



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS

**“EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE AGENTES
FÍSICOS Y QUÍMICOS EN LAS OPERACIONES
INDUSTRIALES; CUSCO, CALCA Y
QUILLABAMBA DE LA EMPRESA PRIMAX EN EL
PROYECTO GASODUCTO SUR PERUANO 2017”**

Presentado por:

Bach. Abarca Fernández, Diego Alfredo

Bach. Gomez Baca, Royed Ray

Para optar al Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesor:

Mg. Shaili Julie Caveró Pacheco

CUSCO - PERÚ

2017



DEDICATORIA

A Dios:

Por darme fuerza, salud y por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante en mi vida, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaron.

A mis padres Maritza y Alfredo:

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su inmenso amor.

A mi familia:

Porque siempre creyeron en mí y por estar siempre conmigo en los momentos de tristeza y alegría, porque me demostraron que cada triunfo mío es una alegría para ustedes.

A mis amigos:

Quienes siempre estuvieron apoyándome en todo momento de mi etapa universitaria y fuera de ella.

Diego Alfredo Abarca Fernández



DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Juana María y Edwin Mateo:

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, y sobre todo por su infinito amor.

A mi Mami Consuelito

En especial a mi madre, porque desde que era pequeño hizo lo que sea para verme sano, fuerte e inteligente, con mucho amor para ella todo este mi esfuerzo. A una mujer ejemplar inigualable e incomparable, no hay palabras para explicar.

A mi familia

Por su apoyo incondicional y confianza, un agradecimiento a mis tíos de todo corazón y a mis primos un ejemplo de que todo se puede.

A mis amigos

Por ser mis compañeros de vida, estén cerca o lejos, por estar pendientes de mis avances y animarme siempre a ir por más.

Royed Ray Gomez Baca



AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios que nos dio fuerza y fe para creer en algo que nos parecía imposible.

A nuestros padres, por creer siempre en nosotros y por haber forjado como las personas que somos ahora. Todo lo que hemos logrado se lo debemos a ustedes. Nos formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, siempre hicieron que alcancemos nuestros objetivos.

A nuestra asesora de tesis MGT SHAILI JULIE CAVERO PACHECO por su orientación, paciencia, motivación y amistad las cuales han sido fundamentales para terminar este proyecto.

A la plana docente de la escuela profesional de Ingeniería Industrial quienes nos brindaron su conocimiento y apoyo durante nuestra formación profesional.

A nuestros amigos, en especial Bryan y Roy, ya que con su amistad, apoyo moral y motivación aportaron en las ganas de seguir adelante.

Gracias a todas las personas que con su ayuda hicieron posible que culminemos este proyecto de tesis.



INDICE

AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	12
Índice de figuras	15
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	18
RESUMEN	19
ABSTRACT	20
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	21
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS	26
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	26
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	26
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	26
1.3.1. Conveniencia	26
1.3.2. Relevancia social.....	27
1.3.3. Implicancias prácticas.....	27
1.3.4. Valor teórico.....	28
1.3.5. Utilidad metodológica	28
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	29
1.4.1. Objetivo general.....	29
1.4.2. Objetivos específicos.....	29
1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	29
1.5.1. Delimitación Espacial.....	29
1.5.2. Delimitación Temporal	29
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO DE LA TESIS	30
2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS	30
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional	30
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional	32
2.1.3. Antecedentes a nivel regional.....	34
2.2. MARCO LEGAL	39
2.2.1. Normas Legales.....	39



2.2.2.	Estándares.....	45
2.3.	BASES TEÓRICAS.....	51
2.3.1.	Diagrama de flujo.....	51
2.3.2.	GEMA	51
2.3.3.	Agentes físicos	54
2.3.4.	Iluminación.....	54
2.3.5.	Radiación.....	56
2.3.6.	Ruido	59
2.3.7.	Estrés térmico.....	62
2.3.8.	Vibraciones	63
2.3.9.	Agentes químicos	64
2.3.10.	Compuestos orgánicos volátiles (COV'S).....	65
2.3.11.	Partículas inhalables y respirables (PI-PR).....	66
2.4.	MARCO CONCEPTUAL	69
2.5.	VARIABLES E INDICADORES.....	83
2.5.1.	Variable.....	83
2.5.2.	Indicadores	83
2.5.3.	Cuadro de operacionalización de variables.....	83
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO		85
3.1.	Tipo de investigación	85
3.2.	Diseño de la investigación	85
3.3.	Población y muestra	85
3.3.1	Población	85
3.3.2	Población de estudio	86
3.3.3	Muestra.....	86
3.4.	Técnicas de recolección de datos.....	86
3.5.	Técnicas de procesamiento de datos	86
CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		87
4.1.	Resultado respecto a los Objetivos Específicos	87
4.1.1.	Objetivo específico 1:	87



4.1.2. Objetivo específico 2: 114

4.2. Objetivo General: 140

4.2.1. Descripción de los puestos evaluados 140

4.2.2. Diagrama de flujo de procesos del Operador de Combustible (OC) 146

4.2.3. Diagrama de flujo de procesos del Supervisor de Operaciones (SO)..... 153

4.2.4. Identificación de factores físicos y químicos mediante la matriz GEMA
en todas las actividades 162

4.2.5. Determinación de los niveles de los factores de riesgo..... 195

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN 198

5.1. Descripción de los hallazgos más relevantes de tablas y gráficas de los
resultados 198

5.1.1. Respecto a los objetivos específicos 198

5.1.2. Respecto a los objetivos específicos 200

5.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO..... 201

5.3. Comparación crítica con la literatura existente 202

5.4. IMPLICANCIAS DEL ESTUDIO..... 208

CONCLUSIONES..... 209

SUGERENCIAS 211

BIBLIOGRAFÍA 212

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... 217

1. CUSCO..... 217

1.1. ILUMINACIÓN..... 217

1.2. RADIACIÓN UV 217

1.3. RUIDO (DOSIMETRÍA Y SONOMETRÍA) 217

1.4. COV's..... 217

1.5. PARTÍCULAS INHALABLES Y RESPIRABLES 218

2. CALCA..... 218

2.1. ILUMINACIÓN..... 218

2.2. RADIACIÓN UV 218

2.3. RUIDO (DOSIMETRÍA Y SONOMETRÍA) 218

2.4. COV's..... 218



2.5. PARTÍCULAS INHALABLES Y RESPIRABLES 219

3. QUILLABAMBA (KP 28) 219

3.1. ILUMINACIÓN 219

3.2. RADIACIÓN UV 219

3.3. RUIDO (DOSIMETRÍA Y SONOMETRÍA) 219

3.4. COV's 220

3.5. PARTÍCULAS INHALABLES Y RESPIRABLES 220

ANEXOS 221

ANEXO 1: Resumen de hallazgos en la auditoría interna de OSS 221

ANEXO 2: Matriz De Consistencia 224

ANEXO 3: Matriz De Instrumentación 225

ANEXO 3: LUXÓMETRO 231

 Certificado de verificación y contraste del luxómetro 232

 Certificado de calibración patrón 233

ANEXO 4: MEDIDOR DE RADIACIÓN UV 234

 Certificado de calibración del medidor de rayos uv 235

ANEXO 5: DOSIMETRO Y SONOMETRO 236

 Certificado de verificación del Dosímetro NS 18113 237

 Certificado de verificación del Dosímetro NS 17971 239

 Certificado de calibración patrón NS 17501 del Dosímetro NS 17971 240

 Certificado de calibración patrón NS 3723 del Dosímetro NS 17971 241

 Certificado de verificación del sonómetro LxT1 NS 0003351 242

 Certificado de verificación del sonómetro LxT1 NS 9360 243

 Certificación de calibración patrón NS 11346 de los sonómetros 244

ANEXO 6: MEDIDOR TGBH 245

ANEXO 7: TOXIRAE PRO PID 246

 Certificado de calibración del ToxiRAE Pro PID 247

ANEXO 8: BOMBA SKC 248

 Certificado de calibración del SKC NS 1149 249



Certificado de calibración del SKC NS 1146.....250

ANEXO 9: Abastecimiento De Combustible De Bajo Caudal -
Operador De Combustible251

ANEXO 10: Abastecimiento De Combustible De Alto Caudal –
Operador de Combustible.....260

ANEXO 11: Descarga de Combustible - Supervisor De Operaciones271

ANEXO 12: Medición del nivel de combustible en tanques de almacenamiento -
Supervisor De Operaciones.....281

ANEXO 13: Inspección de Estación de Servicios - Supervisor De Operaciones286

ANEXO 14: Trabajos de Oficina - Supervisor De Operaciones.....290

ANEXO 15: Prueba de Serafín - Supervisor De Operaciones.....295

ANEXO 16: Formato de campo de iluminación (IL - 001) del O.C. Cusco301

ANEXO 17: Formato de campo de iluminación (IL - 002) del S.O. Cusco302

ANEXO 18: Formato de campo de iluminación (IL - 001) del O.C. Calca303

ANEXO 19: Formato de campo de iluminación (IL - 002) del S.O. Calca304

ANEXO 20: Formato de campo de iluminación (IL - 001) del
O.C. Quillabamba (kp 28)305

ANEXO 21: Formato de campo de iluminación (IL - 001) del
S.O. Quillabamba (kp 28)306

ANEXO 22: Formato de campo de Radiación (RUV - 001) del O.C. Cusco307

ANEXO 23: Formato de campo de Radiación (RUV - 002) del S.O. Cusco.....308

ANEXO 24: Formato de campo de Radiación (RUV - 001) del O.C. Calca309

ANEXO 25: Formato de campo de Radiación (RUV - 002) del S.O. Calca.....310

ANEXO 26: Formato de campo de Radiación (RUV - 001) del
O.C. Quillabamba (Kp 28)311

ANEXO 27: Formato de campo de Radiación (RUV - 002) del
S.O. Quillabamba (Kp 28).....312

ANEXO 28: Formato de campo de Dosimetría (DS - 001) del O.C. Cusco.....313

ANEXO 29: Formato de campo de Sonometría (SR - 001) del O.C. Cusco314

ANEXO 30: Formato de campo de Dosimetría (DS - 002) del S.O. Cusco315

ANEXO 31: Formato de campo de Sonometría (SR - 002) del S.O Cusco.....316



ANEXO 32: Formato de campo de Dosimetría (DS - 001) del O.C. Calca..... 317

ANEXO 33: Formato de campo de Sonometría (SR - 001) del O.C. Calca 318

ANEXO 34: Formato de campo de Dosimetría (DS - 002) del S.O. Calca..... 319

ANEXO 35: Formato de campo de Sonometría (SR - 002) del S.O Calca..... 320

ANEXO 36: Formato de campo de Dosimetría (DS - 001) del
O.C. Quillabamba (Kp 28) 321

ANEXO 37: Formato de campo de Sonometría (SR - 001) del
O.C. Quillabamba (Kp 28) 322

ANEXO 38: Formato de campo de Dosimetría (DS - 002) del
S.O. Quillabamba (Kp 28)..... 323

ANEXO 39: Formato de campo de Sonometría (SR - 002) del
S.O Quillabamba (Kp 28)..... 324

ANEXO 40: Formato de campo de COV's (COV's - 001) del O.C. Cusco 325

ANEXO 41: Formato de campo de COV's (COV's - 002) del S.O. Cusco 326

ANEXO 42: Formato de campo de COV's (COV's - 001) del O.C. Calca 327

ANEXO 43: Formato de campo de COV's (COV's - 002) del S.O. Calca 328

ANEXO 44: Formato de campo de COV's (COV's - 001) del
O.C. Quillabamba (Kp 28) 329

ANEXO 45: Formato de campo de COV's (COV's - 002) del
S.O. Quillabamba (Kp 28)..... 330

ANEXO 46: Formato de campo de Agentes químicos (PI-PR - 001) del O.C. Cusco..... 331

ANEXO 47: Formato de campo de Agentes químicos (PI-PR - 002) del S.O. Cusco 332

ANEXO 48: Formato de campo de Agentes químicos (PI-PR - 001) del O.C. Calca..... 333

ANEXO 49: Formato de campo de Agentes químicos (PI-PR - 002) del S.O. Calca 334

ANEXO 50: Formato de campo de Agentes químicos (PI-PR - 001) del
O.C. Quillabamba (Kp 28) 335

ANEXO 51: Formato de campo de Agentes químicos (PI-PR - 002) del
S.O. Quillabamba (Kp 28)..... 336

ANEXO 52: Resultado de análisis del laboratorio de (PI-PR) - OI Cusco 337

ANEXO 53: Resultado de análisis del laboratorio de (PI-PR) - OI Calca 338



ANEXO 54: Resultado de análisis del laboratorio de (PI-PR) - OI Quillabamba (Kp 28)	339
ANEXO 55: Estante que impide el ingreso de luz natural a oficina (OI KP28)	340



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de iluminación en el ambiente de trabajo.....45

Tabla 2: Categoría de exposición a la radiación UV utilizada por SENAMHI46

Tabla 3: límites acción para radiación solar46

Tabla 4: Límite máximo permisible en ruido en función al tiempo de exposición47

Tabla 5: Índice de sensación térmica en función del valor del voto medio estimado.....48

Tabla 6: Límite máximo permisible en ruido en función al tiempo de exposición49

Tabla 7: Valores límite permisible para agentes químicos en el ambiente de trabajo50

Tabla 8: Límites máximos permisibles para partículas inhalables y respirables50

Tabla 9: Operacionalización de variable83

Tabla 10: Comparación de resultados con los estándares de iluminación por puesto de trabajo - OI CUSCO89

Tabla 11: Comparación de resultados con los estándares de iluminación por puesto de trabajo -OI CALCA91

Tabla 12: Comparación de resultados con los estándares de iluminación por puesto de trabajo - OI KP28.....92

Tabla 13: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el OC - OI CUSCO94

Tabla 14: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el SO - OI CUSCO95

Tabla 15: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el OC - OI CALCA97

Tabla 16: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el SO - OI CALCA98

Tabla 17: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el OC - OI KP28100

Tabla 18: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el SO - OI KP28101

Tabla 19: Comparación de resultados por SONOMETRÍA con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI CUSCO105

Tabla 20: Comparación de resultados por DOSIMETRÍA con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI CUSCO107

Tabla 21: Comparación de resultados por SONOMETRÍA con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI CALCA108

Tabla 22: Comparación de resultados por DOSIMETRÍA con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI CALCA110



Tabla 23: Comparación de resultados por SONOMETRÍA con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI KP28..... 111

Tabla 24: Comparación de resultados por DOSIMETRÍA Con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI KP28..... 113

Tabla 25: Concentración específica para cada sustancia..... 116

Tabla 26: Cálculo de la concentración de COV´s específicos por puesto de trabajo - OI CUSCO..... 117

Tabla 27: Comparación de resultados de cálculo con los LP de COV´s - OI CUSCO..... 118

Tabla 28: Cálculo de la concentración de COV´s específicos por puesto de trabajo - OI CALCA..... 119

Tabla 29: Comparación de resultados de cálculo con los LP de COV'S - OI CALCA 120

Tabla 30: Cálculo de la concentración de los COV´s específicos - OI KP28 123

Tabla 31: Comparación de resultados de cálculo con los LP de COV'S - OI KP28 124

Tabla 32: Tabla de clasificación del índice de riesgo Compuestos Orgánicos Volátiles..... 126

Tabla 33: Cálculo del volumen muestreado de concentración de partículas OI CUSCO 131

Tabla 34: Comparación de resultados de cálculo con los LP de partículas para el OC - OI CUSCO..... 131

Tabla 35: Cálculo del volumen muestreado de concentración de partículas OI CUSCO 132

Tabla 36: Comparación de resultados de cálculo con los L.P. de partículas para el SO - OI CUSCO..... 132

Tabla 37: Cálculo del volumen muestreado de concentración de partículas - OI CALCA ... 134

Tabla 38: Comparación de resultados de cálculo con los LP de partículas para el OC - OI CALCA..... 134

Tabla 39: Cálculo del volumen muestreado de concentración de partículas - OI CALCA ... 135

Tabla 40: Comparación de resultados de cálculo con los L.P. de partículas para el SO - OI CALCA..... 135

Tabla 41: Cálculo del volumen muestreado de concentración de partículas - OI KP28 137

Tabla 42: Comparación de resultados de cálculo con los L.P. de partículas para el OC - OI KP28..... 137

Tabla 43: Cálculo del volumen muestreado de concentración de partículas - OI KP28 138

Tabla 44: Comparación de resultados de cálculo con los L.P. de partículas para el SO - OI KP 28..... 138

Tabla 45: Datos del supervisor de operaciones O.I CUSCO 141

Tabla 46: Datos del supervisor de operaciones O.I CALCA 142

Tabla 47: Datos del supervisor de operaciones O.I QUILLABAMBA 142

Tabla 48: Datos del operador de combustible O.I CUSCO..... 144

Tabla 49: Datos del operador de combustible O.I CALCA..... 145



Tabla 50: Datos del operador de combustible O.I QUILLAMBA	145
Tabla 51: Resumen de factores de riesgos físicos y químicos totales identificados en las actividades de la OI CUSCO	162
Tabla 52: Resumen de factores de riesgos físicos y químicos totales identificados en las actividades de la OI CALCA	173
Tabla 53: Resumen de factores de riesgos físicos y químicos totales identificados en las actividades de la OI QUILLABAMBA (KP 28).....	184
Tabla 54: Determinación de los factores de riesgos físicos y químicos - OI CUSCO	195
Tabla 55: Determinación de los factores de riesgos físicos y químicos - OI CALCA.....	196
Tabla 56: Determinación de los factores de riesgos físicos y químicos - OI CALCA.....	197
Tabla 57: EQUIPO DE MEDICIÓN	231
Tabla 58: EQUIPO DE MEDICIÓN DE RADIACIÓN	234
Tabla 59: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE RADIACIÓN UV	234
Tabla 60: DETALLE DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN DE RUIDO	236
Tabla 61: EQUIPO DE MEDICIÓN DE DATOS DE VARIABLES DE LA ECUACIÓN DEL CONFORT.....	245
Tabla 62: EQUIPO DE MEDICIÓN	246
Tabla 63: EQUIPO BOMBA GRAVIMETRICA	248



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Categoría de exposición a la radiación UV46

Figura 2: Representación porcentual de incumplimiento respecto del NMR de iluminación según el puesto de trabajo - OI CUSCO 90

Figura 3: Representación porcentual de incumplimiento respecto del NMR de iluminación según el puesto de trabajo - OI KP28 93

Figura 4: Niveles de radiación solar para el OC y SO - OI CUSCO..... 96

Figura 5: Niveles de radiación solar para el OC y SO - O.I CALCA..... 99

Figura 6: Niveles de radiación solar para el OC y SO - OI KP28..... 102

Figura 7: Niveles de presión sonora por SONOMETRÍA según el puesto de trabajo - OI CUSCO..... 106

Figura 8: Niveles de presión sonora por SONOMETRÍA según el puesto de trabajo - OI CALCA..... 109

Figura 9: Niveles de presión sonora por sonometría del OC y SO - O.I CALCA 112

Figura 10: Concentración de Benceno en el abastecimiento de combustible - OI Calca 121

Figura 11: Concentración De Etilbenceno, Tolueno Y Xileno – Abastecimiento De Combustible OI CALCA..... 121

Figura 12: Concentración de Benceno en la recirculación de combustible - OI CALCA..... 122

Figura 13: Concentración de Etilbenceno, Tolueno Y Xileno – Recirculación de combustible OI CALCA 122

Figura 14: Concentración de Benceno en el abastecimiento de combustible de alto caudal – OI Kp28..... 125

Figura 15: Concentración De Etilbenceno, Tolueno Y Xileno – abastecimiento de combustible de alto caudal - OI KP28..... 125

Figura 16: Método de determinación de partículas respirable - Norma NIOSH 0600 128

Figura 17: Método de determinación de partículas totales - Norma NIOSH 0500 129

Figura 18: Concentración de Partículas Inhalables y Respirables por puesto de trabajo - O.I CUSCO..... 133

Figura 19: Concentración de Partículas Inhalables y Respirables - O.I CALCA 136

Figura 20: Concentración de Partículas Inhalables y Respirables - OI KP 28..... 139

Figura 21: Diagrama de flujo de procesos de Abastecimiento De Bajo Caudal..... 148

Figura 22: Diagrama de flujo de procesos de Abastecimiento De Alto Caudal..... 152

Figura 23: Diagrama de flujo de procesos de Inspección de EESS..... 153

Figura 24: Diagrama de flujo de procesos de Medición De Combustible 155

Figura 25: Diagrama de flujo de procesos de Descarga de Combustible 157

Figura 26: Diagrama de flujo de procesos de Trabajos De Oficina..... 159



Figura 27: Diagrama de flujo de procesos de Prueba De Serafín..... 161

Figura 28: Representación porcentual de los agentes físicos/químicos totales encontrados - OI CUSCO..... 169

Figura 29: Representación porcentual de los agentes físicos totales encontrados en la OI CUSCO..... 169

Figura 30: Representación porcentual de los agentes físicos/químicos del OC en la actividad "Abastecimiento de combustible bajo caudal" OI CUSCO 170

Figura 31: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del SO en la actividad "Inspección de estación de servicio" OI CUSCO 170

Figura 32: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del SO en la actividad "Trabajos de oficina" OI CUSCO..... 171

Figura 33: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del SO en la actividad "Medición del nivel de combustible" OI CUSCO 171

Figura 34: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del SO en la actividad "Descarga de combustible" OI CUSCO 172

Figura 35: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del SO en la actividad "Prueba de serafín" OI CUSCO 172

Figura 36: Representación porcentual de los agentes físicos/químicos totales encontrados en la OI CALCA 180

Figura 37: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del OC en la actividad "Abastecimiento de combustible alto caudal" OI CALCA..... 180

Figura 38: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del OC en la actividad "Abastecimiento de combustible alto caudal" OI CALCA..... 181

Figura 39: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del SO en la actividad "Inspección de estación de servicio" OI CALCA 181

Figura 40: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del SO en la actividad "Trabajos de oficina" OI CALCA..... 182

Figura 41: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del SO en la actividad "Medición del nivel de combustible" OI CALCA de estación de servicio" OI CALCA..... 182

Figura 42: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del SO en la actividad "Descarga de combustible" OI CALCA 183

Figura 43: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del SO en la actividad "Prueba de serafín" OI CALCA 183

Figura 44: Representación porcentual de los agentes físicos y químicos totales encontrados - OI KP28..... 191



Figura 45: Representación porcentual de los Agentes físicos totales encontrados - OI KP28..... 191

Figura 46: Representación porcentual de los agentes físico/químicos del OC en la actividad “Abastecimiento de combustible alto caudal” - OI KP28..... 192

Figura 47: Representación porcentual de los agentes físicos/químicos del SO en la actividad “Inspección de estación de servicio” - OI KP28 192

Figura 48: Representación porcentual de los agentes físicos/químicos del SO en la actividad “Trabajos en oficina” - OI KP28..... 193

Figura 49: Representación porcentual de los agentes físicos/químicos del SO en la actividad “Medición del nivel de combustible” - OI KP28 193

Figura 50: Representación porcentual de los agentes físicos/químicos del SO en la actividad “Descarga de combustible” - OI KP28 194

Figura 51: Representación porcentual de los agentes físicos/químicos del SO en la actividad “Prueba de serafín” - OI KP28 194

Figura 52: Resumen de hallazgos en la auditoría interna de OSS223



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

OSS: Operaciones servicios y sistemas E.I.R.L.

OI: Operaciones industriales

NCMA: No Conformidades Mayores

SSO: Seguridad Y Salud Ocupacional

COV's: Compuestos orgánicos volátiles

EESS: Estación De Servicio

NMR: Niveles Mínimos Requeridos

PMV: Voto Medio Estimado

PPD: Porcentaje Estimado de Insatisfechos

TLVs: Valores límites permisibles

TWA: Media Ponderada en el Tiempo

STEL: Exposición de Corta Duración

OP: Operador de combustible

SP: Supervisor de Operaciones

LP: límites permisibles

CRC: Camión recirculación cisterna

PI: Partículas Inhalables

PR: Partículas Respirables

UV: Ultravioleta

NO: Óxido de nitrógeno

dB: Decibelio



RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo evaluar y determinar los agentes físicos y químicos en las operaciones industriales; CUSCO, CALCA Y QUILLABAMBA de la empresa OSS-PRIMAX en el proyecto GASODUCTO SUR PERUANO, utilizando técnicas de ingeniería para la evaluación y determinación de los factores de riesgo físico/químicos.

Mediante un estudio descriptivo y con una población objeto de estudio (n=6) se recolectó información del plano de trabajo del operador de combustible y supervisor de operaciones en todas las operaciones industriales, haciendo uso del diagrama de flujo y la matriz GEMA se identificó que los siguientes factores de riesgo físico/químicos; iluminación, radiación, ruido, compuestos orgánicos volátiles, partículas inhalables y respirables, tienen mayor presencia en las actividades.

A través de un monitoreo con equipos certificados de dichos agentes, se procedió a evaluarlos, para el caso de partículas inhalables y respirables se esperó los resultados de laboratorio.

Con los resultados obtenidos se determinó si los agentes físicos y químicos presentes en las actividades que desarrollan los trabajadores representan un riesgo laboral, comparando los datos con estándares nacionales e internacionales de higiene ocupacional, se obtuvo que todos los trabajadores de las tres Operaciones Industriales; excepto el supervisor de operaciones de Calca, están expuestos a un nivel alto de radiación, además en el plano de trabajo del supervisor de operaciones de Cusco y Quillabamba (KP28) los niveles de iluminación se encuentran por debajo del Nivel Mínimo Requerido.

Palabras claves: Agentes físicos y químicos, factores de riesgo, iluminación, radiación, ruido, partículas inhalables y respirables (PI y PR), compuestos orgánicos volátiles (COV's), diagrama de flujo de operaciones, matriz GEMA, Monitoreo, operaciones industriales (OI), operador de combustible (OC), supervisor de operaciones (SO)



ABSTRACT

The objective of this thesis was to evaluate and determine the physical and chemical agents in industrial operations; CUSCO, CALCA AND QUILLABAMBA of the company OSS-PRIMAX in the project GASODUCTO SUR PERUANO, using engineering techniques for the evaluation and determination of physical / chemical risk factors.

Through a descriptive study and with a population under study ($n = 6$) information was collected from the work plan of the fuel operator and supervisor of operations in all industrial operations, making use of the flow chart and the GEMA matrix identified the following physical / chemical risk factors with greater presence in the activities; lighting, radiation, noise, thermal stress, organic compounds, inhalable and respirable particles.

Through a monitoring with certified equipment of said agents, we proceeded to evaluate them, for the case of inhalable and respirable particles the laboratory results were expected.

With the results obtained it was determined if the physical and chemical agents present in the activities that the workers develop represent a labor risk, comparing the data with national and international standards of occupational hygiene, it was obtained that all the workers of the three Industrial Operations; except for Calca's operations supervisor, they are exposed to a high level of radiation, and in the work plane of the Cusco and Quillamba operations supervisor (KP28), the lighting levels are below the Required Minimum Level.

Keywords: Physical and chemical agents, risk factors, lighting, radiation, noise, inhalable and respirable particles (PI and PR), volatile organic compounds (VOCs), flow of operations diagram, GEMA matrix, Monitoring, industrial operations (OI), fuel operator (OC), operations supervisor (SO)



CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Una de las formas más confiables de identificar los riesgos a la salud ocupacional de los trabajadores; debido a la presencia de agentes físicos y químicos es mediante la medición de estos, es decir un monitoreo.

De todos los riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores, los riesgos físicos y químicos son los más frecuentes, muchas veces las empresas pasan por alto estos factores debido a que su identificación requiere de instrumentos y especialistas certificados. Entre estos riesgos se encuentran los relacionados con las condiciones ambientales como la iluminación, el ruido, la radiación, las vibraciones, los compuestos orgánicos volátiles (COV's) y el polvo.

En OSS las actividades de oficina y algunos de campo requieren de exigencia visual.

Las actividades operativas se realizan a plena luz del día, por lo que los trabajadores están expuestos a la radiación natural; esta exposición no es uniforme, depende del lugar y los horarios de trabajo.

Los trabajadores se encuentran expuestos a fuentes generadoras de ruido; motor de abastecimiento y descarga, los cuales no presentan niveles altos, pero se debe saber que el ruido generado por estos equipos no representa riesgo en el lugar de trabajo.

El servicio que OSS-PRIMAX brinda al proyecto Ductos del Sur es el de abastecimiento de combustible; Diesel B5 S-50, por lo que es necesario determinar la cantidad de compuestos orgánicos volátiles presentes en el trabajo.

La mayoría de las empresas invierten una parte significativa de su presupuesto al área de seguridad, salud y medio ambiente (SSMA), para mantener la integridad física de los trabajadores, muchas veces este presupuesto está destinado a controles que no aportan ningún valor al trabajador (en materia de seguridad) y a la empresa.

Es por ello, que la investigación se basa en la determinación y evaluación de los agentes físicos y químicos que representen un riesgo a la salud ocupacional de los trabajadores en las OI de Primax en el proyecto Ductos del Sur.



La presente tesis tiene el tipo de investigación aplicada, un diseño cuantitativo, una población conformado por 13 trabajadores, y solo se consideró a los trabajadores que estén presentes el día del monitoreo. Realizando una muestra intencional o de conveniencia, para la recolección de datos se utilizó la técnica de observación de campo, para el procesamiento de datos nos apoyamos en los softwares de algunos equipos y formatos de campo.

El contenido de la presente tesis está constituido por:

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, se planteó la descripción y formulación del problema, así como la justificación, objetivos de la investigación y delimitación del estudio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS, se considera los antecedentes de la investigación a nivel regional, nacional e internacional; así como las bases teóricas que nos sirvieron de apoyo para la evaluación y determinación de agentes físicos y químicos.

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO, se describe el tipo y diseño de la investigación, la población de estudio y las técnicas de recolección y procesamiento de datos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN, se realizó una descripción detallada de las actividades que realiza el personal involucrado, con la finalidad de analizar cada puesto e identificar los factores físicos y químicos presentes en el trabajo; elaborando la matriz GEMA, luego se procedió a desarrollar los objetivos generales y específicos mediante un monitoreo de los factores identificados previamente.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, en este capítulo se realizó la descripción de los hallazgos más relevantes de los resultados, haciendo una comparación crítica con la literatura existente (estándares nacionales e internacionales) además se describieron las limitaciones e implicancias del estudio.



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los agentes físicos y químicos implican riesgos a los trabajadores, por eso es importante conocer la presencia de estos para tomar medidas de control que aseguren la salud de los mismo, según la OMS los factores de riesgos ocupacionales representan una parte considerable de la carga de morbilidad derivada de enfermedades ocupacionales; 37% de todos los casos de dorsalgia; 16% pérdida de audición, 13% de enfermedad pulmonar obstructiva crónica; 11% de asma; 8% de depresión.

Operaciones servicios y sistemas E.I.R.L. (OSS) es una empresa dedicada a la ejecución de servicios de tercerización, para la minería, petróleo, pesca, logística y comercio, brindando servicios a Empresas Transnacionales y Nacionales de prestigio.

Tiene como principal cliente a Corporación PRIMAX S.A. que a su vez opera los grifos de distintos proyectos mineros y empresas a nivel nacional; entre ellos destacan: Operación HUSBAY, Operación CIVA, Operación SIDERPERÚ, Operación LA ZANJA, operación PIERINA, operación LA OROYA, operación HAYDUK, operación LA ARENA, operación PACASMAYO, operación PARAMONGA, operación RANSA, operación RAURA, operación TANTAHUATAY, operación UNICON, operación CERRO CORONA, operación CHAVIMOCHIC y GASODUCTO SUR PERUANO; esta última conocida con el nombre de DUCTOS DEL SUR tiene tres sub-operaciones industriales(OI) ubicados en CUSCO, CALCA y QUILLABAMBA (KP28); la operación DUCTOS DEL SUR será nuestro tema de investigación.

Para el siguiente año la empresa OSS planteó obtener la certificación en el ISO 14001 y la OHSAS 18001, en tal sentido realizó una auditoría interna, con el objetivo de verificar el nivel de cumplimiento que OSS tiene en materia de seguridad, salud y medio ambiente, y prepararse para la auditoría externa que se requiere para el proceso de certificación, tanto para el ISO 14001 como para la OHSAS 18001.



La empresa encargada de realizar la auditoría interna fue TAURUS CONSULTING GROUP, quien emitió en su informe, las siguientes observaciones: (Ver anexo 1)

La mayoría de las observaciones y no conformidades dadas por dicha empresa son fácilmente subsanables, ya que se trata de temas documentarios, con excepción de una de las no conformidades mayores (NCMA): “No se evidencio la ejecución de monitoreo de agentes ocupacionales (Físicos, químicos, ergonómicos, psicosociales)”

Según el artículo 33 del D.S. 005 Reglamento de la ley 29783: “Ley de seguridad y salud en el trabajo”, indica que se debe tener registros obligatorios para implementar un sistema de gestión de seguridad efectivo, entre ellos destaca: el registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos.

La OSHAS 18001 solicitan como requisito N°4.5.1 que la organización debe establecer, implementar y mantener un procedimiento para monitorear y medir el desempeño en temas de SSO de forma regular o cuando sea necesario con equipos de medición calibrados y con su propio mantenimiento, así deben de mantener registros de las actividades de calibración, mantenimiento y de los resultados.

Los agentes físicos y químicos son los más frecuentes en los grifos y representan un nivel de riesgo mayor en comparación con los otros agentes ocupacionales, esto debido a que la mayoría de las actividades se desarrollan en condiciones ambientales desfavorables, los trabajos de oficina requieren de exigencia visual, las unidades y equipos generan ruido, al tratarse de un grifo, los trabajadores inhalan constantemente los vapores de combustible, los trabajadores están expuestos a la radiación solar y a polvos ya que los trabajos se desarrollan a campo abierto.

Muchas veces la organización no sabe a qué riesgos están expuestos sus trabajadores y destinan parte significativa de su presupuesto a controles que no aportan ningún valor en materia de seguridad ocupacional a los trabajadores.



OSS-PRIMAX trabaja sin un plan de prevención a los agentes físicos y químicos mencionados, siendo este una actividad que probablemente pueda generar gastos a la empresa por indemnización al generar daños a la salud de los trabajadores en el centro del trabajo.

El motivo por el cual se realiza la presente investigación es; evaluar y determinar solo los agentes físicos y químicos en las OI de Primax en el proyecto Ductos del Sur.



1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo evaluar y determinar los agentes físicos y químicos en las operaciones Industriales (OI); Cusco, Calca y Quillabamba (Kp 28) de la empresa Primax en el proyecto Gasoducto Sur Peruano 2017?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. Primer problema específico

¿Cómo evaluar y determinar los agentes físicos en las Operaciones Industriales (OI); Cusco, Calca Y Quillabamba (Kp 28) de la empresa Primax en el proyecto Gasoducto Sur Peruano 2017?

2. Segundo Problema específico

¿Cómo evaluar y determinar los agentes químicos en las Operaciones Industriales (OI); Cusco, Calca Y Quillabamba (Kp 28) de la empresa Primax en el proyecto Gasoducto Sur Peruano 2017?

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.3.1. Conveniencia

Los factores de riesgo de los agentes físicos y químicos están presentes en el ambiente de trabajo y es necesario evaluarlos y determinar si representan un daño a la salud de los trabajadores, con esta información los empleadores y colaboradores adoptaran una cultura de prevención para evitar enfermedades laborales.

El monitoreo de agentes físicos y químicos servirá a todo el personal de las Operaciones Industriales (O.I.) de OSS-Primax, como también al área de seguridad, salud y medio Ambiente de la empresa, ya que se podrá determinar la cantidad exacta de agentes a los que se está expuesto; por lo tanto, la parte empleadora tomará medidas preventivas en caso estos factores afecten a los trabajadores, de no presentar riesgos se tendrá la opción de destinar el presupuesto a otros casos.



Otro punto que considerar es el hecho de que se podrá subsanar la NCMA emitida en la auditoria interna por Taurus Consulting Group.

El tiempo del monitoreo fue corto, en un día se midieron todos los agentes físicos y químicos presentes en una operación, los equipos serán facilitados por la empresa OSS-Primax por lo que no se incurrirá en costos.

1.3.2. Relevancia social

Esta investigación tiene implicancia directa con la seguridad y salud de los 12 trabajadores de OSS-PRIMAX ya que suministrará información tanto a la parte empleadora como a la parte trabajadora, debido a que se tendrá conocimiento de los riesgos físicos y químicos presentes y se podrá destinar un presupuesto en materia de seguridad más enfocado, además los 12 trabajadores estarán conscientes de los riesgos que existen dentro de su operación.

Por otro lado, en cusco y otras ciudades del Perú, se desconoce la magnitud total de la población trabajadora en grifos que se encuentra expuesta a diferentes riesgos tanto físicos como químicos, esto se debe a inadecuados diagnósticos y registros, es por eso por lo que la evaluación y determinación de agentes físicos y químicos en las O.I de OSS - PRIMAX proporcionará información real al estado y a empresas similares, además colaborará con la estadística.

1.3.3. Implicancias prácticas

Esta investigación utiliza una metodología establecida por la empresa Primax, la cual sirve para determinar los factores a los que están expuestos los trabajadores en las operaciones industriales (OI) de Cusco, Calca Y Quillabamba (KP 28). Además, se hace comparación con los estándares nacionales e internacionales para verificar si la exposición a agentes físicos y químicos representan un riesgo para los trabajadores.



1.3.4. Valor teórico

Este trabajo tiene valor teórico porque utiliza teorías sobre seguridad y salud ocupacional (SSO) y factores de riesgo en el trabajo con la realización del monitoreo el personal aprenderá; las metodologías existentes para medir los agentes físicos y químicos, los estándares nacionales e internacionales que existen para cada agente y el nivel de exposición de los trabajadores respecto a los agentes ocupacionales.

Además, se usó una herramienta innovadora para la identificación de los agentes físicos y químicos; la matriz GEMA, esta importante herramienta facilitó la detección de los factores de riesgo asociados a los agentes ocupacionales presentes en las O.I de OSS-PRIMAX, basándose en características cualitativas del entorno como el ambiente, los equipos, el material con el que se trabaja e incluso considerando a la gente que desarrolla sus actividades en el proyecto.

Con este estudio se busca identificar de manera exacta si existen agentes Físicos y Químicos en las operaciones industriales de Cusco, Calca y Quillabamba (Kp 28) dentro del proyecto Gasoducto Sur Peruano.

En caso de que los agentes mencionados líneas arriba estén presentes, los datos arrojados en el monitoreo serán comparados con los lineamientos y/o estándares existentes, es decir que se verificará los límites máximos permisibles y los niveles mínimos requeridos para: ruido, iluminación, radiación, compuestos orgánicos volátiles y partículas inhalables y respirables.

1.3.5. Utilidad metodológica

En esta investigación se utiliza una nueva metodología denominada matriz GEMA; este innovador método permitió identificar de manera óptima y detallada la presencia de factores de riesgos físicos y químicos en el proyecto ductos del sur.



1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Evaluar y determinar los agentes físicos y químicos en las operaciones industriales; Cusco, Calca y Quillabamba (Kp28) de la empresa Primax en el proyecto gasoducto sur peruano 2017.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Evaluar y determinar los agentes físicos en las operaciones industriales; Cusco, Calca y Quillabamba (Kp28) de la empresa Primax en el proyecto gasoducto sur peruano 2017.
2. Evaluar y determinar los agentes químicos en las operaciones industriales; Cusco, Calca y Quillabamba (Kp28) de la empresa Primax en el proyecto gasoducto sur peruano 2017.

1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1. Delimitación Espacial

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la empresa Consorcio Constructor Ductos Del Sur (CCDS) en el departamento Cusco, en las sedes:

- CCDS Cusco, ubicado en A.P.V. HUAYNA CAPAC NRO. S/N C.P. CHIMPAHUAYLLA / CUSCO - CUSCO - SAN JERONIMO (campamento base Cusco).
- CCDS Calca, ubicado en PARCELA NRO. 27 SEC. CCAYTO / CUSCO - CALCA – CALCA (Campamento base Calca).
- CCDS Quillabamba (Kp 28), ubicado en PARCELA NRO. 83 SEC. PISPITA / CUSCO - LA CONVENCION – ECHARATE. (campamento base Kp 28).

1.5.2. Delimitación Temporal

La presente investigación empezó desde noviembre del 2016 a septiembre del 2017.



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO DE LA TESIS

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

TÍTULO: “RIESGOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS, ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA – UNIVERSIDAD DEL ORIENTE”

AUTOR: Bejas R. y Marcano L.

LUGAR: Universidad del Oriente – Escuela de ciencias de la tierra

PAIS: Bolívar – Venezuela

AÑO: 2011

RESUMEN:

El objetivo de esta investigación fue la evaluación de factores de riesgos físicos, químicos y biológicos, en el laboratorio de suelos de la Escuela de Ciencias de la Tierra Universidad de Oriente (UDO), Núcleo Bolívar – Estado Bolívar; ubicada en la calle san Simón perteneciente al municipio Heres, sector La Sabanita.

El método de evaluación de riesgos utilizado es el establecido en la norma COVENIN 4004 – 2000. Partiendo de los resultados obtenidos se establecen las medidas que deben aplicarse y el tiempo en el cual se deben aplicar.

CONCLUSIONES:

- A través de la observación directa se evidenció la existencia de factores de riesgo físico en el laboratorio de suelos, destacándose la insuficiencia en la iluminación debido al deterioro de los tubos fluorescentes instalados. De la misma manera se constata el problema generado por la ventilación en el lugar, originado por el mal funcionamiento de los acondicionadores de aire. Posteriormente de la realización de una encuesta estructurada aplicada a los estudiantes y el técnico encargado del laboratorio, los datos estadísticos arrojaron un 48% de nivel de riesgo moderado en el factor de iluminación, y



un 61% de nivel de riesgo tolerable en el factor de ventilación, según la clasificación de la Norma COVENIN 4004 – 2000.

- El techo del lugar es de asbesto, material altamente peligroso que desprende partículas pequeñas que permanecen suspendidas por el aire, pudiendo destacarse tal condición como factor de riesgo químico, obteniendo un porcentaje de 58% de nivel de riesgo trivial por la presencia del mismo en el lugar, según la encuesta estructurada en el lugar de trabajo. Así mismo, se considera la manipulación de sustancias químicas como el Ácido Clorhídrico y el Hexametáfosfato de Sodio sin el debido equipo de protección personal como un notable factor de riesgo químico, arrojando un porcentaje del 52% de uso de sustancias químicas en un nivel de riesgo Moderado. A través de la clasificación de la Norma COVENIN 4004 – 2000.
- Como factor de riesgo biológico se observó la excesiva acumulación de polvo esparcido por todo el lugar de trabajo, es considerado un porcentaje de 58% de nivel de riesgo Importante según la Norma COVENIN 4004 – 2000. Así también el 42% de las personas encuestadas coincidieron que las enfermedades producidas por tal factor de riesgo biológico poseen un nivel de riesgo Moderado. De la misma manera a través de un análisis de muestra de suelos, tomadas del laboratorio en estudio, enviadas al Departamento de Parasitología y Microbiología de la Escuela de Ciencias de la Salud “Dr. Francisco Battistinni Casalta” para la aplicación de un examen directo con la técnica de Faust, Kato, Formol – Eter, Rugai, se pudo constatar en el polvo generado debido a los diferentes ensayos que allí se realizan, da lugar a la aparición de bacterias, parásitos y hongos.
- Por otra parte, son considerados los daños ocasionados por accidentes en el área de trabajo, a través de la norma COVENIN 4004 – 2000 en un 42% de nivel de riesgo importante, según los estudiantes encuestados y el técnico que allí labora.



- Además, por medio de observación directa se observó la obstrucción de la adecuada movilización de personas debido a que el material, equipos y accesorios de trabajos están muy cerca los unos de los otros.
- La falta de mantenimiento en el lugar de trabajo se hizo notar durante las visitas realizadas, y la ausencia de inspecciones periódicas que verifiquen las condiciones en las que se encuentra el laboratorio y las actividades que en él se realizan.

COMENTARIO:

Se toma como referencia esta investigación porque el objetivo de estudio son los factores de riesgo considerando entre ellos los agentes físicos y químicos que tan bien son motivos de la presente investigación.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

TITULO: “PROPUESTA DE MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD OCUPACIONAL DEBIDO A AGENTES QUÍMICOS”

AUTOR: Cabello I.

LUGAR: Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Ambiental.

PAIS: Lima – Perú

AÑO: 2010

RESUMEN:

En esta tesis proponen una matriz para valorar los riesgos a la salud ocupacional debido a la exposición a agentes químicos en el ambiente de trabajo.

Se usó programas como Microsoft Access y Excel para almacenar bases de datos y lenguaje de programación Java para el desarrollo de un software.



CONCLUSIONES:

- La cuantificación de riesgos en Higiene Industrial es un proceso de gran importancia para que la Higiene Industrial, como ciencia, devenga más relevancia. Esta valoración debe ser aplicable en los sistemas de prevención de riesgos, en los cuales además de una política clara, se requiere objetivos precisos y sobre todo cuantificables para la medición del desempeño; en este caso, de la prevención de riesgos en Higiene Industrial.
- Una evaluación de riesgo en Higiene Industrial sin estrategia de muestreo carece de sustento científico y desvirtúa el objetivo de esta ciencia. Las estrategias de muestreo nos permiten lidiar contra la incertidumbre que está presente en todos los escenarios de muestreo, así como también definir las preguntas básicas ¿Qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Cómo?, ¿Con qué?, ¿A quiénes medir?
- El modelamiento matemático es una herramienta poderosa, que nos permite además de predecir exposiciones, visualizar tendencias y reducir costos de monitoreo.

COMENTARIO:

Se toma como referencia esta investigación porque una metodología nueva para la evaluación de riesgos, puesto que también en nuestra investigación utilizamos una metodología nueva para la identificación de riesgos físicos y químicos.



2.1.3. Antecedentes a nivel regional

- **TITULO:** “DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO BAJO LA NORMAL OHSAS 18001 PARA LA EMPRESA CERÁMICAS KANTU S.A.C - 2017”

AUTOR:

- Becerra M. y Contreras L.

LUGAR: Universidad Particular Andina del Cusco – Facultad de Ingeniería Industrial.

PAIS: Cusco – Perú

AÑO: 2017

RESUMEN:

El presente trabajo de investigación está basado en el cumplimiento de la Ley N° 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, el D.S. 005 – 2012 TR y en el Sistema Internacional de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, OHSAS 18001.

El Diseño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo tendrá impactos importantes en los diferentes procesos productivos y administrativos de la empresa, tanto en el aspecto económico, como en el bienestar y salud de los trabajadores, lo cual permitirá controlar los niveles de riesgos que pueda existir en una actividad de trabajo, elaborando la Matriz IPERC, dando capacitaciones según la actividad de Trabajo, creando procedimientos de Trabajo, implementando formatos de Seguridad y Registros de Seguridad, Diseñando el plan de Contingencia ante Emergencias, con constantes inspecciones y verificaciones de las actividades de trabajo y con el cumplimiento de lo ya mencionado anteriormente, se llegara a crear una cultura de seguridad y eliminara los posibles incidentes y accidentes durante el trabajo diario.



CONCLUSIONES:

- Se diseñó el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo basado en la norma OHSAS 18001 para la empresa CERAMICAS KANTU S.A.C., con el objetivo de determinar, controlar y eliminar los riesgos existentes en los diferentes puestos de trabajo, así mismo dar a conocer a los trabajadores sobre la existencia de dichos riesgos y de esta manera concientizarlos para lograr prevenir accidentes laborales y contribuir en la mejora continua del sistema de gestión de seguridad de salud en el trabajo de la empresa CERAMICAS KANTU S.A.C.
- Se identificaron los riesgos mediante la matriz IPERC y GEMA teniendo como resultado 25 riesgos importantes y ninguno intolerable.
- Se determinaron medidas de control para todos los riesgos encontrados, la cuales están detalladas en la matriz IPERC, con la finalidad de eliminar, sustituir, dar controles de ingeniería, controles administrativos y por último el uso de equipos de protección personal de acuerdo con la necesidad.
- Se diseñó la documentación requerida para el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la empresa CERAMICAS KANTU S.A.C, con el fin de establecer planes de prevención y medir el desempeño del sistema, mediante la revisión documentaria, con auditorías internas y externas contratadas por la empresa anualmente. Se estableció los planes de emergencia para la empresa, que proporcionan las directrices en caso se presente una, además propician la participación de todos los empleados y esto fomenta un buen clima organizacional.

**COMENTARIOS:**

Esta investigación se toma como referencia, puesto que en el desarrollo de la misma se hace huso de la matriz gema para la identificación de peligros, lo que se asemeja a la presente investigación puesto que se hace uso de la matriz gema para la identificación de riesgos físicos y químicos en las actividades.

- **TITULO:** “ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RUIDO OCUPACIONAL EN LOS TRABAJADORES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL SEGÚN NORMAS INTERNACIONALES EUROPEA Y OSHA-NIOSH EN EL CONSORCIO VÍAS DE CUSCO”

AUTOR: Curo W.

LUGAR: Universidad Particular Andina del Cusco – Facultad de Ingeniería Industrial.

PAIS: Cusco – Perú

AÑO: 2016

RESUMEN:

Para la investigación, se toma como datos de inicio, el monitoreo de ruido ocupacional realizado en la organización Vías de Cusco, tomando en consideración 6 puestos de trabajo (oficial Ferrero, operario soldador, operador motoniveladora, vigía de movimiento de tierra, operario albañil y operario carpintero) para luego analizar estos datos aplicando la norma europea y Osha – Niosh, obteniéndose resultados menores de niveles de exposición a ruido en comparación al monitoreo realizado: se consiguió también obtener los tiempos reales de exposición del trabajador de construcción civil en su puesto de trabajo.

CONCLUSIONES:

- Según el análisis y evaluación del ruido ocupacional según las normas europea y Osha – Niosh, obtenemos los siguientes resultados en el cuadro:

Puesto de trabajo	Nivel de Exposición			Tiempo de Exposición		
	Europea	Osha-Niosh	Monitoreo	Europea	Osha-Niosh	Monitoreo
Oficial Fierro	88		95	4 h		
Operario Soldador	71.4		77.43			
Operador Motoniveladora	72.93	69.2	75.2			
Vigía Mov. De tierra	75.15	67.2	77.2			
Operario Albañil	83	80	90	12 h 41 min 24 seg.		
Operario Carpintero	67.14	62	72.2			

Fuente "Curo W."

- Se observa que la norma europea y Osha-Niosh, son más completas y reales que los datos del monitoreo de ruido ocupacional que se hizo en la empresa vías de Cusco 2016.
- Este análisis y evaluación nos evita sobre costos en los equipos de protección personal, accidentes de trabajo, enfermedades ocupacionales, etc. Podemos decir que nos ayuda a seguir con la producción del proyecto, evitando demoras o paralizaciones originales por el ruido ocupacional.
- Se evalúa las características y resultados del monitoreo de ruido ocupacional de la empresa "López, Servicios Ambientales E.I.R.L" realizado en marzo del 2016 en la empresa Vías de Cusco 2016, observando los distintos puestos de trabajo, equipos, resultados que solo nos muestran nivel de exposición, quedando un vacío en cuanto al tiempo real que deben estar expuesto los trabajadores.
- Se determina el tiempo de exposición al ruido ocupacional, de acuerdo al cuadro de la conclusión uno, se observa tiempos reales de exposición según nivel de ruido al que está expuesto el trabajador en el puesto de trabajo, muy a diferencia del monitoreo de ruido ocupacional que no se cuenta con tiempo de exposición real según los niveles de ruido.



- Se observa que los niveles de exposición expresadas en decibeles, según las normas europeas y Osha Niosh son más bajas que las del monitoreo de ruido ocupacional que se realizó en el consorcio Vías de Cusco, dándonos una mejor toma de decisiones para los trabajos que realizan los distintos puestos de trabajo y la adquisición de equipos de protección auditiva.

COMENTARIO:

Se toma como referencia esta investigación porque tiene como objetivo la evaluación de ruido en las cuales se trabaja con las normas NIOSH Y OSHAS, parte de los objetivos de la presente investigación.



2.2. MARCO LEGAL

2.2.1. Normas Legales

- **Ley N° 29783: “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo” (20 de agosto de 2011)**

Artículo 50. Medidas de prevención facultadas por al empleador

El empleador aplica las siguientes medidas de prevención de los riesgos laborales:

- c) Eliminar las situaciones y agentes peligrosos en el centro de trabajo o con ocasión del mismo y, si no fuera posible, sustituirlas por otras que entrañen menor peligro.

Artículo 56. Exposición en zonas de riesgo

El empleador prevé que la exposición a los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales concurrentes en el centro de trabajo no generen daños a la salud de los trabajadores.

Comentario: Realizar un diagnóstico inicial de la situación actual de la empresa, verificar la presencia de agentes ocupacionales y si estos representan un riesgo, utilizar medidas de control mediante un monitoreo de higiene ocupacional, el empleador podrá constatar si los trabajadores están expuesto a agentes ocupacionales.

- **D.S. 005-2012-TR – Reglamento de la ley 29783 / Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (25 de abril de 2012)**

Artículo 33. Los registros obligatorios del sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo son:

- c) Registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos.

Comentario: Se puede realizar un estudio de línea base con cualquier agente, dejando como recomendación realizar un monitoreo de todos los agentes ocupacionales en el futuro.



- **Ley 30222 – Ley que modifica la ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (10 de julio de 2014)**

“DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS MODIFICATORIAS”

CUARTA. Modificase el artículo 168-A del condigo penal, con el texto siguiente:

Artículo 168-A. Atentado contra las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

El que, deliberadamente, infringiendo las normas de seguridad y salud en el trabajo y estando legalmente obligado, y habiendo sido notificado previamente por la autoridad competente por no adoptar las medidas previstas en estas y como consecuencia directa de dicha inobservancia, ponga en peligro inminente la vida, salud o integridad física de sus trabajadores, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Si, como consecuencia de la inobservancia deliberada de las normas de seguridad y salud en el trabajo, se causa la muerte del trabajador o terceros o le producen lesión grave, y el agente pudo prever este resultado, la pena privativa de libertad será no menor de cuatro ni mayor de ocho años en caso de muerte y, no menor de tres ni mayor de seis años en caso de lesión grave.

Se excluye la responsabilidad penal cuando la muerte o lesiones graves son producto de la inobservancia de las normas de seguridad y salud en el trabajo por parte del trabajador.

Comentario: Según el reglamento de la ley 29783; D.S. 005-202-TR, indica que se debe tener un registro obligatorio del monitoreo de agentes ocupacionales llamado higiene ocupacional, si la empleadora obvia esto, no solo incumplirá con el sistema de gestión, sino pondrá en peligro la integridad física de sus trabajadores al no saber si la exposición a agentes ocupacionales representa un riesgo a la salud.



- **D.S. N° 024–2016–EM – Este Decreto aprueba el reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.**

Subcapítulo I Alcances

Artículo 101. La gestión de Higiene ocupacional debe incluir:

- a) La identificación de peligros y evaluación de riesgos que afecte la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores en sus puestos de trabajo.
- b) El control de riesgos relacionados a la exposición a agentes físicos, químicos, biológicos y ergonómicos en base a su evaluación o a los límites de exposición ocupacional, cuando estos apliquen.
- c) La incorporación de prácticas y procedimientos seguros y saludables a todo nivel de la operación.

Comentario: Comentario: Esta gestión de higiene ocupacional aplica al rubro energía y mina, un control eficiente se logrará mediante un monitoreo optimo, comparando los resultados con estándares definidos en la norma y si no los hubiere, con estándares internacionales.

Capítulo XI. Higiene Ocupacional

Subcapítulo II. Agentes Físicos

Artículo 102. Todo titular de actividad minera deberá monitorear los agentes físicos presentes en las actividades mineras y conexas, tales como: ruido, temperaturas extremas, vibraciones, iluminación y radiaciones ionizantes y otros.

Artículo 103. Cuando el nivel de ruido o el nivel de exposición supere los valores indicados en el ANEXO N° 12 (ver anexo xx), se adoptarán las medidas correctivas siguiendo la jerarquía de controles establecida en el artículo 96 del presente reglamento. Para la medición de ruido se utilizará la Guía N° 1.

Artículo 107. El titular de la actividad minera deberá realizar las mediciones de radiaciones de acuerdo a lo establecido por el IPEN (Instituto Peruano de Energía Nuclear) tanto para mediciones de áreas como para las dosimetrías.

Artículo 108. En trabajos que implican exposición a radiación solar, el titular de actividad minera debe proveer protección como ropa de manga larga,



bloqueador solar, viseras con protector de nuca y orejas, controlar la exposición del trabajador a los rayos solares y en tal sentido, determinara como parte del EPP el uso de bloqueador solar con el factor de protección solar (FPS), recomendable debiéndose emplear como mínimo un bloqueador con un FPS de treinta (30).

Comentario: Se pueden establecer estudios de línea base determinando la presencia de agentes por observación y realizar monitoreos aplicables a todos los agentes físicos en el desarrollo del proyecto, la medición de radiación solar UV puede ser realizada con un equipo que mide la energía en mW/cm² y comparar los resultados con estándares internacionales.

Subcapítulo III. Agentes Químicos

Artículo 110. El titular de actividad minera efectuara mediciones periódicas y las registrará de acuerdo al plan de monitoreo de los agentes químicos presentes en la operación minera tales como: polvos, vapores, gases, humos metálicos, neblinas, entre otros que puedan presentarse en las labores e instalaciones, sobre todo en los lugares susceptibles de mayor concentración, verificando que se encuentren por debajo de los Límites de Exposición Ocupacional para Agentes Químicos de acuerdo a lo señalado en el ANEXO N° 15 y lo demás establecido en el Decreto Supremo N° 015 – 2005 – S.A. y sus modificatorias, o la norma que lo sustituya, para garantizar la salud y la seguridad de los trabajadores.

Artículo 111. La concentración promedio de polvo respirable en la atmosfera de la mina, a la cual cada trabajador está expuesto, no será mayor del Límite de Exposición Ocupacional de tres (3) miligramos por metro cubico de aire para una jornada de ocho (8) horas.

Comentario: El monitoreo de agentes químicos dependerá del tipo de actividad que realice la empresa, algunas sustancias químicas peligrosas no cuentan con LMP en el D.S N° 015-2005-S.A. por lo que será necesario hacer uso de estándares internacionales.



TÍTULO CUARTO. Gestión de las operaciones mineras

Capítulo XII. Iluminación

Artículo 352. Todas las estructuras superficiales, pasillos gradas, escaleras paneles e interruptores, zonas de carga y descarga y áreas de trabajo deberán contar con iluminación apropiada.

Artículo 358. Todos los lugares de trabajo y, en general, los espacios interiores de los establecimientos estarán provistas de iluminación artificial cuando la natural sea insuficiente.

La iluminación artificial tendrá una intensidad uniforme y adecuada, y distribuida de tal manera que cada máquina, equipo, banco de trabajo o lugar donde se efectuó alguna labor estén separados en concordancia con los niveles de iluminación señalados y, en todo caso, que no proyecten sombras o produzcan deslumbramientos o lesión a la vista de los trabajadores, u originen apreciable cambio de temperatura.

La iluminación de los diferentes lugares de los establecimientos estará de acuerdo con el ANEXO N° 37.

Comentario: Dentro del anexo se especifican los niveles mínimos requeridos por área de trabajo; aunque no necesariamente se aplicaran los estándares según el área, se hará la comparación según el tipo de trabajo que se desarrolle.

- **Ley N° 30102: 2013 “Ley que dispone las medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar”**

Artículo 1. Objeto de la ley

La presente ley tiene como objeto de establecer medidas de prevención, que las instituciones y entidades públicas y privadas tienen que adoptar, para reducir los efectos nocivos para la salud ocasionada por la exposición a radiación solar. El Ministerio de Salud es el órgano rector que dicta la política pública a nivel nacional.

**Artículo 7. Difusión de los niveles de Radiación Solar**

El poder ejecutivo a través del servicio nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), debe difundir diariamente los niveles de radiación ultravioleta en el país, así como sus efectos nocivos para la salud.

- **Nota Técnica N°002 – 2016 SENAMHI**

Pronostico con cobertura nacional del índice de radiación solar Ultravioleta.

En este trabajo se plantea una metodología para poner a disposición en 195 capitales provinciales del país, el pronóstico de la intensidad de la radiación solar ultravioleta, mediante el índice ultravioleta (UVI), como un indicador de su potencial para producir daño a las personas y para que se adopten medidas de protección.

Comentario: Los niveles de radiación se utilizarán como referencia para verificar la clasificación del riesgo para la fecha del monitoreo.

- **D.S. N° 015-2005-SA “Reglamento sobre valores Límites Permisibles para Agentes Químicos en el ambiente de trabajo”**

Artículo 1. Objetivos

Los valores límites permisibles se establecen para proteger la salud de los trabajadores de toda actividad ocupacional y a su descendencia, mediante la evaluación cuantitativa y para el control de riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, de agentes químicos presentes en los puestos de trabajo.

Artículo 2. Ámbito de aplicación

La presente norma se aplicará a nivel nacional en todos los ambientes de trabajo donde se utilicen agentes o sustancias químicas o cancerígenas que puedan ocasionar riesgos y/o daños a la salud y seguridad de los trabajadores. Así mismo, dichos valores deben ser aplicados por profesionales con conocimiento en temas vinculados a la Salud e Higiene Ocupacional.

Comentario: En caso de que una determinada sustancia no se encuentre en el D.S. N° 015-2005-S.A se hará uso de estándares internacionales.

2.2.2. Estándares

➤ Iluminación

Según el D.S. N° 024-2016-EM – aprueba el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería. Título cuarto “Gestión de las operaciones mineras”, capítulo XII, ANEXO N° 37, establece los niveles mínimos de iluminación que deben observarse en el lugar de trabajo, considerando la tarea visual a realizar:

Tabla 1: Valores de iluminación en el ambiente de trabajo

ÁREAS DE TRABAJO	Expresado en LUX
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina, salas que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en funciones y trabajos similares.	300
Salas y paneles de control	300-500
Trabajos con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas y trabajos similares.	500
Revisión prolija de artículos, corte y trazado	1000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste	1500-2000
ILUMINACIÓN DE OFICINAS	Expresado en LUX
Ambientes pequeños.	500 - 700
Ambientes grandes.	750 - 1000
Salas de reuniones.	500 - 700
Salas de dibujo (mínimo).	1000
Aulas de clases.	300 - 500
Salas de conferencias y auditorios.	300 - 500

Fuente: D.S. N° 024-2016-EM – “Reglamento de Seguridad y Salud en Ocupacional en Minería”, Anexo N° 37; Niveles mínimos de iluminación.

➤ **Radiación UV**

Según la Nota Técnica N°002 – 2016 SENAMHI “Pronostico con cobertura nacional del índice de radiación solar ultravioleta”, la OMS considera la siguiente escala de colores y categoría internacional de exposición:

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
BAJA	<2
MODERADA	3 A 5
ALTA	6 A 7
MUY ALTA	8 A 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11 +

Fuente: OMS (2003)

Figura 1: Categoría de exposición a la radiación UV

SENAMHI utiliza el pronóstico de la intensidad de la radiación solar ultravioleta mediante el índice ultravioleta como un indicador de su potencial para producir daños a las personas, y para que se adopten medidas de protección. Actualmente presente en sus informes una escala y colores diferentes a los establecidos por la OMS:

Tabla 2: Categoría de exposición a la radiación UV utilizada por SENAMHI

RIESGO	INDICE UV	ACCIONES DE PROTECCIÓN
MÍNIMO	1 - 2	Ninguna.
BAJO	3 - 5	Aplicar factor de protección solar.
MODERADO	6 - 8	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero.
ALTO	9 - 11	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero y gafas con filtro UV-A y B.
MUY ALTO	12 - 14	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero y gafas con filtro UV-A y B.
EXTREMO	> 14	Aplicar factor de protección solar, uso de sombrero y gafas con filtro UV-A y B. Exposiciones al sol por un tiempo limitado.

Fuente: Nota Técnica N°002-2016 SENAMHI

Tabla 3: límites acción para radiación solar

TIEMPO DE EXPOSICIÓN	DENSIDAD DE ENERGÍA O DE POTENCIA
Menor de 16 minutos	1 J/cm ²
Mayor de 16 minutos	1 mW/cm ²

Fuente: D.S. N° 594 / Gobierno de Chile (Límites Permisibles Para Piel Y Ojos (Longitud De Onda De 320 NM A 400 NM)).

➤ **Ruido**

Según el D.S. N° 024-2016-EM – aprueba el reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, establece que, para los trabajos o las tareas con exposición a ruido, debe tomarse en cuenta el tiempo de exposición y se observara el siguiente criterio:

Tabla 4: Límite máximo permisible en ruido en función al tiempo de exposición

ESCALA DE PONDERACIÓN "A"	TIEMPO DE EXPOSICION MÁXIMO EN UNA JORNADA LABORAL
82 decibeles	16 horas/día
83 decibeles	12 horas/día
85 decibeles	8 horas/día
88 decibeles	4 horas/día
91 decibeles	1 ½ horas/día
94 decibeles	1 hora/día
97 decibeles	½ horas/día
100 decibeles	¼ horas/día

Fuente: Msha (Mine Safety And Health Agency De Usa)

➤ **Estrés térmico**

Según la Resolución Ministerial N° 375-2008 TR "Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Di ergonómico".

La velocidad del aire tendrá las siguientes características. 0.25 m/s para trabajo en ambientes no calurosos, 0.50 m/s para trabajos sedentarios en ambientes calurosos, 0.75 m/s para trabajos no sedentarios en ambientes calurosos.

En los lugares de trabajo donde se usa aire acondicionado la humedad relativa se situará entre 40% (cuarenta) por ciento y 90 % (noventa) por ciento.

Según la UNE en ISO 7730:2006 Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices de PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.

UNE ISO 7730:2006 VALORES DE REFERENCIA PARA EL BIENESTAR TÉRMICO GLOBAL

$$-0.5 < PMV < + 0.5 \quad \text{ó} \quad PPD < 10\%$$

Fuente: ISO 7730 "Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local"

Tabla 5: Índice de sensación térmica en función del valor del voto medio estimado

IMV	SENSACIÓN TÉRMICA QUE PRODUCE
+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
-1	Ligeramente fresco
-2	Fresco
-3	Frio

Fuente: ISO 7730 "Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local"

➤ **Vibración**

Según el D.S. N° 024-2016-EM – en el capítulo XI "Higiene Ocupacional" en el Artículo 109.- para el caso de exposición de los trabajadores a vibraciones, se debe cumplir con los valores que se indican a continuación:

- Para exposición a vibraciones en cuerpo completo: el valor máximo de aceleración en ocho (8) horas de 1.15 m/s².
- Para exposiciones a vibraciones mano-brazo:

Tabla 6: Límite máximo permisible en ruido en función al tiempo de exposición

Duración total diaria de la exposición (1)	Valores a no exceder por el componente de la aceleración dominante, rms y ponderada, m/s ² (2)
4 horas a menos de 8 horas	4
2 horas a menos de 4 horas	6
1 hora a menos de 2 horas	8
Menos de 1 hora	12

Fuente: D.S. N° 024-2016- EM – “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería”, CAPITULO XI - HIGIENE OCUPACIONAL, Artículo 109.

(1) : el tiempo total en que la vibración ingresa a la mano por día, ya sea continua o intermitente.

(2) : usualmente uno de los ejes (x,y ó z) de la vibración es el dominante (de mayor valor) sobre los otros dos. Si uno o más ejes exceden la exposición total diaria, entonces el límite ha sido excedido.

Donde:

rms: amplitud de una señal de vibración en términos de nivel “pico”, nivel “pico a pico”

➤ Cov's

Según el Decreto Supremo N° 015-2005-SA “Reglamento sobre valores límite permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo”, la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999 “Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen, o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral” y el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) con el documento “Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2014” establecen tablas con los valores límite permisibles de todas las sustancias químicas que representan un riesgo para la salud. Para esta tesis se considerarán los tres documentos debido a que algunos valores límites permisibles de las sustancias químicas que contiene el Diésel B5-S50 no se encuentran en el D.S N°015-2005-SA.

La siguiente tabla muestra los Valores Límite Permisibles de las sustancias más peligrosas del Diésel B5-S50:

Tabla 7: Valores límite permisible para agentes químicos en el ambiente de trabajo

Contaminante	Límite permisible (TWA)		Límite permisible (STEL)	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Benceno	05*	1.6*	5**	16**
Tolueno	50*	188*	100***	384***
Xileno	100*	434*	150*	651*
Etilbenceno	100*	434*	125*	543*

Fuente: D.S. N°015-2005-SA, NOM-010-STPS-1999, Límites de exposición profesional para gentes químicos en España 2014***

➤ Partículas inhalables y respirables

Según el artículo 110, subcapítulo III “Agentes Químicos”, capítulo XI “Higiene Ocupacional” del Decreto Supremo N° 024-2016-EM. El titular de actividad minera efectuara mediciones periódicas y las registrará de acuerdo al plan de monitoreo de los agentes químicos presentes en la operación minera tales como: polvos, vapores, gases, humos metálicos, neblinas, entre otros que puedan presentarse en las labores e instalaciones, sobre todo en los lugares susceptibles de mayor concentración, verificando que se encuentren por debajo de los Límites de Exposición Ocupacional para Agentes Químicos de acuerdo a lo señalado en el ANEXO N° 15:

Tabla 8: Límites máximos permisibles para partículas inhalables y respirables

Contaminante	Límites Permisibles		Nivel de Acción según la OHSAS
	TWA-8 horas		
Polvo Inhalable	10 mg/m ³		5 mg/m ³
Polvo Respirable	3 mg/m ³		1.5 mg/m ³

Fuente: Anexo n° 15, D.S. N°024-2016-EM

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es una representación gráfica con un nivel alto de detalle sobre cada actividad, además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos. Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege de un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización.

Estos cinco símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos que se utilizan en los diagramas de flujo de proceso. (Niebel, 2009, pág. 26).

➤ Procedimiento para elaborar Diagramas de flujo

Para la elaboración del diagrama de flujo se usó como referencia la teoría descrita en el libro de "Ingeniería Industria" de Niebel, se describieron las actividades de los puestos mediante observación insitu, donde se registraron los siguientes datos; distancia, se midió en metros con ayuda de una wincha, y tiempo; controlado con un cronómetro, esto con el objetivo de saber el tiempo de ejecución de cada tarea realizada por el trabajador y poder determinar con ayuda de la matriz GEMA aquellas zonas a monitorear por mayor tiempo de exposición.

2.3.2. GEMA

El GEMA muestra los cuatro factores que normalmente causan los accidentes; los mismos que son: GENTE: Que se refiere al trabajador o cualquier persona que circule por el espacio de trabajo, EQUIPO: Que se refiere al equipo de trabajo, máquinas y herramientas entre otros, MATERIALES: Que se refiere al



material de trabajo que está siendo procesado o utilizado, AMBIENTE: Referido al espacio de trabajo, el mismo que puede ser afectado por cualquier defecto en el proceso o falta de protección, siendo afectado incluso por el clima, pudiendo ocasionar un accidente. (Norma-Ohsas18001.blogspot.pe, 2015)

➤ **GENTE**

Que incluye tanto al personal de producción, mantenimiento, calidad, administrativo y ejecutivo de la empresa, donde además debería considerarse las personas relacionadas con el trabajador. Un aspecto claro es que usualmente el trabajador se encuentra involucrado en la mayoría de los accidentes que ocurren dentro de una empresa. (Norma-Ohsas18001.blogspot.pe, 2015)

➤ **EQUIPO**

Este elemento por su parte incluye las herramientas y maquinarias con las que usualmente trabaja el personal, las cuales constituyen una de las partes principales de los accidentes desde el año 1900 y también uno de los blancos de las causas más frecuentes de accidentes que implican mayor gravedad. (Norma-Ohsas18001.blogspot.pe, 2015)

➤ **MATERIAL**

Que incluye los distintos materiales que por su naturaleza pueden ser cortantes, pesados, tóxicos, abrasivos o pueden encontrarse a altas temperaturas. Generalmente estos materiales ingresan a las industrias como materias primas y salen al mercado desconociéndose muchas veces a ciencia cierta, los peligros que pueden presentar. (Norma-Ohsas18001.blogspot.pe, 2015)

➤ **AMBIENTE**

Involucra básicamente el ambiente, el mismo que está formado por todo o que rodea a la gente, incluyendo el aire que se respira, los edificios, las estructuras en general, iluminación, humedad, intensidad de ruido, condiciones atmosféricas, etc. Hoy en día este aspecto representa la fuente principal de las causas de un número de enfermedades que tiende a incrementarse, ocasionado el ausentismo laboral y la mala calidad del trabajo. (Norma-Ohsas18001.blogspot.pe, 2015)



➤ **Procedimiento para la elaboración de la Matriz GEMA**

Para la elaboración de la Matriz GEMA se deben considerar los cuatro factores que normalmente causan los accidentes: GENTE, EQUIPO, MATERIAL, AMBIENTE, y las actividades que se desarrollan en los puestos de trabajo.

En las filas se debe colocar a detalle los pasos de cada actividad; los cuales fueron descritos en los diagramas de flujo, desarrollados en los puntos 4.2.2 y 4.2.3.

En las columnas se colocan los cuatro factores: GENTE, EQUIPO, MATERIAL, AMBIENTE.

De esta manera se generará una matriz para cada actividad que desarrollen los trabajadores.

Como esta matriz está enfocada en la obtención de agentes físicos y químicos presentes en las operaciones industriales de Cusco, Calca y Kp28, los factores estarán enfocados a estos puntos.

Después de ubicar los factores GEMA/ACTIVIDAD en la matriz, formamos un cuadro en la intersección y lo dividimos en tres, de la siguiente manera: dos columnas de las cuales, la columna derecha se parte en dos filas y la de la izquierda se mantiene.

En el cuadro Gente/Actividad se coloque el nombre del personal involucrado en la columna izquierda, en la columna derecha; que está dividida en dos, colocamos los agentes físicos y químicos presentes para este factor. Generalmente en este punto es muy difícil encontrar agentes físicos y químicos.

En el cuadro Equipo/Actividad se coloca el equipo que se utiliza para desarrollar la actividad en la columna izquierda, en la columna derecha; que está dividida en dos, colocamos los agentes físicos y químicos presentes para este factor, un ejemplo es el motor, cuando está en funcionamiento emite ruido, entonces colocamos esta descripción en el cuadro "Agentes Físicos".

En el cuadro Material/Actividad se coloca el material que se utiliza dentro de la actividad en la columna izquierda, en la columna derecha; que está dividida en dos, colocamos los agentes físicos y químicos presentes para este factor, un



ejemplo es el combustible, al estar formado por elementos tóxicos y volátiles, el agente químico encontrado sería” Compuestos orgánicos volátiles”.

En el cuadro Ambiente/Actividad se colocan los factores ambientales que rodea a la gente en la columna izquierda, en la columna derecha; que está dividida en dos, colocamos los agentes físicos y químicos presentes para este factor, los ejemplos más comunes son: el sol que emite radiación, polvos en el área para un análisis de partículas inhalables y respirables, etc.

2.3.3. Agentes físicos

Los agentes físicos están constituidos por los estados energéticos agresivos más significativos que tienen lugar en el ambiente laboral como: ruido, vibraciones, iluminación, estrés térmico, radiaciones ionizantes y no ionizantes.

(Díaz, TÉCNICAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, 2007)

➤ **Factores de riesgo físicos**

Se clasifican aquí los factores ambientales de naturaleza física considerando esta como la energía que se desplaza en el medio, que cuando entren en contacto con las personas pueden tener efectos nocivos sobre la salud dependiendo de su intensidad, exposición y concentración de los mismos. (Gutierrez Strauss, 2011, pág. 95)

2.3.4. Iluminación

La iluminación es un aspecto esencial de cualquier lugar de trabajo. La luz o luz visible es una radiación electromagnética que es visible al ojo humano y es responsable de la vista. Es necesario disponer de una iluminación uniforme del lugar completo de trabajo combinando ambas iluminaciones, natural y artificial. El alumbrado localizado mejora la iluminación y puede ser preciso en algunos casos para reducir costes. Una buena iluminación ayuda a ver y a reconocer los peligros y a realizar un buen trabajo para prevenir la fatiga laboral, las enfermedades visuales laborales y los accidentes de trabajo.

Existen dos fuentes de iluminación; natural (la luz solar), artificial (iluminación por incandescencia, fluorescencia, lámpara de sodio de alta presión o de mercurio, lámpara de sodio de baja presión o de tungsteno), mixta.



La luz solar está compuesta de: 40% de radiación visible, 59% de radiación visible infrarroja, 1% de radiación visible ultravioleta.

La luz es un elemento clave de nuestra capacidad de ver y es necesario para apreciar la forma, el color y la perspectiva de los objetos que nos rodean. La capacidad y confort visual son muy importantes, pues muchos accidentes se deben a iluminaciones deficientes o a errores por parte del trabajador, debidos a la dificultad de identificar objetos o riesgos asociados con maquinarias, transportadores, contenedores peligrosos, etc. Una mala visibilidad incrementa las posibilidades de cometer errores. También significa que las personas trabajan más lentamente.

(Gutierrez Strauss, 2011, pág. 101)

➤ **Riesgos asociados a niveles bajos de iluminación**

Los niveles bajos de iluminación son considerados un factor de riesgo que condiciona la calidad de vida y determina las condiciones de trabajo en que se desarrollan las actividades de trabajo.

Tomando en cuenta que la visión es el proceso por medio del cual se transforma la energía luminosa en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones, la calidad o grado de visión depende de:

- La sensibilidad del ojo, agudeza visual y el campo visual.
- Una mala iluminación puede afectar el rendimiento del trabajador y también su salud. Los aspectos de salud implican: la alteración visual (fatiga visual, lágrimas y problemas visuales), dolor de cabeza, nistagmus trastornos musculoesqueléticos; dolor cervical, torácico o lumbar, cambios en la curvatura de la columna vertebral.

(Popescu & Hanna, 2012, págs. 21-22)

➤ **Método para la medición de la iluminación**

El instrumento utilizado para medir la iluminación es el luxómetro.

La unidad de medida de iluminación es el "lux" (luminancia) – el flujo luminoso por unidad de área en cualquier punto de una superficie expuesta a la luz incidente.



Según la Guía Práctica n°1 sobre iluminación en el ambiente laboral de Argentina; cuando se efectúe un relevamiento de niveles de iluminación a partir de la medición de iluminancias, es conveniente tener en cuenta lo puntos siguientes:

- El luxómetro debe estar correctamente calibrado.
- El instrumento debe ubicarse de modo que registre la iluminancia que interesa medir. Esta puede ser horizontal (por ej. Para determinar el nivel de iluminancia media en un ambiente) o estar sobre una superficie inclinada (un tablero de dibujo).
- La medición se debe efectuar en la peor condición o en una condición típica de trabajo.
- Se debe medir la iluminación general y por cada puesto de trabajo o por un puesto tipo. Planificar las mediciones según los turnos de trabajo que existan en el establecimiento.
- Debe tener siempre presente cual es el plano de referencia del instrumento, el que suele marcarse directamente sobre la fotocelda o se indica en su manual.
- Se debe tener especial cuidado en excluir la medición aquellas fuentes de luz que no sean de la instalación. Así mismo deben evitarse sombras sobre el sensor del luxómetro.
- En el caso de instalaciones con lámparas de descargas, es importante que estas se enciendan al menos 20 minutos antes de realizar la medición, para permitir una correcta estabilización.
- En instalaciones con lámparas de descarga nuevas, deben estabilizarse antes de la medición, lo que se logra luego de 100 y 200 horas de funcionamiento. (Manual, s.f.)

2.3.5. Radiación

Es el conjunto de las radiaciones electromagnéticas que emite el Sol y que determinan la temperatura en la Tierra. (Mendez Muñoz & Cuervo García, 2015)

Se conoce como radiación al proceso físico por medio del cual se transmite energía en forma de ondas electromagnéticas y se produce directamente desde la fuente hacia fuera en todas las direcciones. Estas ondas no necesitan un medio



material para propagarse, pueden atravesar el espacio interplanetario y llegar a la Tierra desde el sol. (metereologia, 2010)

La radiación es un proceso complejo por el que la energía emitida por una fuente se transmite por diferentes medios y después es absorbida por un soporte. Según la capacidad ionizante de la materia, se distingue en radiación ionizante, y radiación no ionizante. (Popescu & Hanna, 2012, pág. 15)

➤ **Radiación ionizante**

Es aquella radiación con energía suficiente para extraer los electrones de sus átomos o moléculas (grupos de átomos) cuando pasa por o colisiona con algún material. Cuando la radiación ionizante interactúa con el cuerpo humano, transmite su energía a los tejidos corporales.

Las radiaciones ionizantes abarcan dos formas: corpuscular – partículas alfa, partículas beta, neutrones y radiaciones electromagnéticas – rayos gamma, rayos X. (Popescu & Hanna, 2012, pág. 15)

➤ **Radiación no ionizante**

La radiación no ionizante incluye: campos electromagnéticos, infrarrojos, ultravioletas (UV), radiación laser visual, microondas. (Popescu & Hanna, 2012, pág. 19)

➤ **La radiación ultravioleta (UV)**

Es aquella porción del espectro electromagnético entre 100 y 400 nm que no alcanza la retina. La radiación UV se compone de tres tipos de rayos: ultravioleta A (400-315 nm) - “luz negra”, ultravioleta B (280-315nm) – “región eritemática” y ultravioleta C (< 280 nm) – “región germicida”.

Fuentes:

- Natural; el sol.
 - Artificial; actividades de soldadura, corte de plasma, laser con UV, metales incandescentes, lámpara con vapores Hg, etc.
- (Popescu & Hanna, 2012, pág. 20)

Las radiaciones solares pueden producir los siguientes efectos nocivos:

**Sobre la piel:**

- **Quemadura solar:** se produce un enrojecimiento de la piel. Si la exposición ha sido muy intensa puede llegar a aparecer edema, ampollas y descamación de la piel a los pocos días. El tiempo de exposición al sol sin protección para que la piel se quemé o aparezca eritema depende del tipo de piel, variando desde los 5 – 10 minutos para el fototipo I, hasta unos 30 – 45 minutos para el fototipo IV. (INSTITUTO QUIRURGICO DE ANDALUCIA, 2014)
- **Envejecimiento prematuro:** La piel sobreexpuesta al sol durante años tiene un color amarillento, aspecto seco y con surcos o arrugas muy profundas. (INSTITUTO QUIRURGICO DE ANDALUCIA, 2014)
- **Cáncer de piel:** Son tumores muy frecuentes. Se pueden dividir en; tumores epiteliales y melanomas. (INSTITUTO QUIRURGICO DE ANDALUCIA, 2014)

Sobre los ojos:

- **Foto-conjuntivitis y foto queratitis:** Es una enfermedad de la conjuntiva o de la córnea por una exposición intensa al sol. Se puede prevenir usando gafas de sol que absorben el 100% de la radiación UV. (INSTITUTO QUIRURGICO DE ANDALUCIA, 2014)
- **Cataratas:** El cristalino está formado por agua y proteínas. Las radiaciones pueden producir una aglutinación de estas proteínas y con el paso del tiempo el cristalino se puede volver opaco. (INSTITUTO QUIRURGICO DE ANDALUCIA, 2014).

➤ Método para la medición de Radiación UV

- En función de las características de la fuente emisora, la exposición a la radiación ultravioleta se expresa en forma de irradiación (E) y está relacionada por el tiempo de exposición.
- Para la evaluación de radiación se debe tener las siguientes características: se considerarán expuestos a radiación UV aquellos trabajadores que ejecutan labores sometidos a radiación solar. Estos resultados deben ser corregidos si al momento de la evaluación existe nubosidad, elementos reflectantes o absorbentes.



- La medición de la radiación es de lectura directa y se puede hacer la medición hasta por 20 minutos continuos.
(Ministerio de Salud, 2011, págs. 29-30)

2.3.6. Ruido

Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas. (OEFA, 2015, pág. 4)

El ruido es cualquier sonido que es molesto y desagradable para el oído humano. Consiste en un movimiento ondulatorio producido en un medio elástico por una vibración. El desplazamiento complejo de moléculas de aire se traduce en una sucesión de variaciones muy pequeñas de la presión; estas alteraciones pueden percibirse por el oído y se denomina presión sonora.

La audibilidad del sonido está determinada por dos parámetros: la frecuencia y la intensidad del sonido. La frecuencia expresa el tono del sonido; se mide en Hercio (Hz) y significa el número de vibraciones por segundo. El oído normal humano es sensible a las frecuencias entre 20 y 20000 Hz. Existen tonos altos (>30000Hz) y tonos bajos (<500Hz); por ejemplo, la voz de las mujeres y de los hombres. Las frecuencias entorno a los 2000 Hz son las más importantes para la comprensión del habla, mientras que las frecuencias entre 3000 Hz y 4000 Hz son las que antes se ven afectadas por el ruido.

La intensidad expresa el nivel del sonido o la presión del sonido; se mide en decibelio (dB) y significa el valor relativo de la intensidad acústica en forma de logaritmo. "0" dB no significa ningún sonido; significa un nivel de sonido en el que la presión del sonido es igual a la del nivel de referencia que corresponde a 0.02 mPa (miliPascal).

El volumen es la respuesta humana sujeta al sonido. Depende principalmente de la presión del sonido y la frecuencia.

(Popescu & Hanna, 2012, pág. 4)

Los factores de sensación sonora dependen de dos factores físicos:

- Nivel de presión sonora
- Frecuencia



➤ **Tipos de ruido:**

- **Ruido continuo:** son los que permanecen estables o presentan ligeras fluctuaciones de más o menos 2 dB durante un tiempo de medición.
- **Ruido intermitente fijo:** se presentan caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior. El nivel superior debe mantenerse por más de un segundo, antes de producirse una nueva caída al nivel ambiental.
- **Ruido intermitente variable:** Durante la observación, este ruido varío continuamente sin apreciar estabilidad.
- **Ruido de impulso o de impacto:** Se caracteriza por una elevación brusca del nivel en un tiempo inferior a 35 milisegundos con una duración total menor a 500 milisegundos. El tiempo entre los picos (impactos) debe ser igual o superior a un segundo. (Gutierrez Strauss, 2011, pág. 100)

➤ **Riesgos asociados al ruido**

El ruido es un agente que puede dar lugar a efectos tanto sobre el receptor del sonido (efectos auditivos) como de tipo fisiológico y comportamental (efectos extrauditivos).

El impacto del ruido sobre la función auditiva es el efecto mejor documentado. El ruido presente en el entorno laboral puede dar lugar a alteraciones auditivas temporales (fatiga auditiva) o permanentes (hipoacusia o sordera).

Esas lesiones dependen de factores como: la calidad de dicho ruido (a igual intensidad son más nocivas las frecuencias agudas); el espectro de frecuencias (un sonido puro de alta intensidad produce más daño que un sonido de amplio espectro); la intensidad, emergencia y ritmo (mayor capacidad lesiva del ruido de impulso, de carácter imprevisto y brusco); la duración de exposición (exposición laboral y extra laboral); la vulnerabilidad individual (ligada a una mayor susceptibilidad coclear por antecedentes de traumatismo craneal, infecciones ópticas, ciertas alteraciones metabólicas o una tensión arterial elevada, entre otras causas) y la interacción con otras exposiciones (vibraciones, agentes químicos o fármacos ototóxicos pueden aumentar el riesgo de hipoacusia.)



La pérdida profesional de la audición puede ser: parcial o total, unilateral o bilateral, de conducción neurosensorial o una mezcla de neurosensorial y de conducción.

Considerándose la pérdida de audición de conducción, como el resultado de la difusión del oído externo o medio que altera el paso de las ondas sonoras dentro del oído interno, esto puede ser causado por explosiones, por lesiones de la cabeza, penetrantes, etc.

La pérdida de audición sensorial se debe al deterioro de la cóclea, entre las causas más comunes de sordera sensorial están: la exposición continua al ruido que exceda los 85 dB, lesiones contusas de la cabeza, y exposición a sustancias ototóxicas. (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, 2006, pág. 48)

➤ **Método para la medición de ruido**

Existen dos instrumentos básicamente comúnmente usados para tomar una muestra de ruido continua.

- El dosímetro de ruido, el cual mide la exposición personal a ruido y es el instrumento que se recomienda para determinar si se excede con el límite. Este equipo consiste de un micrófono (colocado en la zona de audición del trabajador) conectado al aparato microprocesador/controlador. El dosímetro continuamente monitorea, integra y registra la energía sonora a la que un trabajador está expuesto a lo largo de la jornada. El equipo usa esta información para calcular una dosis de ruido en la jornada. La mayoría de los dosímetros también guardan registro del nivel más alto de ruido sucedido en cualquier momento; de tal manera que se pueda verificar que no haya pasado los 115 dBA (el máximo valor permitido de ruido sin importar el tiempo de exposición).
- El sonómetro, contiene un micrófono, un amplificador, redes de ponderación de frecuencias y algún tipo de indicador de medición. El sonómetro indica el nivel de presión sonora en decibeles (dB). Las lecturas con el sonómetro pueden



utilizarse para identificar las fuentes de exposición ruido de los trabajadores o para hacer estudio de ruido en el lugar de trabajo.

Pasos:

- Establecer un sistema de monitoreo
 - Informar a los trabajadores
 - Calibrar el equipo
 - Tomar muestras de ruido con un dosímetro
 - Tomar muestras de ruido con un sonómetro
 - Calcular la exposición de los trabajadores
 - Evaluar los resultados
- (D.S.024-2016-EM, 2016, Guía N° 1 Medición de Ruido)

2.3.7. Estrés térmico

Si bien el cuerpo humano se ve afectado tanto por las bajas como por las altas temperaturas, aunque de forma distinta, la realidad es que sobre el efecto térmico debido a las bajas temperaturas se han realizado muchos menos estudios que en el caso de estrés térmico debido al calor.

Se entiende por estrés térmico la presión que se ejerce sobre la persona al estar expuesta a temperaturas extremas y que, a igualdad de valores de temperatura, humedad y velocidad del aire (disconfort), presenta para cada persona una respuesta distinta dependiendo de la susceptibilidad del individuo y de su aclimatación.

Es esa condición de la mente en la que se expresa la insatisfacción con el ambiente térmico. (Cortés Diaz, 2007, pág. 467)

➤ Riesgos asociados al estrés térmico

Efectos sobre la salud de la exposición a calor:

- **Síncope por calor:** La pérdida de conciencia o desmayo son signos de alarma de sobrecarga térmica. La permanencia de pie o inmóvil durante mucho tiempo en un ambiente caluroso con cambio rápido de postura puede producir una bajada de tensión con disminución de caudal sanguíneo que llega al cerebro.



- **Deshidratación y pérdida de electrolitos:** La exposición prolongada al calor implica una pérdida de agua y electrolitos a través de sudoración. La sed no es un buen indicador de la deshidratación, un fallo en la rehidratación del cuerpo y en los niveles de electrolitos se traduce en problemas gastrointestinales y calambres musculares.
- **Golpe de calor:** Se desarrolla cuando la termorregulación ha sido superada, y el cuerpo ha utilizado la mayoría de sus defensas para combatir la hipertermia (aumento de la temperatura interna por encima de lo habitual). Se caracteriza por un elevado incremento en la temperatura interna por encima de 40.5°C, y la piel caliente y seca debido a que no se produce sudoración, en este caso es necesaria la asistencia médica y la hospitalización debido a que las consecuencias pueden mantenerse durante algunos días.

(INSHT I. N., 2011, pág. 3)

2.3.8. Vibraciones

Las vibraciones son oscilaciones mecánicas de un objeto en un punto de equilibrio.

Las vibraciones entran en el cuerpo del órgano en contacto con el objeto vibrante. Existen dos situaciones:

La exposición a la vibración mano-brazo cuando un trabajador manipula un aparato que se sostiene con las manos, tal como una sierra de cadena o un martillo neumático, la vibración afecta las manos y el brazo.

La exposición a la vibración del cuerpo entero ocurre cuando un trabajador está sentado o de pie en un suelo o asiento vibrante, la exposición de la vibración afecta casi todo el cuerpo.

(Popescu & Hanna, 2012, pág. 10)



➤ **Riesgos asociados a vibraciones**

Dentro de la exposición a niveles altos de vibración se encuentran:

- **Alteraciones de las funciones fisiológicas:** las alteraciones en las funciones fisiológicas se producen cuando los sujetos están expuestos a un ambiente de vibraciones de cuerpo completo en condiciones de laboratorio.
- **Alteraciones neuromusculares:** Durante el movimiento natural activo, los mecanismos de control motor actúan como un control de información de ida constantemente ajustado por la retroalimentación adicional, procedente de los sensores situados en los músculos, tendones y articulaciones. Las vibraciones de cuerpo completo producen un movimiento artificial pasivo del cuerpo, humano, condición que difiere esencialmente de las vibraciones auto inducidas por la locomoción.
- **Alteraciones cardiovasculares, respiratorias, endocrinas y metabólicas:** Se han comparado las alteraciones observadas que persisten durante la exposición a las vibraciones con las que se producen durante el trabajo físico moderado (es decir aumentos de la frecuencia cardiaca, presión arterial, y consumo de oxígeno).
(Michael J. Griffin, 2008, pág. 3)

2.3.9. Agentes químicos

Es todo elemento o compuesto químico, por si solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no. (INSHT I. N., 2013)

➤ **Factores de riesgo químico**

Son aquellos constituidos por elementos y sustancias que, al entrar al organismo, mediante inhalación, absorción cutánea o ingestión pueden provocar intoxicación, quemaduras, irritaciones o lesiones sistemáticas. Depende del grado de concentración y tiempo de exposición pueden tener efectos irritantes, asfixiantes, anestésicos, narcóticos, tóxicos, sistémicos, alergénicos, neumoconióticos, carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos. (Gutierrez Strauss, 2011, pág. 103)



2.3.10. Compuestos orgánicos volátiles (COV'S)

Los Compuestos orgánicos volátiles (COV) son contaminantes del aire que cuando se mezclan con óxidos de nitrógeno, reaccionan para formar ozono (a nivel del suelo o troposférico). La presencia de concentraciones elevadas de ozono en el aire representa un peligro para los seres vivos. Los efectos sobre la salud de la exposición a ozono incluyen; irritación de ojos y vías respiratorias, astenia, cefalea, alergias, disminución de la función muscular y lesiones al hígado, riñones, pulmones y sistema nervioso central. (NTP, 2013)

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Se puede considerar como COV aquel compuesto orgánico que a 20°C tenga una presión de vapor de 0.01kPa o más, o una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso. Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contiene otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo azufre o nitrógeno. Su número supera el millar, pero los más abundantes en el aire son metano, tolueno, n-butano, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno. Tiene un origen tanto natural (COV biogénicos) como antropogénico (debido a la evaporación de disolventes orgánicos, a la quema de combustibles, al transporte, etc.).

(Ministerio de Agricultura y Pesca Alimentación y Medio Ambiente, s.f.)

➤ Riesgos asociados a la exposición de COV's

La exposición prolongada en el tiempo puede originar daño en órganos internos, como el hígado o los riñones, llegando a afectar incluso al sistema nervioso central. La exposición a los COV es la causante de enfermedades como el cáncer, que se ha convertido en una de las enfermedades profesionales de mayor frecuencia en el mundo. Según datos de la ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, el 9.6% de todas las muertes por esta patología son atribuibles al trabajo. En los 27 países de la Unión Europea (UE), 95581 muertes por cáncer en 2002 estuvieron relacionadas con el trabajo.

A la amenaza higiénica hay que añadirle la medioambiental que, lógicamente, acaba repercutiendo también en la salud de las personas, porque no podemos vivir al abrigo de campanas de cristal. El principal inconveniente medioambiental



del COV es que, al mezclarse con otros contaminantes atmosféricos, como los óxidos de nitrógeno (NO) y reaccionar con la luz solar, pueden formar ozono troposférico, que contribuye al problema del smog fotoquímico. Este problema se agrava principalmente en verano, al coincidir el sol y las altas temperaturas.

La peligrosidad de los COV da origen a una triple clasificación:

- Compuestos extremadamente peligrosos para la salud; benceno, cloruro de vinilo, dicloroetano, azufre.
- Compuestos de clase A. Suceptibles a causar daños significativos al medio ambiente, como acetaldehído, anilina, tetracloruro de carbono, tricloroetano, tricloroetileno, triclorotolueno.
- Compuestos de clase B. Tiene menor impacto medioambiental: acetona, y combustibles fosiles. (Manuel Domene Cintas, 2013)

➤ **Método para la medición de compuestos orgánicos volátiles (COV's)**

La metodología empleada se sustenta en las especificaciones indicadas por la "National Institute For Occupational Safety Health" (NIOSH-USA), "Occupational Safety And Health Administration" (OSHA-1983-USA)

Para poder determinar la concentración de las sustancias presentes en cada área, es necesario el uso del factor de corrección específico para cada sustancia, haciendo uso de la nota técnica TN-106: Factores de corrección, energías de ionización y características de calibración.

2.3.11. Partículas inhalables y respirables (PI-PR)

- MASA DE PARTICULAS INHALABLE: MPI conocida como inspirable, corresponde a aquellas partículas que se inhalan y resultan peligrosas cuando se depositan en cualquier parte del tracto respiratorio.
(D.S. N° 015-2005-SA, Artículo 8)
- MASA DE PARTICULAS RESPIRABLE: MPR abarca a las partículas que penetran a través de los bronquiolos terminales y que son peligrosas si se depositan dentro de la región de intercambio de gases de los pulmones.
(D.S. N° 015-2005-SA, Artículo 8).



➤ **Riesgos asociados a la exposición de partículas**

Según el tipo de partículas, los efectos sobre la salud pueden ser más o menos graves. No obstante, no hay polvos inocuos; cualquier exposición a polvo supone un riesgo. En general el polvo provoca irritación de las vías respiratorias y, tras exposiciones repetidas, puede dar lugar a bronquitis crónica. Otros tipos de polvo provocan enfermedades específicas (amianto, sílice, plomo). Hay tipos de polvo que, además pueden ser explosivos, en ambientes confinados (carbón, caucho, aluminio).

Las partículas más pequeñas son las más peligrosas; permanecen más tiempo en el aire y pueden penetrar hasta los lugares más profundos de los bronquios. El mayor riesgo está, pues, en el polvo que no se ve. Por esto suele medirse no el total de polvo atmosférico, sino el llamado polvo respirable.

Entre los efectos nocivos del polvo hay que tener en cuenta los efectos respiratorios:

- Neumoconiosis: silicosis, asbestosis, neumoconiosis de los mineros del carbón, siderosis, aluminosis, beriliosis, etc.
- Cáncer pulmonar: polvo conteniendo arsénico, cromatos, níquel, amianto, partículas radiactivas, etc.
- Cáncer nasal: polvo de madera en la fabricación de muebles y polvo de cuero en las industrias de calzado.
- Irritación respiratoria: traqueítis, bronquitis, neumonitis, enfisema y edema pulmonar.
- Alergia: asma profesional y alveolitis alérgica extrínseca (polvos vegetales y ciertos metales).
- Bisinosis: enfermedad pulmonar por polvos de algodón, lino o cáñamo.
- Infección respiratoria: polvos conteniendo virus, hongos o bacterias.
- Efectos generales:
- Intoxicación: el manganeso, plomo, cadmio pueden pasar al torrente sanguíneo una vez inhalados como partículas.
- Lesiones de la piel: irritación cutánea y dermatosis.
- Conjuntivitis: contacto con ciertos polvos.

(La prevención de los riesgos en los lugares de trabajo, 2017, pág. 5)



➤ **Método para la medición de partículas inhalables y respirables**

El muestreo ha sido realizado siguiendo la metodología estandarizada (NIOSH) y su forma modificada. Realizándose las pruebas simultáneamente con ambas metodologías, de partículas Inhalables y Respirables. El período de medición ha sido durante, parte de la jornada laboral.

- El método NIOSH 0600, consiste en tomar la muestra usando la bomba, el ciclón y el cassette con el filtro de PVC (tren de muestreo) a un flujo de 2,5 L/min. Según el método, un filtro puede soportar como máximo un volumen de 400 L. El método de la toma de muestra recomienda su validez de utilizar un filtro siempre y cuando estos no acumulen más de 2 mg.
- El método NIOSH 0500, consiste en tomar la muestra usando la bomba, y el cassette con el filtro de PVC (tren de muestreo) a un flujo de 1 a 2 L/min. Según el método, un filtro puede soportar como máximo un volumen de 133L.



2.4. MARCO CONCEPTUAL

➤ **OSS**

OPERACIONES SERVICIOS Y SISTEMAS S.R.L., es una empresa de profesionales dedicados a la ejecución de servicios de tercerización, para la minería, petróleo, pesca, logística y comercio, brindando servicios a Empresas Transnacionales y Nacionales de prestigio, cuenta con sus propios recursos humanos, materiales, teniendo amplia experiencia en el mercado nacional.

Operaciones Servicios y Sistemas dentro del proyecto Gasoducto sur peruano trabajó como contratista de la empresa PRIMAX, realizando actividades de abastecimiento de combustible a los equipos móviles, tanto en la estación de servicio, y a las unidades móviles que se encuentran en las zonas de trabajo.

(OSS, s.f.)

➤ **Monitoreo**

Es la observación del curso de uno o más parámetros para detectar eventuales anomalías. (Julian Perez, 2010)

➤ **Área de trabajo**

Es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades. (Ecopetrol, 2011, pág. 2)

➤ **Auditoría interna**

Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría del sistema de gestión fijado por la organización. (ISO14001, 2004)

➤ **Contaminante**

Toda materia, sustancia, o sus combinaciones, compuestos o derivados químicos y biológicos, (humos, gases, polvos, cenizas, bacterias, residuos, desperdicios y cualquier otro elemento), así como toda forma de energía (calor, radiactividad, ruido), que, al entrar en contacto con el aire, el agua, el suelo o los



alimentos, altera o modifica su composición y condiciona el equilibrio de su estado normal. (Silbergeld, 1998)

➤ **Decibel (dB)**

Es una unidad de relación entre dos cantidades utilizada en acústica (nivel de presión sonora y presión de referencia), se caracteriza por el empleo de una escala logarítmica de base 10. Utilizada para expresar el nivel de sonido asociado con las mediciones de ruido. (Universidad Continental, 2017, pág. 4)

➤ **Decibel “A” dB(A)**

Esta es otra unidad, basada en el dB, que es una aproximación de la percepción auditiva del oído humano y se obtiene mediante la utilización de un filtro incluido en el equipo de medición. (Universidad Continental, 2017, pág. 4)

➤ **Dosis de ruido**

Cantidad de energía sonora que un oído humano normal recibe durante la jornada laboral. Se expresa en tanto por ciento de la dosis máxima permitida. (Comisión Europea, 2009, pág. 36)

➤ **Dosis**

Expresada en porcentaje, es el porcentaje de la máxima exposición que se ha acumulado durante el tiempo de ejecución. 100 % es la exposición máxima permitida. La dosis de 100 % se produce para un nivel acústico promedio equivalente al nivel de criterio correspondiente a un período de 8 horas. (3M, 2012, pág. 6)

➤ **Enfermedad profesional**

Es todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase o tipo de trabajo que desempeña el trabajador o del medio en que se ha visto obligado a trabajar. (DIGESA, 2005)



➤ **Enfermedad ocupacional**

Es el daño orgánico o funcional ocasionado al trabajador como resultado de la exposición a factores de riesgos físicos, químicos, biológicos, y/o ergonómicos, inherentes a la actividad laboral.

(DIGESA, 2005)

➤ **Equivalente del nivel (Leq)**

Corresponde al nivel acústico promedio medido durante el tiempo de ejecución pero que se calcula con una tasa de intercambio de 3 dB sin umbral. (3M, 2012, pág. 6)

➤ **Exposición ocupacional**

Se define como la presencia de un agente químico en el aire de la zona de respiración del trabajador. Cuando este término se emplea sin calificativos hace siempre referencia a la vía respiratoria, es decir, a la exposición por inhalación. Se cuantifican en términos de concentración del agente obtenido de la medición de exposición, referida al mismo período de referencia que el utilizado para el valor límite aplicable. (Lemasters, 1998, pág. 460).

➤ **Exposición de corta duración: (STEL)**

Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior, en la lista de Valores Límite. (DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL, 2005, pág. 7)

➤ **Evaluación**

Apreciación sistemática e imparcial de un proyecto, programa o política en curso o concluida, de su diseño, su puesta en práctica y sus resultados. El propósito es determinar la pertinencia y el logro de los objetivos, así como la eficiencia, la eficacia y la sostenibilidad para el desarrollo. (Gardey, 2008)



➤ **Empresa tercerizadora**

Empresa que lleva a cabo el servicio u obra contratado por la empresa principal, a través de sus propios trabajadores, quienes se encuentran bajo su exclusiva subordinación. Son consideradas como empresas tercerizadoras, tanto las empresas contratistas como las subcontratistas. (D.S. N° 006-2008-TR, 2008)

➤ **Equipo de protección auditiva (EPA)**

Son elementos de protección personal cuyas propiedades de atenuación sonora tienen por objeto prevenir los efectos dañinos en el órgano de la audición, reduciendo los niveles de presión sonora que llegan al oído. Éstos se pueden clasificar en: Orejeras; Tapones; Protectores Auditivos Especiales. (Departamento de salud ocupacional, 2010, pág. 4)

➤ **Factores de riesgo ocupacional**

Condiciones del ambiente, instrumentos, materiales, la tarea o la organización del trabajo que encierra un daño potencial en la salud de los trabajadores o un efecto negativo en la empresa. (Gutierrez Strauss, 2011, pág. 14)

➤ **Gas Natural**

El gas natural es un combustible fósil formado por un conjunto de hidrocarburos que, en condiciones de reservorio, se encuentran en estado gaseoso o en disolución con el petróleo. Se encuentra en la naturaleza como «gas natural asociado» cuando está acompañado de petróleo y como «gas natural no asociado» cuando no está acompañado de petróleo.

El principal componente del gas natural es el metano, que usualmente constituye el 80% del mismo. Sus otros componentes son el etano, el propano, el butano y otras fracciones más pesadas como el pentano, el hexano y el heptano.

A diferencia del petróleo, el gas natural no requiere de plantas de refinación para procesarlo y obtener productos comerciales. Las impurezas que pueda contener el gas natural son fácilmente separadas por procesos físicos relativamente sencillos. (Cáceres, L, 2002, pág. 17)

El gas natural es una de las fuentes de energía más limpias y respetuosas con el medio ambiente, ya que es la que contiene menos dióxido de carbono (CO₂) y lanza menores emisiones a la atmósfera. Es, además, una energía económica y



eficaz, una alternativa segura y versátil y capaz de satisfacer la demanda energética.

(Osinerming, 2014, pág. 22)

➤ **Gasoducto**

Es la forma más conocida y usada de transportar el GN a gran escala. Los gasoductos pueden unir distancias de hasta 3,000 km, aproximadamente, y suelen tener una red de ductos (tuberías por donde pasa el GN) que se conecta al ducto principal para abastecer a las poblaciones cercanas a su trayectoria. Por ejemplo, en 2012, Estados Unidos fue el principal importador de GN mediante gasoductos con 12% (3 TCF) del total importado. En Europa, Alemania fue el principal importador de GN con 12% (3.1 TCF) del total importado a nivel mundial. Por otro lado, Rusia es el principal exportador de GN por ductos, exportando aproximadamente la tercera parte del total mundial, 6.6 TCF (26%). Otros importantes exportadores son Noruega y Canadá, los cuales representaron 15.1% (3.8 TCF) y 11.9% (3 TCF) del total exportado, respectivamente.

(Osinerming, 2014, pág. 23)

➤ **Gasoducto sur peruano**

También conocido con el nombre DUCTOS DEL SUR en el tramo de Odebrecht.

Proyecto destinado a la construcción del gasoducto sur peruano conformado por las empresas ODEBRECHT, ENAGAS Y GRAÑA MONTERO, El sistema recorrerá 1,134 kilómetros desde el yacimiento de Camisea en la selva de Cusco, hasta la provincia costeña de Ilo, en Moquegua, alcanzando una altura máxima de 4,890 metros sobre el nivel del mar, lo que representa grandes desafíos para su construcción y logística.

El Gasoducto Sur Peruano es una concesión privada de 34 años y cuenta con una inversión de US\$7,328 millones. Representa la descentralización y el afianzamiento de la generación termoeléctrica en el país, así como la oportunidad de suministrar energía a un precio más económico para el sur del Perú. (ODEBRECHT, 2014)



➤ **Higiene ocupacional**

Es la ciencia que tiene por objeto el reconocimiento, la evaluación y el control de los agentes ambientales generados en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades ocupacionales. (DIGESA, 2005)

➤ **Iluminancia o nivel de iluminación**

Es una magnitud característica del objeto iluminado, ya que indica la cantidad de luz que incide sobre una unidad de superficie del objeto, cuando es iluminado por una fuente de luz. (NTP 211, 1988)

➤ **Iluminación Promedio**

Valor dado por el promedio ponderado de las iluminaciones obtenidas en el centro de superficies elementales que componen la superficie considerada. (Ecopetrol, 2011, pág. 2)

➤ **Luminaria**

Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar esas lámparas y los necesarios para conectarse al circuito de utilización eléctrica.

(Ecopetrol, 2011, pág. 2)

➤ **Lux**

Unidad de medida del sistema métrico para cuantificar los niveles de iluminación. (Ecopetrol, 2011, pág. 3)

➤ **Luxómetro**

Instrumento para la medición del nivel de iluminación. (Ecopetrol, 2011, pág. 3)

➤ **Lavg**

Significa “promedio de nivel” y corresponde al nivel acústico promedio medido durante el tiempo de ejecución. (3M, 2012, pág. 6)

➤ **Límite permisible(dB)**

Viene a ser el nivel máximo permitido de exposición acumulada a lo largo de la jornada. Se ha establecido un Límite de Permisible de 85 dB para jornada laboral



de 8 horas y 83dB para jornada laboral de 12 horas, de acuerdo con la normativa nacional vigente. (Universidad Continental, 2017, pág. 5)

➤ **Media ponderada en el tiempo (TWA) (COVs)**

Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida, o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada estándar de 8 horas diarias. (DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL, 2005, pág. 7)

➤ **Primax**

Tiene como actividad principal la comercialización de combustibles, lubricantes y GLP a través de Estaciones de Servicio (EESS) y abastecimiento a la industria en general. Además, cuenta con un novedoso concepto de tiendas de conveniencia que opera bajo la marca. (Primax, s.f.)

➤ **Operación industrial (O.I.)**

Se llama operaciones industriales (OI) a todos los proyectos; mineros, siderúrgicos, pesqueros, construcción y de transporte, en los que Primax presta servicio de abastecimiento de combustible. (Gonzales, 2016)

➤ **Abastecimiento de Combustible**

Consiste en el suministro de combustible desde los tanques de almacenamiento a todas las unidades móviles que pertenezcan a las operaciones industriales (OI), utilizando un surtidor de alto/bajo caudal. (Aparicio R. A., 2016)

➤ **Medición de combustible**

Consiste en verificar el nivel de combustible y determinar si existe o no la presencia de agua en los tanques de almacenamiento, mediante la utilización de instrumentos de medición tales como; cinta métrica, pasta de combustible y pasta detectora de agua. (Aparicio R. A., 2016)

➤ **Descarga de combustible**

Proceso mediante el cual un camión cisterna suministra combustible a los tanques de almacenamiento de las operaciones industriales, este proceso abarca



también el de Medición de Combustible, ya que se necesita determinar el nivel de combustible y si existe presencia de agua, para dar conformidad a la descarga. (Aparicio R. A., 2016)

➤ **Combustible**

Llamamos combustible a toda sustancia natural o artificial, en estado sólido, líquido o gaseoso que, combinada con el oxígeno produzca una reacción con desprendimiento de calor. (Universidad de La República)

➤ **Diesel B5 S-50**

El Diesel B5 S-50 es un combustible constituido por una mezcla de Diesel N°2 S-50; combustible derivado de hidrocarburos, destilado medio, obtenidos de procesos de refinación que presentan un contenido de azufre máximo de 50 partes por millón. Y 5% en volumen de Biodiesel (B100); combustible diesel derivado de recursos renovables, puede ser obtenido a partir de aceites vegetales o grasas animales. (PetroPerú, 2014)

Compuestos orgánicos volátiles del Diésel

En estudios de exposición laboral de los trabajadores de estaciones de servicio a compuestos orgánicos volátiles (COVs) se concluyó que, el Diésel, por su característica y su composición contiene concentraciones más elevadas en el ambiente de hidrocarburos alifáticos (n° de carbonos C₅ a C₇, especialmente el n-hexano) y también de benceno, tolueno y xilenos.

➤ **Instrumento de medición o Equipo de medición**

En física, química e ingeniería, un instrumento de medición es un aparato que se usa para comparar magnitudes físicas, pueden ser analógicos (con agujas) o digitales, mediante un proceso de medición. Como unidades de medida se utilizan objetos y sucesos previamente establecidos como estándares o patrones y de la medición resulta un número que es la relación entre el objeto de estudio y la unidad de referencia. Los instrumentos de medición son el medio por el que se hace esta conversión.

Se utilizan una gran variedad de instrumentos para llevar a cabo mediciones de las diferentes magnitudes físicas que existen. Desde objetos sencillos como



reglas y cronómetros hasta microscopios electrónicos y aceleradores de partículas. Estos instrumentos tienen márgenes de error que lo indica el fabricante por.

(Noruega, 2012)

➤ **Luxómetro**

Es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula foto eléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes. (Manual, s.f.) (ver anexo 3)

➤ **Medidor de radiación UV**

El medidor de luz digital está diseñado para medir la luz ultravioleta dentro de los límites de 280 a 400 nanómetros (UV AB). Con el medidor de radiación puede medir por ejemplo las radiaciones UVA del sol y las radiaciones en una cabina del solarío y protegerse, dado el caso, de radiaciones demasiado altas (quemaduras de sol). En la industria nos encontramos con frecuencia con radiaciones UVA demasiado elevadas (arco de luz para soldaduras). El medidor de radiación UV es un muy flexible gracias a su sensor externo. Otros ámbitos de uso son la esterilización por rayos UV, la compensación fotoquímica. (Iberica) (ver anexo 4)

➤ **Sonómetro**

El sonómetro es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora (de los que depende la amplitud y por lo tanto, la intensidad acústica y su percepción, sonoridad). En concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio (dB). (Huelva) (ver anexo 5)

➤ **Dosímetro**

Un dosímetro es un tipo especial de sonómetro integrador diseñado como equipo portátil, para que pueda ser colocado en el bolsillo del trabajador cuya exposición al ruido deseamos medir. La lectura que proporcionan los dosímetros es la dosis de ruido que podemos definir como la cantidad de ruido recibido por un



trabajador, y se expresa generalmente como un tanto por ciento de la dosis máxima (100%). Según la legislación española (R.D 1316/1986), el 100% de dosis equivale a un nivel diario equivalente de 90 (dB)A. Al igual que sucede con el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado "A" las dosis engloban dos conceptos: un nivel de ruido y un tiempo de exposición. (Huelva, uhu.es) (ver anexo 5)

➤ **Vibrómetro**

El Vibrómetro es un equipo de medida señalado para la determinación de las magnitudes que caracterizan el suceso de las vibraciones.

Al igual que el sonómetro, que traduce la vibración del medio aéreo en señales eléctricas que tratadas adecuadamente califican el nivel de vibraciones ambientales dentro del campo del sonido, el Vibrómetro consta de un transductor, el acelerómetro, que en contacto con la superficie vibrante convierte las señales mecánicas en señales eléctricas caracterizando el hecho físico en unidades de aceleración y sirve fundamentalmente para el mantenimiento preventivo y predictivo de máquinas de producción. (Fernandez, 2011)

➤ **Medidor TGHB**

El monitor de estrés térmico mide la evaluación de una potencial presión térmica. Mide el índice de estrés térmico TGBH (índice de temperatura globo bulbo termómetro), además el sensor de globo ofrece una indicación de la exposición al calor radiante sobre una persona debido a la luz directa o a objetos calientes dentro del entorno. (3 M) (ver anexo 6)

➤ **Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT)**

Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

(Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental , 2011, pág. 4)

➤ **Nivel de presión sonora máximo (Lmax)**

Es el máximo nivel de presión sonora registrado durante un período de medición dado. (Instituto de Salud Pública, 2011, pág. 4)



➤ **Nivel de presión sonora mínimo (L_{min})**

Es el mínimo nivel de presión sonora registrado durante un período de medición dado. (Instituto de Salud Pública, 2011, pág. 4)

➤ **Nivel de presión sonora pico (Peak)**

Nivel de presión sonora instantánea máxima durante un intervalo de tiempo establecido. No debe confundirse con L_{máx}, ya que éste es el máximo valor eficaz (no instantáneo) en un periodo dado. (Instituto de Salud Pública, 2011, pág. 4)

➤ **Nivel de acción sonora**

Nivel de presión sonora por encima del cual se deben tomar medidas de control para la exposición de los trabajadores, se refiere al 50% de la dosis recomendada. Se ha establecido un nivel de acción para 8 horas de 82 dBA y para 12 horas de 80 dBA. (Universidad Continental, 2017, pág. 5)

➤ **Nivel de umbral (Recorte)**

Los niveles de ruido por debajo del umbral se integran como decibeles cero. Esto afectará los valores del promedio de nivel (L_{avg}), el equivalente del nivel (L_{eq}), el promedio ponderado de tiempo (TWA) y la Dosis. La mayoría de los estándares de ruido según la región especifican el nivel de umbral, si los hubiere. (3M, 2012, pág. 6)

➤ **Ponderación (A, C, Z)**

Filtros de frecuencia que abarcan el rango de frecuencia de la audición humana. La ponderación A atenúa en gran medida el ruido de frecuencia alta y baja de modo que imite la forma en que el oído humano percibe los ruidos. La ponderación C también atenúa las frecuencias de ruidos altas y bajas, pero no tanto como lo hace la ponderación A. La ponderación Z no aplica ninguna atenuación, ni ponderación, a ninguna frecuencia. La mayoría de los estándares de ruido según la región exigen una medición ponderada. (3M, 2012, pág. 6)



➤ **Tasa de intercambio (Tasa de duplicación) (ER)**

El nivel de decibeles que duplicaría o dividiría por la mitad la exposición al sonido. (3M, 2012, pág. 5)

➤ **Tiempo de respuesta (Rápido, Lento, Impulso)**

Significa la velocidad con la que el circuito responde a los niveles de ruido cambiantes. Existen tiempo de respuesta ANSI/IEC. La mayoría de los estándares de ruidos ocupacionales requieren tiempo de respuesta lento. (3M, 2012, pág. 5)

➤ **Nivel de exposición**

El Nivel de Exposición (NE) es una medida de la frecuencia con que se da la exposición al riesgo. Para un riesgo determinado, el nivel de exposición se puede estimar en función de los tiempos de permanencia en áreas y/o tareas en que se haya identificado en riesgo. (INSHT I. N., 2001, pág. 7)

➤ **Período de referencia para agentes químicos**

Período especificado de tiempo, establecido para el valor límite de un determinado agente químico. El período de referencia para el límite de larga duración es habitualmente de 8 horas, y para el de corta duración, 15 minutos. (DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL, 2005, pág. 6)

➤ **TGHB (Temperatura de globo y bulbo húmedo)**

Es un promedio ponderado que combina los efectos de la humedad, la velocidad del aire, la temperatura del aire del ambiente y la energía radiante en un único índice. (3 M)

➤ **Cfm Thermo - Anemómetro**

Mide la velocidad de circulación de un fluido gaseoso en especial del viento y temperaturas en °C. (EXTECH)

➤ **ToxiRAE Pro PID**

Es un detector de fotoionización (PID), el detector mide COV's y otros gases tóxicos a bajas concentraciones que van desde las ppb (partículas por billón) has las 10.000 ppm (partes por millón o 1% en volumen), esencialmente es un cromatógrafo de gases. (Rae) (ver anexo 7)



➤ **Bomba Skc**

La bomba de succión de aire para nuestro personal está diseñada específicamente para el muestreo personal de partículas, asbestos, plomo y otros contaminantes aéreos en ambientes donde no se requiere seguridad intrínseca. (SKC) (ver anexo 8)

➤ **Salud laboral**

Estado de bienestar físico, mentalmente y social del trabajador que puede resultar afectado por las diferentes variables o factores de riesgo existentes en el ambiente laboral, bien sea de tipo orgánico, psíquico o social. (Diaz, 2007, pág. 423)

➤ **Valores límites permisibles**

Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes físico/químicos, y representan condiciones a las cuales se cree que, basándose en conocimientos actuales, la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral sin sufrir efectos adversos para su salud. (Ministerio de Salud M. , 2005)

➤ **Plano de trabajo**

Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos. (Ecopetrol, 2011, pág. 3)

➤ **Trabajos con pantallas de visualización de datos**

Involucra la labor que realiza un trabajador en base al uso del hardware y el software (los que forman parte de la ofimática). Se consideran trabajadores usuarios de pantallas de visualización a todos aquellos que superen las 4 horas diarias o 20 horas semanales de trabajo efectivo con dichos equipos. (Ministerio de trabajo y Promocion del empleo, 2013, pág. 8)

➤ **Trabajadores expuestos**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), no existe un criterio exacto de expuesto y es de difícil definición, pero se detallan factores que afectan la



radiación UV, como: elevación del sol (ángulo zenital), latitud, cantidad de nubes, altitud (metros sobre el nivel del mar), grosor de la cubierta de ozono y albedo. (Ministerio de Salud, 2011, pág. 26)

➤ **Partículas**

Término genérico que se usa para designar la mezcla de partículas sólidas y pequeñas gotas de líquidos suspendidas en el aire. (INSHT I. n., 2001, pág. 66)

➤ **Volatilización**

Es el proceso que consiste en el cambio de estado de sólido al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido. (Cortés Díaz, 2007, pág. 509)

➤ **Valor límite permisible - Exposición de corta duración (TLV - STEL)**

Es el valor de referencia para la exposición de corta duración (STEL). No debe ser superado por ninguna STEL a lo largo de la jornada laboral. (DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL, 2005, pág. 7)

➤ **Riesgo**

Probabilidad de ocurrencia de un evento de características negativas. (Gutierrez Strauss, 2011, pág. 14)

➤ **Transporte del gas natural**

Una de las actividades de la industria del GN es el transporte, que permite que la cadena productiva se complete, es decir, que llegue de los pozos de extracción hasta los consumidores finales. El transporte es una facilidad esencial que tradicionalmente ha sido realizada por medio de gasoductos. No obstante, han surgido modalidades alternativas cuando no se pueden construir ductos entre el punto de origen y el de destino. A continuación, se describen las tres modalidades de transporte utilizadas para el abastecimiento de GN: gasoductos, transporte de gas natural licuefactado (GNL) y gas natural comprimido (GNC). (Osinerning, 2014, pág. 23)

2.5. VARIABLES E INDICADORES

2.5.1. Variable

Agentes físicos y químicos

2.5.2. Indicadores

Iluminación, radiación solar UV, ruido, confort térmico, vibraciones, compuestos orgánicos volátiles (COV's), partículas inhalables y respirables.

2.5.3. Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 9: Operacionalización de variable

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	unidad
Agentes físicos y químicos	Agentes físicos	Nº de factores de riesgo de iluminación por actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Medición de Iluminación natural en Área del Operador de Combustible – Zona de abastecimiento (Exterior) - Medición de Iluminación artificial en Área del Supervisor - Oficina (Interior) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lux - Lux
		Nº de factores de riesgo de radiación UV por actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Medición de rayos uv en Área del Operador de Combustible – Zona de abastecimiento (Exterior) - Medición de rayos uv en Área del Supervisor - Oficina (Interior) 	<ul style="list-style-type: none"> - mW/cm² - mW/cm²
		Nº de factores de riesgo de ruido por actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Medición Sonometría y dosimetría en decibeles en Área del Operador de Combustible – Zona de abastecimiento (Exterior) - Medición Sonometría y dosimetría en decibeles en Área del Supervisor - Oficina (Interior) 	<ul style="list-style-type: none"> - dB - dB
		Nº de factores de riesgo de Estrés térmico por actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Medición Estrés térmico en Área del Operador de Combustible – Zona de abastecimiento (Exterior) - Medición Estrés térmico en Área del Supervisor - Oficina (Interior) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensación térmica - Sensación térmica
		Nº de factores de riesgo de vibración por actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Medición Nivel de vibración en Área del Operador de Combustible – Zona de abastecimiento (Exterior) - Medición Nivel de vibración en Área del Supervisor - Oficina (Interior) 	<ul style="list-style-type: none"> - m/s² - m/s²
	Agentes químicos	Nº de factores de riesgos de Compuestos orgánicos volátiles	<ul style="list-style-type: none"> - Medición de compuestos orgánicos volátiles en Área del Operador de Combustible – Zona de abastecimiento (Exterior) - Medición de compuestos 	<ul style="list-style-type: none"> - ppm - ppm



		(COVs) por actividad	orgánicos volátiles en Área del Supervisor - Oficina (Interior)	
		N° de factores de riesgos de Partículas inhalables y respirables por actividad	<ul style="list-style-type: none">- Medición de partículas Inhalables y respirables en Área del Operador de Combustible – Zona de abastecimiento (Exterior)- Medición de partículas Inhalables y respirables en Área del Supervisor - Oficina (Interior)	<ul style="list-style-type: none">- ppm- ppm

Fuente: Elaboración propia



CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

Este tipo de investigación es aplicada debido a que se utilizarán los conocimientos y teorías establecidas en la metodología de la toma de medidas aplicados a los agentes físicos y químicos presentes en las operaciones industriales de Cusco, Calca y Quillabamba en el proyecto Ductos del sur.

Según Sampieri, Fernández & Baptista (2015), la investigación aplicada concreta su atención en las posibilidades fácticas de llevar a la práctica las teorías generales y destina sus esfuerzos a resolver los problemas y necesidades que se plantean los hombres de la sociedad en un corto, mediano y largo plazo.

Es decir, se interesa fundamentalmente por la propuesta de solución en un contexto físico-social específico.

3.2. Diseño de la investigación

De acuerdo con el enfoque, nuestra investigación es cuantitativa, se realizará un diseño no experimental. Según sostiene (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2016). En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. Las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

3.3. Población y muestra

3.3.1 Población

La población objetivo está conformado por los 13 trabajadores de la empresa OSS dentro del proyecto Ductos del Sur.



3.3.2 Población de estudio

Se consideró a todos los trabajadores que estén presentes en el día del monitoreo.

3.3.3 Muestra.

Se realizó un muestreo intencional o de conveniencia, debido a que se consideró muestras representativas mediante la inclusión de puestos típicos de trabajo (operador de combustible y supervisor de operaciones), donde se seleccionó directa e intencionalmente a los individuos que se tiene fácil acceso de la población, siendo en total seis (6) individuos evaluados en toda la investigación.

3.4. Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó la técnica de observación de campo, ya que se busca profundizar en el conocimiento de la exploración, en este caso se empleó como instrumento de recolección un formato de campo para cada agente físico y químico.

El formato de campo de cada factor se puede visualizar en el punto “instrumentos de recolección de datos” en la página 211.

3.5. Técnicas de procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos, nos apoyaremos en el software de algunos equipos, donde se almacenan las mediciones de la evaluación, para los equipos que no posean un software de procesamiento de datos, se utilizarán formatos de campo donde se anotarán los datos al momento de las evaluaciones, también nos apoyaremos en el programa Excel para la realización de gráficas y tablas.



CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Resultado respecto a los Objetivos Específicos

4.1.1. Objetivo específico 1:

“Evaluar y determinar los agentes físicos en las operaciones industriales; Cusco, Calca y Quillabamba (Kp28) de la empresa Primax en el proyecto gasoducto sur peruano 2017”

Con la Matriz GEMA; se evaluó cada tarea de cada actividad realizadas por cada puesto de trabajo “Operador de Combustible y Supervisor de Operaciones”, y se determinó que agentes físicos están presentes dentro de las Operaciones Industriales (OI) de Cusco, Calca y Quillabamba (KP28) de Primax en el proyecto Ductos del Sur 2017, que son:

1) Iluminación

La evaluación se realizó mediante un monitoreo de iluminación en el plano de trabajo de los “Operadores de combustible y supervisores de operaciones” utilizando de equipo de medición el “luxómetro” (ver anexo 3) adjuntando todas las tomas de muestras en los formatos de campo de iluminación para cada operación industrial (OI) evaluada por puesto de trabajo:

- Cusco (ver anexo 16 para el O.C.) (ver anexo 17 para el S.O)
- Calca (ver anexo 18 para el O.C.) (ver anexo 19 para el S.O)
- Quillabamba (ver anexo 20 para el O.C.) (ver anexo 21 para el S.O)

Tomando como referencia los criterios, prácticas y guías establecidos en:

- Guía Práctica sobre Iluminación en el ambiente laboral SRT – Superintendencia de riesgo laboral, Ministerio de Trabajo, empleo y seguridad social – Argentina.
- Norma Oficial Mexicana, NOM-025-STPS-1999, condiciones de iluminación en los centros de trabajo - Apéndice A: Evaluación de los niveles de iluminación.



La evaluación del monitoreo de iluminación se realizó mediante el siguiente procedimiento del muestreo:

- Cuando se utilice iluminación artificial, antes de realizar las mediciones, se tendrá que cumplir con lo siguiente:
 - Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice; si se utilizan lámparas de descarga, incluyendo lámparas fluorescentes, se espera un periodo de 20 minutos antes de iniciar las lecturas.
 - Cuando las lámparas fluorescentes se encuentren montadas en luminarias cerradas, el período de estabilización puede ser mayor.
 - Si se cuentan con sistemas de ventilación; deberá operar normalmente, debido a que la iluminación de las lámparas de descarga y fluorescentes presentan fluctuaciones por los cambios de temperatura.
- Cuando se utilice exclusivamente iluminación natural, se realiza al menos una medición por cada área o puesto de trabajo.
- Para el monitoreo de iluminación se debe tener las siguientes consideraciones del muestro.
 - El luxómetro debe estar correctamente calibrado.
 - Prácticamente la totalidad de los fabricantes de instrumentos indican una calibración anual, la que debe incluir el control de la respuesta espectral y la corrección a la ley coseno.
 - El instrumento debe ubicarse de modo que registre la iluminancia que interesa medir. Ésta puede ser horizontal (por ej. para determinar el nivel de iluminancia media en un ambiente) o estar sobre una superficie inclinada (un tablero de dibujo).
 - La medición se debe efectuar en la peor condición o en una condición típica de trabajo.
 - Se debe medir la iluminación general y por cada puesto de trabajo o por un puesto tipo. Planificar las mediciones según los turnos de trabajo que existan en el establecimiento.

- Debe tenerse siempre presente cuál es el plano de referencia del instrumento, el que suele marcarse directamente sobre la fotocelda o se indica en su manual.
- Se debe tener especial cuidado en excluir de la medición aquellas fuentes de luz que no sean de la instalación. Asimismo, deben evitarse sombras sobre el sensor del luxómetro.
- En el caso de instalaciones con lámparas de descarga, es importante que éstas se enciendan al menos veinte minutos antes de realizar la medición, para permitir una correcta estabilización.
- Suele ser importante registrar el valor de la tensión de alimentación de las lámparas.
- En instalaciones con lámparas de descarga nuevas, éstas deben estabilizarse antes de la medición, lo que se logra luego de entre 100 y 200 horas de funcionamiento.

Para la determinación de los niveles mínimos requeridos (NMR) de iluminación se compararán la toma de muestras de cada O.I. por puesto de trabajo con los estándares mencionados en el punto 2.2.2. Iluminación, Anexo N° 37 del D.S. 024-2016-EM.

a) Para Cusco

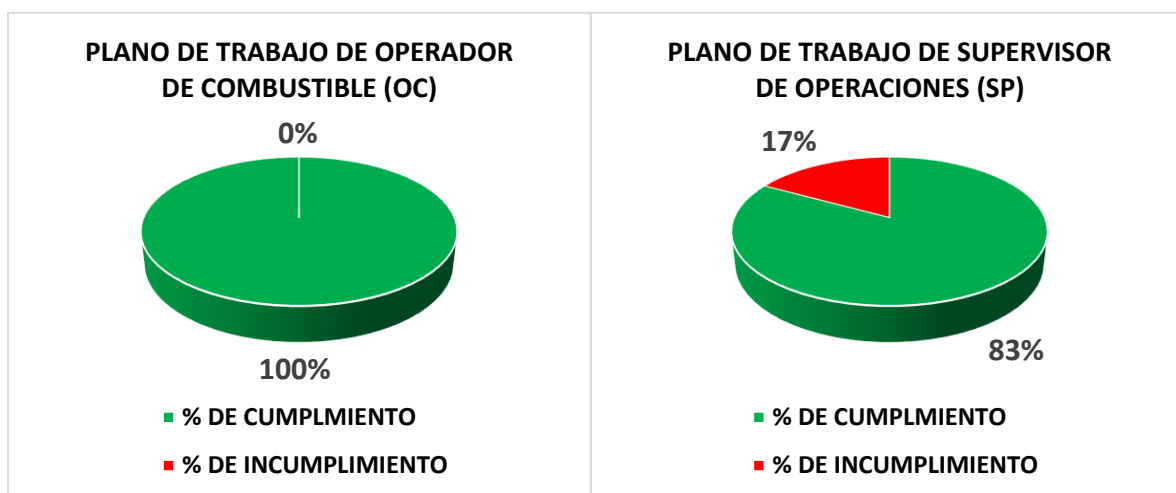
Tabla 10: Comparación de resultados con los estándares de iluminación por puesto de trabajo - OI CUSCO

Estación	Lugar de evaluación	Hora	Niveles de iluminación			Según Anexo N°37	Conclusión
			Mín.	Máx.	AVG ⁽¹⁾		
Operador de combustible (OC) (IL-001)	Abastecimiento de combustible	11:30	477	578	577	150	CUMPLE
		11:42	436	564	561		
		11:53	601	671	637		
	Tiempo de exposición	23 min	Promedio	591			
Supervisor de operaciones (SO) (IL-002)	Mesa de trabajo (Oficina)	14:11	159	211	188	300	NO CUMPLE
		14:23	276	298	284		
		14:35	237	300	272		
	Tiempo de exposición	24 min	Promedio	248			

¹: Promedios arrojados por el luxómetro

Se observa que:

- Los niveles de iluminación en el plano de trabajo del (OC) en donde realiza reportes y abastecimiento de combustible, se encuentran con un nivel de iluminación superior al Nivel Mínimo Requerido (NMR) de Iluminación de 150 lux emitido en el D.S. N° 024 - EM (NMR para ambientes abiertos) alcanzando valores de iluminaciones de **591 lux** en promedio, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).
- Los niveles de iluminación en el área de trabajo del (SO) en donde realiza procesamiento de datos, se encuentran con un nivel de iluminación por debajo del Nivel Mínimo Requerido de Iluminación (NMR) de 300 lux emitido en el D.S. N° 024 - EM (NMR para trabajos prolongados con requerimiento moderado sobre la visión) alcanzando valores de iluminación de **248 lux** en promedio, encontrándose fuera de los estándares (No Cumple).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Representación porcentual de incumplimiento respecto del NMR de iluminación según el puesto de trabajo - OI CUSCO

Se observa que en el plano de trabajo del operador de combustible (OC) tiene 100% de cumplimiento, mientras que al supervisor de operaciones (SO) le falta 17% para que llegue al nivel mínimo requerido.

b) Para Calca

Tabla 11: Comparación de resultados con los estándares de iluminación por puesto de trabajo -

Estación	Lugar de evaluación	Hora	Niveles de iluminación			Según Anexo N°37	Conclusión
			Mín	Máx.	AVG ⁽¹⁾		
Operador de combustible (OC) (IL-001)	Área de abastecimiento de combustible	10:00	590	628	609	150	CUMPLE
		11:10	581	872	887		
		10:22	884	909	902		
	Tiempo de exposición	22 min	Promedio	799			
Supervisor de operaciones (SO) (IL-002)	Mesa de trabajo (Oficina)	09:19	706	850	836	300	CUMPLE
		09:28	532	651	631		
		09:37	828	878	853		
	Tiempo de exposición	18 min	Promedio	773			

OI CALCA

¹: Promedios arrojados por el luxómetro

Se observa que:

- Los niveles de iluminación en el plano de trabajo del (OC) en donde realiza reportes y abastecimiento de combustible, se encuentran con un nivel de iluminación superior al Nivel Mínimo Requerido (NMR) de Iluminación de 150 lux emitido en el D.S. N° 024 - EM (NMR para ambientes abiertos) alcanzando valores de iluminaciones de **799 lux** en promedio, encontrándose dentro de los estándares (CUMPLE).
- Los niveles de iluminación en el área de trabajo del (SO) en donde realiza procesamiento de datos, se encuentran con un nivel de iluminación por debajo del Nivel Mínimo Requerido de Iluminación (NMR) de 300 lux emitido en el D.S. N° 024 - EM (NMR para trabajos prolongados con requerimiento moderado sobre la visión) alcanzando valores de iluminaciones de **773 lux** en promedio, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).

c) Para Quillabamba (Kp 28)

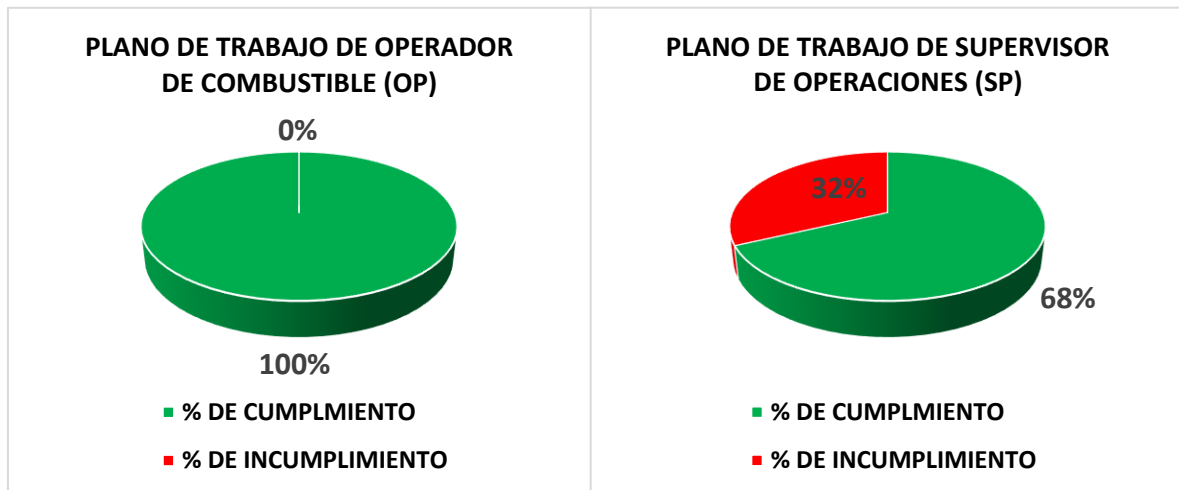
Tabla 12: Comparación de resultados con los estándares de iluminación por puesto de trabajo - OI KP28

Estación	Lugar de evaluación	Hora	Niveles de iluminación			Según Anexo N°37	Conclusión
			Mín.	Máx.	AVG ⁽¹⁾		
Operador de combustible (OC) (IL-001)	Abastecimiento de combustible	10:30	209	325	323	150	CUMPLE
		10:40	345	352	348		
		10:53	204	264	255		
	Tiempo de exposición	23 min	Promedio	308			
Supervisor de operaciones (SO) (IL-002)	Mesa de trabajo (Oficina)	15:17	172	214	195	300	NO CUMPLE
		15:28	204	228	225		
		15:37	211	229	226		
	Tiempo de exposición	20 min	Promedio	215			

¹: Promedios arrojados por el luxómetro

Se observa que:

- Los niveles de iluminación en el plano de trabajo del (OC) en donde realiza reportes y abastecimiento de combustible, se encuentran con un nivel de iluminación superior al Nivel Mínimo Requerido (NMR) de Iluminación de 150 lux emitido en el D.S. N° 024 - EM (NMR para ambientes abiertos) alcanzando valores de iluminaciones de **308 lux** en promedio, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).
- Los niveles de iluminación en el área de trabajo del (SO) en donde realiza procesamiento de datos, se encuentran con un nivel de iluminación por debajo del Nivel Mínimo Requerido de Iluminación (NMR) de 300 lux emitido en el D.S. N° 024 - EM (NMR para trabajos prolongados con requerimiento moderado sobre la visión) alcanzando valores de iluminaciones de **215 lux** en promedio, encontrándose fuera de los estándares (No Cumple).



Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Representación porcentual de incumplimiento respecto del NMR de iluminación según el puesto de trabajo - OI KP28

Se observa que en el plano de trabajo del operador de combustible (OC) tiene 100% de cumplimiento, mientras que al supervisor de operaciones (SO) le falta 32% para que llegue al nivel mínimo requerido.

2) RADIACIÓN SOLAR UV

La evaluación se realizó mediante un monitoreo de radiación solar uv en el plano de trabajo de los “Operadores de combustible y supervisores de operaciones” utilizando de equipo de medición el “Medidor de radiación uv” (ver anexo 4) adjuntando todas las tomas de muestras en los formatos de campo de radiación uv para cada operación industrial (OI) evaluada por puesto de trabajo.

- Cusco (ver anexo 22 para el OC) (ver anexo 23 para el SO)
- Calca (ver anexo 24 para el OC) (ver anexo 25 para el SO)
- Quillabamba (ver anexo 26 para el OC) (ver anexo 27 para el SO)

Tomando como referencia los criterios, prácticas y guías establecidos en:

- LEY N° 30102:2013 “Ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a radiación solar”.
- DECRETO N° 594 de 1999, sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

La evaluación del monitoreo de radiación uv se realizó mediante el siguiente procedimiento del muestreo:

- En función de las características de fuente emisora, la exposición a la radiación ultravioleta se expresa en forma de irradiancia (E) y está relacionada por el tiempo de exposición.
- Para la evaluación de radiación se debe de tener las siguientes características: Se considerarán expuestos a radiación UV aquellos trabajadores que ejecutan labores sometidos a radiación solar directa. Estos resultados deben ser corregidos si al momento de la evaluación existe nubosidad, elementos reflectantes o absorbentes.
- La medición de la radiación es de lectura directa y se realizaron tres medidas en cada puesto de trabajo por 15 minutos en cada OI.

Para la determinación de los límites máximos permisibles (LMP) de radiación uv, se compararán la toma de muestras de cada operación industrial (OI) por puesto de trabajo con los estándares mencionados en el punto 2.2.2. Radiación solar uv.

a) Para Cusco

De acuerdo con los niveles de riesgo de radiación según SENAMHI, el día de la evaluación se presentaba niveles de radiación solar altos en la ciudad de Cusco.

Tabla 13: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el OC - OI CUSCO

Lugar de monitoreo	Hora de evaluación	Tiempo de exposición	Unidad	AVG ⁽¹⁾	D.S. N° 594 de CHILE ⁽²⁾	Nivel de riesgo según SENAMHI ⁽³⁾	Clasificación de riesgo según SENAMHI
Área de abastecimiento bajo techo al aire libre	09:50 am	15 minutos	mW/cm ²	6.68	1	6-8	Moderado
	09:55 am						
	10:00 am						
Área de surtidor bajo techo al aire libre	10:15 am	15 minutos	mW/cm ²	8.47	1	6-8	Moderado
	10:30 am						
	13:05 pm						
Área de abastecimiento de combustible	13:10 pm	15 minutos	mW/cm ²	11.71	1	9-11	Alto
	14:25 pm						
	14:00 pm						

1: Promedios arrojados por el medidor de radiación uv.
 2: límite máximo permisible de exposición a radiación uv en el trabajo.
 3: índice de radiación uv arrojada por SENAMHI en el día del monitoreo.

Se observa que el operador de combustible (OC):

- En el área de abastecimiento bajo techo al aire libre se obtuvo un promedio de **6.68 mW/cm²**.
- En el área de surtidor bajo techo al aire libre se obtuvo un promedio de **8.47 mW/cm²**.
- En el área de abastecimiento de combustible se obtuvo un promedio de **11.71 mW/cm²**.

Todos los datos obtenidos en la evaluación del OC se encuentran fuera de los estándares, sobrepasando los límites de acción de **1 mW/cm²** Según señala el D.S. N° 594: 1999 de Chile, considerando exposición solar mayor a 16 minutos.

Tabla 14: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el SO - OI CUSCO

Lugar de monitoreo	Hora de evaluación	Tiempo de exposición	Unidad	AVG ⁽¹⁾	D.S. N° 594 de CHILE ⁽²⁾	Nivel de riesgo según SENAMHI ⁽³⁾	Clasificación de riesgo según SENAMHI
Área de abastecimiento bajo techo al aire libre	10:31 am	15 minutos	mW/cm ²	6.9	1	6-8	Moderado
	10:41 am						
	10:56 am						
Área de surtidor bajo techo al aire libre	11:11 am	15 minutos	mW/cm ²	8.4	1	6-8	Moderado
	11:40 am						
	14:00 pm						
Área de abastecimiento de combustible	14:18 pm	15 minutos	mW/cm ²	11.40	1	9-11	Alto
	14:33 pm						
	15:05 pm						

¹: Promedios arrojados por el medidor de radiación uv.

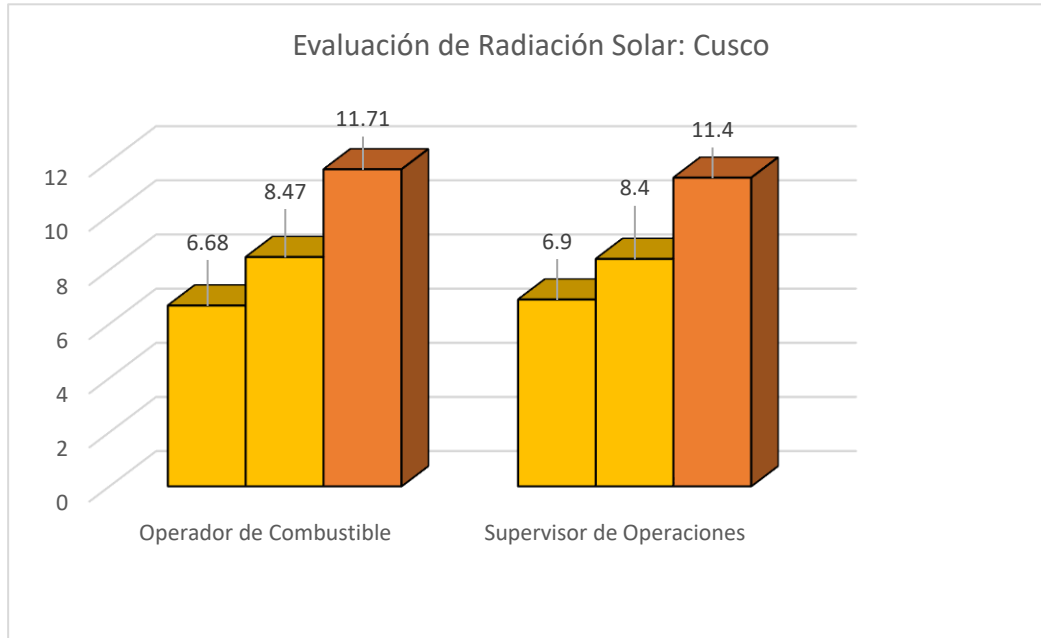
²: límite máximo permisible de exposición a radiación uv en el trabajo.

³: índice de radiación uv arrojada por SENAMHI en el día del monitoreo.

Se observa que el supervisor de operaciones (SO):

- En el área de abastecimiento bajo techo al aire libre se obtuvo un promedio de **6.9 mW/cm²**.
- En el área de surtidor bajo techo al aire libre se obtuvo un promedio de **8.4 mW/cm²**.
- En el área de abastecimiento de combustible se obtuvo un promedio de **11.40 mW/cm²**.

Todos los datos obtenidos en la evaluación del SO encuentran fuera de los estándares, sobrepasando los límites de acción de **1 mW/cm²** Según señala el D.S. N° 594: 1999 de Chile, considerando exposición solar mayor a 16 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Niveles de radiación solar para el OC y SO - OI CUSCO

Se observa que las densidades de potencia medidas con el equipo de lectura directa reporto valores similares en los planos de trabajo del operador de combustible (OC) y supervisor de operaciones (SO), clasificándolas de color mostaza como riesgo moderado y naranja como riesgo alto (la mayor irradiancia efectiva de todo el día) según SENAMHI.

b) Para Calca

De acuerdo con los niveles de riesgo de radiación según SENAMHI, el día de la evaluación se presentaba niveles de radiación solar altos en la ciudad de Calca.

Tabla 15: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el OC - OI CALCA

Lugar de monitoreo	Hora de evaluación	Tiempo de exposición	Unidad	AVG ⁽¹⁾	D.S. N° 594 de CHILE ⁽²⁾	Nivel de riesgo según SENAMHI ⁽³⁾	Clasificación de riesgo según SENAMHI
Área de abastecimiento bajo techo al aire libre	13:05 pm	15 minutos	mW/cm ²	9.54	1	9-11	Alto
	13:15 pm						
	13:20 pm						
Área de surtidor bajo techo al aire libre	14:05 am	15 minutos	mW/cm ²	10.59	1	9-11	Alto
	14:18 am						
	14:25 pm						
Área de abastecimiento de combustible	15:10 pm	15 minutos	mW/cm ²	10.52	1	9-11	Alto
	15:25 pm						
	15:30 pm						

¹: Promedios arrojados por el medidor de radiación uv.

²: límite máximo permisible de exposición a radiación uv en el trabajo.

³: índice de radiación uv arrojada por SENAMHI en el día del monitoreo.

Se observa que el operador de combustible (OC):

- En el área de abastecimiento bajo techo al aire libre se obtuvo un promedio de **9.54 mW/cm²**.
- En el área de surtidor bajo techo al aire libre se obtuvo un promedio de **10.59 mW/cm²**.
- En el área de abastecimiento de combustible se obtuvo un promedio de **10.52 mW/cm²**.

Todos los datos obtenidos en la evaluación del OC encuentran fuera de los estándares, sobrepasando los límites de acción de 1 mW/cm² Según señala el D.S. N° 594: 1999 de Chile, considerando exposición solar mayor a 16 minutos.

Tabla 16: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el SO - OI CALCA

Lugar de monitoreo	Hora de evaluación	Tiempo de exposición	Unidad	AVG ⁽¹⁾	D.S. N° 594 de CHILE ⁽²⁾	Nivel de riesgo según SENAMHI ⁽³⁾	Clasificación de riesgo según SENAMHI
Área administrativa – zona de reportes en oficina	09:22 am	15 minutos	mW/cm ²	1.37	1	1-2	Mínimo
	09:31 am						
	09:46 am						
	11:10 am	15 minutos	mW/cm ²	0.79	1	1-2	Mínimo
	11:20 am						
	11:33 am						
	12:13 am	15 minutos	mW/cm ²	1.07	1	1-2	Mínimo
	12:23 am						
	12:35 am						

¹: Promedios arrojados por el medidor de radiación uv.

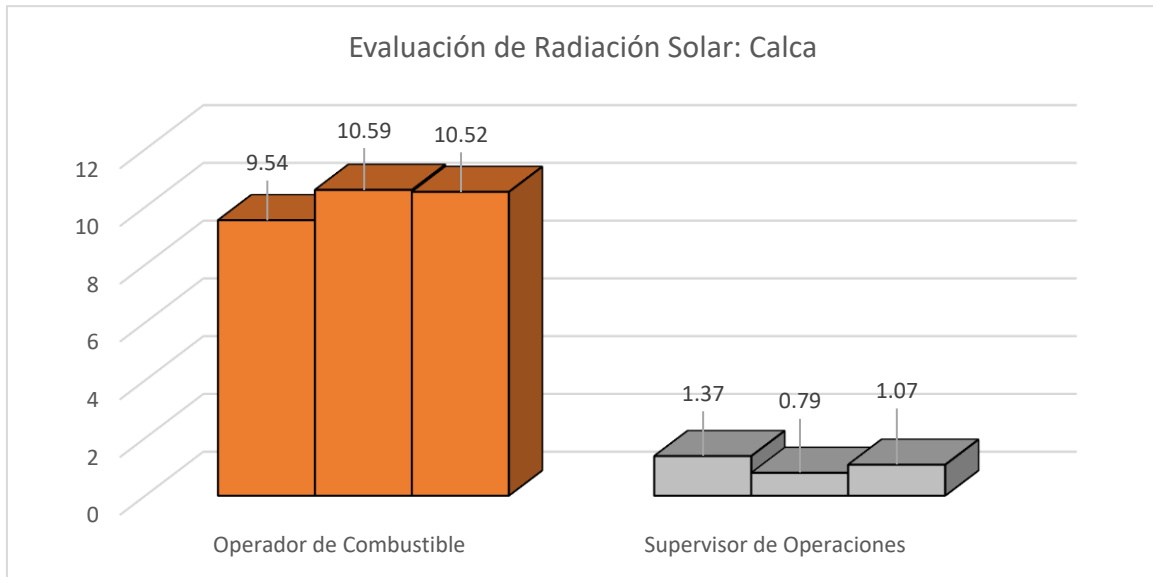
²: límite máximo permisible de exposición a radiación uv en el trabajo.

³: índice de radiación uv arrojada por SENAMHI en el día del monitoreo.

Se observa que el supervisor de operaciones (SO):

- En el área administrativa – zona de reportes en oficina, se obtuvo un promedio de **1.37 mW/cm²**, **0.79 mW/cm²**, **1.07 mW/cm²**, en distintos horarios.

Todos los datos obtenidos en la evaluación del SO se encuentran dentro de los estándares, sobrepasando por decimas los límites de acción de **1 mW/cm²** Según señala el D.S. N° 594: 1999 de Chile, considerando exposición solar mayor a 16 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Niveles de radiación solar para el OC y SO - O.I CALCA

Se observa que las densidades de potencia medidas con el equipo de lectura directa reporto valores distintos en los planos de trabajo del operador de combustible (OC) y supervisor de operaciones (SO), clasificándolas de color mostaza como riesgo alto (la mayor irradiancia efectiva de todo el día) y gris como riesgo mínimo, según SENAMHI.

c) Para Quillabamba (Kp 28)

De acuerdo con los niveles de riesgo de radiación según SENAHMI, el día de la evaluación se presentaba niveles de radiación solar medios en el departamento de Cusco.

Tabla 17: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el OC - OI KP28

Lugar de monitoreo	Hora de evaluación	Tiempo de exposición	Unidad	AVG ⁽¹⁾	D.S. N° 594 de CHILE ⁽²⁾	Nivel de riesgo según SENAMHI ⁽³⁾	Clasificación de riesgo según SENAMHI
Área de abastecimiento bajo techo al aire libre	07:35 am 07:51 am 08:07 pm	15 minutos	mW/cm ²	4.44	1	3-5	Bajo
Área de surtidor bajo techo al aire libre	08:22 am 08:40 am 10:54 am	15 minutos	mW/cm ²	7.83	1	6-8	Moderado
Área de abastecimiento de combustible	11:06 pm 11:16 pm 11:46 pm	15 minutos	mW/cm ²	8.27	1	6-8	Moderado

¹: Promedio arrojado por el medidor de radiación uv.

²: límite máximo permisible de exposición a radiación uv en el trabajo.

³: índice de radiación uv arrojada por SENAMHI en el día del monitoreo.

Se observa que el operador de combustible (OC):

- En el área de abastecimiento bajo techo al aire libre se obtuvo un promedio de **4.44 mW/cm2**.
- En el área de surtidor bajo techo al aire libre se obtuvo un promedio de **7.83 mW/cm2**.
- En el área de abastecimiento de combustible se obtuvo un promedio de **8.27 mW/cm2**.

Todos los datos obtenidos en la evaluación del OC encuentran fuera de los estándares, sobrepasando los límites de acción de **1 mW/cm2** Según señala el D.S. N° 594: 1999 de Chile, considerando exposición solar mayor a 16 minutos.

Tabla 18: Comparación de resultados con los estándares de radiación solar UV para el SO - OI KP28

Lugar de monitoreo	Hora de evaluación	Tiempo de exposición	Unidad	AVG ⁽¹⁾	D.S. N° 594 de CHILE ⁽²⁾	Nivel de riesgo según SENAMHI ⁽³⁾	Clasificación de riesgo según SENAMHI
Área de abastecimiento bajo techo al aire libre	08:42 am 08:52 am	15 minutos	mW/cm ²	4.49	1	3-5	Bajo
Área de surtidor bajo techo al aire libre	09:05 am 09:20 am	15 minutos	mW/cm ²	7.60	1	6-8	Moderado
Área de abastecimiento de combustible	09:36 pm 14:15 pm	15 minutos	mW/cm ²	8.15	1	6-8	Moderado

¹: Promedio arrojado por el medidor de radiación uv.

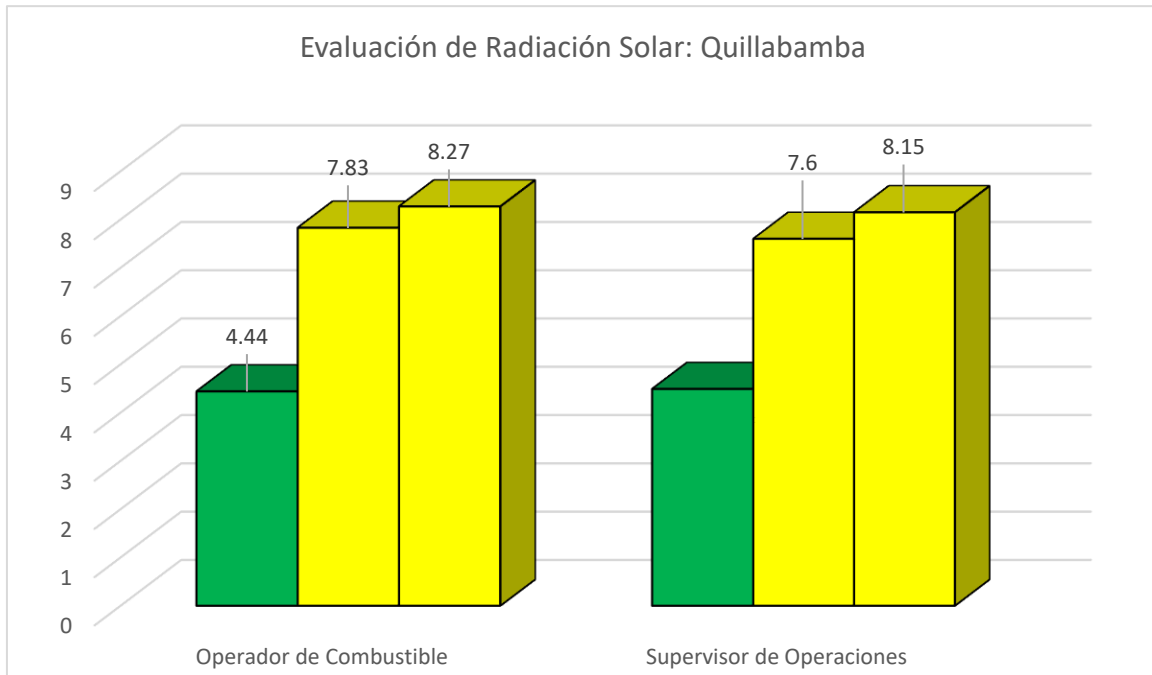
²: límite máximo permisible de exposición a radiación uv en el trabajo.

³: índice de radiación uv arrojada por SENAMHI en el día del monitoreo.

Se observa que el supervisor de operaciones (SO):

- En el área de abastecimiento bajo techo al aire libre se obtuvo un promedio de **4.49 mW/cm²**.
- En el área de surtidor bajo techo al aire libre se obtuvo un promedio de **7.60 mW/cm²**.
- En el área de abastecimiento de combustible se obtuvo un promedio de **8.15 mW/cm²**.

Todos los datos obtenidos en la evaluación del SO encuentran fuera de los estándares, sobrepasando los límites de acción de 1 mW/cm² Según señala el D.S. N° 594: 1999 de Chile, considerando exposición solar mayor a 16 minutos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Niveles de radiación solar para el OC y SO - OI KP28

Se observa que las densidades de potencia medidas con el equipo de lectura directa reporto valores similares en los planos de trabajo del operador de combustible (OC) y supervisor de operaciones (SO), clasificándolas de color amarillo como riesgo **moderado** (la mayor irradiancia efectiva de todo el día) y verde como riesgo **bajo**, según SENAMHI.



3) SONOMETRÍA Y DOSIMETRÍA DE RUIDO

La evaluación se realizó mediante un monitoreo ruido en el plano de trabajo de los “Operadores de combustible y supervisores de operaciones” utilizando como equipos de medición; el “Dosímetro y Sonómetro” (ver anexo 5), adjuntando todas las tomas de muestras en los formatos de campo de ruido para cada O.I. por puesto de trabajo:

- Cusco (ver anexo 28 y 29 para el O.C.) (ver anexo 30 y 31 para el S.O)
- Calca (ver anexo 32 y 33 para el O.C.) (ver anexo 34 y 35 para el S.O)
- Quillabamba (ver anexo 36 y 37 para el O.C.) (ver anexo 38 y 39 para el S.O)

Cuando se quiere evaluar el riesgo por ruido, se mide el nivel de presión sonora en función del tiempo de exposición, y de acuerdo con la permanencia del trabajador en un puesto específico, de ahí la importancia del método de la sonometría de Ruido, que nos determina el nivel de presión sonora constante en el puesto de trabajo. Por otro lado, la dosimetría nos ayuda a comprobar las variaciones a lo largo de un tiempo determinado. Si el ruido está presente a lo largo de toda la jornada laboral, deberá realizarse una medición completa o al 70% de la jornada como mínimo.

La evaluación del monitoreo de ruido se realizó mediante el siguiente procedimiento del muestreo:

➤ **Dosimetría de ruido:**

- La medición se realizó al comienzo de su jornada laboral, el cual se realizó en condiciones normales durante su jornada de trabajo.
- Se realizó la calibración de campo in situ, a 114 dB (A) y 1000 Hz.
- Se instaló el instrumento de medición en el trabajador, ubicando el micrófono aproximadamente a 0.1 m de la entrada del oído.
- Una vez instalado el dosímetro se anotó la hora de inicio.
- Al finalizar la medición se anotó la hora de término y los datos correspondientes.

➤ **Sonometría de ruido:**

- La medición se realizó al comienzo de su jornada laboral, el cual se realizó en condiciones normales durante su jornada de trabajo.



- Una vez instalado el sonómetro se mide según ISO 9612-2010 (se realizan tres mediciones en un tiempo de 5 minutos).
- En la ficha de campo se anotó los datos del trabajador, se describe las actividades que realiza y se registra los niveles de ruido proporcionado por el sonómetro.
- Para el monitoreo de ruido se debe tener las siguientes consideraciones del muestro
- Las mediciones se han realizado con un nivel permisible de 83 dB(A), tasa de cambio 3, y respuesta fast de instrumento, de acuerdo a lo establecido por la Norma ISO 9612:2010. Para una jornada de trabajo de 12 horas.
- Los niveles de presión sonora se evaluaron con ponderación (A), pues es la que nos da una respuesta más parecida a la del oído humano, tomándose como referencia los estándares internacionales ISO 1999: 1990 “Acústica – Determinación de la exposición a ruido laboral y estimación de la pérdida auditiva inducida por ruido”, y la NTP ISO 9612:2010 “Acústica. Determinación de la exposición al ruido laboral. Método de Ingeniería”.
- Con respecto al procedimiento para el monitoreo de campo, se tuvo en cuenta:
 - i. La medición se realizó al comienzo de su jornada laboral, el cual se realizó en condiciones normales durante su jornada de trabajo.
 - ii. Para la colocación de dosímetro el Colaborador coloca su mandil con ajuste firme según lo indique el personal evaluador. Además, verifica el ajuste en todo momento para evitar que el equipo se caiga y el micrófono debe sujetarse en el hombro del Colaborador.
 - iii. El Colaborador evita hacer movimientos forzosos inusuales que dan como resultados daño al micrófono o dosímetro. Se evita golpear el dosímetro con otro equipo fijo o en movimiento.
 - iv. Realizar las actividades normales de trabajo y hablar de manera usual, cualquier duda o inquietud que tenga el Colaborador debe comunicarse con su Supervisor quien ubicará al personal evaluador que apoya en forma permanente durante toda la medición.
 - v. Al finalizar la medición se anotó la hora de término y los datos correspondientes en una ficha de campo.
- La manipulación del sonómetro se realiza sólo por el personal evaluador.



Para la determinación de los límites permisibles de ruido, se compararán la toma de muestras de cada O.I. por puesto de trabajo con los estándares mencionados en el punto 2.2.2. Ruido.

a) Para Cusco

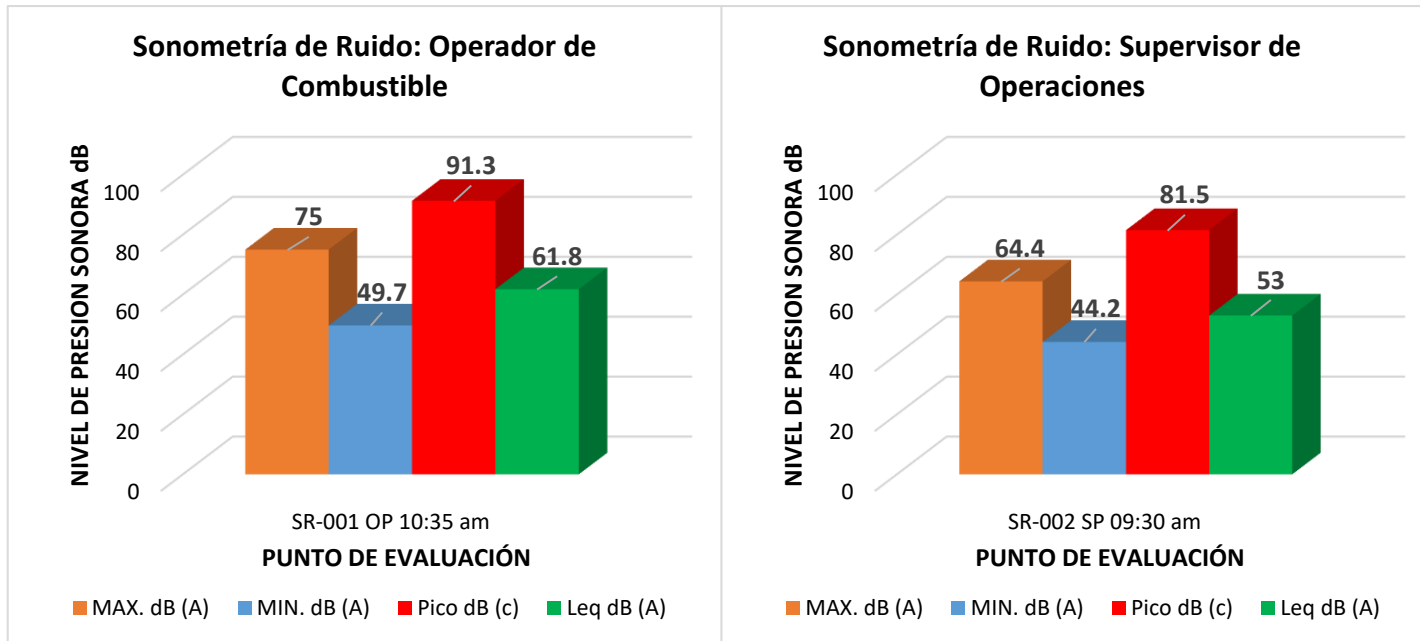
Tabla 19: Comparación de resultados por SONOMETRÍA con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI CUSCO

Estación	Lugar de evaluación	Hora	Mín. dB(A)	Máx. dB(A)	Pico dB(C)	LEQ dB(A)	Tiempo de exposición	Según Anexo N° 12	Conclusión
Operador de combustible (OC) (SR-001)	Abastecimiento de combustible	10:35 am	49.7	75	91.3	61.8	12 horas	83 Db	CUMPLE
Supervisor de operaciones (SO) (SR-002)	Mesa de trabajo (oficina)	9:30 Am	44.2	64.4	81.5	53	12 horas	83 Db	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en Sonometría:

- Para el (OC) en el abastecimiento de combustible se obtuvo un promedio de **61.8 dB(A)**, alcanzando niveles de presión sonora máximos de 75 dB(A), con picos de 91.3 dB(C), no alcanzando los límites permisibles (LP) de 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día establecida por el D.S. N° 024 – EM (Nivel de ruido por tiempo de exposición), encontrándose en los estándares (Cumple)
- Para el (SO) en oficina se obtuvo un promedio de **53 dB(A)**, alcanzando niveles de presión sonora máximos de 64.4 dB(A), con picos de 81.5 dB(C), no alcanzando los 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día establecida por el D.S. N° 024 – EM (Nivel de ruido por tiempo de exposición), encontrándose en los estándares (Cumple).



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Niveles de presión sonora por SONOMETRÍA según el puesto de trabajo - OI CUSCO

Los presentes gráficos representan los niveles de presión sonora identificadas en el área de trabajo del operador de combustible y supervisor de operaciones, identificando los niveles máximos, mínimos, picos y promedios de ruido, los cuales ninguno supera los límites permisibles (LP) de ruido.



Tabla 20: Comparación de resultados por DOSIMETRÍA con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI CUSCO

Estación	Lugar de evaluación	Dosis de exposición	Max. dB(A)	Min. dB(A)	Leq. dB(A)	Pico dB(C)	Tiempo de exposición	Según Anexo N° 12	Conclusión
Operador de combustible (OC) (DR-001)	Abastecimiento de combustible	4.8%	98.6	47.9	71.6	128.1	12 horas	83 dB(A)	CUMPLE
Supervisor de operaciones (SO) (DR-002)	Mesa de trabajo (oficina)	1.7%	95.8	49.1	67.3	123.0	12 horas	83 dB(A)	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en Dosimetría:

- Para el operador de combustible (OC) en el abastecimiento de combustible obtuvo un nivel equivalente de **71.6 dB** con una dosis de exposición de **4.8%** en un tiempo no superior al 80% de un 100% de su jornada laboral (12 horas), debido a los niveles de presión sonora se encuentran por debajo de los límites permisibles (LP) de 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).
- Para el supervisor de operaciones (SO) en oficina obtuvo un nivel equivalente de **67.3 dB** con una dosis de exposición de **1.7%** en un tiempo no superior al 80% de un 100% de su jornada laboral (12 horas), debido a los niveles de presión sonora se encuentran por debajo de los límites permisibles (LP) de 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).
- Tanto como para el operador de combustible (OC) y el supervisor de operaciones (SO) se realizaron varias mediciones por 5 min, en distintas horas en la jornada laboral (12 horas).



b) Para Calca

Tabla 21: Comparación de resultados por SONOMETRÍA con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI CALCA

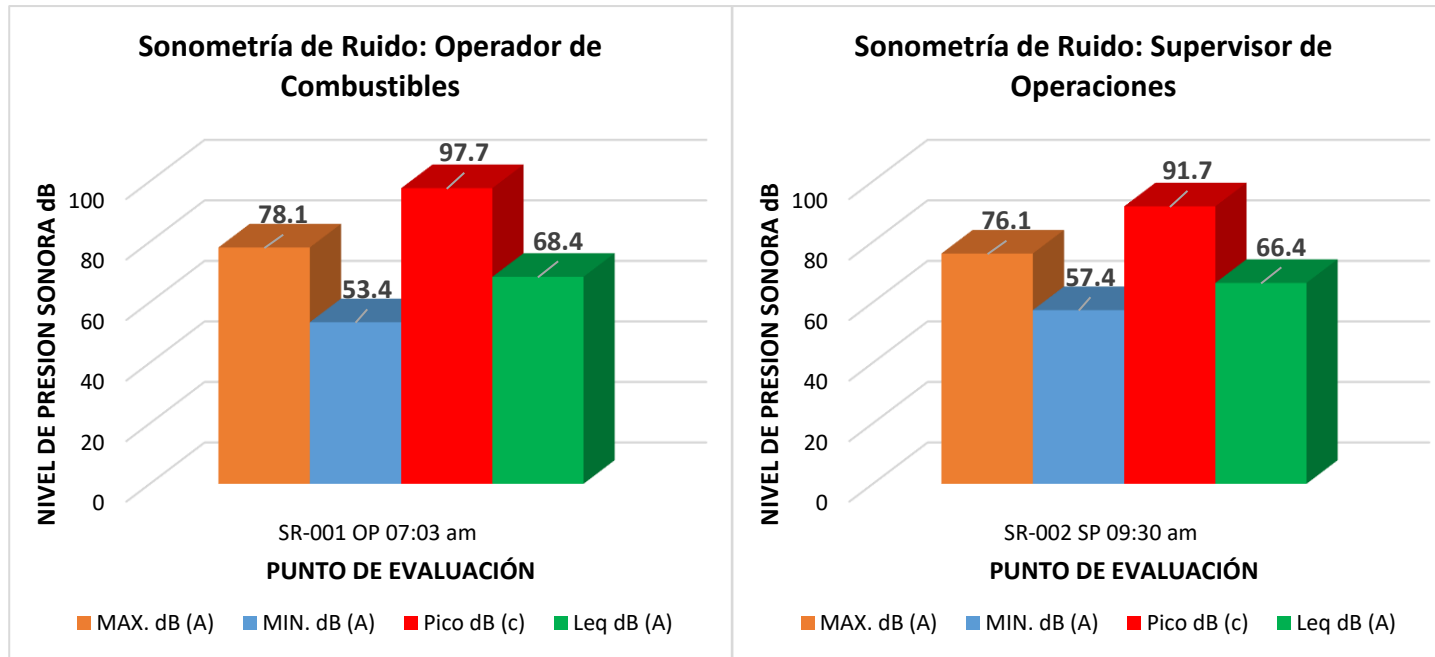
Estación	Lugar de evaluación	Hora	Mín. dB(A)	Máx. dB(A)	Pico dB(C)	LEQ dB(A)	Tiempo de exposición	Según Anexo N° 12	Conclusión
Operador de combustible (OC) (SR-001)	Abastecimiento de combustible	07:03 am	53.4	78.1	97.7	68.4	12 horas	83 Db	CUMPLE
Supervisor de operaciones (SO) (SR-002)	Mesa de trabajo (oficina)	09:30 am	57.4	76.1	91.7	66.4	12 horas	83 Db	CUMPLE

Elaboración propia

Fuente:

Se observa que en Sonometría:

- Para el (OC) en el abastecimiento de combustible se obtuvo un promedio de **68.4 dB(A)**, alcanzando niveles de presión sonora máximos de 78.1 dB(A), con picos de 97.7 dB(C), no alcanzando los límites permisibles (LP) de 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día establecida por el D.S. N° 024 – EM (Nivel de ruido por tiempo de exposición), encontrándose en los estándares (Cumple).
- Para el (SO) en oficina se obtuvo un promedio de **66.4 dB(A)**, alcanzando niveles de presión sonora máximos de 76.1 dB(A), con picos de 91.7 dB(C), no alcanzando los 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día establecida por el D.S. N° 024 – EM (Nivel de ruido por tiempo de exposición), encontrándose en los estándares (Cumple).



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Niveles de presión sonora por SONOMETRÍA según el puesto de trabajo - OI CALCA

Los presentes gráficos representan los niveles de presión sonora identificadas en el área de trabajo del operador de combustible y supervisor de operaciones, identificando los niveles máximos, mínimos, picos y promedios de ruido, los cuales ninguno supera los límites permisibles (LP) de ruido.



Tabla 22: Comparación de resultados por DOSIMETRÍA con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI CALCA

Estación	Lugar de evaluación	Dosis de exposición	Max. dB(A)	Min. dB(A)	Leq. dB(A)	Pico dB(C)	Tiempo de exposición	Según Anexo N° 12	Conclusión
Operador de combustible (OC) (DR-001)	Abastecimiento de combustible	3.98%	102.7	48.2	71.4	122.7	12 horas	83 dB(A)	CUMPLE
Supervisor de operaciones (SO) (DR-002)	Mesa de trabajo (oficina)	1.7%	98.6	50	68.2	128.2	12 horas	83 dB(A)	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en Dosimetría:

- Para el operador de combustible (OC) en el abastecimiento de combustible obtuvo un nivel equivalente de **71.4 dB** con una dosis de exposición de **3.98%** en un tiempo no superior al 80% de un 100% de su jornada laboral (12 horas), debido a los niveles de presión sonora se encuentran por debajo de los límites permisibles (LP) de 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).
- Para el supervisor de operaciones (OC) en oficina obtuvo un nivel equivalente de **68.2 dB** con una dosis de exposición de **1.7%** en un tiempo no superior al 80% de un 100% de su jornada laboral (12 horas), debido a los niveles de presión sonora se encuentran por debajo de los límites permisibles (LP) de 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).
- Tanto como para el operador de combustible (OC) y el supervisor de operaciones (SO) se realizaron varias mediciones por 5 min, en distintas horas en la jornada laboral (12 horas).



b) Para Quillabamba (Kp 28)

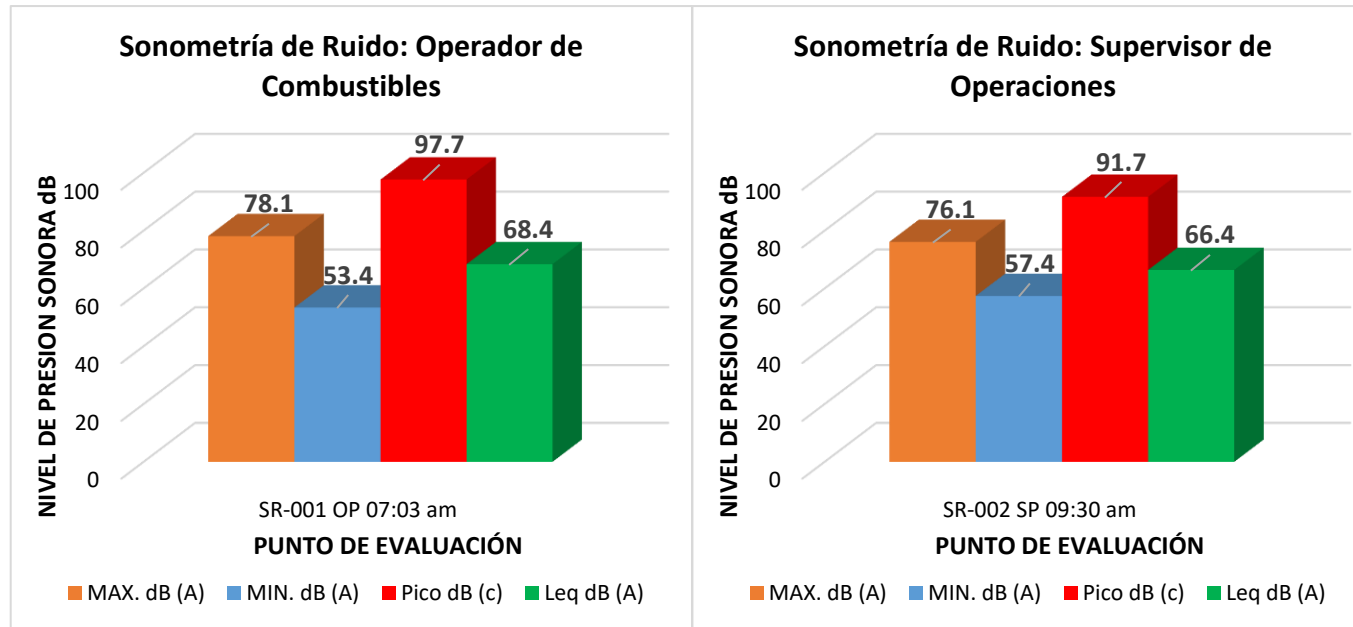
Tabla 23: Comparación de resultados por SONOMETRÍA con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI KP28

Estación	Lugar de evaluación	Hora	Mín. dB(A)	Máx. dB(A)	Pico dB(C)	LEQ dB(A)	Tiempo de exposición	Según Anexo N° 12	Conclusión
Operador de combustible (OC) (SR-001)	Abastecimiento de combustible	9:35 am	56.8	101.1	112.8	73.5	12 horas	83 dB	CUMPLE
Supervisor de operaciones (SO) (SR-002)	Mesa de trabajo (oficina)	11:30 am	52.5	79.4	98.2	68.2	12 horas	83 dB	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en Sonometría:

- Para el (OC) en el abastecimiento de combustible se obtuvo un promedio de **73.5 dB(A)**, alcanzando niveles de presión sonora máximos de 101.1 dB(A), con picos de 112.8 dB(C), no alcanzando los límites permisibles (LP) de 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día establecida por el D.S. N° 024 – EM (Nivel de ruido por tiempo de exposición), encontrándose en los estándares (Cumple).
- Para el (SO) en oficina se obtuvo un promedio de **68.2 dB(A)**, alcanzando niveles de presión sonora máximos de 79.4 dB(A), con picos de 98.2 dB(C), no alcanzando los límites permisibles (LP) de los 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día establecida por el D.S. N° 024 – EM (Nivel de ruido por tiempo de exposición), encontrándose en los estándares (Cumple).



Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Niveles de presión sonora por sonometría del OC y SO - O.I CALCA

Los presentes gráficos representan los niveles de presión sonora identificadas en el área de trabajo del operador de combustible y supervisor de operaciones, identificando los niveles máximos, mínimos, picos y promedios de ruido, los cuales ninguno supera los límites permisibles (LP) de ruido.



Tabla 24: Comparación de resultados por DOSIMETRÍA Con los estándares de ruido por puesto de trabajo - OI KP28

Estación	Lugar de evaluación	Dosis de exposición	Max. dB(A)	Min. dB(A)	Leq. dB(A)	Pico dB(C)	Tiempo de exposición	Según Anexo N° 12	Conclusión
Operador de combustible (OC) (DR-001)	Abastecimiento de combustible	3.15%	98.2	49.9	69.9	128.2	12 horas	83 dB(A)	CUMPLE
Supervisor de operaciones (SO) (DR-002)	Mesa de trabajo (oficina)	1.8%	95.8	53.4	67.3	123.0	12 horas	83 dB(A)	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en Dosimetría:

- Para el operador de combustible (OC) en el abastecimiento de combustible obtuvo un nivel equivalente de **69.9 dB** con una dosis de exposición de **3.15%** en un tiempo no superior al 80% de un 100% de su jornada laboral (12 horas), debido a los niveles de presión sonora se encuentran por debajo de los límites permisibles (LP) de 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).
- Para el supervisor de operaciones (OC) en oficina obtuvo un nivel equivalente de **67.3 dB** con una dosis de exposición de **1.8%** en un tiempo no superior al 80% de un 100% de su jornada laboral (12 horas), debido a los niveles de presión sonora se encuentran por debajo de los límites permisibles (LP) de 83 dB(A) en una jornada de 12 horas/día, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).
- Tanto como para el operador de combustible (OC) y el supervisor de operaciones (SO) se realizaron varias mediciones por 5 min, en distintas horas en la jornada laboral (12 horas).



4.1.2. Objetivo específico 2:

“Evaluar y determinar los agentes químicos en las operaciones industriales; Cusco, Calca y Quillabamba (Kp28) de la empresa Primax en el proyecto gasoducto sur peruano 2017”

1) COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV's)

La evaluación se realizó mediante un monitoreo de compuestos orgánicos volátiles en el plano de trabajo de los “Operadores de combustible y supervisores de operaciones” utilizando de equipo de medición el “ToxiRAE Pro-PID” (ver anexo 7) adjuntando todas las tomas de muestras en los formatos de campo de COV's para cada OI evaluada por puesto de trabajo:

- Cusco (ver anexo 40 para el O.C.) (ver anexo 41 para el S.O)
- Calca (ver anexo 42 para el O.C.) (ver anexo 43 para el S.O)
- Quillabamba (ver anexo 44 para el O.C.) (ver anexo 45 para el S.O)

Para el monitoreo de compuestos orgánicos volátiles (COV's) se debe tener las siguientes consideraciones, de la herramienta de respuesta a materiales peligrosos (PID) en el ToxiRAE.

- Los detectores de fotoionización (PID) miden niveles bajos de (0 a 10.000 ppm) de COV's (compuestos orgánicos volátiles) y de otros gases tóxicos, la sensibilidad de los PID a los COV's los convierte en una herramienta principal de evaluación de concentraciones de COV's que se pueden encontrar en la industria de Combustible, aceites, desengrasantes, disolventes, pinturas, plásticos, resinas y sus precursores.
- La ventaja de un PID es que, aunque no es selectivo, es un monitor pequeño y continuo que puede ofrecer información instantánea, midiendo de forma continua y sus resultados se pueden registrar y volverse a visualizar de forma inmediata.
- Un detector de fotoionización (PID) utiliza una fuente de luz ultravioleta (UV) (Foto = luz) para romper las sustancias químicas en iones positivos y negativos (ionización) que se pueden medir fácilmente con un detector. La ionización tiene lugar cuando una molécula absorbe la alta energía de la luz UV y se excita, provocando la pérdida temporal de un electrón cargado negativamente y la



formación de un ión cargado positivamente. El gas pasa a estar eléctricamente cargado.

- En el PID, estas partículas cargadas producen una corriente que se amplifica y se muestra en la pantalla del medidor como "ppm".

Para el monitoreo de compuestos orgánicos volátiles (COV's) se debe tener las siguientes consideraciones del muestreo.

- Para la evaluación de estos parámetros se debe tener en cuenta, que las labores se realicen con total normalidad en las estaciones de monitoreo identificadas previamente.
- Las mediciones se realizaron en la actividad de despacho de combustible, aleatoriamente en 3 ciclos de trabajo.
- Se realizó la instalación del equipo según indicaciones de la metodología NIOSH (guía de bolsillo de peligros químicos), se colocó el equipo a una altura 1 metro y 60 centímetros en la parte más desfavorable para tener una mayor representatividad de la medición y 0.5 metros del lugar de generación.
- Se utilizó un equipo de lectura directa con una bomba automática integrada para detección de COV's que trabaja con un sensor PID (Fotoionizador) marca RAE Systems, Inc. modelo MultiRAE Plus. Las mediciones fueron tomadas por un lapso de 15 minutos continuos, válida técnica y estadísticamente para una jornada laboral de 12 horas continuas, antes de la medición se realizó el Zereo con un Filtro Zero para eliminar la humedad en la lámpara y así evitar una lectura errónea por la humedad, ante ello se obtuvo el valor correcto de COV's.

Para la determinación de los Límites permisibles (Lp) de compuestos orgánicos volátiles (COV's), se identificaron los gases tóxicos del "Diesel B5" según su composición (Benceno, etilbenceno, tolueno y xileno) Todos estos compuestos son perfectamente ionizables por un PID, y los factores de corrección (Fc) para cada sustancia identificada según la TN – 106.



Tabla 25: Concentración específica para cada sustancia

Nombre del Compuesto	Factor de Corrección	
Benceno	0.53	
Etilbenceno	0.52	
Tolueno	0.50	
Xileno	Meta (M)	0.50
	Orto (O)	0.56
	Para (P)	0.48

Fuente: Nota Técnica TN-106. Factores de corrección

Conociendo el factor de corrección, se procederá hallar la concentración de los compuestos en ppm y se compararán la toma de muestras de cada O.I. por puesto de trabajo con los estándares mencionados en el punto 2.2.2. COV's, D.S. N°015-2005-SA.

ECUACIÓN N°01

$$\text{Concentración para cada sustancia} = \text{Fci} * \text{Concentración Total (ppm)}$$

Dónde:

Fci: Factor de corrección de la sustancia

Concentración total (ppm): Concentración hallada en el área

a) Para Cusco

Tabla 26: Cálculo de la concentración de COV's específicos por puesto de trabajo - OI CUSCO

Área de Evaluación	Nivel de Concentración de COV's	Concentración final RESULTADOS
Operador de Combustible (OC) (COV-001): Abastecimiento De Combustible Bajo Caudal	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0 ppm	Benceno
	Factor de corrección del Benceno = 0.53	$(0.53) * (0) = 0 \text{ ppm}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0 ppm	Etilbenceno
	Factor de corrección del Etilbenceno = 0.52	$(0.52) * (0) = 0 \text{ ppm}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0 ppm	Tolueno
	Factor de corrección del Tolueno = 0.50	$(0.50) * (0) = 0 \text{ ppm}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0 ppm	Xileno
	Factor de corrección del Xileno M = 0.50	$(0.50) * (0) = 0 \text{ ppm}$
	Factor de corrección del Xileno O = 0.56	$(0.56) * (0) = 0 \text{ ppm}$
	Factor de corrección del Xileno P = 0.48	$(0.48) * (0) = 0 \text{ ppm}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0 ppm	Benceno
	Factor de corrección del Benceno = 0.53	$(0.53) * (0) = 0 \text{ ppm}$
Supervisor de Operaciones (SO) (COV-002): Toma de datos Oficina	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0 ppm	Etilbenceno
	Factor de corrección del Etilbenceno = 0.52	$(0.52) * (0) = 0 \text{ ppm}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0 ppm	Tolueno
	Factor de corrección del Tolueno = 0.50	$(0.50) * (0) = 0 \text{ ppm}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0 ppm	Xileno
	Factor de corrección del Xileno M = 0.50	$(0.50) * (0) = 0 \text{ ppm}$
	Factor de corrección del Xileno O = 0.56	$(0.56) * (0) = 0 \text{ ppm}$
	Factor de corrección del Xileno P = 0.48	$(0.48) * (0) = 0 \text{ ppm}$

Fuente: Elaboración propia

En la evaluación no se encontró concentración general (**0 ppm**), reemplazando los datos obtenidos en la ecuación N° 01, Se realizó el cálculo de cada concentración COV's para cada sustancia según cada factor de corrección, donde no se identificó concentraciones de COV's (**0 ppm**); Benceno, Metilbenceno, tolueno y xileno.

Tabla 27: Comparación de resultados de cálculo con los LP de COV's - OI CUSCO

Estación de Monitoreo	Área de Trabajo	Concentración Registrada (PPM)			
		Benceno	Etilbenceno	Tolueno	Xileno (m,o,p)
Operador de Combustible (OC) (COV-001)	Abastecimiento de combustible	0	0	0	0 - 0 - 0
TLV – TWA		0.5	100	50	100
Supervisor de Operaciones (SO) (COV-002)	Toma de datos Oficina	0	0	0	0 - 0 - 0
TLV – STEL		5	125	150	125

Fuente: Elaboración propia

Se observa que:

- Tanto en el área de abastecimiento de combustible y oficina, no se encuentran con contracciones COV's (0 ppm), se comparó cada sustancia con el TLV-STEL (exposición de corta duración y TLV-TWA (media ponderada en el tiempo) del D.S. N° 015-SA, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).

b) Para Calca

Tabla 28: Cálculo de la concentración de COV's específicos por puesto de trabajo - OI CALCA

Área de Evaluación	Nivel de Concentración de COV's	Resultados
Operador de Combustible (OC) (COV-001): Abastecimiento de combustible bajo caudal	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0.03 ppm Factor de corrección del Benceno= 0.53	Benceno $(0.53) * (0.03) = \mathbf{0.0159 \text{ ppm}}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo= 0.03 ppm Factor de corrección del Etilbenceno = 0.52	Etilbenceno $(0.52) * (0.03) = \mathbf{0.0156 \text{ ppm}}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0.03 ppm Factor de corrección del Tolueno = 0.50	Tolueno $(0.50) * (0.03) = \mathbf{0.015 \text{ ppm}}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 0.03 ppm Factor de corrección del Xileno M = 0.50	Xileno $(0.50) * (0.03) = \mathbf{0.015 \text{ ppm}}$
	Factor de corrección del Xileno O = 0.56	$(0.56) * (0.03) = \mathbf{0.0168 \text{ ppm}}$
	Factor de corrección del Xileno P = 0.48	$(0.48) * (0.03) = \mathbf{0.0144 \text{ ppm}}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 1 ppm Factor de corrección del Benceno= 0.53	Benceno $(0.53) * (1) = \mathbf{0.53 \text{ ppm}}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo= 1 ppm Factor de corrección del Etilbenceno = 0.52	Etilbenceno $(0.52) * (1) = \mathbf{0.52 \text{ ppm}}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 1 ppm Factor de corrección del Tolueno = 0.50	Tolueno $(0.50) * (1) = \mathbf{0.5 \text{ ppm}}$
	Concentración Inicial hallada en el monitoreo = 1 ppm Factor de corrección del Xileno M = 0.50	Xileno $(0.50) * (1) = \mathbf{0.5 \text{ ppm}}$
Factor de corrección del Xileno O = 0.56	$(0.56) * (1) = \mathbf{0.56 \text{ ppm}}$	
Factor de corrección del Xileno P = 0.48	$(0.48) * (1) = \mathbf{0.48 \text{ ppm}}$	

Fuente: Elaboración propia

En la evaluación se encontró concentraciones generales de **(0.03 ppm)**, en el abastecimiento de bajo caudal del (OC) y **(1 ppm)** en la recirculación de combustible del (SO), reemplazando los datos obtenidos de la medición en la ecuación N° 01, Se realizó el cálculo de cada concentración COV's para cada sustancia según el factor de corrección, donde se identificó concentraciones significativas de COV's del Benceno, Metilbenceno, tolueno y xileno.

Tabla 29: Comparación de resultados de cálculo con los LP de COV'S - OI CALCA

Estación de Monitoreo	Área de Trabajo	Concentración Registrada (PPM)			
		Benceno	Etilbenceno	Tolueno	Xileno (m,o,p)
Operador de Combustible (OC) (COV-001)	Abastecimiento de combustible	0.016	0.016	0.015	0.015 - 0.017 - 0.014
		TLV – TWA	0.5	100	50
Supervisor de Operaciones (SO) (COV-002)	Recirculación de Combustible	0.53	0.52	0.50	0.50 - 0.56 - 0.48
		TLV – STEL	5	125	150

Fuente: Elaboración propia

Se observa que:

- Para el (SO) se comparó las concentraciones significativas halladas de COV's; Benceno, Metilbenceno, tolueno y xileno. de **053 ppm** (la concentración más alta y de la sustancia más riesgosa), **0.52 ppm**, **0.50 ppm** y **0.50 ppm** respectivamente con el TLV-STEL del D.S. N° 015-SA, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).
- Para el (OC) se comparó las concentraciones significativas halladas de COV's; Benceno, Metilbenceno, tolueno y xileno. de **0.016 ppm** (la concentración más alta y de la sustancia más riesgosa), **0.016 ppm**, **0.015 ppm** y **0.015 ppm** respectivamente con el TLV-TWA del D.S. N° 015-SA, encontrándose dentro de los estándares (Cumple).