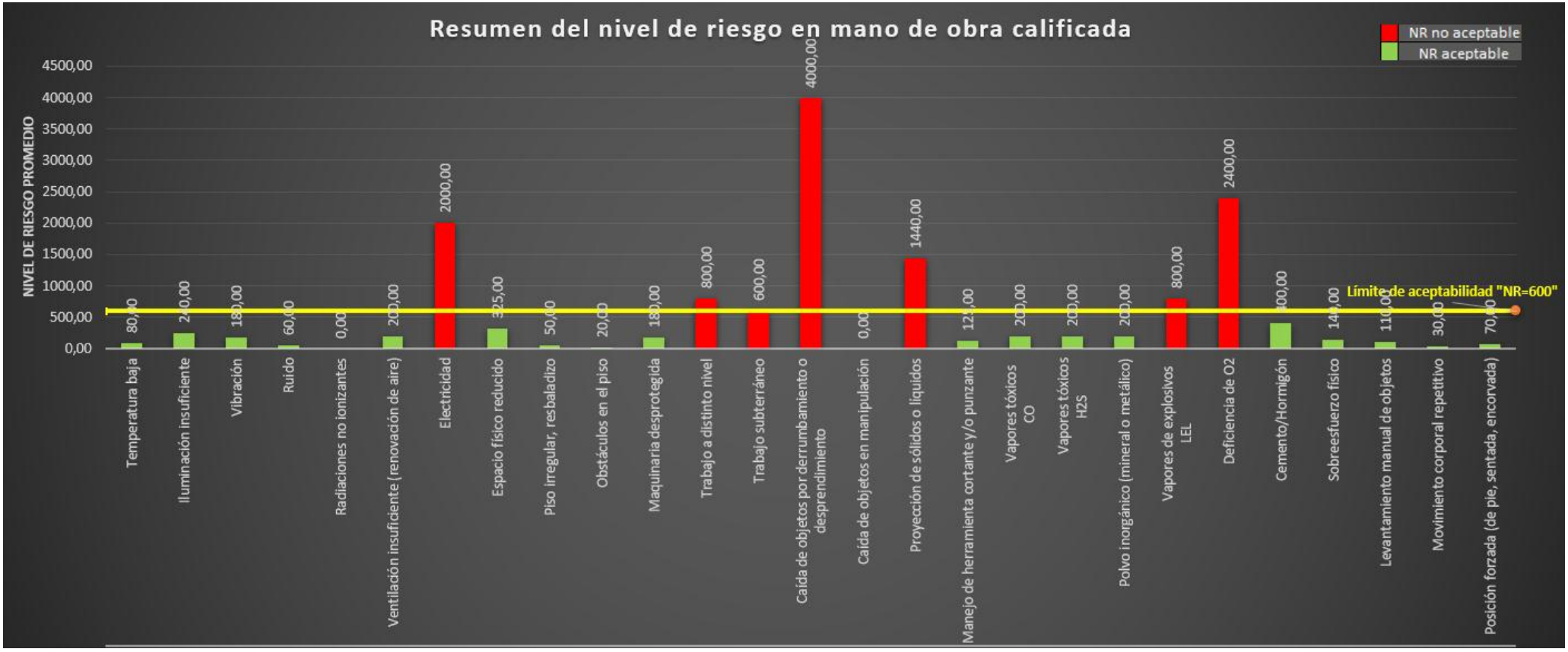


Figura 42:Riesgos según el nivel de intervención, mano de obra no calificada: Fuente Propia

Capítulo V: “Propuesta de control de riesgo”

5.1 Introducción

Completada la evaluación de riesgos, se debe realizar un inventario de acciones con las medidas de prevención, cuyo objetivo es la prevención de riesgos físicos, mecánicos, químicos y ergonómicos, respectivamente, los mismos que se encuentran identificados por proceso constructivo y con su medida de intervención. Las acciones preventivas se detallan en el este capítulo.

5.1.1 Programas Operativos

En toda obra civil, se debe llevar a cabo un programa operativo el cual es de gran ayuda para llevar un control de las actividades realizadas y brindar para la capacitación sobre los riesgos que van a estar expuestos de los trabajadores en su jordana laboral, además ayuda a tener un control minucioso de los accidentes ocurridos y las medidas preventivas planteadas que se aplicaron. Esto se lo realiza diariamente si son actividades especiales o si no se los realiza de forma semanal y mensualmente.(DAVILA, 2017)

En el anexo 4 se da a conocer un formato para los certificados de capacitaciones.

5.2 Medidas preventivas, Riesgos Físicos

5.2.1 Ambiente térmico, “Temperatura baja o elevada”

Por la temperatura baja o elevada en un ambiente de trabajo se producen accidentes de trabajo por pérdida de la destreza o capacidad intelectual del trabajador ocasionadas por exposiciones prolongadas por falta de medidas preventivas. A continuación, se presentan las siguientes medidas preventivas:(Falagán & Canga, 2000)

- Uso de ropa de trabajo adecuada a la temperatura del medio laboral.

- Procedimientos para reincorporar o disminuir calor y conocimientos de primeros auxilios.
- Modificación del proceso constructivo, diseñando variantes que provoquen menores emisiones de calor.
- Control de las emisiones de aire caliente con la instalación de campanas de aspiración.
- Ventilación utilizando el aire exterior o aire previamente tratado o acondicionado
- Distribución de trabajos en función de la aclimatación de los trabajadores.

5.2.3 Ambiente luminoso, "Iluminación"

Según el decreto ejecutivo 2393 el art.57 Iluminación artificial, dice que, si existen riesgos de explosión o incendio por las actividades realizadas, el sistema de iluminación deberá ser antideflagrante, con un ángulo menor a 30 grados entre el rayo luminoso con la horizontal del ojo del trabajador.(INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL & SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO, 1986)

Para que la actividad laboral se pueda llevar a cabo de manera educada es necesario que la visión e iluminación se complementen. Por lo cual se dan a conocer las siguientes medidas de prevención:(Falagán & Canga, 2000)

- Usar la iluminación portátil, si es necesaria, será de material anti deflagrante.



Figura 43, luminaria antideflagrante, Fuente: www.normalux.com/es/producto/eme/antidefrag

- Tener un nivel adecuado de iluminación que evite deslumbramientos.
- El acondicionamiento del lugar de trabajo y el puesto de trabajo deben evitar los deslumbramientos y los reflejos molestos en la pantalla u otras partes del equipo.
- Instalación de luminarias para distribución necesaria de la luminancia en la zona de trabajo de baja luminancia.
- Color de luz de la luminaria que provoque el mayor confort visual posible.

5.2.4 Vibración

De acuerdo al decreto ejecutivo 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO Art.55.RUIDOS Y VIBRACIONES establece que se efectuarán técnicas que permitan lograr su óptimo equilibrio y aislamiento de la estructura o equipo frente a vibraciones. (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL & SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO, 1986)

Las medidas técnicas de prevención a adoptar podemos citar como las más importantes las siguientes:(Falagán & Canga, 2000)

- Actuación sobre los focos productores de las vibraciones mediante la vigilancia del estado de las máquinas (rozamientos)
- Modificación de la frecuencia de resonancia, variando la masa o rigidez del elemento vibrante.

Utilización de materiales aislantes y o absorbentes de las vibraciones que atenúen la transmisión de éstas al hombre. Un ejemplo son los guantes absorbentes de vibración conformados de Cloropreno de caucho como se ven en la figura:



Figura 44, Guantes absorbentes de vibración en palmas, Fuente www.prodexmincorp.com/producto/a790

- Aislamiento del conductor de maquinaria mediante suspensión del asiento y/o de la cabina respecto al vehículo.

5.2.5 Ruido

De acuerdo al decreto ejecutivo 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO Art.55.RUIDOS Y VIBRACIONES establece un nivel máximo de 85 decibeles con un lapso de trabajo de 8 horas diarias.(INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL & SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO, 1986)

Se puede definir el ruido como un sonido no deseado, constituye uno del problema importante, ya que produce una progresiva pérdida de la capacidad auditiva del hombre. El control del ruido puede efectuarse ejerciendo las siguientes medidas de preventivas:(Falagán & Canga, 2000)

- Realizar los trabajos ruidosos en horas en que existan menos trabajadores expuestos.
- Acortar el tiempo de utilización de las máquinas ruidosas.
- Distribución adecuada de máquinas.

- Dividir el trabajo ruidoso entre varios trabajadores a fin de disminuir el tiempo de exposición de cada uno de ellos.

- Protección individual utilizando protectores auditivos.

Para escoger el equipo auditivo adecuado se recomienda usar el método SNR (Single Number Rating Reduction), debido a que este método emplea para el cálculo de la atenuación de ruido los parámetros medidos con el dosímetro “noise pro 3m” y los fabricantes de equipos de protección auditiva, solamente proporcionan como información el valor del SNR para escoger el equipo auditivo más adecuado.(GALLEGOS GOMEZ, 2016) Aquí tenemos la lista de productos de protección auditiva 3M en la que se escoge según el valor del SNR, presente en la siguiente figura:



Figura 45,Proteccion auditiva 3m, Fuente:(GALLEGOS GOMEZ, 2016)

5.2.6 Ventilación

En la construcción de los colectores siendo una mina subterránea, se debe tener circuitos de ventilación, de manera natural o forzada con el objetivo de suministrar permanentemente aire fresco y expulsión del aire viciado. El flujo de aire mínimo por persona, será de tres metros cúbicos por minuto 3 m3/ min.(ARCOM, 2014)

Según el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero el Art. 90 dice que la velocidad promedio del aire en todo lugar de trabajo no será inferior a 15 m/min y si la ventilación natural no satisfaga deberá efectuarse ventilación mecánica.(ARCOM, 2014) Las mediciones de velocidad de aire serán con Anemómetro calibrado como el de la siguiente imagen:



Figura 46, Anemómetro digital, Fuente www.amazon.es/Anemómetro.digital

Las medidas de prevención son presentadas a continuación:(ARCOM, 2014)

- Evaluaciones locales que de flujo de aire que se deben realizar cada vez que se produzcan nuevas comunicaciones de chimeneas, frentes de explotación y otras labores, frente al riesgo físico.
- Aforo de ventilación semestral.

- Colocar sistema de ventilación por extracción mecánica que tiene como objetivo captar el contaminante y llevarlo fuera del ambiente de trabajo evitando del contacto con los trabajadores.

5.2.7 Radiaciones no Ionizantes

A las radiaciones no ionizantes se las considera radiaciones cuya onda no es capaz de arrancar electrones de la materia, solo ilumina produciendo, excitaciones electrónica insignificante.(Bucheli García, 2019)

En la construcción se realizó trabajos de replanteo, nivelación y medición a través de equipos topográficos con láser con una irradiancia de salida muy baja, no superior al límite de exposición profesional correspondiente a la clase inferior. Las medidas preventivas para esta actividad seria:(Falagán & Canga, 2000)

- Delimitación de zonas con señalización.
- El trabajo deberá efectuarse siempre con guantes desechables.
- Las superficies de trabajo deberán ser lisas, no porosas y sin fisuras.
- El trabajo se deberá realizar en lugares con un sistema de ventilación adecuado.

5.2.8 Electricidad

Según el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero Art. 74. Los circuitos eléctricos contarán con dispositivos de interrupción automática. Además, todo equipo eléctrico y toda instalación temporal deberá contar con un interruptor instalado a una distancia prudente que permita des energizarlo rápidamente.(IESS, 2016)

El riesgo físico se presenta en el paso de corriente eléctrica por el cuerpo del trabajador, produciendo lesiones en función de la intensidad, el tiempo de exposición, tipo de contacto. Las medidas de prevención son:(Sánchez Garcia, 2008)

- Nunca realizar trabajos con electricidad sobre superficies húmedas o conductoras.
- Evitar conexiones múltiples, empalmes defectuosos y, todos aquellos materiales que no presenten un buen estado.
- No dejar conectadas las herramientas que no se estén en uso, y para desconectar una clavija de un enchufe, tire siempre de ella, nunca del cable de alimentación.

5.3 Medidas preventivas, Riesgos Mecánicos

5.3.1 Superficie de trabajo irregular, resbaladizo y obstáculos en el piso

Las medidas de prevención se precisan por la acción generada sobre la salud humana, frente a la exposición de los riesgos de tener superficies irregulares y obstáculos en el piso en la construcción.

Las medidas de prevención propuestas se detallan a continuación:(Sánchez Garcia, 2008)

- Señalizar zonas de riesgo (zonas de altura, zonas bajas, etc.)
- Señales de advertencia.
- Extracción o remachado de clavos o puntas.
- Barrido del material sobrante (clavos, maderas, etc.)
- Utilización de equipo de protección personal y colectiva dándolos a conocer en la siguiente figura:

Elemento de protección	Detalle	Fotografía
Cascos	Los cascos permiten proteger a todos los empleados de impactos en la cabeza, heridas y de accidentes eléctricos	
Zapatos de seguridad	Los zapatos con punta de acero protegen a trabajadores de lesiones en cas o de caídas de objetos en los pies, a su vez son protección contra objetos afilados, superficies húmedas, superficies calientes y metales fundidos	
Gafas de seguridad	Ayuda a evitar lesiones en los ojos, los trabajadores del sector de la construcción están expuestos a astillas, chispas calientes, salpicadura de metales, arena, suciedad, vapor y polvo.	
Tapones para oídos	Los trabajadores están expuestos a altos niveles de sonido, perjudiciales para la salud humana, causa de pérdida auditiva, discapacidad auditiva, estrés físico o psicológico.	
Guantes	Los peligros relacionados con la piel, son los principales riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores, por lo que el uso de guantes evita cortes, abras iones, quemaduras.	
Ropa de trabajo	El objetivo del uso de ropa trabajo es proteger la mayor parte del cuerpo, ya sea con materiales de algodón, así como lana, los mismos que retardan la acción del fuego. Los riesgos a evitar son: exposiciones a metales calientes, líquidos, desechos peligros os y otros peligros.	
Mas carillas	Utilizados para el control de gases, en búsqueda de la protección del sistema respiratorio contra el polvo, vapores, gases, humo.	
Arnés de seguridad	Resistencia de 5000 libras, para riesgo en caídas de altura.	

Figura 47,Equipo de protección personal, Fuente: (LLORENTE, 2018)

5.3.2 Herramientas y maquinaria, “Manejo de herramienta cortante y/o punzante, Maquinaria desprotegida”

Para las medidas preventivas se realizan para evitar las lesiones producidas dentro de los lugares de trabajo, ya que se usan maquinas, equipos y herramienta, manuales o accionadas por motor. Entre las herramientas manuales se encuentran los destornilladores, llaves, alicates, tijeras, martillos, etc. y entre las herramientas acondicionadas están las taladradoras, martillos neumáticos, etc. Estas medidas de prevención se presentan a continuación: (Sánchez Garcia, 2008)

- Instalar, utilizar y mantener adecuadamente la máquina, siguiendo las instrucciones del fabricante

- Adquirir herramientas que cumplan con las especificaciones del fabricante.
- Utilizar guantes al manipular herramientas cortantes. (figura 47)
- Realizar el mantenimiento periódico.
- Conocer adecuadamente su utilización y funcionamiento.
- Utilizar gafas protectoras cuando hay peligro de proyección de partículas.
- Almacenar y guardar adecuadamente cada herramienta en su lugar
- Las herramientas eléctricas portátiles funcionarán:

  -Con tensión de seguridad (24 voltios)

  -Estarán dotadas de doble aislamiento

5.3.3 Caída de objetos, "Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento, Caída de objetos en manipulación"

Para las medidas de prevención en este riesgo mecánico el cual está presente en casi todas las fases de una obra, son para minimizar el peligro en aquellas tareas que se realizan bajo techado o subterráneas, en las tareas en las que existe una manipulación manual o mecánica de cargas, y en todas las realizadas en espacios en los que hay otras personas a un nivel más alto. Otro motivo y el más importante de caída de objetos es por desplome, derrumbamiento o desprendimiento, peligro más latente en las fases de demolición, excavación o perforación en construcción de túneles.(Falagán & Canga, 2000)

Las medidas preventivas se las presenta a continuación:(Falagán & Canga, 2000)

- Reforzando las estructuras que durante la ejecución de la obra puedan colapsarse: entibación de zanjas, apuntalamiento de paredes, fachadas y elementos estructurales en túneles.

- Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad, y los guantes de protección mecánica.
- Utilizar jaulas para la elevación de materiales sueltos.
- Inspección previa del terreno por un encargado.
- Prohibición de acopio cerca del borde de excavación.
- Señalización de distancia de seguridad. (figura 48)
- Prohibición de permanencia de operarios en zonas de batido o izado de carga.

5.3.4 Espacios confinados "Trabajo subterráneo, Espacio físico reducido"

Para poder determinar las medidas de prevención correspondientes a los riesgos generados por la exposición a espacios confinados, siendo un trabajo subterráneo el cual se realiza en un ambiente físico reducido, estos riesgos están presentes en toda la construcción el proyecto, por lo cual se debe definir la acciones preventivas para tener una mayor seguridad de los trabajadores, las medidas de prevención propuestas se detallan a continuación:(LLORENTE, 2018)

- Uso del equipo de protección personal (figura 47)
- Construir las paredes de la excavación en pendiente o bancos
- Señalización, advertencias. (figura 48)
- Obtener la mayor información posible sobre el entorno
- Inspección del área de la obra, verificando que los trabajadores no trabajen en los bancos de la excavación en un nivel más alto que otros trabajadores en el túnel.
- Conocer el tipo del terreno

- Capacitación del personal

Para poder realizar este tipo de trabajo se necesita el permiso de trabajo explicado en la sección 1.6.9, presentamos un modelo de permiso de trabajo en espacios confinados en el anexo 3.

La señalización en un espacio confinado debe ser de forma asertiva para observar los puntos visuales y optimizar la relación de espacio, distribución de elementos dentro de ambientes industriales y empresariales.(IESS, 2008) Para la señalización se seguirá la Norma Técnica NTE INEN -ISO 3864-1: Símbolos gráficos, en la siguiente figura se indica algunos ejemplos de señalización:



Figura 48, Señalización requisitos, Fuente: Norma Técnica NTE INEN -ISO 3864-1

5.3.5 Trabajo a distinto nivel

El trabajo a distinto nivel se puede entender como un trabajo en altura aquel que se realiza en la proximidad de desniveles y en la entrada o salida de los pozos que pueden permitir la caída del trabajador o de los materiales.

Las medidas de prevención se las propone a continuación:(Muprespa, 2013)

- Inspeccionar antes de utilizar para comprobar su seguridad general.
- No poner las escaleras en zonas de paso.
- Poner apoyos en forma de escalones sobre las superficies sólidas.
- No permitir a los trabajadores bajar o subir cargando un sobrepeso.
- Subir o bajar dando la cara a la escalera, nunca de espaldas.
- Colocar materiales antideslizantes en los pies de la escalera.
- Mantener limpias las plataformas de descanso.

5.4 Medidas preventivas, Riesgos Químicos

En los procesos constructivos de proyectos mineros como también en su funcionamiento se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar la presencia de agentes químicos, como toda sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética, en forma líquida, solida o gaseosa, que estando presente en el puesto de trabajo puede afectar la salud de la persona. La presencia de estas sustancias dentro de un túnel puede ser durante todo el tiempo de la jornada laboral, por tal motivo que se presentan las siguientes medidas de prevención:(Muprespa, 2013)

- Actuación sobre el foco de contaminación
  -Todos los productos químicos deben llevar una etiqueta y una ficha de seguridad.
  -Sustitución de productos.

-Extracción localizada.



Figura 49, Código NFPA ficha de seguridad, Fuente:(Falagán & Canga, 2000)

- Actuación sobre el medio difusor

  -Ventilación por dilución.

  -Limpieza del puesto de trabajo.

- Actuación sobre el trabajador

  -Uso de los distintos equipos de protección personal.

  -Rotación de los puestos de trabajo para disminuir el tiempo de exposición.

  -Formación e información de las sustancias que manipula y sus riesgos.

  -Aislamiento del trabajador del foco de exposición.

- Actuaciones a seguir en función de los resultados obtenidos en la evaluación previa a la entrada al sitio o espacio confinado. (Alvarado Brito, 2016)

RIESGO	RESULTADO DE LA EVALUACIÓN INICIAL	ACTUACIÓN A SEGUIR			
		ENTRADA	VENTILACIÓN	EQUIPOS RESPIRATORIOS AISLANTES	EVALUACIÓN CONTINUADA POSTERIOR
Explosividad	10% LEL o mayor	Prohibida; solo personal especializado	Exhaustiva	Uso imprescindible, por el personal especializado	Necesaria
	Entre el 5% y 10%	Limitada a emergente	Exhaustiva	Uso imprescindible, si se supera el VLA-ED o TLV-TWA	Necesaria
	Menores del 5%	Permitida	Adecuada para conservación	Deseables para emergencias	Recomendable
Deficiencia de oxígeno	Menor de 19.5 %	Limitada a emergente	Exhaustiva	Uso imprescindible	Necesaria
	Entre 19.5% y 20.5%	A evitar	Exhaustiva	Uso aconsejado	Necesaria
	Más de 20.5% y menor a 23.5%	Permitida	Adecuada para conservación	Deseables para emergencias	Recomendable
Toxicidad	Más del 100% VLA-ED o TLV-TWA	Limitada a emergencias	Exhaustiva	Uso imprescindible	Necesaria
	Entre 50% y 100% VLA-ED o TLV-TWA	A evitar	Exhaustiva	Uso aconsejado	Necesaria
	Menos del 50% VLA-ED o TLV-TWA	Permitida	Adecuada para conservación	Deseables para emergencias	Recomendable

Figura 50, Actuaciones a seguir en riegos químicos, Fuente (Alvarado Brito, 2016)

5.5 Medidas preventivas, Riesgos Ergonómicos

5.5.1 Movimiento corporal repetitivo y Posición forzada

Las medidas de prevención propuestas se detallan a continuación:

- Evite los movimientos bruscos de torsión o giro de la columna.
- Reducción del tiempo de exposición.
- Mantener la espalda recta, evitar posturas forzadas y giros del tronco
- Realizar una medición cuantitativa según el método REBA (Rapid Entire Body Assessment), el cual toma en cuenta el riesgo en posturas adoptadas, carga o

fuerza manejada, tipo de agarre y tipo de actividad muscular.(Bucheli García, 2019)

5.5.2 Sobreesfuerzo físico y Levantamiento manual de objetos

El manejo manual de cargas es una tarea común en casi todas las actividades de construcción, ya sean éstas laborales pertenecientes a nuestra vida personal. De acuerdo al acuerdo N° 174 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA CONSTRUCCION Y OBRAS PUBLICAS Art.64. LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS establece que cuando la carga supere los 23 Kg.(IESS, 2008)

Las medidas preventivas se dan a conocer a continuación:(Muprespa, 2013)

- Forma correcta de levantar una carga
- Prestar atención a mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo
- Colocar señalización de peligros en ergonómicos.

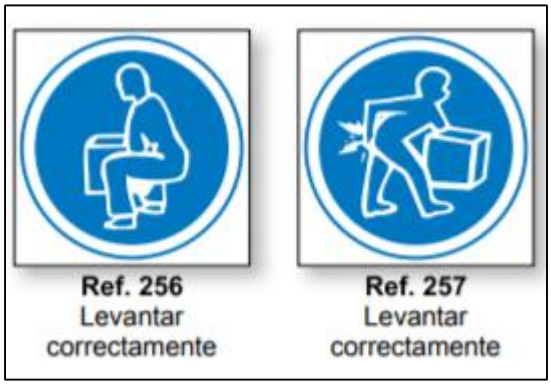


Figura 51, señalización de peligros ergonómicos, fuente Catalogo Covadonga Seguridad

- Respetar los límites de peso manipulado.
- Transportar la carga manteniéndose erguido.
- Realizar una medición cuantitativa del riesgo mediante la NTP 477: Levantamiento manual de cargas, la cual identifica los riesgos asociados a la carga

física a la que está sometido el trabajador y recomendar un límite de peso adecuado para cada tarea en cuestión.

5.6Medidas preventivas existentes en la construcción del colector de alivio Mirador

Las acciones preventivas que se recomienda para minimizar o controlar los riesgos identificados en la construcción del colector de alivio Mirador son los siguientes:

CONSORCIO ROCA 2		
PLAN DE CONTINGENCIA COLECTOR DE ALIVIO MIRADOR		Fecha de Elaboración: 14 de febrero 2019
Elaborado.: Ing. Christian Benítez	Aprobado.: CONSORCIO ROCA 2	EPMAPS

- Dar a conocer a todo el personal sobre el plan de emergencia y que sepan cómo actuar en caso de un incidente suscitado dentro y fuera de las instalaciones para evitar que la emergencia se agrave.
- Capacitación sobre distintas áreas a las personas que laboran como rescate, primeros auxilios, combate de incendios, evacuación y comunicaciones.
- Dar mantenimiento de la señalización existente y si hace falta colocar donde se requiera para que sea muy fácil de guiarse principalmente a los visitantes.
- Colocar extintores, detectores de humo, lámparas de emergencia y estaciones manuales con luz estroboscópica faltantes en los diferentes lugares.
- Realizar un mantenimiento eléctrico permanente.
- Realizar la revisión mensual de los extintores.
- Mantener una baja cantidad de material combustible en las bodegas.
- Entregar con mayor frecuencia los desechos de papel y cartón al gestor ambiental encargado.
- Realizar al menos una vez al año un simulacro de evacuación.
- Desarrollar una norma de seguridad vial en parqueaderos (todos los vehículos deben parquearse en reversa).
- Difundir permanentemente información de temas de manejo de emergencias a través de correos, boletines, revistas.
- Realizar un mantenimiento anual de pararrayos.
- Contar con las MDSD de los productos químicos.
- Realizar periódicamente inspecciones de riesgo planeadas.
- Mantener el orden y la limpieza.
- Desarrollar una norma de seguridad para proveedores.
- Siempre dejar desconectando los equipos eléctricos cuando se termine la jornada laboral.

Figura 52, Medidas preventivas de la empresa Consorcio Roca 2, Fuente: Plan de contingencia Consorcio Roca 2

5.7 Control de riesgos en procesos constructivos

5.7.1 Replanteo y nivelación del túnel.

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		MEDIDAS DE PREVENCIÓN
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	
. Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Replanteo y Nivelación del túnel	Mano de obra no calificada y calificada	SI	Temperatura elevada	**Físicos**	-Ventilación utilizando el aire exterior o aire previamente tratado o acondicionado.
					Temperatura baja		-Uso de ropa de trabajo adecuada a la temperatura del medio laboral.
					Iluminación insuficiente		-Instalación de luminarias para distribución necesaria de la luminancia. -Usar la iluminación portátil material anti deflagrante.
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		-Evaluaciones locales que de flujo y velocidad de aire.
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	-Uso del equipo de protección personal.
					Piso irregular, resbaladizo		-Señalización, advertencias
					Obstáculos en el piso		-Barrido y recolección del material sobrante -Utilización de equipo de protección personal y colectiva
					Trabajo a distinto nivel		-Inspeccionar y comprobar su seguridad general de las escaleras. -Subir o bajar dando la cara a la escalera. -No bajar o subir cargando un sobrepeso.
					Trabajo subterráneo		-Señalización, advertencias. -Inspección del área de la obra. -Conocer el tipo del terreno. -Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad. -Permiso de trabajo
					Caída de objetos en manipulación		-Prohibición de acopio cerca del borde del pozo de entrada. -Señalización de distancia de seguridad. -Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad.
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores tóxicos H2S		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.

					Vapores de explosivos LEL		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Deficiencia de O2		-Entrada a evitar, siempre con un equipo detector multigas. -Ventilación por extracción mecánica. -Uso recomendable de equipos respiratorios aislantes. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Levantamiento manual de objetos	**Ergonómicos**	-Forma correcta de levantar una carga. -Prestar atención a mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo.
					Sobreesfuerzo físico		-Respetar los límites de peso manipulado. -Transportar la carga manteniéndose erguido. -Señalización de riesgo ergonómico
					Movimiento corporal repetitivo		-Evitar los movimientos bruscos de torsión o giro de la columna. -Deberá girar todo el cuerpo mediante pequeños movimientos de los pies
					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		-Reducción del tiempo de exposición. -Mantener la espalda recta, evitar posturas forzadas y giros del tronco

Tabla 24, Control de riesgos en Replanteo y Nivelación, Fuente propia

5.7.2 Excavación dentro del túnel.

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		MEDIDAS DE PREVENCIÓN
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Excavaciones dentro del túnel	Mano de no obra calificada	SI	Temperatura baja	**Físicos**	-Uso de ropa de trabajo adecuada a la temperatura del medio laboral.
					Iluminación insuficiente		-Instalación de luminarias para distribución necesaria de la luminancia. -Usar la iluminación portátil material anti deflagrante.
					Vibración		-Utilización de materiales aislantes y o absorbentes de las vibraciones que atenúen la transmisión de éstas al hombre. (guantes absorbentes de vibración)
					Ruido		-Trabajos ruidosos en horas en que existan menos trabajadores expuestos. -Dividir el trabajo ruidoso entre varios trabajadores. -Protección individual utilizando protectores auditivos escogidos debidamente.
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		-Evaluaciones locales que de flujo y velocidad de aire. -Ventilación por extracción mecánica.

					Electricidad		-No realizar trabajos sobre superficies húmedas o conductoras. -Evitar conexiones múltiples, empalmes defectuosos. -Desconectar las herramientas que no se estén en uso.
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	-Uso del equipo de protección personal.
					Piso irregular, resbaladizo		-Señalización, advertencias
					Obstáculos en el piso		-Barrido y recolección del material sobrante -Utilización de equipo de protección personal y colectiva
					Maquinaria desprotegida		- Instalar, utilizar y mantener adecuadamente la máquina, siguiendo las instrucciones del fabricante -Utilizar guantes al manipular maquinaria. -Realizar el mantenimiento periódico. -Las herramientas eléctricas portátiles funcionarán: Con tensión de seguridad (24 voltios) Estarán dotadas de doble aislamiento
					Trabajo a distinto nivel		-Inspeccionar y comprobar su seguridad general de las escaleras. -Subir o bajar dando la cara a la escalera. -No bajar o subir cargando un sobrepeso.
					Trabajo subterráneo		-Señalización, advertencias. -Inspección del área de la obra. -Conocer el tipo del terreno. -Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad.
					Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		-Reforzando las estructuras, entibación inmediata. -Inspección previa del terreno por un encargado. -Prohibición de acopio cerca del borde de excavación. -Prohibición de permanencia de operarios en zonas de izado de carga.
					Caída de objetos en manipulación		-Prohibición de acopio cerca del borde del pozo de entrada. -Señalización de distancia de seguridad. -Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad.
					Proyección de sólidos o líquidos		-Equipos de protección visual: gafas, máscara facial PVC. -Mantenimiento adecuado de las máquinas o herramienta utilizadas.
					Manejo de herramienta cortante y/o punzante		-Adquirir herramientas de calidad. -Utilizar guantes al manipular herramientas cortantes.
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores tóxicos H2S		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Polvo inorgánico (mineral o metálico)		-Extracción localizada por ventilación. -Uso de equipos de protección respiratorio: mascarillas. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores de explosivos LEL		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias.

							-Rotación de los puestos de trabajo.
					Deficiencia de O2		-Entrada a evitar, siempre con un equipo detector multigas. -Ventilación por extracción mecánica. -Uso recomendable de equipos respiratorios aislantes. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	-Respetar los límites de peso manipulado. -Transportar la carga manteniéndose erguido. -Señalización de riesgo ergonómico
					Levantamiento manual de objetos		-Forma correcta de levantar una carga -Prestar atención a mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo
					Movimiento corporal repetitivo		-Evitar los movimientos bruscos de torsión o giro de la columna. -Deberá girar todo el cuerpo mediante pequeños movimientos de los pies
					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		-Reducción del tiempo de exposición. -Mantener la espalda recta, evitar posturas forzadas y giros del tronco

Tabla 25, Control de riesgos en Excavación del túnel, Fuente propia

5.7.3 Colocación de acero de refuerzo.

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		MEDIDAS DE PREVENCIÓN
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia	Colocación de acero de refuerzo	Mano de no obra calificada	SI	Temperatura baja	**Físicos**	-Uso de ropa de trabajo adecuada a la temperatura del medio laboral.
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		-Evaluaciones locales que de flujo y velocidad de aire. -Ventilación por extracción mecánica.
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	-Uso del equipo de protección personal.
					Piso irregular, resbaladizo		-Señalización, advertencias
					Obstáculos en el piso		-Barrido y recolección del material sobrante -Utilización de equipo de protección personal y colectiva
					Trabajo subterráneo		-Señalización, advertencias. -Inspección del área de la obra. -Conocer el tipo del terreno. -Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad. -Permiso de trabajo

					Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		-Reforzando las estructuras, entibación inmediata. -Inspección previa del terreno por un encargado. -Prohibición de acopio cerca del borde de excavación. -Prohibición de permanencia de operarios en zonas de izado de carga.
					Caída de objetos en manipulación		-Prohibición de acopio cerca del borde del pozo de entrada. -Señalización de distancia de seguridad. -Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad.
					Manejo de herramienta cortante y/o punzante		-Adquirir herramientas de calidad. -Utilizar guantes al manipular herramientas cortantes. -Instalar, utilizar y mantener adecuadamente la máquina, siguiendo las instrucciones del fabricante
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores tóxicos H2S		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores de explosivos LEL		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Deficiencia de O2		-Entrada a evitar, siempre con un equipo detector multigas. -Ventilación por extracción mecánica. -Uso recomendable de equipos respiratorios aislantes. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	-Respetar los límites de peso manipulado. -Transportar la carga manteniéndose erguido.
					Levantamiento manual de objetos		-Forma correcta de levantar una carga -Prestar atención a mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo -Señalización de riesgo ergonómico
					Movimiento corporal repetitivo		-Evitar los movimientos bruscos de torsión o giro de la columna. -Deberá girar todo el cuerpo mediante pequeños movimientos de los pies
					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		-Reducción del tiempo de exposición. -Mantener la espalda recta, evitar posturas forzadas y giros del tronco

Tabla 26, Control de riesgos en Colocación de acero de refuerzo, Fuente propia

5.7.4 Encofrado y desencofrado.

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		MEDIDAS DE PREVENCIÓN
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Encofrado y desencofrado	Mano de no obra calificada	SI	Temperatura baja	**Físicos**	-Uso de ropa de trabajo adecuada a la temperatura del medio laboral.
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		-Evaluaciones locales que de flujo y velocidad de aire. -Ventilación por extracción mecánica.
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	-Uso del equipo de protección personal.
					Piso irregular, resbaladizo		-Señalización, advertencias
					Obstáculos en el piso		-Barrido y recolección del material sobrante -Utilización de equipo de protección personal y colectiva -Extracción o remachado de clavos o puntas.
					Trabajo subterráneo		-Señalización, advertencias. -Inspección del área de la obra. -Conocer el tipo del terreno. -Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad. -permiso de trabajo
					Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		-Apilado correcto de tableros, bovedillas, etc. para proceder a su colocación o retirada. -Inspección previa del terreno por un encargado. -Prohibición de permanencia de operarios en zonas de izado de carga.
					Caída de objetos en manipulación		-Prohibición de acopio cerca del borde del pozo de entrada. -Señalización de distancia de seguridad. -Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad.
					Proyección de sólidos o líquidos		-Equipos de protección visual: gafas, máscara facial PVC.

							-Mantenimiento adecuado de las máquinas o herramienta utilizadas.
					Manejo de herramienta cortante y/o punzante		- Instalación de protección en máquinas de corte. -Adquirir herramientas de calidad. -Utilizar guantes al manipular herramientas cortantes. -Instalar, utilizar y mantener adecuadamente la máquina, siguiendo las instrucciones del fabricante.
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores tóxicos H2S		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores de explosivos LEL		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Deficiencia de O2		-Entrada a evitar, siempre con un equipo detector multigas. -Ventilación por extracción mecánica. -Uso recomendable de equipos respiratorios aislantes. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	-Respetar los límites de peso manipulado. -Transportar la carga manteniéndose erguido. -Señalización de riesgo ergonómico
					Levantamiento manual de objetos		-Forma correcta de levantar una carga -Prestar atención a mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo
					Movimiento corporal repetitivo		-Evitar los movimientos bruscos de torsión o giro de la columna. -Deberá girar todo el cuerpo mediante pequeños movimientos de los pies
					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		-Reducción del tiempo de exposición. -Mantener la espalda recta, evitar posturas forzadas y giros del tronco

Tabla 27, Control de riesgos en Colocación de acero de refuerzo, Fuente propia

5.7.5 Inyección de hormigón.

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		MEDIDAS DE PREVENCIÓN
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Inyección de hormigón	Mano de obra calificada y no calificada	SI	Temperatura baja	**Físicos**	-Uso de ropa de trabajo adecuada a la temperatura del medio laboral.
					Iluminación insuficiente		-Instalación de luminarias para distribución necesaria de la luminancia. -Usar la iluminación portátil material anti deflagrante.
					Vibración		-Utilización de materiales aislantes y o absorbentes de las vibraciones que atenúen la transmisión de éstas al hombre. (guantes absorbentes de vibración)
					Ruido		-Trabajos ruidosos en horas en que existan menos trabajadores expuestos. -Dividir el trabajo ruidoso entre varios trabajadores. -Protección individual utilizando protectores auditivos debidamente seleccionados.
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		-Evaluaciones locales que de flujo y velocidad de aire. -Ventilación por extracción mecánica.
					Electricidad		-No realizar trabajos sobre superficies húmedas o conductoras. -Evitar conexiones múltiples, empalmes defectuosos. -Desconectar las herramientas que no se estén en uso.
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	-Uso del equipo de protección personal. -Permiso de trabajo
					Piso irregular, resbaladizo		-Señalización, advertencias
					Obstáculos en el piso		-Barrido y recolección del material sobrante -Utilización de equipo de protección personal y colectiva
					Maquinaria desprotegida		- Instalar, utilizar y mantener adecuadamente la máquina, siguiendo las instrucciones del fabricante -Utilizar guantes al manipular maquinaria. -Realizar el mantenimiento periódico. -Las herramientas eléctricas portátiles funcionarán: Con tensión de seguridad (24 voltios) Estarán dotadas de doble aislamiento

					Trabajo a distinto nivel		-Inspeccionar y comprobar su seguridad general de las escaleras. -Subir o bajar dando la cara a la escalera. -No bajar o subir cargando un sobrepeso.
					Trabajo subterráneo		- Señalización, advertencias. -Inspección del área de la obra. -Conocer el tipo del terreno. -Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad
					Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		-Inspección previa del terreno por un encargado. -Prohibición de permanencia de operarios en zonas de izado de carga.
					Proyección de sólidos o líquidos		-Equipos de protección visual: gafas, máscara facial PVC. -Mantenimiento adecuado de las máquinas o herramienta utilizadas.
					Manejo de herramienta cortante y/o punzante		- Instalación de protección en máquinas de corte. -Adquirir herramientas de calidad. -Utilizar guantes al manipular herramientas cortantes. -Instalar, utilizar y mantener adecuadamente la máquina, siguiendo las instrucciones del fabricante.
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores tóxicos H2S		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Polvo inorgánico (mineral o metálico)		-Extracción localizada por ventilación. -Uso de equipos de protección respiratorio: mascarillas. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores de explosivos LEL		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Deficiencia de O2		-Entrada a evitar, siempre con un equipo detector multigas. -Ventilación por extracción mecánica. -Uso recomendable de equipos respiratorios aislantes. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Cemento/Hormigón		-Limpieza del puesto de trabajo -Formación e información de las sustancias que manipula y sus riesgos. -Aislamiento del trabajador del foco de exposición mediante guantes de látex.
					Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	-Respetar los límites de peso manipulado. -Transportar la carga manteniéndose erguido.
					Levantamiento manual de objetos		-Forma correcta de levantar una carga -Prestar atención a mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo -Señalización de riesgo ergonómico
					Movimiento corporal repetitivo		-Evitar los movimientos bruscos de torsión o giro de la columna. -Deberá girar todo el cuerpo mediante pequeños movimientos de los pies

					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		-Reducción del tiempo de exposición. -Mantener la espalda recta, evitar posturas forzadas y giros del tronco

Tabla 28, Control de riesgos en Inyección de hormigón, Fuente propia

5.7.6 Hormigonado del túnel.

PROCESO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TIPO DE TRABAJADOR	RUTINARIA: SI o NO	PELIGRO		MEDIDAS DE PREVENCIÓN
					DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	
Construcción	Colector de alivio mirador parroquia Rumipamba	Hormigonado del túnel	Mano de no obra calificada	SI	Temperatura elevada	**Físicos**	-Uso de ropa de trabajo adecuada a la temperatura del medio laboral.
					Iluminación insuficiente		-Instalación de luminarias para distribución necesaria de la luminancia. -Usar la iluminación portátil material anti deflagrante.
					Vibración		-Utilización de materiales aislantes y o absorbentes de las vibraciones que atenúen la transmisión de éstas al hombre. (guantes absorbentes de vibración)
					Ventilación insuficiente (renovación de aire)		-Evaluaciones locales que de flujo y velocidad de aire. -Ventilación por extracción mecánica.
					Espacio físico reducido	**Mecánicos**	-Uso del equipo de protección personal. -Revisión del buen estado de seguridad del encofrado (verticalidad, nivelación y sujeción de puntales).
					Piso irregular, resbaladizo		-Señalización, advertencias
					Obstáculos en el piso		-Barrido y recolección del material sobrante -Utilización de equipo de protección personal y colectiva -Establecer caminos de circulación sobre las superficies a hormigonar
					Trabajo subterráneo		- Señalización, advertencias. -Inspección del área de la obra. -Conocer el tipo del terreno. -Equipos de protección individual: el casco, el calzado de seguridad -Permiso de trabajo
					Caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento		- Revisión de entibaciones después de una parada larga de la obra -Inspección previa del terreno por un encargado. -Prohibición de permanencia de operarios en zonas de izado de carga. -No concentrar cargas de hormigón en un solo punto

					Proyección de sólidos o líquidos		-Equipos de protección visual: gafas, máscara facial PVC. -Mantenimiento adecuado de las máquinas o herramienta utilizadas.
					Manejo de herramienta cortante y/o punzante		- Instalación de protección en máquinas de corte. -Adquirir herramientas de calidad. -Utilizar guantes al manipular herramientas cortantes. -Instalar, utilizar y mantener adecuadamente la máquina, siguiendo las instrucciones del fabricante.
					Vapores tóxicos CO	**Químicos**	-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores tóxicos H2S		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Vapores de explosivos LEL		-Entrada permitida, siempre con un equipo detector multigas. -Tener equipos respiratorios aislantes para emergencias. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Deficiencia de O2		-Entrada a evitar, siempre con un equipo detector multigas. -Ventilación por extracción mecánica. -Uso recomendable de equipos respiratorios aislantes. -Rotación de los puestos de trabajo.
					Cemento/Hormigón		-Limpieza del puesto de trabajo -Formación e información de las sustancias que manipula y sus riesgos. -Aislamiento del trabajador del foco de exposición mediante guantes de látex.
					Sobreesfuerzo físico	**Ergonómicos**	-Respetar los límites de peso manipulado. -Transportar la carga manteniéndose erguido.
					Levantamiento manual de objetos		-Forma correcta de levantar una carga -Prestar atención a mantener la carga lo más cerca posible del cuerpo -Señalización de riesgo ergonómico
					Movimiento corporal repetitivo		-Evitar los movimientos bruscos de torsión o giro de la columna. -Deberá girar todo el cuerpo mediante pequeños movimientos de los pies
					Posición forzada (de pie, sentada, encorvada)		-Reducción del tiempo de exposición. -Mantener la espalda recta, evitar posturas forzadas y giros del tronco

Tabla 29, Control de riesgos en Hormigonado del túnel, Fuente propia

Capítulo VI: "Conclusiones y Recomendaciones"

6.1 Conclusiones

- Se identificó los procesos constructivos para la construcción del colector de alivio Mirador detallados en la sección 2.2, siendo el pilar fundamental para obtener la matriz de identificación de riesgos laborales presentada en la tabla 9, y las matrices de valoración detallada en el capítulo IV, obteniendo así la aceptabilidad de cada riesgo.

- En el proceso de replanteo y nivelación del túnel los riesgos no aceptables y con mayor influencia sobre la salud de la mano de obra, como se evidencia en el gráfico, son los factores de riesgo químico: deficiencia de oxígeno "O2" y vapores explosivos "LEL"; y los factores de riesgo mecánico: trabajo en distinto nivel y trabajo subterráneo; los cuales son iguales o mayores al límite de aceptabilidad del nivel de riesgo, siendo la deficiencia de oxígeno "O2" el mayor con un puntaje de 2400. Frente a estos riesgos se presenta las medidas preventivas en el plan de control de riesgos en la sección 5.7.1 y más adelante se resume en la recomendación.

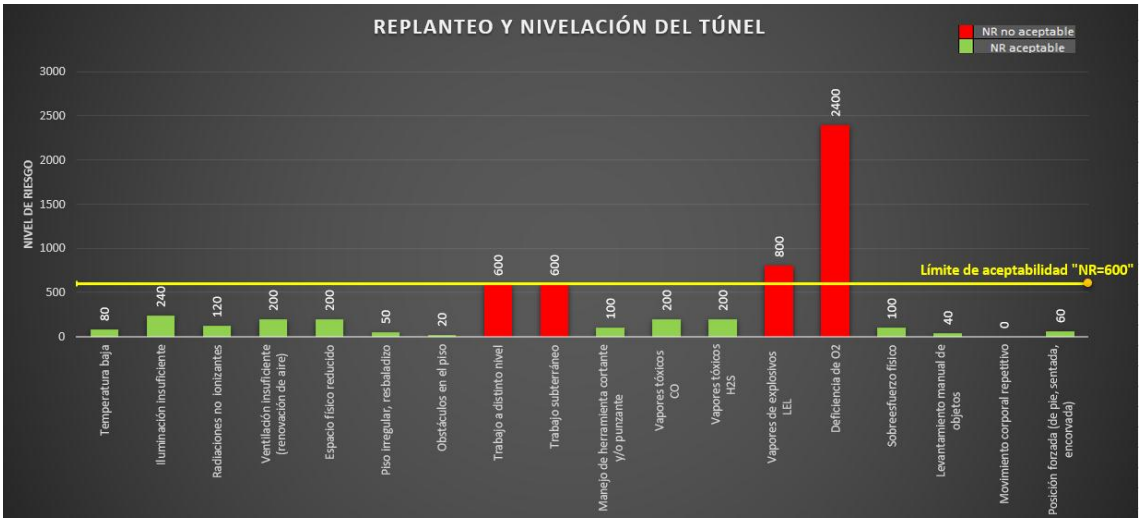


Gráfico 1: Replanteo y nivelación, Fuente: investigación propia

- En el proceso de excavación dentro del túnel los riesgos no aceptables y con mayor influencia sobre la salud de la mano de obra, como se evidencia en el gráfico, son los factores de riesgo químico: deficiencia de oxígeno “O2” y vapores explosivos “LEL”; los factores de riesgo mecánico: trabajo en distinto nivel, trabajo subterráneo, trabajo en espacio reducido y caída de objetos por derrumbamiento y desprendimiento; y el factor físico electricidad; los cuales son iguales o mayores al límite de aceptabilidad del nivel de riesgo, siendo la caída de objetos por derrumbamientos y desprendimiento el mayor con un puntaje de 3000. Frente a estos riesgos se presenta las medidas preventivas en el plan de control de riesgos en la sección 5.7.2 y más adelante se resume en la recomendación.

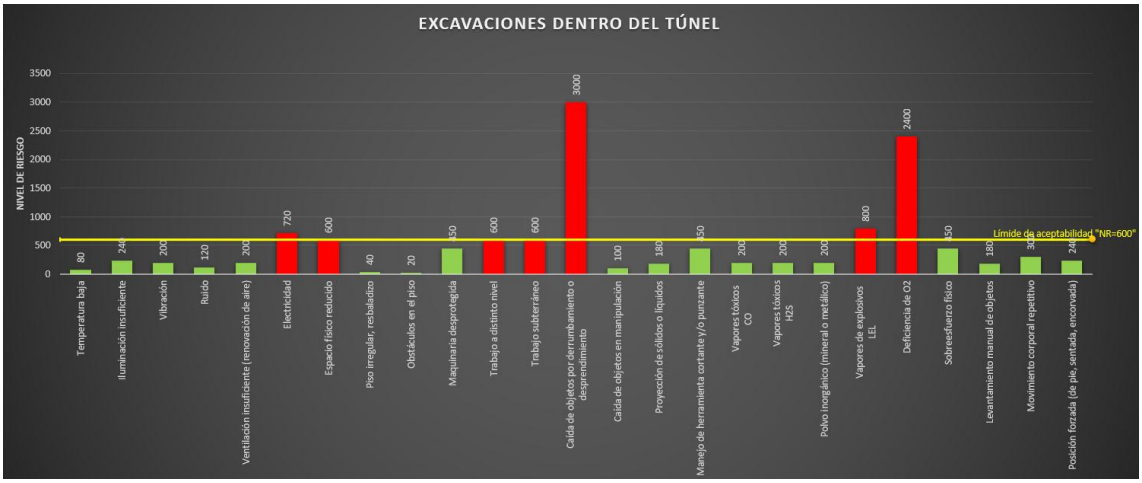


Gráfico 2: Excavación, Fuente: investigación propia

- En el proceso de colocación de acero de refuerzo los riesgos no aceptables y con mayor influencia sobre la salud de la mano de obra, como se evidencia en el gráfico, son los factores de riesgo químico: deficiencia de oxígeno “O2” y vapores explosivos “LEL”; y el factor de riesgo mecánico trabajo subterráneo; los cuales son iguales o mayores al límite de aceptabilidad del nivel de riesgo, siendo la deficiencia de oxígeno “O2” el mayor con un puntaje de 2400. Frente a estos riesgos se presenta las medidas preventivas en el plan de control de riesgos en la sección 5.7.3 y más adelante se resume en la recomendación.

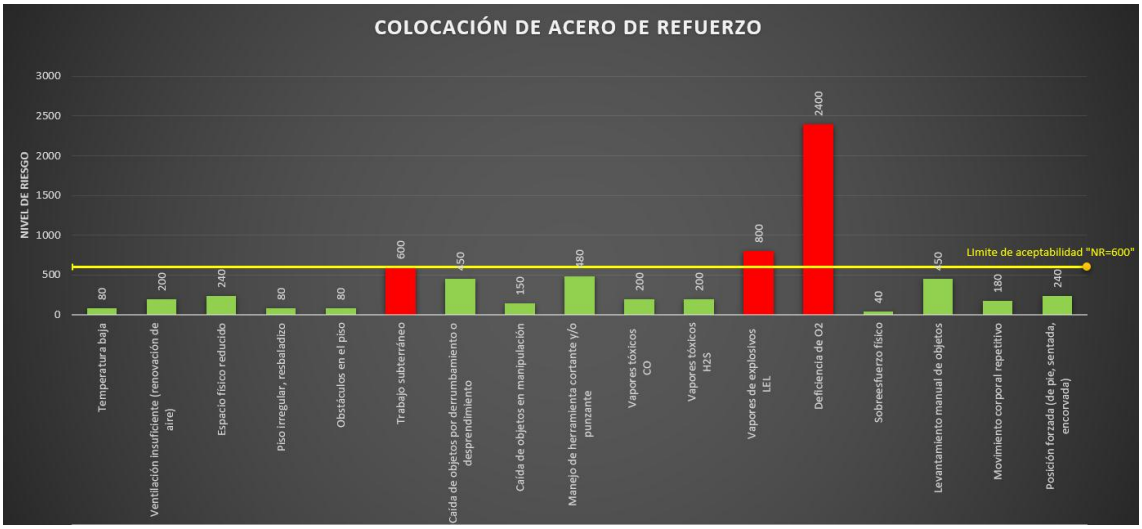


Gráfico 3: Colocación de acero de refuerzo, Fuente: investigación propia

- En el proceso encofrado y desencofrado los riesgos no aceptables y con mayor influencia sobre la salud de la mano de obra, como se evidencia en el gráfico, son los factores de riesgo químico: deficiencia de oxígeno “O2” y vapores explosivos “LEL”; y los factores de riesgo mecánico: caídas de objeto en manipulación, espacio físico reducido y trabajo subterráneo; los cuales son iguales o mayores al límite de aceptabilidad del nivel de riesgo, siendo la deficiencia de oxígeno “O2” el mayor con un puntaje de 2400. Frente a estos riesgos se presenta las medidas preventivas en el

plan de control de riesgos en la sección 5.7.4 y más adelante se resume en la recomendación.

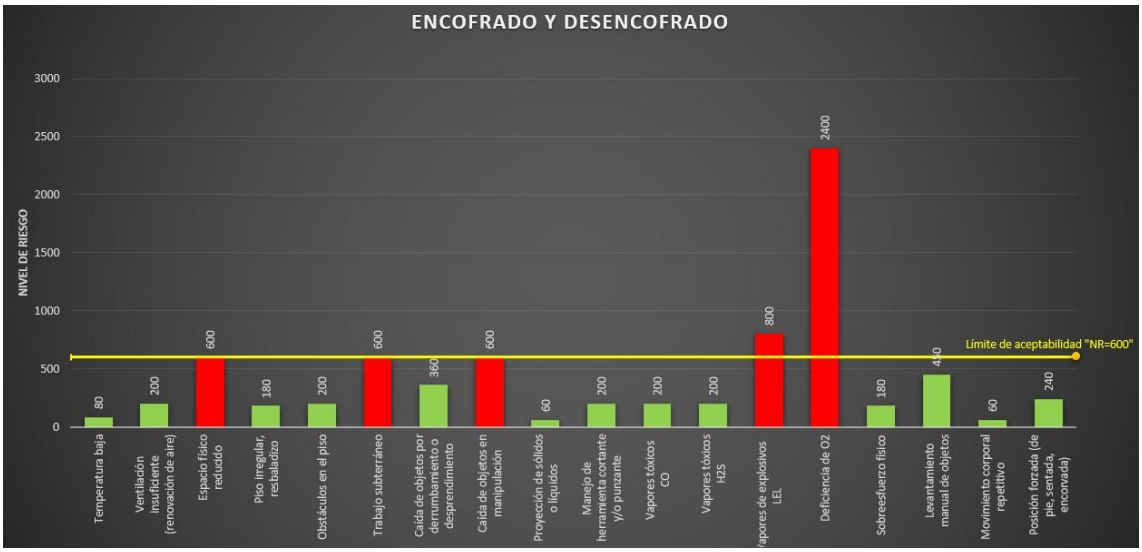


Gráfico 4: Encofrado y desencofrado, Fuente: investigación propia

- En el proceso de inyección de hormigón los riesgos no aceptables y con mayor influencia sobre la salud de la mano de obra, como se evidencia en el gráfico, son los factores de riesgo químico: deficiencia de oxígeno “O2” y vapores explosivos “LEL”; los factores de riesgo mecánico: trabajo en distinto nivel, trabajo subterráneo, proyección de sólidos o líquidos y caída de objetos por derrumbamiento y desprendimiento; y el factor físico electricidad; los cuales son iguales o mayores al límite de aceptabilidad del nivel de riesgo, siendo la caída de objetos por derrumbamientos y desprendimiento el mayor con un puntaje de 4000. Frente a estos riesgos se presenta las medidas preventivas en el plan de control de riesgos en la sección 5.7.5 y más adelante se resume en la recomendación.

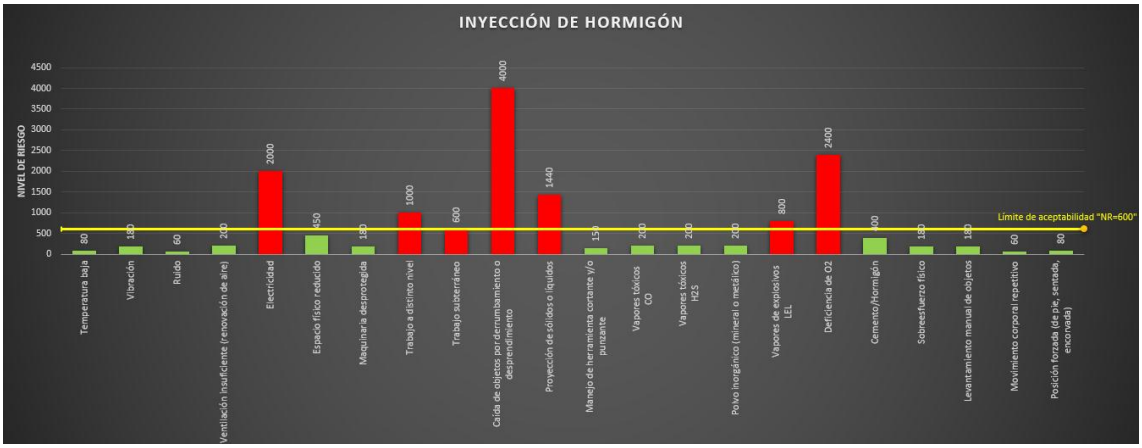


Gráfico 5: Inyección de hormigón, Fuente: investigación propia

- En el proceso de hormigonado del túnel los riesgos no aceptables y con mayor influencia sobre la salud de la mano de obra, como se evidencia en el gráfico, son los factores de riesgo químico: deficiencia de oxígeno “O2” y vapores explosivos “LEL”; y los factores de riesgo mecánico: trabajo subterráneo y caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento; los cuales son iguales o mayores al límite de aceptabilidad del nivel de riesgo, siendo la caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento el mayor con un puntaje de 3000. Frente a estos riesgos se presenta las medidas preventivas en el plan de control de riesgos en la sección 5.7.1 y más adelante se resume en la recomendación.

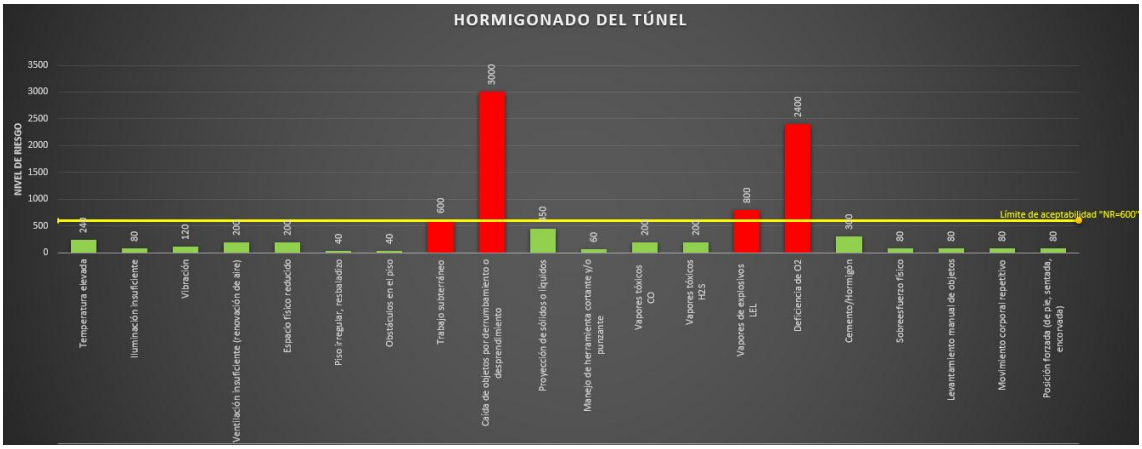


Gráfico 6: Inyección de hormigón, Fuente: investigación propia

- Se ha determinado que el mayor factor de riesgo en las etapas de replanteo y nivelación “Gráfico 1”, colocación de acero de refuerzo “Gráfico 3”, encofrado y

desencofrado “Gráfico 4”, es la deficiencia de oxígeno “O2”, teniendo un nivel de riesgo categoría I con un valor constante de 2400 siendo así una situación crítica y de intervención urgente convirtiéndose en un riesgo químico no aceptable, para lo cual el plan de control de riesgos detalla las medidas de prevención a seguir explicadas en la sección 5.4.

- Se ha determinado que le mayor factor de riesgo en las etapas de excavación “Gráfico 2”, inyección de hormigón “Gráfico 5”, hormigonado del túnel “Gráfico 6”, es la caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento teniendo un nivel de riesgo categoría I con un valor de 3000, 4000 y 3000 respectivamente, siendo así una situación crítica de intervención urgente y un riesgo mecánico no aceptable, para lo cual en el plan de control propuesto para cada proceso constructivo “sección 5.7”.

- Se determinó que para la mano de obra calificada y mano de obra no calificada los riesgos de mayor incidencia son los riesgos químicos y mecánicos como se puede observar el la figura 41 y figura 42 por lo cual todo el personal debe someterse a programas operativos presentes en la sección 5.1.1, brindados por el personal de seguridad y salud ocupacional de la empresa constructora dotando al trabajador de capacitaciones diarias por el motivo de ser una construcción en espacios confinados considerado de alto riesgo.

- Para cumplir con medidas de prevención de riesgos en la construcción de colector de alivio Mirador, se obliga que todos los trabajadores deberán usar obligatoriamente equipos de protección personal detallados en la figura 47, conocer bien el proceso constructivo a realizarse en la jornada laboradas explicados en las capacitaciones diarias, respetar los señalamientos detallados en la figura 48 y tener comunicación

directa con el encardo de la obra civil para ver los riesgos y mitigarlos inmediatamente.

- El plan de control de riesgos se realizó con base a manuales de seguridad en procesos constructivos, por lo que se puede concluir que, siguiendo el plan propuesto en esta investigación, los niveles de deficiencia serán menores lo cual conlleva a no tener riesgos no aceptables si no a tener riesgos aceptables con controles específicos, llegando a ser un ambiente de trabajo seguro para obra de mano calificada y no calificada.

6.2 Recomendaciones

- Para la deficiencia de oxígeno "O2" siendo el mayor factor de riesgo en las etapas de replanteo y nivelación "Gráfico 1", colocación de acero de refuerzo "Gráfico 3", encofrado y desencofrado "Gráfico 4", las medidas de prevención a seguir explicadas en la sección 5.4 y como el trabajador debe actuar frente al riesgo químico explicado en la figura 50, se recomienda las medidas: entrada permitida siempre con un equipo detector multigas, tener equipos respiratorios aislantes para emergencias y rotación de los puestos de trabajo; con las que se puede atenuar y mitigar el riesgo cuidando la salud de los trabajadores.

- Para la caída de objetos por derrumbamiento o desprendimiento siendo el mayor factor de riesgo en las etapas de excavación "Gráfico 2", inyección de hormigón "Gráfico 5", hormigonado del túnel "Gráfico 6", se recomienda las medidas de prevención frente a caídas de objetos explicadas en la sección 5.3.3, siendo las medidas de reforzando las estructuras con entibación inmediata, inspección previa del terreno por un encargado, prohibición de acopio cerca de los bordes y la prohibición de permanencia de operarios en zonas de izado de carga, las escogidas

para la mitigación y atenuación del este riesgo mecánico en las etapas de construcción.

- Tomando en cuenta que los riesgos químicos siempre fueron unos riesgos potencialmente altos se recomienda adquirir un equipo detentor multigas con alarmas automáticas y mantenerlo dentro del recinto confinada en el lugar del frente de trabajo para una alerta temprana y evacuación inmediata si existe un ambiente no saludable dentro del túnel.

- En las medidas de prevención de algunos riesgos se recomienda realizar mediciones cuantitativas para un mayor nivel de precesión en obtener el nivel de deficiencia por lo cual se presenta algunos ejemplos:

-Ruido: se lo realiza mediante un dosímetro con el método SNR como se indica en la sección 5.2.5

-Ventilación: se lo realiza con un anemómetro digital como se indica en la sección 5.2.6

- Por el motivo de haber realizado una evaluación eh identificación de riesgos de una forma cualitativa en su mayoría es recomendable realizar listas de chequeo NTP 324: Cuestionario de chequeo para el control de riesgos de accidente, obteniendo un valor más cercano a la realidad con normativa en casa riesgo analizado.

- Es recomendable que el evaluador este capacitado en salud y seguridad laboral, ya que servirá mucho el criterio para obtener los diferentes niveles de riesgos que son evaluados y las consecuencias que pueden tener en los trabajadores.

Capítulo VI: "Bibliografía y Anexos"

7.1 Bibliografía

Alvarado Brito, J. (2016). CONTROL DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES PROFESIONALES EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS. *UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA FACULTAD, UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA FACULTAD*, 0–102. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

ARCOM, A. D. R. Y. C. M. (2014). *Reglamento de la Seguridad y Salud en el Ámbito Minero*. 1–27.

Bartual, J., & Guardino, X. (1987). NTP 244 : Criterios de valoración en Higiene Industrial. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*, 9. https://doi.org/10.1162/089892902317205276

Bucheli García, J. (2019). *Certificación en prevención de riesgos laborales Ingeniería de la seguridad*.

Confinados, E. (2013). *Espacios Confinados*. 1–4.

DAVILA, A. S. (2017). *Identificacion, evaluación y propuesta de control de riesgos laborales en el montaje de estructuras metálicas, caso de estudio edificio centro de sabidurí a "tsai" 1*. 1–149.

DOVAL, J. M. M. (2000). Trabajos en espacios confinados. *MAPFRE SEGURIDAD*, 1–13.

Falagán, J., & Canga, A. (2000). MANUAL BÁSICO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía. In *Instituto Nacional De Seguridad E Higiene En El Trabajo*. Retrieved from http://www.conectapyme.com/files/publica/OHSAS_Anexo_2.pdf

GALLEGOS GOMEZ, C. L. (2016). "EVALUACION Y CONTROL DEL RIESGO DE EXPOSICION A NIVELES DE RUIDO QUE SE GENERAN EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN LA CONSTRUCION DE UNA VIA." *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR*, 1–96.

Henao Robledo, F. (2012). *Factores de riesgo asociados en la construcción* (Primera ed; Ecoe Ediciones, Ed.). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Icontec GTC 45. (2015). Guía para la identificacion de los peligros y la valoración de los riegos en seguridad y salud ocupacional. *Decreto 1443*, (571), 1–38. https://doi.org/10.1093/jaarel/lfm028

IESS. (2008). Registro oficial 174 “REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA CONSTRUCCION Y OBRAS PÚBLICAS.” *Registro Oficial 174*, (249), 249.

IESS. (2016). REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO. *Resolución Del IESS 513*, 220–225. https://doi.org/10.1016/S1091-8531(99)70004-2

INSHT. (1993). NTP 330 : Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente. *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Espanã; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_330.pdf

INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, & SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO. (1986). *Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo*. 94. Retrieved from http://www.utm.edu.ec/unidadriesgos/documentos/decreto2393.pdf

LLORENTE, G. E. (2018). *ESTUDIO INTEGRAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO ‘‘AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PALUGUILLO*.

MSA the safety company. (n.d.). *Detector multigas ALTAIR 4X*.

Municipio de Quito. (2019). Informe 2018 Rendicion de cuentas QUITO-ALCALDIA. *Rendición de Cuetas*, *53*(9), 0–125. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Muprespa, F. (2013). Manual de prevención de riesgos laborales sector Construcción. *Mutua de Accidentes de Trabjo y Enfermedades Profesionales de La Seguridad Social N°275*, 1–65.

National Institue for Occupational Safety and Health. (2011). *Preventing Worker Deaths from Trench Cave-ins*. 4. Retrieved from http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/%0Ahttp://www.cdc.gov/niosh/docs/wp-solutions/2011-208/pdfs/2011-208.pdf

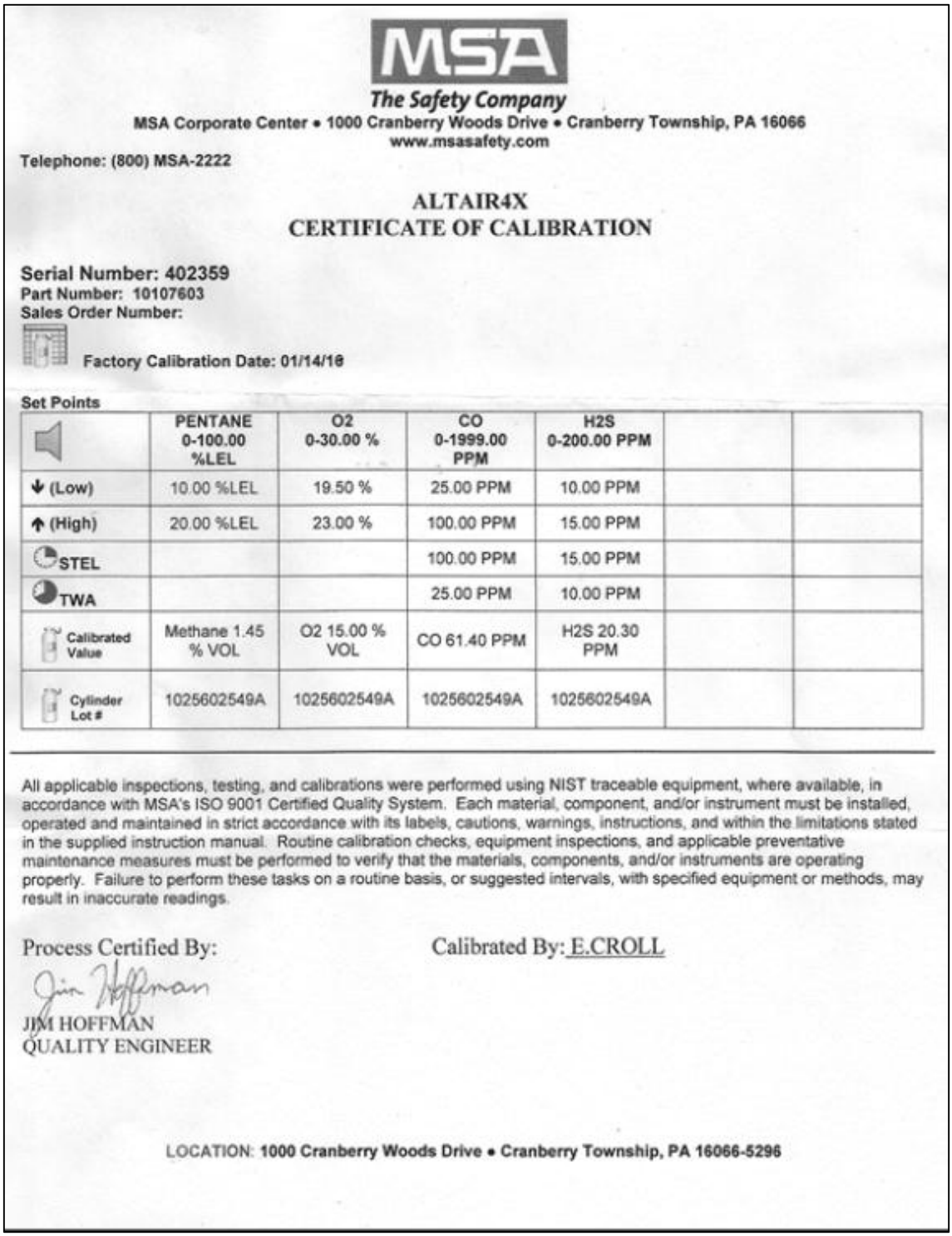
NIOSH. (1986). NTP 223: TrabajosTrabajos en recintos confinados. *National Institute for Occupational Safety and Health*.

Sánchez Garcia, M. D. (2008). *MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES CONSTRUCCIÓN* (pp. 0–109). pp. 0–109.

URBANO, F. V. T. (2014). *CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES PARA ALCANTARILLADO APLICACIÓN AL PROYECTO “COLECTOR QUEBRADA MACHANGARA”- QUEBRADA ORTEGA*.

7.2 Anexos

7.2.1 Anexo 1: Certificado de calibración Altair 4X



MSA
The Safety Company
MSA Corporate Center • 1000 Cranberry Woods Drive • Cranberry Township, PA 16066
www.msasafety.com
Telephone: (800) MSA-2222

ALTAIR4X
CERTIFICATE OF CALIBRATION

Serial Number: 402359
Part Number: 10107603
Sales Order Number:

Factory Calibration Date: 01/14/16

Set Points

	PENTANE 0-100.00 %LEL	O2 0-30.00 %	CO 0-1999.00 PPM	H2S 0-200.00 PPM		
(Low)	10.00 %LEL	19.50 %	25.00 PPM	10.00 PPM		
(High)	20.00 %LEL	23.00 %	100.00 PPM	15.00 PPM		
STEL			100.00 PPM	15.00 PPM		
TWA			25.00 PPM	10.00 PPM		
Calibrated Value	Methane 1.45 % VOL	O2 15.00 % VOL	CO 61.40 PPM	H2S 20.30 PPM		
Cylinder Lot #	1025602549A	1025602549A	1025602549A	1025602549A		

All applicable inspections, testing, and calibrations were performed using NIST traceable equipment, where available, in accordance with MSA's ISO 9001 Certified Quality System. Each material, component, and/or instrument must be installed, operated and maintained in strict accordance with its labels, cautions, warnings, instructions, and within the limitations stated in the supplied instruction manual. Routine calibration checks, equipment inspections, and applicable preventative maintenance measures must be performed to verify that the materials, components, and/or instruments are operating properly. Failure to perform these tasks on a routine basis, or suggested intervals, with specified equipment or methods, may result in inaccurate readings.

Process Certified By:

JIM HOFFMAN
QUALITY ENGINEER

Calibrated By: E.CROLL

LOCATION: **1000 Cranberry Woods Drive • Cranberry Township, PA 16066-5296**

7.2.2 Anexo 2: Certificado de Prevención en riesgos laborales

Certificaciones del Sistema Nacional de Cualificaciones y Capacitación

Información provista por la Secretaría Técnica del Sistema Nacional de Cualificaciones y Capacitación Profesional (SETEC).

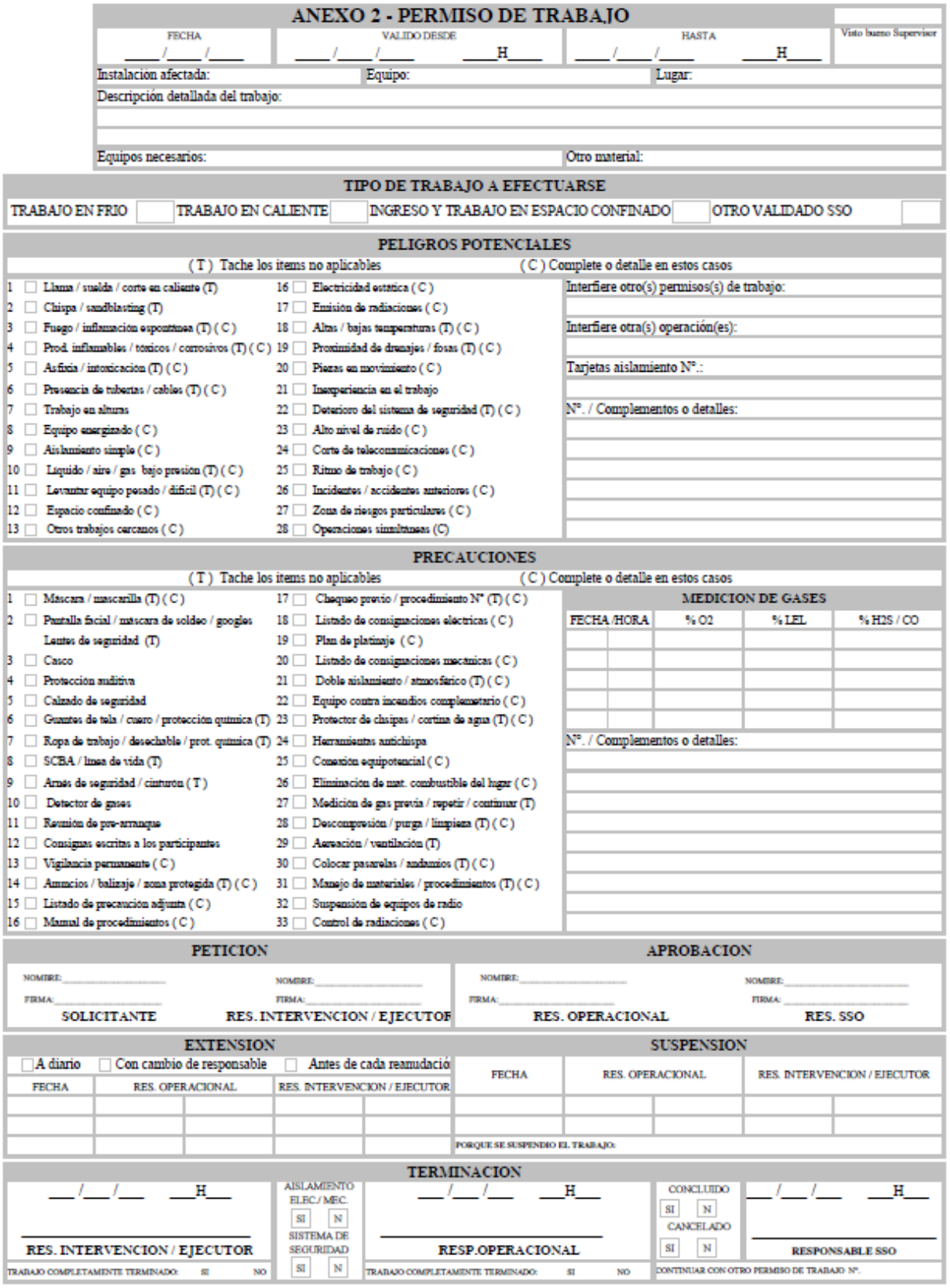
En el caso de detectar inconsistencias en la información proporcionada, se recomienda solicitar a la institución que emitió el certificado, la rectificación correspondiente.

Nombre: YEPEZ JIMENEZ PABLO DAVID

Número de documento de identificación: 0401338330

Número de registro SETEC	SETEC-113-CCL-133559
Institución certificadora	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
Certificado en	PREVENCIÓN EN RIESGOS LABORALES
Válido desde	25/06/2019
Válido hasta	25/06/2024
Provincia	PICHINCHA
Cantón	QUITO

7.2.3 Anexo 3: Modelo de permiso de trabajo en espacios confinados



ANEXO 2 - PERMISO DE TRABAJO

FECHA	VALIDO DESDE	HASTA	Visto bueno Supervisor
____/____/____	____/____/____ ____H____	____/____/____ ____H____	

Instalación afectada: | Equipo: | Lugar:

Descripción detallada del trabajo:

Equipos necesarios: | Otro material:

TIPO DE TRABAJO A EFECTUARSE

TRABAJO EN FRIO ☐ | TRABAJO EN CALIENTE ☐ | INGRESO Y TRABAJO EN ESPACIO CONFINADO ☐ | OTRO VALIDADO SSO ☐

PELIGROS POTENCIALES

(T) Tache los items no aplicables (C) Complete o detalle en estos casos

1	☐	Llama / suelda / corte en caliente (T)	16 ☐ Electricidad estática (C)	Interfiere otro(s) permisos(s) de trabajo:
2	☐	Chispa / sandblasting (T)	17 ☐ Emisión de radiaciones (C)	
3	☐	Fuego / inflamación espontánea (T) (C)	18 ☐ Altas / bajas temperaturas (T) (C)	Interfiere otra(s) operación(es):
4	☐	Prod. inflamables / tóxicos / corrosivos (T) (C)	19 ☐ Proximidad de drenajes / fosas (T) (C)	
5	☐	Asfixia / intoxicación (T) (C)	20 ☐ Piezas en movimiento (C)	Tarjetas aislamiento N°.:
6	☐	Presencia de tuberías / cables (T) (C)	21 ☐ Inexperiencia en el trabajo	
7	☐	Trabajo en alturas	22 ☐ Deterioro del sistema de seguridad (T) (C)	N°. / Complementos o detalles:
8	☐	Equipo energizado (C)	23 ☐ Alto nivel de ruido (C)	
9	☐	Aislamiento simple (C)	24 ☐ Corte de telecomunicaciones (C)	
10	☐	Líquido / aire / gas bajo presión (T) (C)	25 ☐ Ritmo de trabajo (C)	
11	☐	Levantar equipo pesado / difícil (T) (C)	26 ☐ Incidentes / accidentes anteriores (C)	
12	☐	Espacio confinado (C)	27 ☐ Zona de riesgos particulares (C)	
13	☐	Otros trabajos cercanos (C)	28 ☐ Operaciones simultáneas (C)	

PRECAUCIONES

(T) Tache los items no aplicables (C) Complete o detalle en estos casos

1	☐	Máscara / mascarilla (T) (C)	17 ☐ Chequeo previo / procedimiento N° (T) (C)	**MEDICION DE GASES**
2	☐	Pantalla facial / mascara de soldeo / googles	18 ☐ Listado de consignaciones eléctricas (C)	FECHA /HORA / % O2 / % LEL / % H2S / CO
		Lentes de seguridad (T)	19 ☐ Plan de platinaje (C)	
3	☐	Casco	20 ☐ Listado de consignaciones mecánicas (C)	
4	☐	Protección auditiva	21 ☐ Doble aislamiento / atmosférico (T) (C)	
5	☐	Calzado de seguridad	22 ☐ Equipo contra incendios complementario (C)	
6	☐	Guantes de tela / cuero / protección química (T)	23 ☐ Protector de chispas / cortina de agua (T) (C)	
7	☐	Ropa de trabajo / desechable / prot. química (T)	24 ☐ Herramientas antichispa	N°. / Complementos o detalles:
8	☐	SCBA / línea de vida (T)	25 ☐ Conexión equipotencial (C)	
9	☐	Arnés de seguridad / cinturón (T)	26 ☐ Eliminación de mat. combustible del lugar (C)	
10	☐	Detector de gases	27 ☐ Medición de gas previa / repetir / continuar (T)	
11	☐	Reunión de pre-arranque	28 ☐ Descompresión / purga / limpieza (T) (C)	
12	☐	Consignas escritas a los participantes	29 ☐ Aereación / ventilación (T)	
13	☐	Vigilancia permanente (C)	30 ☐ Colocar pasarelas / andamios (T) (C)	
14	☐	Anuncios / balizaje / zona protegida (T) (C)	31 ☐ Manejo de materiales / procedimientos (T) (C)	
15	☐	Listado de precaución adjunta (C)	32 ☐ Suspensión de equipos de radio	
16	☐	Manual de procedimientos (C)	33 ☐ Control de radiaciones (C)	

PETICION		APROBACION	
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
SOLICITANTE	RES. INTERVENCION / EJECUTOR	RES. OPERACIONAL	RES. SSO

EXTENSION

☐ A diario ☐ Con cambio de responsable ☐ Antes de cada reanudación

FECHA	RES. OPERACIONAL		RES. INTERVENCION / EJECUTOR	

SUSPENSION

FECHA	RES. OPERACIONAL		RES. INTERVENCION / EJECUTOR	

PORQUE SE SUSPENDIO EL TRABAJO:

TERMINACION

___/___/___ ___H___	AISLAMIENTO ELEC./MEC. SI N	___/___/___ ___H___	CONCLUIDO SI N	___/___/___ ___H___
RES. INTERVENCION / EJECUTOR	SISTEMA DE SEGURIDAD SI N	RESP.OPERACIONAL	CANCELADO SI N	RESPONSABLE SSO
TRABAJO COMPLETAMENTE TERMINADO: SI NO		TRABAJO COMPLETAMENTE TERMINADO: SI NO	CONTINUAR CON OTRO PERMISO DE TRABAJO N°.	

Fuente: Ministerio de Trabajo, permiso de trabajo **Código:** DSST-NT-16

7.2.4 Anexo 4: Modelo de formato de certificado de capacitación

CERTIFICADO DE LA INFORMACIÓN Y FORMACIÓN RECIBIDA POR LOS TRABAJADORES

Código _____

Puesto de trabajo: _____

Tareas: _____

Información inicial de riesgos y medidas preventivas

- ☐ Política de la empresa en prevención de riesgos laborales.
- ☐ Organización de la prevención en el centro de trabajo. Funciones y responsabilidades de mandos y trabajadores, así como de las personas y órganos formales (persona designada, delegados de prevención y Comité de seguridad y salud en el trabajo cuando exista) con funciones específicas en prevención.
- ☐ Riesgos generales de la actividad y medidas de prevención.
- ☐ Normas generales de prevención de riesgos laborales del centro de trabajo.
- ☐ Plan de emergencia.
- ☐ .....

Tiempo dedicado a esta acción: _____

Responsable de la acción formativa: _____

Fecha: _____

Firma

Formación inicial específica del puesto de trabajo/tareas

- Tiempo mínimo requerido para que el trabajador pueda trabajar individualmente: _____
- Tiempo total invertido en la formación: _____
  - Teórica (transmisión de conocimientos necesarios): _____
  - Práctica (desarrollo de destrezas): _____

Nombre del mando responsable del puesto de trabajo: _____

Fecha: _____

Firma

Nombre del monitor que ha colaborado en la acción formativa: _____

Nombre del trabajador: _____

Fecha: _____

Firma

Fuente:(DAVILA, 2017)