



**universidad  
de león**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**Doctorado en Salud, Discapacidad, Dependencia y Bienestar**

**Tesis Doctoral**

**Evaluación y prevención de la seguridad, salud y bienestar  
laboral - Estudio de caso en la industria del betún caucho  
“in situ” en Portugal.**

Directores:

Prof. Dr. D. Jesús Ángel Seco Calvo | Prof. Dr. D. Mário José Costa de Macedo

**Nuno Filipe Rosa Nogueira**

León, 2018

© Nuno Filipe Rosa Nogueira

Facultad de Ciencias de la Salud – Universidad de León

## DEDICATORIA

A mis amores!

A mi mujer, a mi hijo y a mi hija.



**INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS  
(Art. 11.3 del R.D. 56/2005)**

El Dr. Jesús Seco Calvo como Director de la Tesis Doctoral titulada **“EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE LA SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR LABORAL – ESTUDIO DE CASO EN LA INDUSTRIA DEL BETÚN CAUCHO “IN SITU” EN PORTUGAL”** realizada por Don Nuno Filipe Rosa Nogueira en el Programa de Doctorado Salud, Discapacidad, Dependencia y Bienestar de la Universidad de León, informa favorablemente el depósito de la misma, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

El Dr. Mário Macedo como Director de la Tesis Doctoral titulada **“EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE LA SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR LABORAL – ESTUDIO DE CASO EN LA INDUSTRIA DEL BETÚN CAUCHO “IN SITU” EN PORTUGAL”** realizada por Don Nuno Filipe Rosa Nogueira en el Programa de Doctorado Salud, Discapacidad, Dependencia y Bienestar de la Universidad de León, informa favorablemente el depósito de la misma, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al art. 11.3 del R.D. 56/2005, en León a        de        de 2018.

Dr. Jesús Seco Calvo

Dr. Mário Macedo



## ADMISIÓN A TRÁMITE DE LA TESIS DOCTORAL

El órgano responsable del programa de doctorado en Salud, Discapacidad, Dependencia y Bienestar, regulado por el R.D. 99/2011 en su reunión celebrada el día XX de XX, ha acordado dar su conformidad a la admisión a trámite de lectura de la Tesis Doctoral titulada **“EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE LA SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR LABORAL – ESTUDIO DE CASO EN LA INDUSTRIA DEL BETÚN CAUCHO “IN SITU” EN PORTUGAL”**, dirigida por los Dres. Dr. Jesús Seco Calvo y Dr. Mário José Costa de Macedo y elaborada por Don Nuno Filipe Rosa Nogueira y cuyo título en inglés es el siguiente “Occupational safety assessment, health and wellness - Case study in the bitumen-rubber industry produced "in situ" in Portugal.”.

Lo que firmo, en León a        de        de 2018.

El Secretario,

Fdo.: M<sup>a</sup> Nélida Fernández Martínez

V<sup>o</sup> B<sup>o</sup>

El Presidente de la Comisión Académica,

Fdo.: Dr. Jesús Seco Calvo

## **AGRADECIMIENTOS**

Un fraterno y cordial agradecimiento a mi orientador Prof. Dr. D. Mário Macedo, por la disponibilidad, enseñanzas, confianza, fuerza y ánimo transmitido. Su presencia fue crucial.

A mi tutor y orientador Prof. Dr. D. Jesús Seco Calvo, por la forma competente como me apoyó en la integración en el programa de doctorado, en la indicación del mejor camino a seguir, estando siempre presente en los momentos fundamentales.

Mis más sinceros agradecimientos a la Dra. Dña. Casimira Flor da Costa Santos por el estímulo e incentivo que me transmitió.

A la Universidad de León por la posibilidad de proseguir y concluir mis estudios de doctorado.

Un agradecimiento especial por todo el apoyo y receptividad a la dirección general y a los trabajadores de la empresa donde fue posible construir y validar el modelo de evaluación de riesgos en contexto real.

Al Ing. Paulo Fonseca, por estima y consideración, y por toda la sabiduría que me transmitió sobre el betún caucho.

Para terminar, a mis amores, mi mujer y mis hijos, que son mi soporte, por comprender mis momentos y por el tiempo que no pude estar con vosotros.

A todos los que de alguna forma contribuyeron para este trabajo, muchas gracias!

*“No intente convertirse en una persona de éxito, sino en una persona de valor”*

*Albert Einstein*

## **Codificación UNESCO**

320402 – Enfermedades profesionales

320403 – Salud profesional

# ÍNDICE

<u>1.</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>16</u>
<u>2.</u>	<u>JUSTIFICACIÓN</u>	<u>19</u>
<u>3.</u>	<u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	<u>20</u>
3.1.	ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 2015-2020	20
3.2.	CULTURA DE SALUD Y SEGURIDAD	26
3.3.	PLAN, DO, CHECK, ACT	30
3.4.	GESTIÓN DE LOS RIESGOS	31
3.5.	RIESGOS	32
3.6.	PELIGROS	35
3.7.	ACCIDENTES DE TRABAJO	36
3.8.	IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS	39
3.9.	EVALUACIÓN DE RIESGOS	41
3.10.	CONTROL DE RIESGO	47
3.11.	MONITORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL	49
3.12.	METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN	51
3.12.1.	POSITIVISMO	51
3.12.2.	REALISMO	52
3.12.3.	INTERPRETATIVISMO	52
3.12.4.	PRAGMATISMO	53
3.12.5.	PARALELO ENTRE FILOSOFÍAS DE INVESTIGACIÓN	53
3.12.6.	ENFOQUES DE INVESTIGACIÓN	55
3.12.7.	MÉTODOS CUANTITATIVOS, CUALITATIVOS Y MIXTOS	57
<u>4.</u>	<u>HIPÓTESIS DE TRABAJO Y PRINCIPALES OBJETIVOS A ALCANZAR</u>	<u>58</u>
4.1.	HIPÓTESIS DE TRABAJO	58
4.2.	OBJETIVOS	58
<u>5.</u>	<u>MATERIAL Y MÉTODOS</u>	<u>59</u>
5.1.	ESTUDIO DE CASO	60
5.2.	OBJETO DE ESTUDIO	60
5.3.	METODOLOGÍA	60
5.4.	MEDIOS Y RECURSOS MATERIALES	60
5.4.1.	BÚSQUEDA DOCUMENTAL	61
5.4.1.1.	Inicio de actividad de la empresa	62
5.4.1.2.	Licenciamiento Industrial	62
5.4.1.3.	Organigrama	62
5.4.1.4.	Formación académica de los funcionarios	62
5.4.1.5.	Contratos de suministros y prestación de servicios	63
5.4.1.6.	Registros de producción	63

5.4.1.7.	Procedimientos de la producción del betún caucho	63
5.4.1.8.	Prevención y respuesta a emergencias	64
5.4.1.9.	Registros de accidentes de trabajo / incidentes	65
5.4.1.10.	Contrato de prestación de servicios de medicina del trabajo	66
5.4.1.11.	Registros de formación	67
5.4.2.	MATERIAS PRIMAS Y SUMINISTROS	67
5.4.2.1.	Materias primas	68
5.4.2.1.1.	Betún	68
5.4.2.1.2.	Caucho reciclado de neumáticos	73
5.4.2.1.3.	Ácido polifosfórico	78
5.4.2.2.	Materias suministradas	81
5.4.2.2.1.	Energía eléctrica	81
5.4.2.2.2.	Combustibles	81
5.4.3.	EQUIPOS	81
5.4.4.	FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS	86
5.4.4.1.	Ficha de datos de seguridad del betún	86
5.4.4.2.	Ficha de datos de seguridad del caucho reciclado de neumáticos	97
5.4.4.3.	Ficha de datos de seguridad del ácido polifosfórico	103
5.4.5	EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A AGENTES FÍSICOS Y QUÍMICOS.	110
5.4.5.1	Informes de evaluación de la exposición al ruido laboral	110
5.4.5.2	Informe de evaluación a las vibraciones mecánicas	111
5.4.5.3	Informes de evaluación de la exposición a agentes químicos	112
5.4.6	FOCUS GROUP	114
5.4.7	ANTOLOGÍA DE DATOS ESTADÍSTICOS	116
5.4.8	DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS	123
5.4.8.1	Ámbito	123
5.4.8.2	Definiciones	123
5.4.8.3	Descripción	124
5.4.8.4	Evaluación de riesgos	126
5.4.8.5	Probabilidad	126
5.4.8.6	Severidad	127
5.4.8.7	Medidas de control	127
5.4.8.8	Incidentes y enfermedades profesionales	128
5.4.8.9	Nivel de riesgo	129
5.4.8.10	Acciones a implementar para la eliminación, sustitución y control de los riesgos	130
5.4.8.11	Comunicación y consulta a los trabajadores	131
<u>6</u>	<u>RESULTADOS</u>	<u>132</u>
<u>7</u>	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>137</u>
<u>8</u>	<u>LIMITACIONES</u>	<u>149</u>
<u>9</u>	<u>PERSPECTIVAS FUTURAS</u>	<u>149</u>
<u>10.</u>	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>150</u>
<u>11.</u>	<u>ANEXOS</u>	<u>158</u>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definiciones de cultura de seguridad	28
Tabla 2: Evolución de los accidentes de trabajo en Portugal	38
Tabla 3: Clasificación de metodologías de análisis de riesgo	46
Tabla 4: Comparación entre filosofías de investigación	55
Tabla 5: Diferencias entre enfoques de investigación	56
Tabla 6: Relación entre objetivos e hipótesis	59
Tabla 7: Especificaciones técnicas de los betunes 35/50, 50/70 y 70/100 Repsol	70
Tabla 8: Especificaciones técnicas dos betunes 35/50, 50/70 y 70/100 Cepsa	71
Tabla 9: Especificaciones técnicas de los betunes 35/50, 50/70 y 70/100 Galp	72
Tabla 10: Comparación entre neumáticos de coches y camiones/autobuses	74
Tabla 11: Especificaciones técnicas del caucho reciclado de neumáticos	77
Tabla 12: Especificaciones técnicas - Ácido polifosfórico Innophos	79
Tabla 13: Especificaciones técnicas - Ácido polifosfórico Thermphos	80
Tabla 14: Límites de exposición personal – Betún	94
Tabla 15: Constituyentes – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	98
Tabla 16: Primeros socorros en el manipulación – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	98
Tabla 17: Medidas de lucha contra incendios – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	99
Tabla 18: Medidas en caso de fugas accidentales – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	99
Tabla 19: Medidas de manipulación y almacenaje – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	100
Tabla 20: Medidas en caso de fugas accidentales – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	100
Tabla 21: Propiedades físicas e químicas – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	101
Tabla 22: Estabilidad y relatividad – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	101
Tabla 23: Información toxicológica – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	102
Tabla 24: Información ecológica – Caucho reciclada de neumáticos al final de vida	102

Tabla 25: Eliminación de los residuos de caucho y envases – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	102
Tabla 26: Emisiones de las partículas de caucho – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida	103
Tabla 27: Medidas en caso de emergencia – Ácido polifosfórico	104
Tabla 28: Efectos potenciales para la salud – Ácido polifosfórico	104
Tabla 29: Medidas de primeros socorros – Ácido polifosfórico	105
Tabla 30: Medidas de combate a incendio – Ácido polifosfórico	106
Tabla 31: Medidas en caso de derrame accidental	106
Tabla 32: Manipulación y almacenaje – Ácido polifosfórico	107
Tabla 33: Límites de la exposición – Ácido polifosfórico	107
Tabla 34: Protección individual – Ácido polifosfórico	108
Tabla 35: Propiedades físicas y químicas – Ácido polifosfórico	108
Tabla 36: Estabilidad y reactividad – Ácido polifosfórico	109
Tabla 37: Efectos toxicológicos – Ácido polifosfórico	109
Tabla 38: Tratamiento de residuos – Ácido polifosfórico	110
Tabla 39: Accidentes de trabajo – Mortales y no mortales	118
Tabla 40: Accidentes de trabajo – Mortales	119
Tabla 41: Días de trabajo perdidos	120
Tabla 42: Accidentes de trabajo – Mortales y no mortales en obra, construcción, cantera y mina a cielo abierto	121
Tabla 43: Accidentes de trabajo mortales en obra, construcción, cantera y mina a cielo abierto	122
Tabla 44: Criterio para la clasificación de la probabilidad	126
Tabla 45: Criterio para la clasificación de la severidad	127
Tabla 46: Criterio para la clasificación de las medidas de control	128
Tabla 47: Criterio para la clasificación de los incidentes y enfermedades profesionales	129

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Modelo de sistema de gestión da seguridad y salud en el trabajo	30
Ilustración 2: Estructura de gestión del riesgo	31
Ilustración 3: Gestión de riesgo	32
Ilustración 4: Fases de la gestión de riesgo	35
Ilustración 5: Interacción hombre-máquina	38
Ilustración 6: Tipos de riesgo	40
Ilustración 7: Ejemplo de riesgos para la salud relacionados con el trabajo y riesgos de seguridad relacionados con la salud	41
Ilustración 8: Jerarquía de controles	47
Ilustración 9: The research ‘onion’	58
Ilustración 10: Diagrama de flujo de calentamiento del aceite térmico	64
Ilustración 11: Diagrama de flujo de escenario de emergencia - Quemadura con betún caliente	65
Ilustración 12: Diagrama esquemático del proceso de destilación del betún	68
Ilustración 13: Estructura de un neumático	73
Ilustración 14: Electron micrograph of cryogenic rubber particle “cuboid type”	75
Ilustración 15: Cryogenic rubber	75
Ilustración 16: Electron micrograph of mechanical rubber particle “spongeous type”	75
Ilustración 17: Mechanical rubber particles: irregular pattern shape “spongeous type”	75
Ilustración 18: Dibujo de la unidad de producción de betún caucho	85
Ilustración 19: Esquema da producción do betún caucho	85
Ilustración 20: Informe de exposición al ruido laboral	111
Ilustración 21: Informe de exposición al ruido laboral	111
Ilustración 22: Informe sobre la exposición a las vibraciones mecánicas en el puesto de trabajo	112
Ilustración 23: Informe de la exposición a agentes químicos	114

Ilustración 24: Informe de la exposición a agentes químicos	114
Ilustración 25: The risk management process	115

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolución de los accidentes de trabajo en Portugal	38
Gráfico 2: Accidentes de trabajo – Mortales y no mortales	118
Gráfico 3: Accidentes de trabajo – Mortales	119
Gráfico 4: Días de trabajo perdidos	120
Gráfico 5: Accidentes de trabajo mortales e no mortales en obra, construcción, cantera y mina a cielo abierto	121
Gráfico 6: Accidentes de trabajo mortales en obra, construcción, cantera y mina a cielo abierto	122

## RESUMEN

La prevención de riesgos y la promoción de condiciones de la salud y seguridad en el local de trabajo son fundamentales no solo para mejorar la calidad del empleo y el bienestar laboral, como también para promover la competitividad de las organizaciones. Mantener buenos niveles de salubridad en la fuerza de trabajo es sinónimo de un impacto positivo y cuantificable en la eficiencia.

Promover una cultura de salud y seguridad es prevenir que los riesgos conduzcan a los trabajadores a ser víctimas de accidentes graves o de enfermedades profesionales, contribuyendo para prolongar una sana vida profesional.

Es en este contexto que el autor se propone a dar a conocer el tipo de organización a estudiar, y el compromiso de diseñar un modelo de evaluación de riesgos en la industria del betún caucho "in situ" en Portugal, para prevenir accidentes, enfermedades profesionales, y estar preparado para la respuesta de emergencia. La propuesta del modelo asume su plenitud con la aceptabilidad y la validación por parte de la gestión de la empresa.

Los resultados obtenidos permitieron concluir que el modelo de evaluación de riesgos desarrollado confirmó la relación de las hipótesis de trabajo con los objetivos a alcanzar. La propuesta de modelo de evaluación de riesgos como modelo de prevención y control de los riesgos para la seguridad, salud y bienestar laboral, identificó un rol de riesgos no aceptables preocupantes que requieren eliminación/mitigación.

La validación del modelo fue efectuada en contexto real en la organización estudio de caso, y las propuestas de medidas de control a implantar fueron bien acogidas de cara a la implicación dinámica de la fuerza de trabajo.

El modelo en causa está apto y se armoniza con facilidad a futuras organizaciones que sean concebidas de este ámbito, con las eventuales adaptaciones que se juzguen necesarias al mismo.

**Palabras clave:** Seguridad, salud, y bienestar laboral; Evaluación de riesgos; Betún caucho.

## 1. INTRODUCCIÓN

El marco del tema de la disertación presupone el enfoque en la seguridad, salud y en el bienestar laboral, como siendo el punto de partida para la calidad de vida en el trabajo y, consecuentemente, la competitividad de las organizaciones.

Se propone que la contextualización del tema sea demostrada con alguna cronología introductoria, para mejor interpretación del tipo de industria y desarrollo del tema de la investigación.

El interés en el estímulo del reciclaje de residuos con elevado potencial de valorización, principalmente para construcción, manutención y rehabilitación de pavimentos ha crecido en Portugal, en los últimos años.

Entre los varios tipos de residuos, ha habido un gran interés en la utilización de neumáticos reciclados, como materia prima para incorporar en betunes asfálticos, para mezclas bituminosas que se destinan a capas de pavimentos de carreteras y aeropuertos.

En 1999, fue introducido en Portugal por el Ing. Civil Paulo Fonseca un producto innovador para la pavimentación, llamado betún caucho (Construir, 2007), técnica utilizada en los Estados Unidos y desarrollada por Charles H. McDonald de la ciudad de Phoenix Arizona, en los años 60 y 70 (Caltrans, 2003), sin embargo, hay registros antes de 1940 que la US Rubber Reclaiming Company de Vicksburg, Mississippi, inició la comercialización de un producto de caucho reciclado desvulcanizado como un aditivo de partículas secas para mezclas de asfalto (Williams, Peralta, & Puga, 2015).

A partir de 2005, el autor desarrolló actividad con el Ing. Civil Paulo Fonseca, e investigó el producto betún caucho producido "in situ", habiendo actuado a nivel de la formulación de materias primas y en el perfeccionamiento tecnológico de la unidad productiva, de forma a dotar y a diferenciar tres tipos de betunes caucho producidos "in situ" en Portugal, de características propias y competitivas, a partir de la solución base de betún caucho conocido hasta la fecha, desarrollada y perfeccionada por el Ing.º Civil Paulo Fonseca. Actualmente los productos son normalizados (CT153 InIR, 2013), y son parte integrante de los pliegos de condiciones de organismos públicos (Estradas de Portugal, S.A, 2014) y privados.

La primera experiencia significativa con betún caucho en Portugal, producido por vía húmeda (adición del caucho al betún), para un proyecto de rehabilitación vial de gran dimensión ocurrió en los años 1999 y 2000 (Batista, Antunes, & Fonseca, 2006)

Las especificaciones utilizadas para la producción del betún caucho en 1999, fueron basadas en el conocimiento de las experiencias realizadas en otros países, no estando contemplados cualesquier requisitos en el pliego de condiciones tipo obra, de la administración de carreteras portuguesa hasta la fecha de la experiencia, siendo preconizada posteriormente en 2009 (LNEC; Recipav, 2009).

De forma a proteger los impactos tanto para el ambiente, como para la salud humana, por el no traslado de los neumáticos al final de su vida, fue creado el Decreto-Ley n.º 152-D/2017, de 11 de Diciembre, que revocó el Decreto-Ley n.º 111/2001, del 6 de abril, que establecía los principios y las normas aplicables a la gestión de neumáticos y neumáticos usados, alterado por los Decretos-Ley n.ºs 43/2004, del 2 de marzo, 178/2006, del 5 de Setiembre, y 73/2011, del 17 de junio (Agência Portuguesa do Ambiente, 2018).

El 27 de Febrero de 2002 fue constituida Valorpneu – Sociedade de Gestão de Pneus, Lda, con el objetivo de desarrollar un sistema para gestionar el flujo de neumáticos usados anualmente generados en Portugal, de forma a garantizar el correcto traslado y ubicación de los neumáticos al final de su vida, eliminando la deposición en vertederos y promoviendo la recogida, separación, y valorización (Agência Portuguesa do Ambiente, 2018).

Valorpneu obtuvo su licenciamiento el 7 de Octubre de 2002, por los Ministerios de Economía y de las Ciudades, Ordenación del Territorio y Ambiente, como entidad gestora del Sistema Integrado de Gestión de Neumáticos Usados, habiendo entrado el sistema en funcionamiento el 1 de Febrero de 2003. Este sistema se financia por vía del Ecovalor que es pagado en la compra del neumático cuando es introducido en el mercado (Agência Portuguesa do Ambiente, 2018).

Los neumáticos usados pueden ser reenviados para reutilización, recauchutado, valorización energética, y reciclaje, siendo que en esta situación específica del betún caucho, el destino del neumático usado es el reciclaje.

El Laboratorio Portugués de Ingeniería Civil (LNEC), laboratorio de referencia portugués en el sector, desempeñó un papel preponderante en la utilización del betún

caucho producido “in situ” en las mezclas bituminosas para la pavimentación habiendo emitido parecer técnico, y validado dos estudios de carácter voluntario, sustentado en muestras de obras realizadas con betún caucho. Fueron definidos requisitos y especificaciones de las materias primas, y sus condiciones de utilización, dando origen a los Documentos de Aplicación DA3 – Mezclas bituminosas para pavimentos de carreteras y aeropuertos (LNEC, 2006), y Documento de Aplicación DA15 – Mezclas bituminosas para pavimentos de carreteras y aeroportuarias (LNEC, 2008)..

En 2007, de cara a las experiencias positivas en materia ambiental, fue emitido el Despacho n.º 4015/2007, que recomienda la inclusión en los pliegos de condiciones la utilización del betún caucho en las mezclas bituminosas para la pavimentación, utilizando caucho proveniente del reciclaje de neumáticos al final de su vida, a los organismos públicos responsables de la contratación de obras de construcción, rehabilitación o manutención de infraestructuras (Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional e das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, 2007)

Con la entrada en vigor de la Orden n.º 20/2018 de 17 de enero, es atribuido el Fin del Estatuto de Residuo (FER) al material de caucho derivado de neumáticos usados, principalmente polvo de caucho, granulado de caucho, fragmentos, trozos y cortes, o sea, el caucho reciclado de neumático deja de ser considerado un residuo y es permitida su incorporación como materia prima secundaria en los procesos productivos. Esta iniciativa legislativa contribuye para la transición para una economía circular (Diário da República, 1.ª série — N.º 12 — 17 de janeiro de 2018 , 2018).

El betún caucho en las mezclas bituminosas para la pavimentación de carreteras, confiere enormes ventajas, y puede ser considerado una solución para muchos de los problemas de las actuales redes de carreteras (Pestana, Centro Rodoviário Português, 2009):

- Técnicas - Resistencia a la fatiga superior a una solución convencional. La elasticidad confiere elevada resistencia a la propagación de grietas en asfalto y consecuentemente mayor durabilidad. Resistencia a las deformaciones permanentes;
- Económicas - Costos de construcción y manutención, por regla general, menores que los asociados a la construcción y conservación de pisos

convencionales. Menores costos en la óptica del ciclo de vida del pavimento. Reducción y supresión de barreras acústicas, y barreras de seguridad

- Ambientales - Reducción notable de ruido de circulación (contacto neumático/pavimento). Incorporación de materias primas recicladas, substituyendo los recursos naturales escasos (inertes). Reciclaje del pavimento al final de vida.
- Seguridad - Mayor seguridad vial (reducción de la siniestralidad) y bienestar en la conducción, debido a la baja fricción neumáticos/asfalto, reduciendo el espacios de frenado, y la reducción de la proyección de agua.

La producción del betún caucho “in situ” es una actividad que actualmente es desarrollada tan solo por una empresa del ramo operando en este segmento exclusivo (in situ) en Portugal, produciendo tres tipos de betunes caucho, aunque hay escasez de información sobre seguridad, salud y bienestar laboral en esta actividad específica de la economía circular, siendo fundamental el conocimiento en particular sobre esta actividad de ámbito industrial, para el mercado de la construcción.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La seguridad y la salud ocupacional son identificadas como la asignatura que trata de la prevención de lesiones y enfermedades relacionadas al trabajo, así como la protección y promoción de la salud de los trabajadores (International Labour Organization, 1998).

La falta de competencia en el campo de la salud y de la seguridad tiene implicaciones en la competitividad, productividad y reputación de las empresas (Wilkinson, Johnstone, & Townsend, 2012).

Se observa en el estudio “Living and Working in Europe 2017”, realizado por European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (Eurofound), que en el ámbito del diálogo social en los Estados Miembros de la Unión Europea, la salud, seguridad, bienestar en el trabajo, fue uno de los temas menos abordados por los Estados Miembros a nivel nacional, en 2016 (Eurofound, 2018).

La producción del betún caucho “in situ” fue pionera en Portugal, y hay un enorme trabajo técnico desarrollado junto a las entidades oficiales del sector y de organismos

normalizadores, para introducir y cimentar el producto en el mercado, pero a nivel de seguridad, salud, y bienestar laboral el autor considera esencial estudiar el proceso productivo, de forma a identificar eventuales peligros y riesgos y proponer medidas de prevención adecuadas, para garantizar la calidad de vida laboral en este sector de la economía circular, y desarrollarse un clima de confianza entre los stakeholders, frente a la enorme presión de la industria petrolífera en el mercado que va intentando desarrollar algunos productos competidores para combatir la producción “in situ”.

### **3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

La revisión bibliográfica llevada a cabo fue basada esencialmente en publicaciones y registros de ámbito de higiene, salud, y seguridad en el trabajo, así como sobre los medios y los recursos para el desarrollo de la actividad en estudio en la presente disertación.

#### **3.1. Estrategia Nacional para la Seguridad y Salud en el Trabajo 2015-2020 - << Por un trabajo seguro, saludable y productivo >> (Diário da República n.º 183/2015, Série I de 2015-09-18, 2015) <sup>1</sup>**

Trabajo seguro, saludable y productivo debe estar en el centro de las preocupaciones de las políticas de prevención de riesgos profesionales y de promoción del bienestar en el trabajo, a través del empeño de sus actores institucionales, es decir, del Estado, de las empresas, de los trabajadores y de los interlocutores sociales.

Teniendo en consideración la dimensión nacional de los problemas asociados a la seguridad y salud en el trabajo, en lo que concierne a los elevados índices de siniestralidad laboral y de absentismo y a los elevados costos sociales y económicos asociados a los accidentes y a las enfermedades profesionales, entre otros, el Gobierno, los interlocutores sociales e institucionales entienden deber proseguir los fines de la Estrategia Nacional para la Seguridad y Salud en el Trabajo - 2008-2012.

También la Comisión Europea, a través de COM (2014) 332 final, de 06/06/2014 - «Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité

---

<sup>1</sup> Transcripción parcial de la Estrategia Nacional para la Seguridad y Salud en el trabajo 2015-2020 - << Por un trabajo seguro, saludable y productivo >> Resolución del Consejo de Ministros n.º 77/2015.

Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, relativa a un cuadro estratégico de la UE para la salud y seguridad en el trabajo 2014-2020», exhortó a las autoridades nacionales y a los interlocutores sociales a reforzar la necesidad de mantener la seguridad y salud en el trabajo en el centro de las preocupaciones de todos los gobiernos para garantizar un ambiente saludable seguro a todos los ciudadanos, refiriendo, igualmente, la necesidad de definir un cuadro de acción, de cooperación y de intercambio de buenas prácticas en el dominio de salud y de seguridad en el trabajo para el periodo de 2014-2020.

La Comisión Europea alerta, también, para el hecho de que la prevención de riesgos y la promoción de condiciones más seguras y saludables en el local de trabajo son esenciales no solo para mejorar la calidad de empleo y las condiciones de trabajo, como también para promover la competitividad.

En este contexto, el Gobierno y los interlocutores sociales dieron inicio en 2014, en la sede del Comité Consultivo para la Promoción de la Seguridad y Salud en el Trabajo, a un proceso de reflexión sobre la estrategia nacional para la seguridad y salud en el trabajo, para el periodo comprendido entre 2015 y 2020.

Si el periodo de vigencia de la anterior Estrategia Nacional motivó y contribuyó para que entidades públicas, asociaciones de empleadores, asociaciones sindicales, trabajadores y empresas convergieran en conjunto para mejorar las condiciones de seguridad y salud laboral y aumentase la sensibilización de la importancia de la resolución de tales problemas, la presente Estrategia Nacional para la Seguridad y Salud Laboral 2015-2020 - «Por un trabajo seguro, saludable y productivo» (ENSST 2015-2020) visa cimentar el trabajo alcanzado en la disminución de los accidentes de trabajo mortales y no mortales, en la reducción del absentismo causado por accidentes de trabajo o enfermedades profesionales y se propone colmar las lagunas todavía verificables, contribuyendo, decisivamente, para colocar a Portugal en la senda de las mejores prácticas de la Unión Europea y convirtiendo el trabajo más seguro, más saludable y más productivo.

La Estrategia Nacional para la Seguridad y Salud Laboral 2015-2020 (ENSST 2015-2020) debe ser un instrumento de política global para la promoción de la seguridad y salud en el trabajo, en el periodo comprendido entre 2015 y 2020, para dar respuesta a la necesidad de promover la aproximación a los modelos europeos en materia de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales y, del mismo modo, pretende

alcanzar una reducción constante y consolidada de la siniestralidad laboral, así como contribuir, de forma progresiva y continuada, para mejores niveles de salud y de bienestar laboral.

ENSST 2015-2020 configura el cuadro global de la política de prevención de riesgos profesionales y de promoción del bienestar laboral, para el horizonte temporal de 2015-2020.

Las características del trabajo en Portugal continúan cambiando en respuesta al desarrollo económico, a las mudanzas tecnológicas y a las alteraciones demográficas.

Estas alteraciones no solo comportan la modificación de las condiciones de exposición a los riesgos profesionales conocidos, e incluso la producción de nuevos riesgos, sino también oportunidades para mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

En este ambiente de cambio, las empresas portuguesas precisan de afirmarse como competitivas y productivas.

Existen, innegablemente, inversiones asociadas a la prevención y a la promoción de locales de trabajo seguros y saludables, sin embargo los costes de no hacer nada son mayores. Por otro lado, asegurar buenas condiciones de trabajo en materia de seguridad y salud conduce a mayor productividad.

Sistemas efectivos y eficaces de prevención de riesgos profesionales mejoran las condiciones de seguridad y salud laboral de los trabajadores y la productividad, por lo que se revela importante apostar en:

- Prevenir y reducir el número y la gravedad de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales;
- Promover la salud, el bienestar de los trabajadores, así como su capacidad de trabajo;
- Fomentar la innovación, calidad y eficiencia.

En este contexto, ENSST 2015-2020 visa fundamentalmente tres objetivos estratégicos:

- Promover la calidad de vida en el trabajo y la competitividad de las empresas.

La prevención de riesgos profesionales y la promoción de condiciones más seguras y saludables en los locales de trabajo son esenciales para mejorar la calidad del empleo, el bienestar en el local de trabajo, la competitividad de las empresas, sobre todo a través de la reducción del absentismo relacionado con los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.

Mantener a los trabajadores saludables tiene un impacto positivo directo y cuantificable en la productividad y en la salud del trabajador, contribuyendo para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de seguridad social.

La calidad de vida en el trabajo resulta del esfuerzo conjunto de empleadores, trabajadores y de la sociedad para mejorar la salud y el bienestar en los locales de trabajo.

Por eso, es importante promover:

- Una cultura de prevención;
  - La consulta y la participación activa de los trabajadores en el proceso de mejora de la organización del trabajo;
  - La adopción de medidas destinadas a mejorar el bienestar en el trabajo, destinada a la adaptación del trabajo al Hombre y a su compatibilidad con la vida familiar;
  - La salud física y mental de los trabajadores;
  - La vigilancia de la salud.
- Disminuir el número de accidentes de trabajo al 30 % y la tasa de incidencia de accidentes de trabajo al 30 %.

Entre el periodo de 2008 y 2012, hubo una disminución del número de accidentes de trabajo (más significativa para los mortales) y de la tasa de incidencia global, reflejando:

- Inversión de todos los socios en la prevención;
- Intensificación de los medios y métodos de información;
- Inspecciones por parte de la administración de trabajo;
- Mayor cumplimiento de las obligaciones legales por parte das empresas y de sus trabajadores.

No obstante, si analizamos los índices de accidentes de trabajo de los países europeos, verificamos que Portugal presenta el valor más elevado en lo que respecta a los accidentes de trabajo no mortales y el segundo en lo que se refiere a los accidentes de trabajo mortales, lo que impone la adopción de acciones concertadas de todos los agentes involucrados, para que se consiga efectivamente invertir esta situación.

En este contexto, se considera esencial la dinamización de redes de apoyo y cooperación en el ámbito de los sectores con mayor siniestralidad para que, articuladamente, puedan ser identificados los problemas, apuntadas soluciones y diseminada información relevante para prevención de los riesgos, así como el desarrollo de sistemas de análisis y de alerta relativamente a la siniestralidad laboral.

En este dominio, son prioritarios los siguientes sectores de actividad, atendiendo al histórico de siniestralidad:

- Industria transformadora;
  - Construcción;
  - Comercio al por mayor y minorista;
  - Alojamiento;
  - Restauración y similares;
  - Actividades administrativas;
  - Servicios de apoyo y actividades de salud humana y apoyo social.
- Disminuir los hechos de riesgo asociados a las enfermedades profesionales.

Los costes asociados a las enfermedades profesionales son innumerables y diversos, destacándose los relacionados con la pérdida de productividad, con la salud y consecuente pérdida de calidad de vida, los costos administrativos (seguros, indemnizaciones, etc.) y la erosión progresiva de la capacidad de trabajo, afectando, así, a trabajadores, familias, empresas y a la sociedad.

Es esencial la prevención eficaz de las enfermedades relacionadas con el trabajo, lo que exige una actuación precoz a nivel de los hechos de riesgo que las pueden desencadenar.

Para dicha actuación es también necesario un conocimiento lo más fidedigno posible de tales enfermedades siendo que, de un modo general, existe una

tendencia para la infradeclaraciones del número de casos, en especial de las enfermedades con un largo periodo de latencia (cuya causa puede ser difícil de determinar).

Importa, pues, que los datos estadísticos sean, dentro de lo posible, próximos a la realidad, de forma a desarrollar sistemas de análisis y crear sistemas de alerta relativamente a enfermedades profesionales.

La ENSST 2015-2020 se desarrolla en torno a objetivos específicos, relativamente a los cuales son identificadas medidas para concretizar, teniendo presente que:

- La prevención debe ser dirigida para las actividades con mayor riesgo de provocar daños;
- La sociedad tiene la capacidad de influenciar y adecuar actitudes, constituyendo la educación de las materias de seguridad y salud en el trabajo una herramienta esencial para promover una cultura de prevención;
- Garantizar trabajos seguros y saludables implica la adaptación del trabajo al hombre, principalmente en cuanto a la configuración de los puestos de trabajo, las tareas y los equipos;
- La mejoría continua de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo exige un proceso permanente de colaboración y cooperación entre todos los intervinientes;
- Los trabajadores son pieza clave en la prevención de riesgos profesionales;
- Los gestores de las organizaciones influyen y son determinantes para promover condiciones de trabajo seguras y saludables;
- Los procesos de mejoría de las condiciones de trabajo son mejor conseguidos en materia de seguridad y salud en el trabajo cuando es incorporada en la cultura de la organización e integrada en los procesos productivos;
- Es esencial facilitar instrumentos a las pequeñas y medianas empresas que las ayuden a integrar la prevención en sus organizaciones;
- Todas las entidades que desempeñan funciones en la prevención deben tener formación y medios adecuados;
- La prevención debe sustentarse en el conocimiento científico comprobado y en estadísticas fiables.

### 3.2. Cultura de salud y seguridad

Sandia Report es un documento que describe una vasta revisión de literatura sobre la cultura de seguridad para la Administración Nacional de Seguridad Nuclear del Departamento de Energía de los EEUU. Este reporte reproduce un conjunto de definiciones sobre la cultura de seguridad, conforme mencionado en la tabla 1:

Referencia	Definiciones de cultura de seguridad
Cox and Cox (1991)	La cultura de seguridad refleja las actitudes, creencias, percepciones y valores que los trabajadores comparten en relación a la seguridad.
International Safety Advisory Group (1991)	La cultura de la seguridad es el conjunto de características y actitudes en organizaciones e individuos que establece como prioridad las cuestiones de seguridad de las centrales nucleares, que reciben la garantía de la atención por su significado.
Pidgeon (1991)	El conjunto de creencias, normas, actitudes, papeles y prácticas sociales y técnicas que se preocupan con la disminución de la exposición de trabajadores, gestores, clientes y miembros del público, en condiciones consideradas peligrosas o perjudiciales.
Ostrom et al. (1993)	El concepto de que las creencias y actitudes de una organización manifestadas en acciones, políticas y procedimientos, afectan su desempeño de seguridad.
Geller (1994)	En una cultura de seguridad total, todos se sienten responsables de la seguridad y prosiguen diariamente.
Berends (1996)	La programación mental colectiva para la seguridad de un grupo de miembros de la organización.
Lee (1996)	La cultura de seguridad de una organización es el producto de valores individuales y de grupo, actitudes, percepciones, competencias e patrones de comportamiento que determinan el compromiso y el estilo y la capacidad de la gestión de la salud y seguridad de la organización.

Kennedy and Kirwan (1998)	Un concepto abstracto que está sustentado por la combinación de percepciones individuales y de grupo, procesos de pensamiento, sentimientos y comportamientos, que da origen a la forma particular de hacer las cosas en la organización. Es un elemento secundario de la cultura organizacional general.
Hale (2000)	Se refiere a las actitudes, creencias y percepciones compartidas por grupos naturales como definición de normas y valores, que determinan la actuación y la reacción en relación a los riesgos y sistemas de control de riesgos.
Glendon and Stanton (2000)	Compromete actitudes, comportamientos, normas y valores, responsabilidades personales, así como características de recursos humanos, tales como prácticas y desarrollo.
Guldenmund (2000)	Los aspectos de la cultura organizacional que tienen impacto en actitudes y comportamientos relacionados en el aumento o reducción del riesgo.
Cooper (2000)	La cultura es el producto de múltiples interacciones orientadas por objetivos entre personas (psicológicas), empleos (comportamentales) y organizacionales (situacionales); mientras la cultura de seguridad es ese grado de esfuerzo observable por el cual todos los miembros de la organización dirigen su atención y acciones para mejorar la seguridad diariamente.
Mohamed (2003)	Un aspecto de la cultura organizacional que afecta a las actitudes y el comportamiento de los trabajadores en relación al desempeño de seguridad continuo de una organización.
Richter and Koch (2004)	Intercambio y conceptos aprendidos, experiencias e interpretaciones de trabajo y seguridad, expresadas de forma simbólica, que orientan las acciones de las personas para el riesgo, accidentes y prevención.
Fang et al. (2006)	Un conjunto de indicadores prevalecientes, creencias y valores que la organización posee en seguridad.

Nuclear Regulatory Commission (2011)	Cultura de seguridad nuclear son los principales valores y comportamientos resultantes de un compromiso colectivo de líderes e individuos para enfatizar la seguridad sobre metas concurrentes para garantizar la protección de las personas y del medio ambiente.
--------------------------------------	--

Tabla 1: Definiciones de cultura de seguridad (Cole, Stevens-Adams, & Wenner, 2013)

En 46th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, en el estado de California, en 2002, fue presentado un artículo denominado por “SAFETY CULTURE: A CONCEPT IN CHAOS?” (Zhang, Wiegmann, Thaden, Sharma, & Mitchell, 2002)” donde se observan las siguientes definiciones sobre cultura de seguridad:

- La cultura de seguridad es un concepto definido a nivel de grupo o superior, que se refiere a los valores compartidos entre todos los miembros del grupo o de la organización;
- La cultura da seguridad está preocupada con cuestiones de seguridad formal en la organización y está íntimamente relacionada con, pero no restringido a, los sistemas de gestión y supervisión;
- La cultura de seguridad enfatiza la contribución de todos, en todos los niveles de una organización;
- La cultura de seguridad de una organización tiene un impacto en el comportamiento de sus miembros en el trabajo;
- La cultura de seguridad generalmente se refleja en la contingencia entre el sistema de recompensa y el desempeño de seguridad;
- La cultura da seguridad refleja en la voluntad de una organización de desarrollar y aprender con errores, incidentes y accidentes;
- La cultura de seguridad es relativamente duradera, estable y resistente al cambio.

De acuerdo con el Center for Construction Research and Training (Hecker & Goldenhar, 2014), y el International Transport Forum refieren que Reason identificó cinco medidas para implantar en una cultura de seguridad positiva en las organizaciones (French & Steel, 2017):

- “Informed culture” – Definida por los que gestionan y operan el sistema y tienen un conocimiento actual sobre los factores humanos, técnicos, organizacionales y ambientales que determinan la seguridad del sistema;
- “Reporting culture” – Permite e incentiva a las personas a relatar sus errores y casi accidentes por vía de un sistema de reporte confidencial;
- “Learning culture” – La cultura de aprendizaje es evidente cuando una organización tiene ganas y competencia para aprender con sus informaciones de seguridad y las incluye en la implementación de reformas de seguridad;
- “Flexible culture” – Una cultura flexible incentiva a las personas a adaptarse y permite que estas, independientemente de su posición, tengan un papel activo en la seguridad organizacional general;
- “Just culture” – Una cultura justa proporciona una atmósfera de confianza y una comprensión clara de la diferencia entre un error y una violación para todos los involucrados.

Con otra visión, Phil Hughes y Ed Ferrett observan que la cultura de salud y seguridad de una organización puede ser descrita como la etapa de desarrollo de la organización en la gestión de la salud y seguridad en un momento específico. HSG65 Guide añade la definición de cultura de salud y seguridad: La cultura de seguridad de una organización es el producto de valores individuales, de grupo, actitudes, percepciones, competencias y modelos de comportamiento que determinan el compromiso y el estilo y la capacidad de gestión de la salud y seguridad de una organización. Las organizaciones con una cultura de seguridad positiva son caracterizadas por comunicaciones fundadas en la confianza mutua, por percepciones compartidas de la importancia de la seguridad y por la confianza en la eficacia de medidas preventivas. Existe una preocupación entre algunos profesionales de salud y seguridad que muchas culturas de salud y seguridad son desarrolladas y conducidas por gestores séniores con muy poca contribución de la fuerza de trabajo. Otros argumentan que este asunto es sensible porque los deberes legales son responsabilidad del empleador. Una cultura positiva de salud y seguridad necesita la participación de toda la fuerza de trabajo, así como un sistema de calidad de éxito. Debe haber un compromiso conjunto en términos de actitudes y valores. La fuerza de trabajo debe confiar que las medidas de seguridad implementadas serán efectivas y seguidas incluso cuando los objetivos financieros y de desempeño puedan estar afectados (Hughes & Ferrett, 2005).

Las definiciones de cultura de seguridad son varias pero, de un modo general, todas están influenciadas por los diversos hechos envolventes en el ambiente de trabajo, así como por las actitudes individuales, de gestión, y contribuyen, de forma decisiva, para la mejoría de la salud y seguridad en las organizaciones. La cultura de seguridad constituye la esencia en la promoción de la salud y bienestar laboral, así como en la prevención de los riesgos profesionales y de los accidentes de trabajo.

### 3.3. Plan, Do, Check, Act

El ciclo “Plan”, “Do”, “Check”, “Act” (PDCA), también conocido como ciclo de Deming, es una herramienta de gestión de calidad, que visa convertir los procesos más ágiles, claros y objetivos para las organizaciones, de forma a potenciar sus resultados (APCER, 2016).

De acuerdo con Health and Safety Executive (HSE) el ciclo PDCA trata igualmente de la salud y seguridad como parte integrante de la buena gestión en general y no como un sistema autónomo (Health and Safety Executive (HSE)).

La Norma Portuguesa NP 4397:2008 - Sistemas de Gestión da Seguridad y Salud Laboral se basa en el modelo de sistema de gestión “Plan”, “Do”, “Check”, “Act” – PDCA, en que el éxito depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización, especialmente de la gestión de alta dirección (CT42 - IPQ, 2008) .

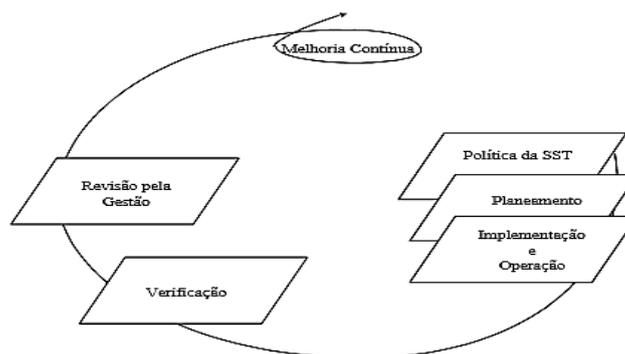


Ilustración 1: Modelo de sistema de gestión da seguridad y salud en el trabajo (CT42 - IPQ, 2008)

WorkSafe describe cuatro etapas para gestionar los riesgos en la salud y seguridad en el local de trabajo, con recurso al ciclo “Plan”, “Do”, “Check”, “Act” (WorkSafe, 2017):

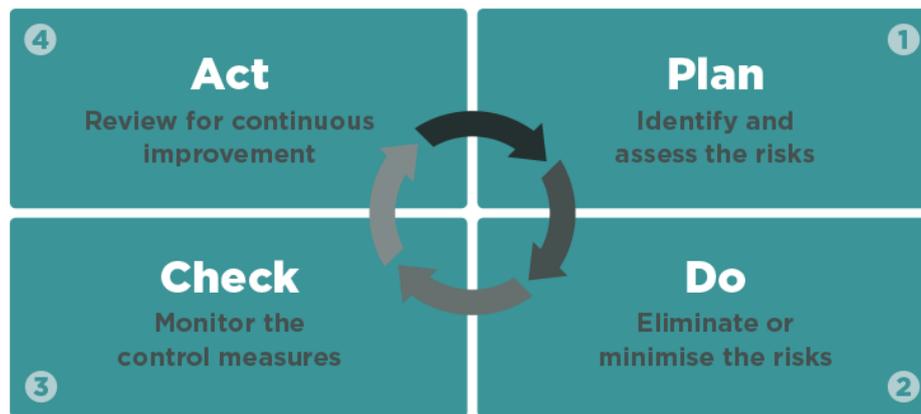


Ilustración 2: Estructura de gestión del riesgo (WorkSafe, 2017)

- I. “Plan”: Identificar y evaluar los riesgos;
- II. “Do”: Eliminar o minimizar los riesgos;
- III. “Check”: Monitorizar las medidas de control;
- IV. “Act”: Revisión para la mejora continua.

### 3.4. Gestión de los riesgos

La gestión de riesgos es en gran parte una cuestión de organización humana y comportamiento humano. Implica la psicología de los individuos y la sociología de las organizaciones (Blockley, 1992).

De acuerdo con Mehrdad Arashpour y Mohammadreza Arashpour, la combinación de factores psicosociales y económicos tiene efectos significativos sobre la eficiencia del capital humano de las empresas de construcción (Arashpour & Arashpour, 2010)

La gestión de riesgos comienza con un compromiso con la salud y seguridad de quien gestiona una organización. Se convierte en imprescindible la participación y la cooperación de los trabajadores, y la gestión de la organización demostrar a sus trabajadores la seriedad con que trata las materias sobre salud y seguridad (Safe Work Australia, 2011).

De acuerdo con WorkSafe New Zealand, los riesgos para la salud y la seguridad derivan de la exposición de personas a los peligros. El riesgo tiene dos componentes asociadas: la probabilidad de la incidencia y las consecuencias; sin embargo, si el riesgo no pudiera ser eliminado, este debe ser minimizado en la medida de lo posible (WorkSafe New Zealand, 2017).

La gestión de riesgos implica la identificación y la evaluación de los riesgos de trabajo a ser abordados primero (por ejemplo, riesgos con consecuencias potencialmente significativas, como enfermedades crónicas, heridas graves o muerte, o con alta probabilidad de incidencia). La gestión del riesgo debe ser adecuada o proporcional a la escala del riesgo, lo que significa que los riesgos con consecuencias potencialmente significativas (por ejemplo, enfermedad crónica, heridas graves, muerte) pueden requerir un mayor esfuerzo y recursos para determinar la forma más efectiva de eliminar o minimizar el riesgo. (WorkSafe New Zealand , 2017).

La Autoridad para las Condiciones del Trabajo (ACT) observa que es obligación del empleador identificar los peligros y evaluar los riesgos presentes en el local de trabajo relativamente a todos los trabajadores involucrados en el proceso productivo. La evaluación de riesgos es un proceso dinámico que permite a las empresas y organizaciones implantar una política proactiva de gestión de los riesgos en el local de trabajo. Independientemente de su categoría o dimensión, es fundamental que todas las empresas realicen evaluaciones de riesgos adecuadas, que incluyan todos los aspectos relacionados con el trabajo. Después de evaluados los riesgos deben ser tomadas las medidas de prevención y protección necesarias de forma a eliminar, reducir o controlar sus efectos y verificar la eficacia de esas medidas. (Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT))

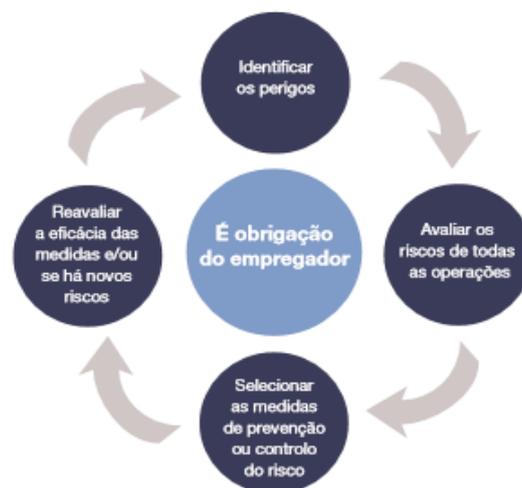


Ilustración 3: Gestión de riesgo (Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT))

### 3.5. Riesgos

Isabel L. Nunes observa que los trabajadores deben estar protegidos contra los riesgos ocupacionales a los cuales pueden estar expuestos. Tal hecho es posible de

ser alcanzado efectuando un análisis y evaluación de riesgos y la forma de contener los riesgos. Considerar que para gestionar riesgos ocupacionales, se convierte en necesario tener la comprensión clara del contexto legal, de los conceptos, del análisis de riesgo, de los procesos de evaluación y control, así como el papel fundamental a desempeñar por todos los involucrados en el proceso (Nunes, OSH WIKI, 2016).

De acuerdo con la Dirección General de Salud, la gestión del riesgo profesional debe ser entendida como un proceso dinámico y técnico-científico que visa eliminar, minimizar o controlar el riesgo profesional de los trabajadores en su local de trabajo. Este proceso permite al empleador tomar medidas preventivas y correctivas de forma más eficaz y posibilita la definición de prioridades de acción que efectivamente aseguren y/o mejoren la salud y la seguridad de los trabajadores. Una adecuada evaluación de los riesgos profesionales constituye la base de una efectiva gestión en salud y seguridad del trabajo, siendo una herramienta fundamental para la prevención de los riesgos profesionales y, consecuentemente para la reducción de los accidentes de trabajo, de las enfermedades profesionales y de otras enfermedades relacionadas con el trabajo (Direção Geral de Saúde, 2016)

Según la Norma Portuguesa NP 4397:2008 - Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, las organizaciones están cada vez más preocupadas en evidenciar un sólido desempeño en materia de seguridad y salud del trabajo a través del control de los riesgos de seguridad ocupacional (CT42 - IPQ, 2008).

De acuerdo con Benjamin O. Alli, la seguridad y la salud en el trabajo son generalmente definidas como la ciencia de la anticipación, reconocimiento, evaluación y control de riesgos que surja en el local de trabajo o que puedan perjudicar la salud y el bienestar de los trabajadores, llevando en consideración el posible impacto sobre las comunidades circundantes y el ambiente general (Alli, 2008) .

El guía de orientación sobre la evaluación de riesgos en el trabajo de la Dirección de Salud Pública y Seguridad en el Trabajo de la Comisión Europea define que (European Commission - Directorate-General V - Employment, Industrial Relations and Social Affairs - Public Health and Safety at Work Directorate, Luxembourg, 1996):

- Riesgo - Es la probabilidad de que el potencial daño sea alcanzado en las condiciones de uso y / o exposición y la extensión posible del daño;

- Evaluación de riesgos - Es el proceso de evaluación del riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores durante el trabajo derivada de las circunstancias de la incidencia de un peligro en el local.

Según Isabel L. Nunes y Mário Simões-Marques, la gestión de riesgos es un proceso interactivo y cíclico cuyo principal objetivo es eliminar o, por lo menos, reducir los riesgos de acuerdo con el principio ALARP (as low as reasonably practicable). Siguiendo la metodología, la gestión de riesgos "Plan-Do-Check-Act" (PDCA) es un proceso sistemático que incluye el análisis de todas las características del trabajo realizado por el trabajador, principalmente el local de trabajo, el equipo / máquinas, materiales, métodos / prácticas de trabajo y ambiente de trabajo; visando identificar lo que podría dar errado, o sea, encontrar lo que puede causar heridos o daños a los trabajadores, y decidir sobre las medidas adecuadas de control de seguridad para prevenir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales e implementarlas (o sea, control del riesgo) (Nunes & Simões-Marques, Applications of Fuzzy Logic in Risk Assessment – The RA\_X Case , 2012).

La gestión de riesgos implica varias fases, que están demostradas en la ilustración 4. La primera fase es la recogida de datos, generalmente denominada por análisis de riesgo, o sea, identificación de peligros presentes en el ambiente de trabajo y, así como los trabajadores expuestos y la identificación de las posibles consecuencias de los riesgos reconocidos, o sea, las causas potenciales de lesión a los trabajadores, sea un accidente de trabajo o una enfermedad profesional. Posteriormente se sigue la fase de evaluación de riesgo, que incluye la evaluación y el ranking de los riesgos evaluados y su clasificación aceptable o inaceptable. Al final de esta fase, las situaciones inaceptables de riesgo para la seguridad y la salud son identificadas. La última fase es el control de los riesgos que incluye el diseño / planificación de medidas de control de seguridad para eliminar o por lo menos reducir riesgos de acuerdo con el principio ALARP ("As Low As Reasonably Practicable"), seguido de la implantación de medidas de control de seguridad. Debe ser efectuada usando la siguiente orden jerárquica, primero las medidas de prevención y después las medidas de protección. Las medidas de control de seguridad a ser implantadas deben basarse en los conocimientos técnicos actuales y en las buenas prácticas (Nunes & Simões-Marques, Applications of Fuzzy Logic in Risk Assessment – The RA\_X Case , 2012) .

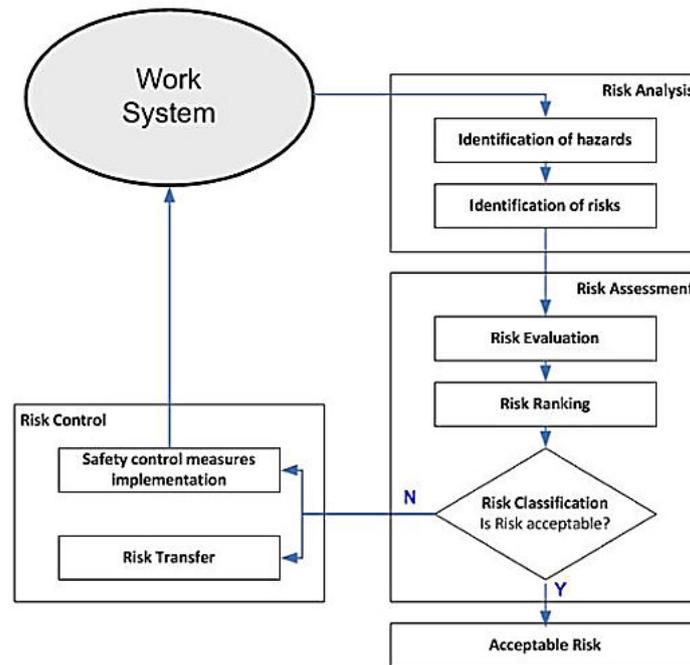


Ilustración 4: Fases de la gestión de riesgos(Nunes & Simões-Marques, Applications of Fuzzy Logic in Risk Assessment – The RA\_X Case , 2012)

European Agency for Safety and Health at Work define que la evaluación de riesgos es el corazón de un local de trabajo seguro y saludable (European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), 2017).

### 3.6. Peligros

A World Health Organization observa que la salud ocupacional trata de todos los aspectos de la salud y seguridad en el local de trabajo y tiene un fuerte foco en la prevención primaria de peligros (World Health Organization, 2018).

Public Health and Safety at Work Directorate de la European Commission define peligro como siendo la propiedad intrínseca o capacidad de algo (equipo, materiales de trabajo, métodos de trabajo y prácticas) con potencial para causar daños (European Commission - Directorate-General V - Employment, Industrial Relations and Social Affairs - Public Health and Safety at Work Directorate, Luxembourg, 1996).

De acuerdo con la Norma Portuguesa NP 4397:2008 - Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, peligro es la fuente, situación, o acto con potencial para daño en términos de lesión o afección para la salud, o una combinación de estos (CT42 - IPQ, 2008).

Health and Safety Authority (H&SA) observa que cuando nos referimos a peligros en relación a la seguridad y a la salud ocupacional, la definición más utilizada es: "Un peligro es una fuente potencial de daños o efectos adversos para la salud de una persona o personas" (Health and Safety Authority (H&SA), 2018).

De acuerdo con SafeWork NSW peligro significa una situación o cosa que tiene el potencial de perjudicar a una persona. Los peligros en el trabajo pueden incluir: máquinas ruidosas; carretillas elevadoras en movimiento; productos químicos; electricidad; trabajo en altura; movimientos repetitivos; intimidación; y violencia en el local de trabajo (Safe Work Australia, 2011).

Según Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS) el peligro es cualquier fuente de daños potenciales, daños o efectos adversos para la salud en algo o en alguien (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2018).

### **3.7. Accidentes de trabajo**

La Norma Portuguesa NP 4397:2008 - Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, observa en sus términos y definiciones, incidente como el/los acontecimiento (s) relacionado (s) con el trabajo que ocurrió o podría haber ocurrido lesión, afección de la salud (independientemente de la gravedad) o muerte. Considera en la nota 1 que un accidente es un incidente del que resultó lesión, afección de la salud o muerte. En la nota 2, refiere que en accidente que no ocurra lesión, afección de la salud o muerte también puede ser considerado "near-miss" (casi-accidente), "near-hit", "close-call" o "dangerous occurrence" (incidente peligroso). Refiere también en la nota 3 que una situación de emergencia es un incidente (CT42 - IPQ, 2008).

El Occupational Safety and Health Administration in Finland define que el accidente de trabajo es un accidente súbito e inesperado causado por hechos externos debido a los cuales el trabajador sufre heridas. El accidente de trabajo es considerado un accidente ocurriendo en las instalaciones del local de trabajo o, en el trayecto de casa para el trabajo o viceversa, o mientras el trabajador está ausente en un viaje de negocios o ejecutando una tarea solicitada por el empleador (Occupational Safety and Health Administration in Finland, 2018)

De acuerdo con Eurostat, el concepto de accidente de trabajo es definido como un incidente discreto en transcurso del trabajo que lleva a daños físicos o mentales. La

frase "en el transcurso del trabajo" significa "mientras se dedica a una actividad profesional o durante el tiempo gastado en el trabajo" (Eurostat, 2013).

Matheus Barreto y Karina Pires consideran que los accidentes y enfermedades profesionales provocan consecuencias nefastas, e ir más allá del límite, se provoca grandes daños, y consecuentemente responsabilidad de los gobiernos, sector empresarial, y de la sociedad como un todo (Barreto & Pires, 2015).

Benjamin O. Alli observa que la protección de los trabajadores contra accidentes y enfermedades ocupacionales es una responsabilidad de la gestión, a par de otras responsabilidades, como la definición de metas de producción, la garantía de la calidad de los productos o la prestación de servicios al cliente. La visión estratégica y la declaración de misión establecen un contexto de crecimiento, rentabilidad y producción, así como la valoración de la seguridad y la salud de los trabajadores en toda la empresa. El sistema de gestión de la seguridad y salud debe ser integrado en la cultura y procesos de negocios de la empresa. La seguridad y la salud en el trabajo deben ser tratadas no solo como un proceso separado, sino como parte integrante de la forma como las actividades ocurren en la empresa (Alli, 2008).

Los accidentes de trabajo son una realidad, y los números son asustadores en el cuadro actual de una sociedad desarrollada.

De acuerdo con Eurostat, en 2010 hubo más de 3,3 millones de accidentes que resultaron en más de tres días de ausencia del trabajo y cerca de 4 395 accidentes fatales en los 27 Estados-Miembros de la Unión Europea (UE-27). Los hombres eran considerablemente más propensos que las mujeres a tener un accidente en el trabajo. Casi cuatro de cada cinco (79,5%) accidentes de trabajo en la UE-27 en 2010 estaban relacionados con hombres. Los números registrados para los hombres permanecieron muy superiores a los de las mujeres en cada uno de los Estados-Miembros de la UE en 2010. En Portugal, el número de accidentes de trabajo para hombres era superior a tres veces mayor que para las mujeres. La razón por la cual el número de accidentes es considerablemente mayor para los hombres está relacionada con las actividades económicas en que más frecuentemente trabajan. El número de accidentes de trabajo varía de acuerdo con la actividad económica en cuestión y es positivamente comprometido en relación a las actividades dominadas por los hombres (Eurostat, 2013).

La tabla 2 y el gráfico 1 presentan la evolución de los accidentes de trabajo (mortales y no mortales), en Portugal.

**Accidentes de trabajo en Portugal - Mortales y no mortales**

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	237.392	237.409	240.018	217.393	215.632	209.183	193.611	195.578	203.548	208.457

Tabla 2: Evolución de los accidentes de trabajo en Portugal– Elaborado por el autor. (Gabinete de Estrátégia e Planeamento (GEP/MTSSS), 2017)

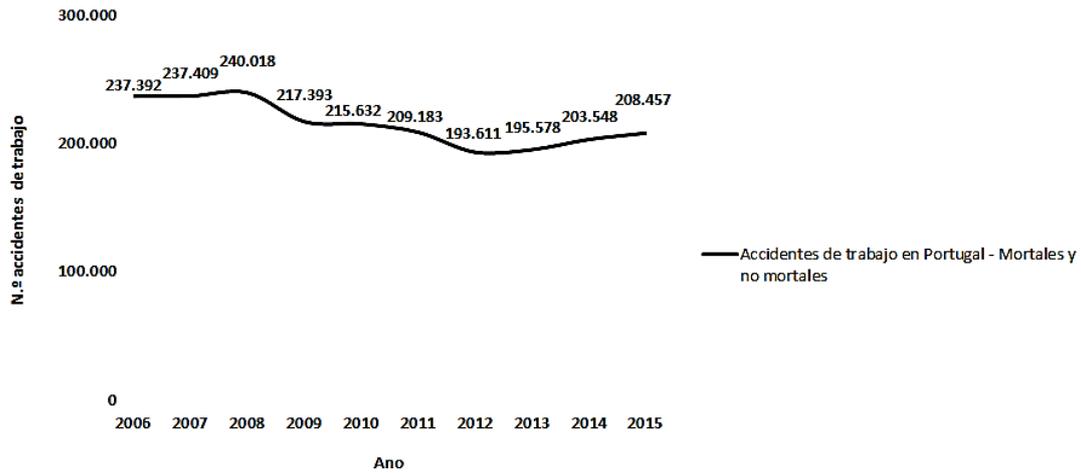


Gráfico 1: Evolución de los accidentes de trabajo en Portugal– Elaborado por el autor (Gabinete de Estrátégia e Planeamento (GEP/MTSSS), 2017)

Los accidentes de trabajo son consecuencias de la interacción “hombre, máquina y ambiente”, los mismos resultan de la posibilidad del hombre aproximarse a la zona de peligro de una máquina, y/o equipo, y/o ambiente (Cabrito, 2005).

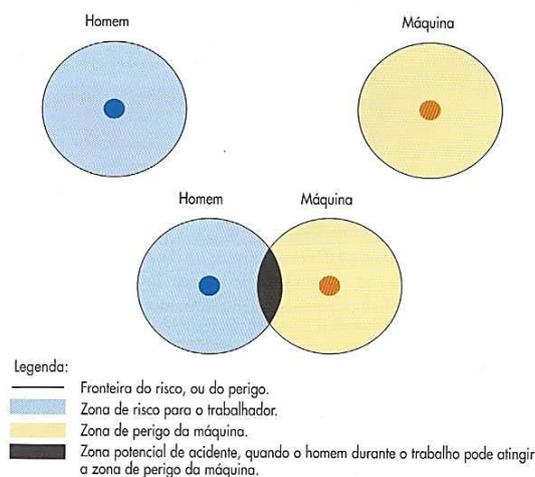


Ilustración 5: Interacción hombre-máquina(Cabrito, 2005)

No obstante a los valores presentados en la tabla 2, las enfermedades profesionales son responsables anualmente de la muerte de seis veces más personas que los accidentes de trabajo, teniendo por base los valores estimados del año de 2008 (Direção Geral de Saúde, 2014).

La forma de proporcionar condiciones de salud y seguridad en el local de trabajo para los trabajadores es a través de programas de salud y seguridad en el trabajo, así como las estrategias para prevenir, reducir o eliminar accidentes de trabajo (Quintana, Vega, & Contreras, 2015).

El recurso a la utilización de mano de obra de trabajo temporal en las industrias que poseen actividades manuales de producción y construcción, el riesgo de accidentes es mayor (Salminen & Seo, 2015).

Las enfermedades profesionales y los accidentes de trabajo son los principales efectos negativos de la relación trabajo/salud (Direção Geral de Saúde, 2016).

### **3.8. Identificación de los peligros**

Identificar los peligros en el local de trabajo implica encontrar las fuentes potenciales que puedan causar daños a los trabajadores.

El objetivo principal de identificación de peligros es encontrar y registrar los posibles peligros que puedan estar presentes en el local de trabajo. Para una correcta identificación es importante involucrar a personas familiarizadas con la actividad laboral, así como a las personas que no lo son, de esta forma es posible obtener percepciones más amplias. Sin embargo en ambos casos, es indispensable que las personas sean competentes desde el punto de vista para realizar la evaluación, y tener un buen conocimiento sobre los peligros a ser evaluados en cualesquier situaciones que puedan ocurrir, y en las medidas de protección apropiadas a cada peligro o riesgo (Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS), 2017).

De acuerdo con WorkSafe, los daños pueden ser agudos (ocurren inmediatamente) o crónicos (ocurren lentamente durante un largo periodo de tiempo), o catastróficos (ocurren con baja frecuencia, pero con consecuencias grandes) (WorkSafe New Zealand, 2017). Es importante considerar si la organización tiene trabajadores

vulnerables (por ejemplo, jóvenes, mujeres embarazadas o trabajadores con movilidad reducida). Mientras que el trabajo puede afectar a la salud, la salud también puede afectar al trabajo. Tener en cuenta que la salud general de los trabajadores puede reducir su capacidad de trabajo en seguridad (por ejemplo, los trabajadores con mala audición). Identificar los peligros del trabajo que puedan dar origen a riesgos razonablemente previsibles. Eso no significa identificar cada peligro, sino identificar aquellos que previsiblemente ocurran en el local de trabajo (WorkSafe New Zealand, 2016).

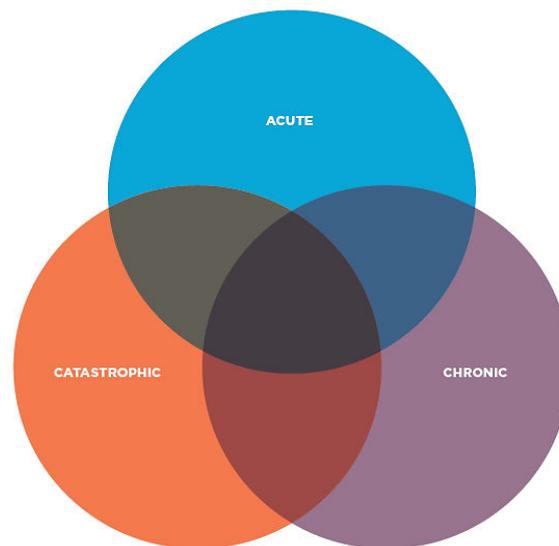


Ilustración 6: Tipos de riesgo (WorkSafe New Zealand, 2017)

Los riesgos generalmente surgen de los siguientes aspectos del trabajo y su interacción (Safe Work Australia, 2011):

- Ambiente físico del trabajo;
- Equipos, materiales y sustancias utilizadas;
- Tareas de trabajo y la forma como son realizadas;
- Diseño del trabajo y gestión.

Mencionado anteriormente, el trabajo tiene el potencial de perjudicar la salud, pero la salud también puede afectar el trabajo, tal como observa a ilustración 7.

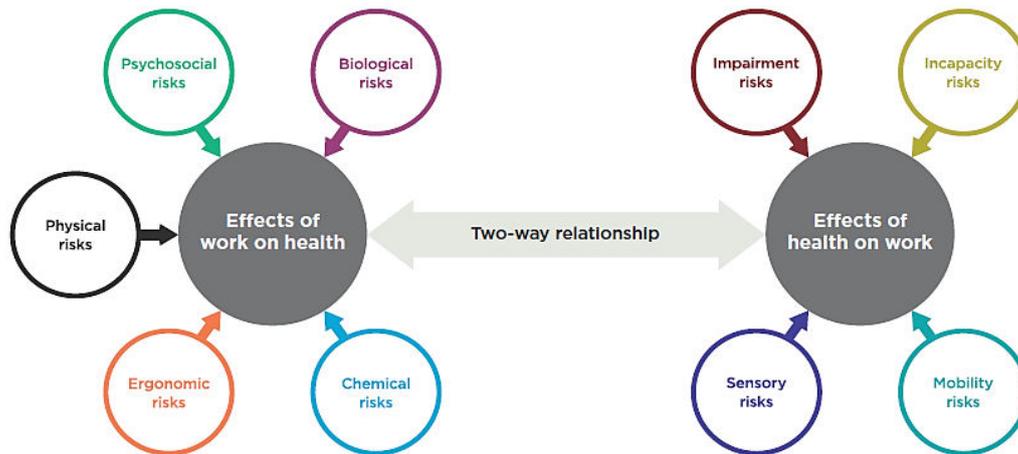


Ilustración 7: Ejemplo de riesgos para la salud relacionados con el trabajo y riesgos de seguridad relacionados con la salud (WorkSafe New Zealand, 2017)

Es crucial pensar de una forma global en el análisis al local de trabajo, observando los diversos tipos de agentes que pueden afectar a los trabajadores, teniendo especial atención a los más vulnerables y otras personas que frecuenten los locales de trabajo.

Debe ser verificada la presencia de los siguientes agentes:

- Físicos (Ej: Ruido, vibraciones, iluminación, calor, frío, radiaciones ionizantes, radiaciones no-ionizantes...);
- Eléctricos (Ej: Contacto con la corriente eléctrica);
- Mecánicos (Ej: Contacto con máquinas, herramientas,...);
- Biológicos (Ej: Infecciones bacterianas,...);
- Químicos (Ej: Hidrocarburos, sulfuro de hidrógeno,...);
- Ergonómicos (Ej: Movimientos repetitivos, posturas adoptadas, manipulación de cargas, esfuerzo físico, actividades monótonas,...);
- Psicosociales (Ex: Estrés, agotamiento, depresión, acoso psicológico o sexual,...).

### 3.9. Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos atenta lo que puede suceder si alguien estuviera expuesto a un riesgo y la probabilidad de suceder. La evaluación de riesgos puede ayudar a determinar (Safe Work Australia, 2011):

- ¿Cuál es la gravedad del riesgo?
- Si alguna medida de control existente es efectiva.
- ¿Qué acción se debe tomar para controlar el riesgo?
- ¿Qué urgencia de la acción a ser tomada?

Una evaluación de riesgos puede ser realizada con diferentes grados de detalle, dependiendo del tipo de peligros, de las informaciones, datos y recursos que se tienen. Puede ser tan sencillo como una discusión con los trabajadores o relacionar herramientas y técnicas de análisis de riesgo específicas recomendadas por profesionales de seguridad.

De acuerdo con la Dirección General de Salud, el proceso de análisis, evaluación y control de los riesgos profesionales debe ser efectuado, siempre que (Direção Geral de Saúde, 2016):

- Se verifique la necesidad de incluir un riesgo identificado en la secuencia de una no conformidad detectada;
- Sean creados/alterados substancialmente productos, procesos o actividades;
- Ocurran alteraciones significativas en la legislación u otros requisitos aplicables;
- Sean implementadas medidas de disminución de riesgos profesionales.

Canadian Centre for Occupational Health and Safety observa que las evaluaciones de riesgo son muy importantes, ya que son parte integrante de un plan de gestión de seguridad y salud ocupacional. Ayudan a (Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS), 2017):

- Crear consciencia de los peligros y riesgos;
- Identificar quien puede estar en riesgo;
- Determinar si es necesario algún programa de control para algún peligro en particular;
- Determinar si las medidas de control existentes son adecuadas o si es necesario ir más allá;
- Impedir lesiones o enfermedades, especialmente en la fase de proyecto;
- Priorizar riesgos y medidas de control;

- Cumplir los requisitos legales, cuando aplicable.

De acuerdo con Phil Hughes y Ed Ferrett, existen dos formas de evaluación de riesgos. La evaluación de riesgo cuantitativa que intenta medir el riesgo relacionando la probabilidad del riesgo ocurrir con la posible gravedad del resultado y, en seguida, resulta en un valor numérico del riesgo. Este método de evaluación de riesgo es utilizado en situaciones en que el desempeño es malo y las repercusiones pueden ser muy graves. La forma más común de evaluación de riesgo es la evaluación cualitativa que se basa puramente en la evaluación personal y normalmente es definida como alta, media o baja. Las evaluaciones cualitativas de los riesgos son generalmente satisfactorias una vez que la definición (alta, media o baja) es normalmente usada para determinar el periodo en que la acción adicional debe ser tomada (Hughes & Ferrett, 2005).

Según WorkSafe New Zealand, para identificar y evaluar los riesgos provenientes de las actividades laborales es importante reflexionar (WorkSafe New Zealand , 2017):

- Quien puede estar expuesto al peligro;
- ¿Cuáles son las posibles consecuencias de la exposición al peligro?
- ¿Cuál es la probabilidad de haber consecuencias?

Los trabajadores y sus representantes al evaluar los riesgos de trabajo tendrán un conocimiento operacional del día a día que será determinante en la evaluación de riesgos de trabajo.

Health and Safety Executive define que para hacer una evaluación de riesgos, es necesario percibir lo que en la organización puede causar daños a las personas y verificar si lo que se está haciendo es lo suficiente para evitar ese daño. Es necesario identificar y priorizar la implementación de medidas de control adecuadas y sensatas, comenzando por (Health and Safety Executive (HSE)):

- Identificar lo que puede perjudicar a las personas en su local de trabajo;
- Identificar quien puede ser perjudicado y como;
- Evaluar los riesgos y decidir los controles apropiados, llevando en consideración los controles ya implementados;
- Registrar la evaluación de riesgos;

- Rever y actualizar la evaluación.

Occupational Safety and Health Administration considera que el riesgo es el producto de la gravedad de una lesión por la probabilidad de la incidencia. Y que no hay riesgo cero. Observa que hay varios métodos para evaluar el riesgo, siendo estos cualitativos o cuantitativos. Considera que una evaluación de riesgo muy simple es el análisis cualitativo, en que la gravedad de la lesión es evaluada como: severa, grave, moderada o leve (Occupational Safety and Health Administration (OSHA)).

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) en su abordaje a la evaluación de riesgos prevé que las evaluaciones de riesgos pueden agruparse en cuatro grandes bloques (INSHT, 1996):

- Evaluación de riesgos impuesta por legislación específica - Hay riesgos laborales para los cuales no hay legislación (comunitaria y nacional) que limite la exposición a tales riesgos. No obstante existen normas o guías técnicas que establecen el procedimiento de evaluación e, incluso, en algunos casos, los niveles máximos de exposición recomendados;
- Evaluación de riesgos para los riesgos donde no hay legislación específica - Sin embargo hay reglamentación en normas internacionales, europeas, nacionales o en guías de organismos oficiales o en entidades de reconocido prestigio;
- Evaluación de riesgos que necesita de métodos especializados de análisis - Existe legislación destinada al control de los riesgos de accidentes graves, cuyo fin es la prevención de accidentes graves tal como incendios, explosiones, emisiones resultantes de fallas en el control de una actividad industrial y que pueden desarrollar consecuencias graves para las personas internas y externas a la unidad industrial;
- Evaluación general de los riesgos, de acuerdo con las siguientes etapas:
  - Clasificar las actividades de trabajo;
  - Identificar los peligros;
  - Estimar el riesgo;
  - Valorar los riesgos: Decidir si los riesgos son tolerables;
  - Preparar un plan de control de los riesgos;

- Efectuar la revisión del plano.

Para Vincent T. Covello y Miley W. Merkhofer, la evaluación de riesgos puede ser definida como un proceso sistemático para generar una distribución de probabilidad o cuantificación similar que describa la incertidumbre sobre las magnitudes, el tiempo o la naturaleza de las posibles consecuencias para la salud o ambientales asociadas a la posible exposición a sustancias específicas, procesos, acciones o eventos. Del mismo modo, un método de evaluación de riesgos puede ser definido como cualquier procedimiento sistemático autónomo realizado como parte de una evaluación de riesgo - o sea, cualquier procedimiento que pueda ser usado para ayudar a generar una distribución de probabilidad para la salud o consecuencias ambientales (Covello & Merkhofer, 1993)

Es importante referir que la Comissão Europeia en su publicación "Guidance on risk assessment at work" observa que no existen reglas fijas como debe ser realizada la evaluación de riesgos. Sin embargo, refiere que existen dos principios que deben ser siempre tenidos en cuenta al abordar una evaluación de riesgo (European Commission - Directorate-General V - Employment, Industrial Relations and Social Affairs - Public Health and Safety at Work Directorate, Luxembourg, 1996):

- Estructurar la evaluación para garantizar que todos los peligros y riesgos relevantes sean apreciados, así como aquellos que asociados a tareas que son realizadas esporádicamente, o fuera del horario normal de trabajo;
- Cuando un riesgo fuera identificado, comenzar por evaluar si en el límite el riesgo es absolutamente necesario, cuestionando si el mismo puede ser eliminado por el peligro que origina.

De acuerdo con el artículo "Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants" publicado en el Journal of Loss Prevention in the Process Industries industrial (Tixier, Dusserre, Salvi, & Gaston, 2002) fueron identificadas sesenta y dos metodologías de evaluación de riesgos. Los métodos descritos en ese artículo se encuadran en cuatro propiedades: Determinística; Probabilística; Cualitativa; Cuantitativa.

Estas metodologías pueden ser clasificadas en dos grupos principales:

- Cualitativo;

- Cuantitativo.

Cada grupo puede ser dividido en tres categorías:

- Solo determinístico;
- Solo probabilístico;
- Una combinación del abordaje determinística y probabilística.

Los métodos determinísticos son basados en los productos, equipos y en la cuantificación de consecuencias para varios objetivos como personas, ambiente y equipos. Los métodos probabilísticos están basados en la probabilidad o frecuencia de aparición de situaciones peligrosas o en la ocurrencia de un potencial accidente. Los métodos probabilísticos están principalmente enfocados en la probabilidad de fallo del equipo o su componente. Por otro lado, métodos determinísticos y probabilísticos determinísticos y combinados son usados para analizar todo el establecimiento industrial (Tixier, Dusserre, Salvi, & Gaston, 2002).

		Risk Analysis Methodologies	
n**		Qualitative	Quantitative
deterministic	1	Action Errors Analysis AEA	31 Accident Hazard Analysis AHI
	2	Checklist	32 Annex 6 of SEVESO II Directive
	3	Concept Hazard Analysis CHA	33 Chemical Runaway Reaction Hazard Index RRHI
	4	Concept Safety Review CSR	34 Dow's Chemical Exposure Index CEI
	5	Failure Mode Effect Analysis FMEA	35 Dow's Fire and Explosion Index FEI
	6	Goal Oriented Failure Analysis GOFA	36 Fire and Explosion Damage Index FEDI
	7	Hazard and Operability HAZOP	37 Hazard Identification and Ranking HIRA
	8	Human Hazard and Operability HumanHAZOP	38 Instantaneous fractional loss index IFAL
	9	Insurers involvement in risk reduction process	39 Methodology of domino effects analysis
	10	Manager	40 Methods of potential risk determination and evaluation
	11	Optimal Hazard and Operability OptHAZOP	41 Mond Fire Explosion and Toxicity Index FETI
probabilistic	12	Plant Level Safety Analysis PLSA	42 SAATY methodology
	13	Potential domino effects identification	43 Toxic Damage Index TDI
	14	Preliminary Risks Analysis PRA	
	15	Process Risk Management Audit PRIMA	
	16	Profile Deviation Analysis PDA	
	17	Safety related questions for computer controlled plants	
	18	Seqhaz Hazard Mapping SHM	
	19	Sneak Analysis	
	20	Task Analysis TA	
	21	What if? Analysis	
	22	World Health Organisation WHO	
deterministic & probabilistic	23	Accident Sequences Precursor ASP	44 Defi method
	24	Delphi Technique	45 Event Tree Analysis ETA
	25	Earthquake safety of structures and installations in chemical industries	46 Fault Tree Analysis FTA
			47 Maintenance Analysis MA
			48 Short Cut Risk Assessment SCRA
			49 Work Process Analysis Model WPAM
	26	Maximum Credible Accident Analysis MCAA	50 AVRIM2
	27	Reliability Block Diagram RBD	51 Facility Risk Review
	28	Safety Analysis SA	52 Failure Mode Effect Criticality Analysis FMECA
	29	Safety Culture Hazard and Operability SCHAZOP	53 IDEF3
	30	Structural Reliability Analysis SRA	54 International Study Group on Risk Analysis ISGRA
		55 IPO Risico Berekening Methodiek IPORBM	
		56 Method Organised Systematic Analysis of Risk MOSAR	
		57 Optimal Risk Assessment ORA	
		58 Probabilistic Safety Analysis PSA	
		59 Quantitative Risk Assessment QRA	
		60 Rapid Ranking RR	
		61 Rapid Risk Analysis Based Design RRABD	
		62 Risk Level Indicators RLI	

Tabla 3: Clasificación de metodologías de análisis de riesgo (Tixier, Dusserre, Salvi, & Gaston, 2002)

### 3.10. Control de riesgo

De acuerdo con el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) controlar la exposición a los riesgos ocupacionales es el método fundamental para proteger a los trabajadores. Tradicionalmente, la jerarquía de control ha sido usada como un medio de determinar como implantar soluciones de control viables y efectivas (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2015).

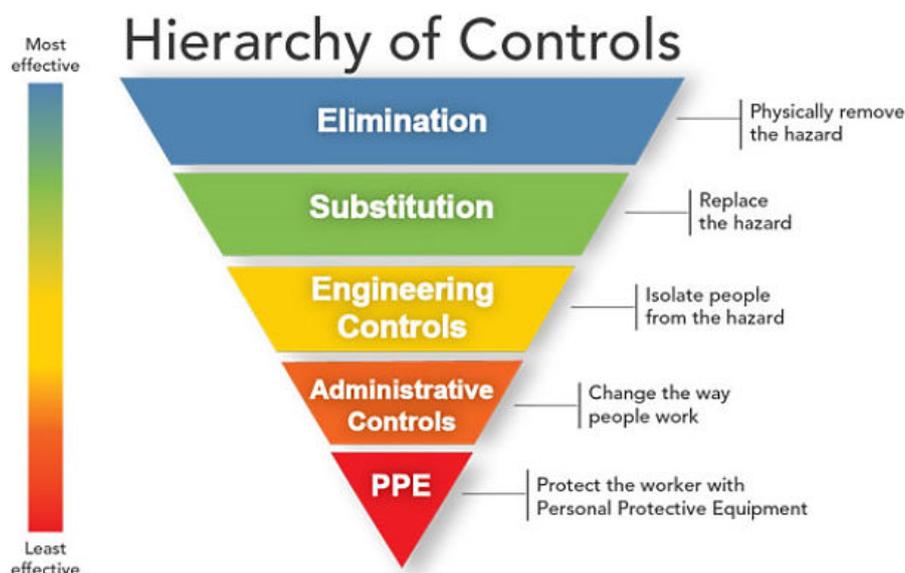


Ilustración 8: Jerarquía de controles (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2015)

La ilustración 8 observa que los métodos de control en la parte superior del gráfico son potencialmente más efectivos y protectores que aquellos en la parte inferior. Seguir esta jerarquía normalmente lleva a la implementación de sistemas más robustos, donde el riesgo de enfermedad o lesión fue substancialmente reducido (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2015).

La **eliminación y la sustitución**, aunque más eficaces en la reducción de los riesgos, también tienden a ser las más difíciles de implementar en un proceso existente. Si el proceso todavía estuviera en proyecto o en desarrollo, la eliminación y sustitución de peligros pueden ser de bajo costo y sencillo de implantar. Para un proceso existente, pueden ser necesarias grandes cambios en los equipos y procedimientos para eliminar o sustituir un peligro (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2015)

Los **controles de ingeniería** son favorecidos en relación a los equipos de protección individual y controles administrativos para controlar exposiciones de trabajadores existentes en el local de trabajo, porque son proyectados para remover el peligro en la fuente, antes de entrar en contacto con el trabajador. Los controles de ingeniería bien concebidos pueden ser altamente eficaces en la protección de los trabajadores y generalmente serán independientes de las interacciones de los trabajadores para proporcionar ese alto nivel de protección. El costo inicial de los controles de ingeniería puede ser mayor que el coste de los controles administrativos o de los equipos de protección individual, pero, a largo plazo, los costes operacionales son frecuentemente más bajos y, en algunos casos, pueden proporcionar una economía de costos en otras áreas del proceso (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2015).

El **control administrativo** y los **equipos de protección individual** son frecuentemente usados con procesos existentes donde los riesgos no son particularmente bien controlados. El control administrativo y los equipos de protección individual pueden ser relativamente baratos para establecer, pero, a largo plazo, pueden ser muy caros. Esos métodos para proteger a los trabajadores también probaron ser menos efectivos que otras medidas, exigiendo esfuerzos significativos de los trabajadores afectados (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2015) .

Conforme la Encyclopedia of Occupational Health and Safety, las fuentes de exposición u otros hechos perjudiciales son, en gran medida, regidos por la naturaleza de los procesos, tecnologías, productos y equipos que se encuentran en el local de trabajo, pero también pueden ser orientados por la forma como el trabajo es organizado. Desde el punto de vista del riesgo mensurable, debe reconocerse que el control de la probabilidad de la exposición y la gravedad de las lesiones a los trabajadores dependen frecuentemente de los siguientes tres hechos (ILO, 1998):

- Medidas de seguridad de eliminación / sustitución - Los peligros en el local de trabajo bajo la forma de fuentes de exposición u otros hechos perjudiciales pueden ser eliminados o mitigados por sustitución;
- Medidas técnicas de seguridad - Esas medidas, muchas veces llamadas de controles de ingeniería, consisten en separar personas de hechos perjudiciales,

encapsulando los elementos nocivos o instalando obstáculos entre los trabajadores y los hechos que pueden causar lesiones;

- Medidas de seguridad organizacional - Las medidas de seguridad organizacional, también conocidas como controles administrativos, incluyen separar personas de hechos perjudiciales, ya sea a través de métodos de trabajo especiales, o por separación en el tiempo o en el espacio. Ejemplos de esos controles incluyen, aunque no se limitan a, tiempo de exposición reducido, programas de mantenimiento preventiva, encapsulando a los trabajadores individuales con equipo de protección individual y organización eficaz del trabajo.

Notar que debido a posibilidades limitadas de uso de eliminación / sustitución o medidas de seguridad técnica, hechos perjudiciales estarán siempre presentes en el ambiente de trabajo humano. Por tanto, muchas veces, las medidas de seguridad organizacional pueden ser la solución más eficaz de prevención de accidentes (ILO, 1998).

### **3.11. Monitorización de las medidas de control**

De acuerdo con WorkSafe New Zealand, las medidas de control deben permanecer efectivas, adecuadas a la naturaleza y duración del trabajo y ser implementadas correctamente por los trabajadores. La monitorización del desempeño de las medidas de control demostrará si las mismas están debidamente implementadas, de todas formas, es imprescindible, implantar los medios apropiados para que los trabajadores relaten incidentes, casi-fallos o problemas de salud y seguridad, y promover la realización de reportes adecuados (WorkSafe New Zealand, 2017).

Es esencial inspeccionar las condiciones del local de trabajo y la salud de los trabajadores, de forma a mostrar si las medidas de control están funcionando de forma eficaz para reducir la exposición del trabajador (WorkSafe New Zealand, 2017).

La monitorización de la exposición puede ser usada para descubrir si los trabajadores están potencialmente expuestos a un peligro en niveles perjudiciales (WorkSafe New Zealand, 2017).

También la vigilancia de la salud es una forma de verificar si la salud de los trabajadores está siendo afectada por la exposición a riesgos durante el trabajo y visa detectar señales precoces de salud o enfermedad (WorkSafe New Zealand, 2017).

La búsqueda de opiniones de los trabajadores y de sus representantes es imprescindible para tomar decisiones sobre procedimientos de control (WorkSafe New Zealand, 2017).

Según Occupational Safety and Health Administration (United States Department of Labour), para garantizar que las medidas de control sean y permanezcan efectivas, los empleadores deben analizar el progreso en la implantación de los controles, inspeccionar y evaluar los mismos en cuanto estén instalados y seguir las prácticas de rutina y de mantenimiento preventiva, de la siguiente forma (Occupational Safety and Health Administration):

- Acompañar el progreso y verificar la implantación haciendo las siguientes preguntas:
  - ¿Todas las medidas de control fueran implementadas de acuerdo con el plan de control de riesgos?
  - ¿Los controles de ingeniería fueron debidamente instalados y testados?
  - ¿Los trabajadores fueron entrenados adecuadamente para que comprendan los controles, incluyendo como operar controles de ingeniería, prácticas de trabajo seguras y requisitos de uso de equipos de protección individual?
  - ¿Los controles están siendo usados correctamente y consistentemente?
  
- Realizar inspecciones regulares (y monitorización de la higiene industrial, si indicado) para confirmar que los controles de ingeniería están funcionando conforme proyectado;
  
- Evaluar las medidas de control para determinar si son efectivas o precisan de ser modificadas. Involucrar a los trabajadores en la evaluación de los controles. Si los controles no fueran efectivos, identifique, seleccione y implemente medidas de control adicionales que proporcionen una protección adecuada;

- Confirmar si las prácticas de trabajo, los controles administrativos y las políticas de uso de equipos de protección personal están siendo seguidas;
- Realizar la manutenzione preventiva de rutina a los equipos, instalaciones y controles para ayudar a prevenir incidentes debido a los fallos de los equipos.

### **3.12. Metodologías de investigación**

#### **3.12.1. Positivismo**

De acuerdo con Mark Saunders, Philip Lewis y Adrian Thornhill en el enfoque a los métodos de investigación, cuando atenta el positivismo considera que apenas los fenómenos que se observan pueden llevar a la producción de datos creíbles. El positivismo defiende trabajar con una realidad social observable (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

Una componente importante es que la investigación es realizada, cuando es posible, de forma libre de valor. Esta es una posición plausible, particularmente cuando se contrasta la perspectiva del investigador de "recursos" con el autor de "sentimientos" (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

Consideran al investigador de "recursos" externo al proceso de recogida de datos, en el sentido en que poco puede ser hecho para alterar la substancia de los datos recogidos. El investigador no puede negar la realidad observable (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

Referente al investigador de "sentimientos" argumentan que hace parte del proceso de recogida de datos, porque interpreta actitudes derivadas de su compromiso personal (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

El investigador que busca adoptar una posición positivista decidida ejerce la elección en el asunto a estudiar, los objetivos de investigación a ser seguidos y los datos a ser recogidos. En realidad, se puede argumentar que la decisión de adoptar una perspectiva aparentemente despreocupada sugiere la existencia de una determinada posición de valor (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

### **3.12.2. Realismo**

El realismo según Mark Saunders, Philip Lewis y Adrian Thornhill, es una posición filosófica relacionada con la investigación científica. Refieren que la esencia del realismo es lo que los sentidos nos muestran como la realidad es la verdad: esos objetos tienen una existencia independiente de la mente humana, o sea los objetos existen independientemente de nuestro conocimiento de su existencia (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

La filosofía del realismo transmite una realidad bastante independiente de la mente. El realismo es un ramo de la epistemología que es semejante al positivismo, en la medida en que asume un enfoque científico para el desarrollo del conocimiento (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009)

Existen dos formas de realismo Saunders (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009):

- Realismo directo - El realismo directo observa que lo que se ve es lo que se obtiene: lo que experimentamos a través de nuestros sentidos retrata el mundo con precisión;
- Realismo crítico - El realismo crítico atenta que lo que se experimenta son sensaciones, las imágenes de las cosas en el mundo real, no las cosas directamente.

### **3.12.3. Interpretativismo**

Mark Saunders, Philip Lewis y Adrian Thornhill, consideran que el interpretativismo defiende que es necesario que el autor comprenda las diferencias entre humanos en nuestro papel como actores sociales. Eso enfatiza la diferencia en la conducción de la investigación entre personas y no objetos. La expresión "actores sociales" sugiere que como humanos hacemos parte del palco de la vida humana (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

La herencia de esta vertiente del interpretativismo viene de dos tradiciones intelectuales (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009):

- Fenomenología – Se refiere a la forma por la cual, como humanos, tenemos sentido en el mundo que nos rodea;

- Interaccionismo simbólico – Se considera que estamos en un proceso continuo de interpretación del mundo social que nos rodea, en la medida en que interpretamos las acciones de otros con quien nos relacionamos y esta interpretación lleva al ajuste de nuestros propios significados y acciones.

Crucial para la filosofía interpretativa, el investigador debe adoptar una posición empática. El desafío es entrar en el mundo social de nuestros asuntos a investigar y entender su mundo desde el punto de vista de ellos. Una perspectiva interpretativa es altamente apropiada en el caso de investigación de negocios y de gestión, particularmente en comportamiento organizacional, marketing y gestión de recursos (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

#### **3.12.4. Pragmatismo**

Segundo Mark Saunders, Philip Lewis y Adrian Thornhill, la filosofía de investigación pragmática es una posición que argumenta que lo determinante más importante de la filosofía de investigación adoptada es la investigación de la cuestión, argumentando que es posible trabajar en conjunto con las posiciones positivistas e interpretativistas. Aplica un enfoque práctico, integrando diferentes perspectivas para ayudar a la recogida e interpretación de datos (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

#### **3.12.5. Paralelo entre filosofías de investigación**

Mark Saunders, Philip Lewis y Adrian Thornhill, observan la siguiente comparación entre filosofías de investigación (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009):

	<b>Positivismo</b>	<b>Realismo</b>	<b>Interpretativismo</b>	<b>Pragmatismo</b>
<b>Ontología</b>		Es objetivo. Existe independientemente de los pensamientos y creencias humanas o del conocimiento de la existencia de ellos (realista), pero es interpretado a través del condicionamiento social (realista crítico).		
La visión del investigador de la naturaleza de la realidad, o del ser.	Externo, objetivo e independiente de actores sociales.		Socialmente construido, subjetivo, puede cambiar, múltiplo.	Externo, múltiplo, visión escogida para permitir responder mejor a las cuestiones de la investigación.
<b>Epistemología</b>		Los fenómenos observables ofrecen datos creíbles, hechos. Datos insuficientes significan imprecisiones en las sensaciones (realismo directo). Alternativamente, los fenómenos crean sensaciones abiertas a mala interpretación (realismo crítico). Se centra en explicar dentro de un contexto o contextos.		
La visión del investigador sobre lo que constituye un conocimiento aceptable.	Solamente fenómenos observables pueden ofrecer datos creíbles, hechos. Se centra en la causalidad y en el derecho, como generalizaciones, reduciendo los fenómenos a los elementos más sencillos.		Significados subjetivos y fenómenos sociales. Se centra en los detalles de la situación, una realidad por detrás de esos detalles, significados subjetivos motivan acciones.	Cualesquier o ambos fenómenos observables y significados subjetivos pueden ofrecer conocimiento aceptable dependiente de la cuestión del estudio. Se centra en una búsqueda práctica aplicada, integrando diferentes perspectivas para ayudar a interpretar los datos.

---

<p><b>Axiología</b></p> <p>La visión del investigador sobre el papel de los valores en la investigación.</p>	<p>La investigación es realizada de forma libre de valor. El investigador es independiente de los datos y mantiene una posición objetiva.</p>	<p>La investigación está cargada de valor. El investigador es tendencioso por las visiones del mundo, experiencias culturales y educación. Estos tendrán impacto en la investigación.</p>	<p>La investigación es vinculante. El investigador es parte de lo que está siendo investigado y no puede ser separado y, por lo tanto, será subjetivo.</p>	<p>Los valores desempeñan un papel importante en la interpretación de los resultados. El investigador adopta puntos de vista objetivos y subjetivos.</p>
<p><b>Técnicas de recopilación de datos más utilizadas</b></p>	<p>Altamente estructuradas. Grandes muestras, medidas, cuantitativas, aunque pueden ser cualitativas.</p>	<p>Los métodos escogidos se deben adecuar al asunto, cuantitativo o cualitativo.</p>	<p>Pequeñas muestras de investigaciones profundizadas, cualitativas.</p>	<p>Métodos mixtos o múltiples, cuantitativos y cualitativos.</p>

---

Tabla 4: Comparación entre filosofías de investigación – Elaborado por el autor (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009)

### 3.12.6. Enfoques de investigación

Mark Saunders, Philip Lewis y Adrian Thornhill, identifican dos tipos de enfoques de investigación:

- Deductiva;
- Inductiva.

Las principales diferencias entre los enfoques de investigación deductiva e inductiva son (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009):

Enfoque <b>deductiva</b> destaca:	Enfoque <b>inductiva</b> destaca:
→ Principios científicos	→ Una comprensión de los significados que los humanos atribuyen a los eventos
→ Cambiar de teoría para datos	→ Una estrecha comprensión del contexto de investigación
→ La necesidad de explicar las relaciones casuales entre variables	→ La recopilación de datos cualitativos
→ La recopilación de datos cuantitativos	→ Una estructura más flexible para permitir cambios en el progreso de la investigación
→ La aplicación de controles para garantizar validez de los datos	→ Una percepción de que el investigador hace parte del proceso de investigación
→ La operacionalización de conceptos para garantizar claridad de definición	→ Menos preocupación con la necesidad de generalizar
→ Un enfoque altamente estructurado	---
→ Independencia del investigador de lo que está siendo investigado	---
→ La necesidad de seleccionar muestras de tamaño suficiente para generalizar conclusiones	---

Tabla 5: Diferencias entre enfoques de investigación– Elaborado por el autor (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009)

John W. Creswell refiere que el proceso inductivo ilustra el trabajo entre los temas y la base de datos hasta que los investigadores hayan establecido un conjunto integral de temas. En cuanto a la forma deductiva, los investigadores miran para sus datos de los temas para determinar si existen más evidencias que puedan soportar cada tema o si es necesario recoger informaciones adicionales. De esta manera, mientras que el proceso comienza inductivamente, el pensamiento deductivo también desempeña un papel importante a medida que la investigación avanza (Creswell, 2014).

### 3.12.7. Métodos cuantitativos, cualitativos y mixtos

John W. Creswell observa que un estudio tiende a ser más cualitativo que cuantitativo o viceversa. La investigación con métodos mixtos está al centro porque incorpora elementos de enfoques tanto cualitativos como cuantitativos. Muchas veces, la distinción entre la investigación cualitativa y cuantitativa es formulada en términos de uso de palabras (cualitativas) en vez de números (cuantitativos), o usando cuestiones cerradas (hipótesis cuantitativas) en vez de cuestiones abiertas (preguntas de entrevista cualitativa). Una forma más completa de verificar las diferencias es en los supuestos filosóficos básicos que los autores traen para el estudio, los tipos de estrategias de investigación utilizadas en la investigación. Las definiciones de las tres metodologías son (Creswell, 2014):

- La investigación **cualitativa** es un enfoque para explorar y entender el significado que las personas o grupos atribuyen a un problema social o humano. El proceso de investigación envuelve cuestiones y procedimientos emergentes, datos típicamente recogidos en la configuración del participante, análisis de datos construidas inductivamente de particularidades para temas generales, y el investigador efectúa interpretaciones del significado de los datos. El informe final posee una estructura flexible. Aquellos que se involucran en esta forma de encuesta apoyan una forma de mirar para la investigación que honra un estilo inductivo, un foco en el significado individual y la importancia de transformar la complejidad de una situación;
- La investigación **cuantitativa** es enfoque para testar teorías objetivas examinando la relación entre las variables. Esas variables, a su vez, pueden ser medidas, típicamente en instrumentos, de modo que los datos enumerados puedan ser analizados usando procedimientos estadísticos. El informe final posee una estructura definida que consiste en introducción, literatura y teoría, métodos, resultados y discusión. Los investigadores cualitativos, aquellos que se involucran en esta forma de investigación, tienen hipótesis de testar teorías de forma deductiva, controlando explicaciones alternativas y pudiendo generalizar y replicar los hallazgos;
- La investigación por **métodos mixtos** es un enfoque de investigación que relaciona la recogida de datos cuantitativos y cualitativos, y que integra las dos formas de datos y usa diseños distintos que pueden relacionar supuestos filosóficos y estructuras teóricas. El principal supuesto de esta forma de

investigación es que la combinación cualitativa y cuantitativa proporciona una comprensión más completa de un problema de investigación, que cualquier enfoque aislado.

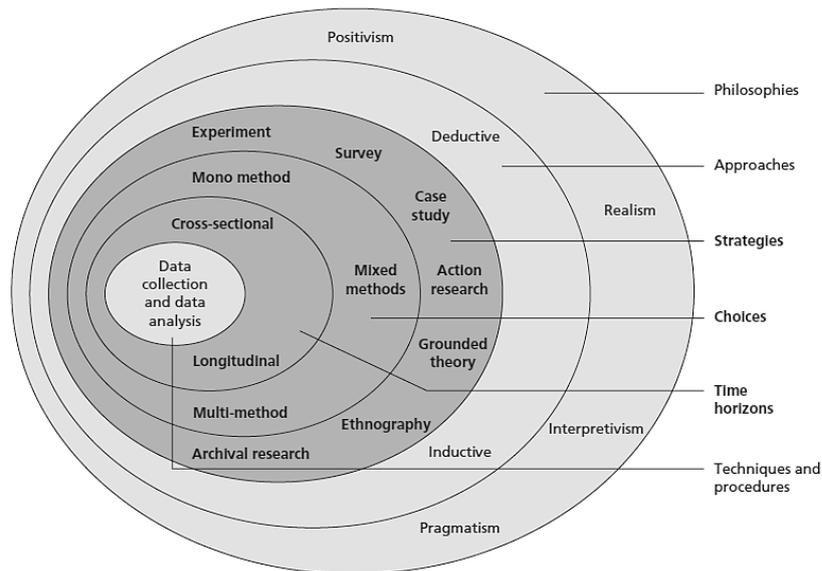


Ilustración 9: The research 'onion' (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009)

## 4. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y PRINCIPALES OBJETIVOS A ALCANZAR

### 4.1. Hipótesis de trabajo

Las hipótesis de trabajo previstas son las siguientes:

- H1 - Evaluar la existencia de riesgos laborales para la seguridad, salud y bienestar laboral, específicos en la industria del betún caucho “in situ”, en Portugal;
- H2 - Investigar la posibilidad de evitar y controlar los riesgos identificados en H1;
- H3 - Investigar la posibilidad de desarrollar modelo de prevención y control para mejorar el desempeño organizacional.

### 4.2. Objetivos

Los principales objetivos a alcanzar son:

- O1 - Identificar los riesgos ocupacionales, para la seguridad, salud y bienestar laboral, existentes en el sector del betún caucho “in situ”;

- O2 - Clasificar los riesgos específicos de la industria del betún caucho “in situ”, en Portugal;
- O3 - Evaluar el impacto de los riesgos en la seguridad, salud y bienestar laboral;
- O4 - Evaluar la serie y la previsibilidad de los riesgos laborales;
- O5 - Desarrollar modelo para la prevención y control;
- O6 - Validar modelo de prevención y control desarrollado.

Objetivos	Hipótesis		
	H1	H2	H3
O1	X	X	X
O2	X	X	X
O3			X
O4		X	X
O5		X	X
O6		X	X

Tabla 6: Relación entre objetivos e hipótesis – Elaborado por el autor.

## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

Este capítulo contempla el material y métodos aplicados al desarrollo de una respuesta a los objetivos propuestos, de forma a validar un modelo de prevención y control de riesgos en el ámbito de seguridad, salud y bienestar laboral en la industria del betún caucho “in situ” en Portugal.

De acuerdo con la Autoridad de las Condiciones del Trabajo (ACT) en su evaluación a los sectores de actividad mencionados en la Clasificación Portuguesa de las Actividades Económicas (CAE – Rev. 3), en que la actividad en estudio se encuadra, el código CAE 19201 – “Fabricación de Productos Petrolíferos Refinados”, es considerado como actividad o trabajo de riesgo elevado (Autoridade para as Condições no Trabalho (ACT), 2014).

Como referenciado anteriormente, se recuerda que, de acuerdo con la Comisión Europea, no existen reglas fijas de como la evaluación de riesgos debe ser realizada (European Commission - Directorate-General V - Employment, Industrial Relations and

Social Affairs - Public Health and Safety at Work Directorate, Luxembourg, 1996), tal como existe un vasto número de tipos de metodologías de evaluaciones de riesgos referenciados en el “Journal of Loss Prevention in the Process Industries”, un análisis efectuado a sesenta y dos metodologías de evaluaciones de riesgo para unidades industriales (J.Tixier, Dusserre, O.Salvi, & D.Gaston, 2002).

### **5.1. Estudio de caso**

Esta investigación pretende contribuir para la evolución del conocimiento sobre la seguridad, salud y bienestar laboral en la economía circular, específicamente en el sector de la producción de los betunes caucho “in situ”, utilizados en la producción de mezclas bituminosas para la construcción, rehabilitación, y manutención de infraestructuras de carreteras y de aeropuertos.

### **5.2. Objeto de estudio**

El desarrollo del modelo de evaluación de riesgos va a incidir sobre la organización Empresa, S.A., único operador en Portugal en la producción exclusiva de tres tipos de betún caucho “in situ”, para mezclas bituminosas de pavimentación de infraestructuras viales y aeroportuarias.

### **5.3. Metodología**

La metodología a utilizar en el presente estudio se basa fundamentalmente en las filosofías de investigación: positivista; realista; interpretativista, aliadas a un enfoque inductivo. La metodología es de esta forma multimétodo.

### **5.4. Medios y recursos materiales**

El trabajo de campo se desarrolló de acuerdo con las siguientes fases:

- Búsqueda documental: Análisis de información de la empresa objeto de estudio (Empresa S.A.);

- Materias primas y subsidiarias: Conocer al detalle los inputs de la producción;
- Equipos: Inmovilizado material relacionado con la producción;
- Fichas de datos de seguridad de las materias primas: Conocer las informaciones necesarias para ayudar a proteger la salud humana;
- Informes de evaluación de la exposición a agentes físicos químicos;
- “Focus group”: Entrevista de grupo a los trabajadores;
- Antología de datos estadísticos: Recopilación de datos estadísticos tratados de accidentes de trabajo ocurridos en Portugal, en el periodo comprendido entre 2002 a 2015, referente a la sección C - Industrias Transformadoras - división 23 (Rev. 2.1) y división 19 (Rev. 3), de la Clasificación Portuguesa de Actividades Económicas (CAE) ambas relativas a la “Fabricación de coque, de productos petrolíferos refinados y de aglomerados de combustible”, donde está incluida la subclase CAE 23200 (Rev. 2.1) y 19201 (Rev. 3), “Fabricación de Productos Petrolíferos Refinados”, respetivamente, referente al tipo de industria en estudio (información estadística tratada de bases de datos online del Gabinete de Estrategia y Planeamiento del Ministerio de Trabajo, Solidaridad y Seguridad Social (GEP- MTSS)).

#### **5.4.1. Búsqueda documental**

Relativamente a los datos recogidos sobre la empresa, tan solo serán evidenciados los que tienen relación directa con la actividad operacional:

- Inicio de actividad de la empresa;
- Licenciamiento industrial;
- Organigrama;
- Formación académica de los funcionarios;
- Contratos de suministro y prestación de servicios;
- Registros de producción;
- Procedimientos de la actividad de producción de betún caucho “in situ”;
- Plan de prevención y respuesta a emergencias;
- Registros de accidentes de trabajo / incidentes;
- Contrato de prestación de servicios de medicina en el trabajo;

- Registros de formación.

#### **5.4.1.1. Inicio de actividad de la empresa**

La empresa inició su actividad en los años 90, y tiene su sede en Portugal.

#### **5.4.1.2. Licenciamiento Industrial**

Del análisis efectuado al proceso de licenciamiento industrial de la Empresa, S.A., se observó que este no está sujeto al respectivo licenciamiento, debido a que las unidades de producción del betún caucho son instaladas en las obras de los clientes – contratistas, de acuerdo con el Ministerio de Economía y de la Innovación.

#### **5.4.1.3. Organigrama**

La empresa prevé en su organigrama operacional, seis trabajadores en funciones operacionales (producción y manutención - tres por cada unidad), y un cargo de alta dirección para gestionar la actividad operacional.

En el intervalo temporal de 2005 a 2015 no fueron evidenciados registros de recurso a mano de obra de trabajo temporal. No fue posible identificar el periodo que transcurre de 1999 a 2004, y posterior a 2015.

El sexo masculino es predominante en las funciones operacionales, y la franja de edad se sitúa entre los 39 y los 65 años (referente a 2015).

#### **5.4.1.4. Formación académica de los funcionarios**

En materia de calificaciones académicas, la formación de los trabajadores relacionados con la actividad operacional se distribuye entre el 4.º año de escolaridad\* a Licenciatura:

- 2 Operadores de Producción – 12.º año (Electromecánica | Laboratorial);

- 2 Técnicos de Mantenimiento – 12.º año (Electromecánica | Electricidad)
- 2 Encargados de Producción – 4.º y 9.º año (Formación en mecánica);
- 1 Director de Producción – Licenciatura (Ingeniería Electrotécnica Industrial).

#### **5.4.1.5. Contratos de suministros y prestación de servicios**

Fueron analizados aleatoriamente diversos contratos de producción y suministro del betún caucho “in situ”, para la ejecución de la mezcla bituminosa de obras de pavimentación, entre la empresa y los contratistas, con el objetivo de conocer las particularidades de los mismos, y la respectiva aplicabilidad en contexto operacional.

#### **5.4.1.6. Registros de producción**

De los datos que fueron posibles recoger, se observó que la Empresa, S.A. ya había producido cerca de 52.000 toneladas de betún caucho “in situ”, para cerca de 700.000 toneladas de mezcla bituminosa aplicadas en aproximadamente 1.000 kilómetros de vías de carreteras y autopistas pavimentadas, en Portugal, España, Alemania y Austria.

Cabe subrayar que en la producción de 52.000 toneladas de betún caucho “in situ”, se estima que fueron incorporados cerca de 1.839.000 neumáticos reciclados.

#### **5.4.1.7. Procedimientos de la producción del betún caucho**

La empresa posee procedimientos documentados definidos por áreas, publicados en la intranet de la empresa, estando accesible a todos los trabajadores en su puesto de trabajo, siendo que para acceder basta pinchar en las áreas respectivas del sistema y verificar las tareas/acciones en formato de diagrama de flujo, así como otro tipo de información diversa asociada.

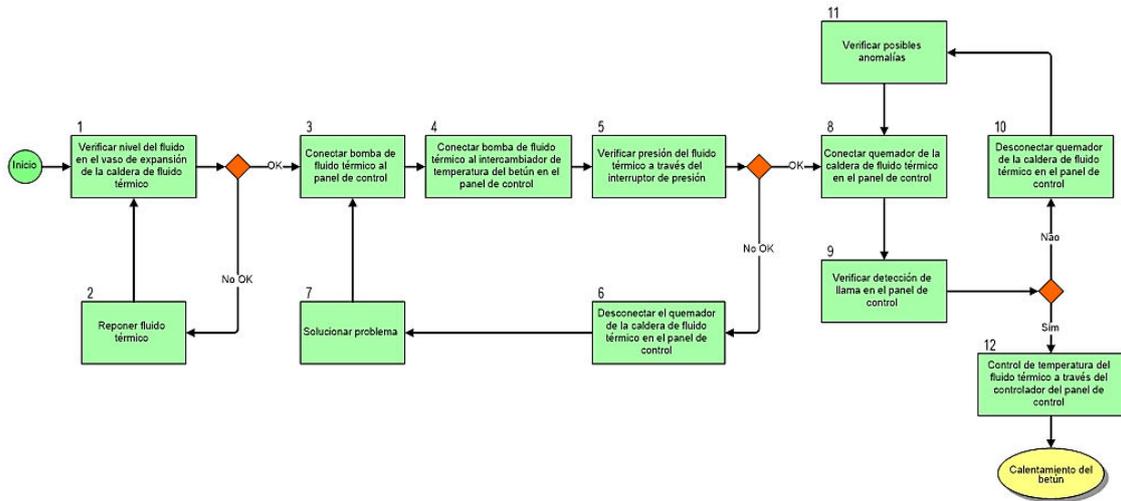


Ilustración 10: Diagrama de flujo de calentamiento del aceite térmico– Elaborado por el autor

#### 5.4.1.8. Prevención y respuesta a emergencias

La empresa posee un plan de prevención y respuesta a emergencias que se encuentra publicado en la intranet para acceso general y fijado en las unidades de producción, con procedimientos de actuación, y con algunos ejemplos de escenarios de emergencia.

Los escenarios de emergencias previstos son:

- Incendio en unidad de producción;
- Derrame de betún caucho;
- Derrame de aceite térmico;
- Derrame de ácido polifosfórico;
- Derrame de gasóleos;
- Quemaduras con betún caliente;
- Sismo;
- Fuga de gas refrigerante;
- Accidente de tráfico

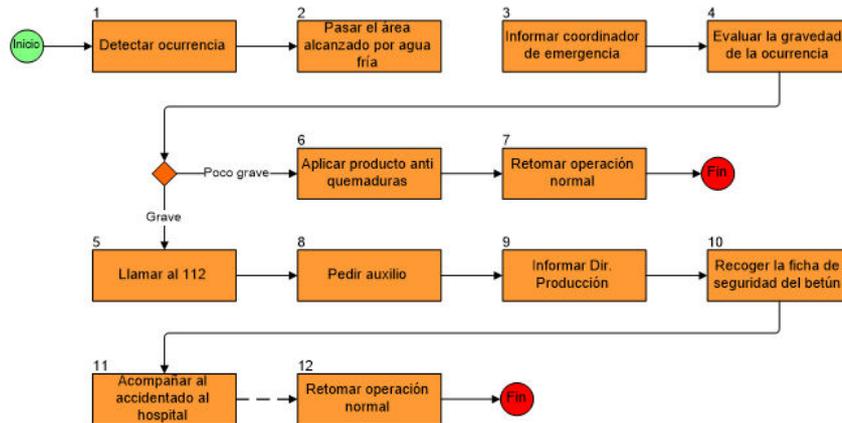


Ilustración 11: Diagrama de flujo de escenario de emergencia- Quemadura con betún caliente – Elaborado por el autor.

En contexto operacional, la empresa dispone de medios de primera intervención en las unidades de producción móvil, principalmente:

- Señalización de medios de primera intervención;
- Dispositivo de parada de emergencia con alarma;
- Extintores;
- Materiales absorbentes;
- Cajas de primeros socorros;
- Teléfonos móviles.

En caso de que los medios anteriores no sean suficientes, la empresa recurre al apoyo de los medios de emergencia de las obras de los clientes (contratistas), de la Corporación de Bomberos más próxima de la obra donde la empresa esté trabajando, o para el número europeo de emergencia 112. Los contactos están fijados en la cabina de las unidades de producción.

#### 5.4.1.9. Registros de accidentes de trabajo / incidentes

En el intervalo temporal de 1999 a 2015 no fueron identificados accidentes mortales. Se observarán los registros de situaciones más relevantes.

De lo que fue posible apurar, en 2009 se observó un accidente muy grave, que culminó con quemaduras de betún caliente en el rostro/cara y en los miembros superiores en uno de los técnicos de manutención, lo que implicó internamiento hospitalario y consecuente baja médica.

Se observó que en el año 2010, hubo un registro de incidente (case accidente, ocurrencia peligrosa), que culminó en un incendio en una unidad de producción de betún caucho, que tuvo origen en la caldera de aceite térmico, que podría haber originado una explosión y consecuente expansión del aceite térmico, provocando daños graves para la salud humana y para el ambiente. Fueron observados daños materiales relevantes.

En 2011, hubo registro de sospecha de un funcionario presentar síntomas de ataque de pánico, con desmayos, debido a situaciones de mucha exigencia operacional. Tras haber sido sometido a pruebas médicas y a medicación por el Médico de Cabecera, se le sugirió baja médica. Más tarde, después de declarada la capacidad laboral por el Médico de Trabajo y por el Médico de Cabecera, regresó a la actividad. Posteriormente, fueron identificados varios episodios en nuevas situaciones de contexto de producción, implicando nuevamente varios periodos de baja médica prolongada. Después de su regreso a la actividad, tras verificada la capacidad, decidió cancelar el contrato de trabajo por su iniciativa en 2013, con 38 años, (funcionario desde 2004) debido a los sucesivos cuadros clínicos anteriores.

No fueron considerados en este estudio los accidentes con baja hasta 3 días.

#### **5.4.1.10. Contrato de prestación de servicios de medicina del trabajo**

La empresa posee contrato de prestación de servicios de medicina del trabajo, y fue observado que son proporcionadas las siguientes actividades de salud ocupacional a los trabajadores:

- Pruebas médicas de admisión, periódicas y ocasionales;
- Horas de consulta médica, de acuerdo con la legislación en vigor;
- Estudios y pareceres sobre condiciones de trabajo;
- Trabajos en el ámbito de higiene industrial, seguridad, visitas programadas u ocasionales a los locales de trabajo;

- Actos de enfermería ocupacional.

De lo que fue posible apurar del rol de actividades de salud ocupacional proporcionadas, tan solo las pruebas médicas de admisión, periódicas y ocasionales, y las horas de consulta médica de acuerdo con la legislación en vigor, son utilizadas por la empresa.

Relativamente al tipo de pruebas médicas:

- Pruebas médicas de admisión - Son efectuadas antes del ingreso en el trabajo, o en los 15 días siguientes cuando la urgencia de la admisión lo justifique;
- Pruebas médicas periódicas - Son realizadas a todos los trabajadores. Los trabajadores con más de 50 años las realizan anualmente, y con edades comprendidas entre los 19 y los 49 años, realizan las pruebas periódicas de 2 en 2 años;
- Pruebas médicas ocasionales - Son efectuadas siempre que existan alteraciones substanciales en los componentes materiales del trabajo, que puedan tener repercusión nociva en la salud de los trabajadores, así como en el caso de regreso al trabajo, después de una ausencia superior a 30 días, por motivo de enfermedad o accidente.

#### **5.4.1.11. Registros de formación**

Relacionado con la formación en salud, higiene y seguridad en el trabajo, se destaca que la empresa proporcionó formación externa en “Socorrismo” en 2006 a cinco trabajadores operacionales, y en 2008 formación en “Pasaporte de Seguridad”, a tres trabajadores operacionales.

#### **5.4.2. Materias primas y suministros**

Se considera fundamental un análisis a las materias primas y suministros, utilizadas en la actividad de producción, de forma a consolidar el conocimiento en los medios y recursos que la fuerza de trabajo tiene a su disposición en la respectiva actividad.

## 5.4.2.1. Materias primas

### 5.4.2.1.1. Betún

El betún es una de las principales materias primas para la producción del betún caucho. Según José Neves, en el “Guía de Utilización de Materiales de Construcción”, en el capítulo “Betunes, Ligantes y Mezclas Bituminosas”, define betún asfáltico, o derivado del petróleo bruto por proceso de refinación, siendo un ligante hidrocarbonado de propiedades viscoelásticas, negro, aparentemente no volátil, adhesivo e impermeable al agua, que es soluble o casi soluble en tolueno. Por sus características es un material con grandes aplicaciones en ingeniería civil y, en particular, en obras de pavimentación de infraestructuras de transportes (Neves, Instituto Superior Técnico).

De acuerdo con el Concise International Chemical Assessment Document 59, bajo orientación del United Nations Environment Programme, de la International Labour Organization, y de la World Health Organization, el asfalto o betún, con el registro químico CAS n.º 8052-42-4, tienen un color negro o castaño oscuro, es sólido, y líquido o viscoso a temperaturas altas. Es insoluble en agua a 20° C, parcialmente soluble en solventes orgánicos alifáticos, y soluble en disulfuro de carbono, cloroformo, éter y acetona (World Health Organization, 2004).

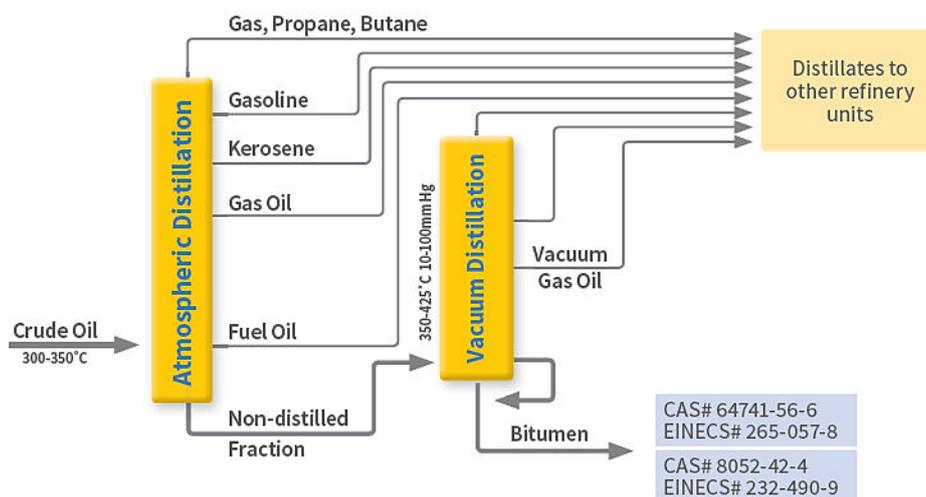


Ilustración 12: Diagrama esquemático del proceso de destilación del betún (Asphalt Institute and Eurobitume, 2015)

En la producción del betún caucho “in situ” en Portugal son utilizados/modificados los betunes 35/50, 50/70, y 70/100, suministrados por las principales petrolíferas que

operan en el mercado portugués: Cepsa; Repsol; Galp. Las características de estos betunes están normalizadas, y deben obedecer a las especificaciones preconizadas en la NP EN 12591 - Betunes y ligantes bituminosos – Especificaciones para betunes de pavimentación, conforme las tablas 7, 8 y 9, respectivamente.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS											
REPSOL											
Betún 35/50				Betún 50/70				Betún 70/100			
Características	Unidad	Método de ensayo	Especificación	Características	Unidad	Método de ensayo	Especificación	Características	Unidad	Método de ensayo	Especificación
- Penetración a 25 °C	0,1 mm	EN 1426	35-50	- Penetración a 25 °C	0,1 mm	EN 1426	50-70	- Penetración a 25 °C	0,1 mm	EN 1426	70-100
- Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	50-58	- Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	46-54	- Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	43-51
- Resistencia al envejecimiento	---		---	- Resistencia al envejecimiento	---		---	- Resistencia al envejecimiento	---		---
Penetración retenida	%		≥53	Penetración retenida	%		≥50	Penetración retenida	%		≥45
Incremento temperatura de reblandecimiento	°C	EN 12607-1	---	Incremento temperatura de reblandecimiento	°C	EN 12607-1	---	Incremento temperatura de reblandecimiento	°C	EN 12607-1	---
Severidad 2	---		≤11	Severidad 2			≤11	Severidad 1			≤9
Variación de masa (valor absoluto)	%		≤0,5	Variación de masa (valor absoluto)	%		≤0,5	Variación de masa (valor absoluto)	%		≤0,5
- Punto de inflamación	°C	EN ISO 2592	≥240	- Punto de inflamación	°C	EN ISO 2592	≥230	- Punto de inflamación	°C	EN ISO 2592	≥230
- Viscosidad cinemática a 135 °C	mm <sup>2</sup> /s	EN 12595	≥370	- Viscosidad cinemática a 135 °C	mm <sup>2</sup> /s	EN 12595	≥295	- Viscosidad cinemática a 135 °C	mm <sup>2</sup> /s	EN 12595	≥230
- Solubilidad	%	EN 12592	≥99,0	- Solubilidad	%	EN 12592	≥99,0	- Solubilidad	%	EN 12592	≥99,0
- Índice de penetración	---	Anexo A EN 12591	-1,5 a +0,7	- Índice de penetración	---	Anexo A EN 12591	-1,5 a +0,7	- Índice de penetración	---	Anexo A EN 12591	-1,5 a +0,7
- Punto de fragilidad Fraass	°C	EN 12593	≤-5	- Punto de fragilidad Fraass	°C	EN 12593	≤-8	- Punto de fragilidad Fraass	°C	EN 12593	≤-10
Fuente: Ficha técnica Betún de Pavimentación 35/50 FT PT EN ASF046 Ed.5 - Rev.0 – 24 Abril 2015 <a href="https://www.repsol.com/pt_pt/">https://www.repsol.com/pt_pt/</a>				Fuente: Ficha técnica Betún de Pavimentación 50/70 FT PT EN ASF047 Ed.5 - Rev.0 – 24 Abril 2015 <a href="https://www.repsol.com/pt_pt/">https://www.repsol.com/pt_pt/</a>				Fuente: Ficha técnica Betún de Pavimentación 70/100 FT PT EN ASF003 Ed.5 - Rev.0 – 24 Abril 2015 <a href="https://www.repsol.com/pt_pt/">https://www.repsol.com/pt_pt/</a>			

Tabla 7: Especificaciones técnicas de los betunes 35/50, 50/70 y 70/100 Repsol - Elaborado por el autor.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS														
CEPSA														
Betún 35/50					Betún 50/70					Betún 70/100				
Características	Unidad	Método de ensayo	Especificación		Características	Unidad	Método de ensayo	Especificación		Características	Unidad	Método de ensayo	Especificación	
			Min	Máx				Min	Máx				Min	Máx
- Penetración (25 °C; 100g; 5s)	0,1 mm	EN 1426	35	50	- Penetración (25 °C; 100g; 5s)	0,1 mm	EN 1426	50	70	- Penetración (25 °C; 100g; 5s)	0,1 mm	EN 1426	70	100
- Índice de penetración	---	EN 12591	-1,5	+0,7	- Índice de penetración	---	EN 12591	-1,5	+0,7	- Índice de penetración	---	EN 12591	-1,5	+0,7
- Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	50	58	- Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	46	54	- Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	43	51
- Temperatura de fragilidad Fraass	°C	EN 12593	-	-5	- Temperatura de fragilidad Fraass	°C	EN 12593	-	-8	- Temperatura de fragilidad Fraass	°C	EN 12593	-	-10
- Solubilidad	%	EN 12592	99,0	-	- Solubilidad	%	EN 12592	99,0	-	- Solubilidad	%	EN 12592	99	-
- Temperatura de inflamación	°C	EN 2592	240	-	- Temperatura de inflamación	°C	EN 2592	230	-	- Temperatura de inflamación	°C	EN 2592	230	-
- Resistencia al envejecimiento a 163 °C	---	---	---	---	- Resistencia al envejecimiento a 163 °C	---	---	---	---	- Resistencia al envejecimiento a 163 °C	---	---	---	---
Variación de masa	%	EN 12607-1	-	0,5	Variación de masa	%	EN 12607-1	-	0,5	Variación de masa	%	EN 12607-1	-	0,8
Penetración retenida (25 °C; 100g; 5s)	% p.o.	EN 1426	53	-	Penetración retenida (25 °C; 100g; 5s)	% p.o.	EN 1426	50	-	Penetración retenida (25 °C; 100g; 5s)	% p.o.	EN 1426	46	-
Δ Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	-	11	Δ Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	-	11	Δ Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	-	11
Fuente: Ficha técnica Cepsasfalt 35/50 Revisión nº 1 Aprovado: 01/01/2016 Próxima revisión: 01/01/2020 <a href="http://www.cepsa.com/cepsaPt/">http://www.cepsa.com/cepsaPt/</a>					Fuente: Ficha técnica Cepsasfalt 50/70 Revisión nº 1 Aprovado: 01/01/2016 Próxima revisión: 01/01/2020 <a href="http://www.cepsa.com/cepsaPt/">http://www.cepsa.com/cepsaPt/</a>					Fuente: Ficha técnica Cepsasfalt 70/100 Revisión nº 1 Aprovado: 01/01/2016 Próxima revisión: 01/01/2020 <a href="http://www.cepsa.com/cepsaPt/">http://www.cepsa.com/cepsaPt/</a>				

Tabla 8: Especificaciones técnicas dos betunes 35/50, 50/70 y 70/100 Cepsa – Elaborado pelo autor.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS														
GALP														
Betún 35/50				Betún 50/70				Betún 70/100						
Características	Unidad	Método de ensayo	Especificación		Características	Unidad	Método de ensayo	Especificación		Características	Unidad	Método de ensayo	Especificación	
			Min	Máx				Min	Máx				Min	Máx
- Penetración a 25°C	0,1 mm	EN 1426	35	50	- Penetración a 25°C	0,1 mm	EN 1426	50	70	- Penetración a 25°C	0,1 mm	EN 1426	70	100
- Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	50	58	- Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	46	54	- Temperatura de reblandecimiento	°C	EN 1427	43	51
- Punto de inflamación	°C	EN ISO 2592	≥ 240		- Punto de inflamación	°C	EN ISO 2592	≥ 230		- Punto de inflamación	°C	EN ISO 2592	≥ 230	
- Solubilidad	%	EN 12592	≥ 99,0		- Solubilidad	%	EN 12592	≥ 99,0		- Solubilidad	%	EN 12592	≥ 99,0	
- Punto de fragilidad de Fraass	°C	EN 12593	≤ -5		- Punto de fragilidad de Fraass	°C	EN 12593	≤ -8		- Punto de fragilidad de Fraass	°C	EN 12593	≤ -10	
- Índice de Penetración	---	EN 12591 – Anexo A	-1,5	-0,7	- Índice de penetración	---	EN 12591 – Anexo A	-1,5	-0,7	- Índice de Penetración	---	EN 12591 – Anexo A	To be reported	
- Viscosidad cinemática a 135°C	mm <sup>2</sup> /s	EN 12595	≥ 370		- Viscosidad cinemática a 135°C	mm <sup>2</sup> /s	EN 12595	≥ 295		- Viscosidad cinemática a 135°C	mm <sup>2</sup> /s	EN 12595	≥ 230	
- Contenido en parafinas	%	EN 12606-2	≤ 4,5		- Contenido en parafinas	%	EN 12606-2	≤ 4,5		- Contenido en parafinas	%	EN 12606-2	---	
- Densidad	---	---	~1,1		- Densidad	---	---	~1,1		- Densidad	---	---	~ 1,1	
- Resistencia al envejecimiento a 163° C	---	---	---		- Resistencia al envejecimiento a 163° C	---	---	---		- Resistencia al envejecimiento a 163° C	---	---	---	
Penetración retenida	%	EN 12607-1	≥ 53		Penetración retenida	%	EN 12607-1	≥ 50		Penetración retenida	%	EN 12607-1	≥ 46	
Aumento de la temperatura de reblandecimiento	°C		≤ 11		Aumento de la temperatura de reblandecimiento	°C		≤ 11		Aumento de la temperatura de reblandecimiento	°C		≤ 11	
Variación de masa (valor absoluto)	%		≤ 0,5		Variación de masa (valor absoluto)	%		≤ 0,5		Variación de masa (valor absoluto)	%		≤ 0,8	
Fuente: Ficha de especificación comercial Galp 35/50 FEC-032.PT Rev.: 01 2011-05-26 http://www.galpennergia.com/PT/					Fuente: Ficha de especificación comercial Galp 35/50 FEC-033.PT Rev.: 01 2011-05-26 http://www.galpennergia.com/PT/					Fuente: Ficha de especificación comercial Galp 70/100 FEC-070.PT Rev.: 01 2013-11-01 http://www.galpennergia.com/PT/				

Tabla 9: Especificaciones técnicas de los betunes 35/50, 50/70 y 70/100 Galp – Elaborado por el autor.

#### 5.4.2.1.2. Caucho reciclado de neumáticos

El polvo de caucho reciclado de neumáticos, al fin de su vida, es otra de las materias primas utilizadas en la producción del betún caucho “in situ”. A continuación sigue una breve descripción del neumático.

El neumático es un producto complejo y tecnológicamente seguro formado por varios componentes que utilizan una gran variedad de materias primas. Desde el punto de vista material, el neumático está compuesto por tres componentes materiales:

- Caucho;
- Textil;
- Acero.

Desde el punto de vista estructural el neumático está compuesto por (MICHELIN, 2018):

- Revestimiento de caucho interior;
- La carcasa;
- Zona baja;
- Aro de talón;
- Flanco;
- Lonas de cima;
- Banda de rodadura.



Ilustración 13: Estructura de un neumático (MICHELIN, 2018)

La tabla 10 define la comparación entre los constituyentes presentes en el neumático de coche y de camión/autobús:

<b>Material</b>	<b>Coche (%)</b>	<b>Camión / Autobús (%)</b>
Caucho / Elastómeros	48	43
Negro de humo	22	21
Metal	15	27
Textil	5	- - -
Óxido de zinc	1	2
Azufre	1	1
Aditivos	8	6

Tabla 10: Comparación entre neumáticos de coches y camiones/autobuses – Elaborado por el autor. (Presti, 2013)

Los procesos de reciclaje de los neumáticos pueden ser de la siguiente manera:

- Criogénico (RECIPNEU) - En una primera fase es efectuada la fragmentación de los neumáticos a través de un sistema de corte (ligeros y pesados) en pequeños pedazos de tamaño sensiblemente homogéneos, denominados chips. Previamente se extraen los aros metálicos que forman la parte de la estructura del neumático. El proceso criogénico es un proceso continuo, controlado automáticamente y desarrollado sobre una atmósfera inerte. Los chips se introducen en un túnel sumergido en nitrógeno líquido a  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente son enfriados hasta  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  alcanzando el punto de transición vítrea. La temperatura del caucho se comporta como un vidrio. Esta parte del proceso es denominada por enfriamiento criogénico. Posteriormente los chips son sometidos a unos martillos especiales, que tras fuertes impactos Trituran los chips en pequeños gránulos de diferentes granulometrías. Se obtienen partículas en forma de cubo, de formas lisas y aspecto brillante. El acero es separado magnéticamente y el textil por densidad. El caucho es seco y se realiza la clasificación granulométrica según las dimensiones estándares, y se procede a la eliminación de impurezas y residuos. Por fin, el granulado atraviesa los diferentes silos donde es empaquetado en sacos de rafia sintética de  $\pm 1,2\text{ t}$ , y apoyados en palet de madera, protegidos de los agentes exteriores. Este proceso no degrada química y térmicamente las cadenas moleculares de los polímeros ni su estado de vulcanización. No se alteran las propiedades elásticas, y los agentes protectores existentes en el caucho (antioxidantes, estabilizantes de UV,...) se mantienen eficaces mostrando una elevada resistencia al envejecimiento atmosférico. El material obtenido es estable en el tiempo, inocuo para la salud y resistente a la radiación UV,

fricción y abrasión. Los ensayos realizados al caucho son diversos: granulometrías; porcentaje de fibra y acero; porcentaje de humedad y contaminantes; densidad; emisión de lixiviados; etc.



Ilustración 15: Cryogenic rubber particles: Regular pattern shape "cuboid type" (RECIPNEU)

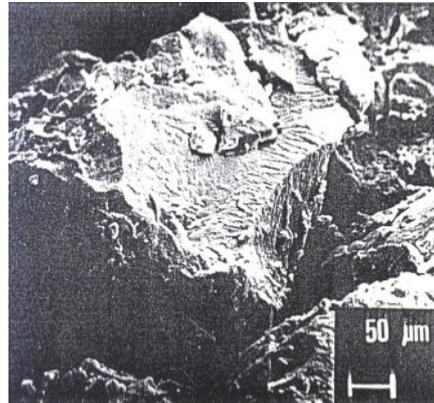


Ilustración 14: Electron micrograph of cryogenic rubber particle "cuboid type" (RECIPNEU)

- Mecánico (DIRECT-MAT) - El proceso mecánico consiste en la trituración mecánica de los neumáticos. El caucho es fragmentado en una serie de trituradoras y equipos de laminado, siendo el acero removido a través de separación magnética y el textil separado a través de las diferencias en la densidad. Al final del proceso, las partículas de caucho son separadas en varias categorías, de acuerdo con su dimensión, a través de tamizado.



Ilustración 17: Mechanical rubber particles: Irregular pattern shape "spongeous type" (DIRECT-MAT)



Ilustración 16: Electron micrograph of mechanical rubber particle "spongeous type" (DIRECT-MAT)

Los productores de caucho reciclado de neumáticos que operan en Portugal son: Recipneu; Biosafe; Biogoma. De entre las varias granulometrías producidas, estos

operadores tienen entre su gama de productos los finos polvos de caucho que son destinados a la producción del betún caucho. Abajo se encuentran las especificaciones técnicas en la tabla 11:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
RECIPNEU		BIOSAFE		BIOGOMA	
Descripción del producto	Caucho vulcanizado en polvo, obtenido a partir de neumáticos enteros, por un proceso criogénico	Descripción del producto	Granulado de caucho reciclado, obtenido por trituración mecánica ambiental a partir de neumáticos al fin de su vida.	Descripción del producto	Granulado de caucho reciclado obtenido por trituración mecánica a temperatura ambiente de neumáticos al fin de su vida
Código del producto	DC 3080	Referencia	FB 00-08	Referencia	GBTA100008
Descripción química	Caucho de neumático vulcanizado (mínimo de 99,6 %)	Densidad	1,15	Descripción química	Caucho de neumático 100% vulcanizado
Densidad a granel	0,43 ± 0,03 kg/dm <sup>3</sup>	Dureza	50 – 60 Shore A	Forma física	Polvo seco con formato anguloso
Forma física	Partículas tipo cubo	Tipo	100% Vulcanizado	Granulometría	0,8-2,5 mm
Máxima contaminación típica (De acuerdo con la Norma ASTM D 5603-01)	Fibra <0,1 % Acero <0,3 % (+/- 0,01)	Tras granulación	Polvo seco	Humedad	0,8%
Contenido en Humedad (*) (De acuerdo con la Norma ASTM D 1864-89 Reapproved 2001. (100 g)) (*) El contenido en Humedad es realizado al producto, a la salida de la línea de producción	% Humedad <2 %	Formato	Anguloso	Partículas de acero	≤ 2 p.p.m.
Embalaje	Big-bags de gran capacidad (cerca de 1,2 ton) sobre palet, doblemente cintado	Inertes	< 2 % en peso	Partículas de fibra textil	≤ 0,05%
---	---	Humedad	≤ 2 %	Densidad	0,6-0,7 Kg/Dm3
---	---	Partículas de Acero	≤ 3 p.p.m	Embalaje	Big- Bag de 1,6m <sup>3</sup> e 1000 Kg ± 5
---	---	Partículas de Fibra Textil	0,03%	---	---
---	---	Dimensionales	Polvos refinados nivel 3 CWA 14243 – 2002 Dimensión nominal - 0,0 a 0,8 mm (635 a 20 Mesh)	---	---
---	---	Composición	NR – Natural Rubber SBR – Styrene-Butadiene Rubber IR – Isoprene Rubber IIR – Butyl Isobutylene Isoprene Rubber IIRmodified – Cloroisobutylene-Isoprene Rubber BR – PolyButadiene Rubber NBR – Acrilonitril-Butadiene Rubber Nota sobre mezcla - En porcentajes variables en función del origen de los neumáticos.	---	---
---	---	Embalaje	Con cerca de 1,6 m <sup>3</sup> e 1.050 kg ± 5%	---	---
Análise granulométrica		Análise granulométrica		Análise granulométrica	
Fuente: Especificación técnica DC3080 - Polvo Criogénico de Caucho Revisión: Junio 2014 Rev.: 03 <a href="http://www.recipneu.com">http://www.recipneu.com</a>		Fuente: Información técnica FB 00-08 <a href="http://www.biosafe.pt">http://www.biosafe.pt</a>		Fuente: Ficha técnica granulado de caucho reciclado 0,8-2,5mm <a href="http://www.biogoma.pt">http://www.biogoma.pt</a>	

Tabla 11: Especificaciones técnicas del caucho reciclado de neumáticos – Elaborado por el autor.

#### 5.4.2.1.3. Ácido polifosfórico

El ácido polifosfórico es más una de las materias primas en la composición de la gama de los betunes caucho y tiene como función mejorar el desempeño de los ligantes bituminosos.

Los compuestos básicos para la producción de ácido polifosfórico son el óxido de fósforo ( $P_2O_5$ ) y el ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) (Masson, 2008)

El fósforo es primero oxidado en óxido de fósforo, que cristaliza como  $P_4O_{10}$ . Tras la reacción con el agua, el ácido fosfórico es producido. Esta vía para el  $H_3PO_4$  es conocida como el proceso seco que es usado para producir material de alta pureza (Masson, 2008).

El ácido polifosfórico es un oligómero del  $H_3PO_4$ . El material de alta pureza es producido a partir de la deshidratación del  $H_3PO_4$  a altas temperaturas o por calentamiento del  $P_2O_5$  disperso en  $H_3PO_4$  (Masson, 2008)

Ácidos fosfóricos con más de 68% de  $P_2O_5$  son referidos como ácidos polifosfóricos. En concentraciones por encima del 95% de  $H_3PO_4$  (68%  $P_2O_5$ ) el ácido fosfórico consiste en una mezcla de orto, pyro, tri, tetra y ácidos fosfóricos condensados superiores de fórmula:  $H_{(n+2)} P_n O_{(3n+1)}$ . Los varios tipos de ácido polifosfórico son conocidos por el % de  $H_3PO_4$  (Thermphos International B.V., 2005)

En el mercado global existen innumerables proveedores de ácido polifosfórico, sin embargo la referencia en este tipo de producto para los betunes caucho "in situ" en Portugal, es patente de las siguientes marcas: Innophos; Thermphos International B.V.

Las especificaciones técnicas están referenciadas en las tablas 12 y 13, abajo respectivamente:

TECHNICAL SPECIFICATIONS	
INNOPHOS	
Description	INNOVALT R products are liquid inorganic polymer modifiers of varying viscosities designed to enhance the performance of ground tire rubber modified asphalt
Application	The INNOVALT series of modifiers are designed to reduce rutting and cracking resistance while improving the moisture resistance of the asphalt mix.
Reference	INNOVALT R200
CHEMICAL PROPERTIES SPECIFICATION	
Assay as H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> %	104.5 min
Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	75.7 min
PHYSICAL PROPERTIES (TYPICAL VALUES)	
Specific Gravity (25° C)	1.92
Density, lb/US gal.	15.8
Crystallization temperature, °C	16
Viscosity, Centipoise @20° C (cSt)	610
Viscosity, Centipoise @100° C (cSt)	22
Solubility	Miscible with liquid asphalt
Packaging	15-gallon drums (56.7 l) - 225 lbs (102.1kg)
	55-gallon drums (207.9 l) - 800 lbs (362.9kg)
	275-gallon IBC - 4189 lbs (1900kg)
Storage	SEE MSDS Ref: INNOVALT R200. It is recommended that INNOVALT is stored in dry conditions.
---	---
---	---
Source: Specification INNOVALT R200, R400, R500 Edition: 03/14/13 Website: www.innophos.com	

Tabla 12: Especificaciones técnicas - Ácido Polifosfórico INNOPHOS – Elaborado por el autor

<b>TECHNICAL SPECIFICATIONS</b>	
<b>THERMPHOS INTERNATIONAL</b>	
Description	Phosphoric acids of greater than 68% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> are referred to as polyphosphoric acids. At concentrations above 95% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (68% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) phosphoric acid consists of a mixture of ortho, pyro, tri, tetra and higher condensed phosphoric acids of the formula: H <sub>(m+2)</sub> P <sub>n</sub> O <sub>(3n+1)</sub> . Polyphosphoric acid grades are known by their %H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .
Application	Bitumen: Polyphosphoric acid can improve the performance of bitumen and asphalt. Please contact us for further information
Reference	PPA 104
<b>STANDARD DELIVERY SPECIFICATIONS</b>	
Appearance (at 25 °C)	Viscous liquid
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (% weight)	75 - 76
Colour (Hazen)	≤ 50
Arsenic (As in mg/kg)	≤ 30
Iron (Fe in mg/kg)	≤ 10
Heavy metals (as Pb in mg/kg)	≤ 20
<b>TECHNICAL DATA (INDICATION OF TYPICAL VALUES)</b>	
Density (at 25 °C in kg/l)	1,91 - 1,93
Cinetic viscosity (at 60 °C in cSt)	approx. 70
*Ortho (in % w/w)	49 - 56
*Pyro (in % w/w)	39 - 42
*Tri (in % w/w)	5 - 8
*Tetra (in % w/w)	< 1
* thermal polyphosphoric acid is a mixture of polyphosphoric acids depending on the P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -content	
Solubility	Miscible with water with hydrolysis to orthophosphoric acid. Dissolution in water is exothermic and demands due care. Insoluble in hydrocarbons and halogenated hydrocarbons. Soluble in short chain alcohols, possibly with some reaction.
Packaging	50, 100 and 300 kg. polyethylene drums
Storage	For storage recommendations, see safety data sheets (MSDS) for polyphosphoric acid, available from Thermphos International.  Due to high viscosity of polyphosphoric acid, the products are most easily handled at 40 – 80°C, with due care and attention.  Polyphosphoric acid is corrosive to ferrous metals. 316 stainless steel or plastic is recommended as the material of construction for polyphosphoric acid.  Please contact Thermphos International for more information on storage and bulk transport of polyphosphoric acid.
Source: Specification Poly Phosphoric Acid PPA 97 - 100 - 102 - 104 Edition: November 2005 Website : www.thermphos.com	

Tabla 13: Especificaciones técnicas - Ácido Polifosfórico THERMPHOS – Elaborado por el autor.

## **5.4.2.2. Materias suministradas**

### **5.4.2.2.1. Energía eléctrica**

La energía eléctrica es una materia suministrada que es imprescindible en la producción. Sin energía eléctrica no es posible operar la unidad de producción. El recurso a la energía eléctrica puede ser a través de un generador o ligación al puesto de transformación de la obra del contratista, en función de las condiciones contractuales acordadas.

La potencia eléctrica requerida varía entre  $\pm$  200 a 300 KVA, en función del tipo de betún caucho a producir.

### **5.4.2.2.2. Combustibles**

Los combustibles utilizados en el proceso productivo son: gasóleo; gasóleo de calentamiento.

El gasóleo es utilizado exclusivamente para alimentar el generador que produce energía eléctrica para colocar en funcionamiento la unidad de producción. El gasóleo es suministrado por el contratista o por un proveedor externo, en función de las condiciones contractuales celebradas entre las partes.

En cuanto al gasóleo de calentamiento, es utilizado esencialmente para la caldera de calentamiento del aceite térmico y en los quemadores de la cisterna de almacenamiento/reacción, como fuente fundamental para garantizar el calentamiento del proceso de fabricación del betún caucho.

## **5.4.3. Equipos**

El betún caucho fabricado "in situ" es producido por una unidad de producción móvil que es constituida por un aglomerado de equipos. Es montada en un semirremolque chasis transportable. Este tipo de unidad industrial produce tres tipos de betún caucho, de acuerdo con la Norma Portuguesa NP 4501:2013 - Betún caucho - Requisitos para betunes con caucho reciclado de neumáticos usados.

Los betunes caucho pueden ser de tres tipos (CT153 InIR, 2013):

- Betún caucho de alto porcentaje de granulado de caucho (BBA) – Betún modificado con un porcentaje de granulado de caucho igual o superior a 18%, en relación a la masa total del ligante;
- Betún caucho de medio porcentaje de granulado de caucho (BBM) – Betún modificado con un porcentaje de granulado de caucho entre 10 a 14%, en relación a la masa total del ligante;
- Betún caucho de bajo porcentaje de granulado de caucho (BBB) – Betún modificado con un porcentaje de granulado de caucho igual o superior a 8%, en relación a la masa total del ligante.

La unidad de producción está compuesta por:

- Booster: Equipo para elevar la temperatura del betún;
- Tolva: Receptor para almacenar y dosificar el caucho;
- Mezclador vertical: Equipo donde se realiza la primera fase de la mezcla del betún con el caucho y el ácido polifosfórico;
- Molino homogeneizador: Equipo para uniformizar la mezcla del betún con el caucho y el ácido polifosfórico;
- Dosificador: Equipo para dosificar el ácido polifosfórico;
- Sistema de calentamiento del ácido polifosfórico: Cintas y termostato para calentar y mantener la temperatura de los bidones del ácido polifosfórico;
- Quemadores: Equipos que libertan fuego directo en tubos para calentar los betunes caucho en la cisterna de almacenamiento y en la caldera de fluido térmico;
- Caldera de fluido térmico: Equipo para calentar el aceite térmico del proceso de fabricación del betún caucho;
- Cisterna de almacenamiento y reacción: Local donde se da la digestión del betún con el caucho y el ácido polifosfórico. La temperatura del betún caucho es mantenida a cerca de 190 °C. La cisterna de almacenamiento y reacción contiene compartimentos que comunican con los agitadores horizontales del tipo “sin fin” y con serpentinas de calentamiento calentadas a aceite térmico a 200 °C situadas a distintas alturas para mantener la temperatura del proceso;
- Conexiones, tuberías, válvulas y bombas específicas que garantizan el manejo del betún y betún caucho, en las diversas viscosidades.

- Cabina de control: Aquí es efectuada la monitorización y gestión del proceso productivo, principalmente el comando de la fórmula de producción (betún + caucho + ácido polifosfórico), las temperaturas del betún a la entrada y salida del booster, en el mezclador, del betún caucho en la cisterna de almacenamiento y reacción, la temperatura del aceite térmico en todo el proceso, temperatura del ácido polifosfórico, velocidades de producción, tasa de esfuerzo de los motores eléctricos, control de los quemadores de calentamiento de la cisterna de betún caucho, por vía de un automático. Los informes diarios de producción son efectuados en ordenador.

El proceso de producción del betún caucho “in situ” se resume a las siguientes fases:

- La instalación de la línea de producción es sensible, siendo necesario que los trabajadores tengan conocimientos en diversos ámbitos, principalmente: seguridad laboral; electricidad; mecánica; electrónica; informática, para que la instalación y estabilización de la unidad móvil sea efectuada en total seguridad, así como garantizar la fiabilidad de la actividad productiva. La localización preferencial de la instalación deberá ser efectuada lo más contiguo posible entre la cisterna de almacenamiento del betún y la central de producción de mezclas bituminosas del contratista, de forma a que se pueda hacer de “by pass” en el suministro del betún caucho a la central de mezclas bituminosas, o sea, operación efectuada en una obra del cliente (contratista). Después de la instalación de la línea de producción en la obra, se conecta la bomba de betún de la línea de producción al depósito de betún de la central de mezclas bituminosas del cliente. La bomba de betún de la unidad de producción está situada antes del booster. Es totalmente necesario conectar la bomba de betún caucho de la unidad de producción a la bomba del mezclador de la central de mezclas bituminosas del cliente. Son realizados pruebas de comunicación de señales eléctricas para garantizar la correcta comunicación entre los autómatos de la unidad y de la central. La dosis/cantidad de betún caucho a suministrar es garantizada por la central que envía una señal eléctrica al automático de la unidad y controla la apertura de la válvula de salida de betún caucho;
- La velocidad máxima de producción/suministro de este tipo de unidad de producción es de cerca de 15 t/h, controlada por automático.

- El suministro de betún es efectuado a partir de la cisterna de almacenamiento de la central de mezclas bituminosas del cliente, preferencialmente a cerca de 180 °C - 190 °C, pasando por el booster y entrando en el mezclador de la unidad de producción, donde es introducido el caucho reciclado de neumáticos y el ácido polifosfórico, conforme el tipo de betún caucho a producir, en la cantidad deseada, y se realiza la primera mezcla enérgica. El caucho es introducido a temperatura ambiente. El ácido polifosfórico es calentado y es introducido a una temperatura de cerca de 40 °C;
- Tras la primera mezcla en el mezclador vertical, el betún con el caucho y el ácido polifosfórico son bombeados para la cisterna de almacenamiento/reacción de la unidad de producción, que en proceso de producción normal es suministrado siempre con la cisterna atestada, para garantizar la cadencia de trabajo de la central del cliente. La cantidad mínima de producción es 5 t. El betún caucho en la cisterna de reacción está en continuo movimiento por vía de agitadores horizontales (sin-fin) que garantizan la homogeneidad de las partículas de caucho con el betún y con ácido polifosfórico.
- El betún caucho permanecerá en la cisterna de almacenamiento/reacción durante el período denominado de madurez/digestión durante cerca de 30 a 45 minutos. En esta fase las partículas de caucho a elevada temperatura se ablandan y absorben los maltenos (los componentes más ligeros del betún) y aumentan de volumen. Este aumento de volumen disminuye la distancia entre las partículas y consecuentemente aumenta la viscosidad del betún. Como medida de control "in situ" del proceso de digestión, son retiradas muestras para medirse la viscosidad con un viscosímetro rotacional calibrado, de forma a verificarse la evolución de la viscosidad a lo largo del tiempo;
- Alcanzada una viscosidad estable se da por concluida la digestión, y se procede al suministro del betún caucho en el mezclador de la central de mezclas bituminosas del cliente (contratista) para fabricarse la cantidad requerida de las mezclas bituminosas para la pavimentación. El proceso de producción del betún caucho es continuo, al mismo tiempo que se suministra el betún caucho a la central. La configuración de la cisterna de almacenamiento/reacción de la línea asegura el tiempo de digestión necesario del betún caucho, forzando al mismo a recorrer los varios compartimentos que comunican entre si desde la entrada a la salida para el cliente.

Las ilustraciones 18 y 19 presentan el dibujo de la unidad de producción y el esquema de la producción del betún caucho “in situ”, respectivamente.

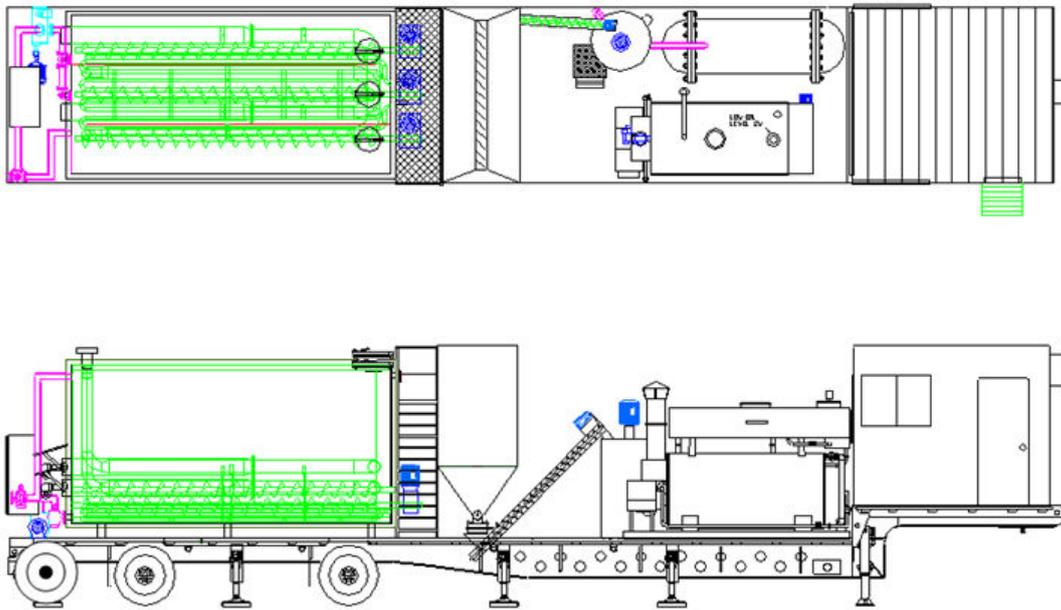


Ilustración 18: Dibujo de la unidad de producción de betún caucho (Hotmix Industries, Inc.)

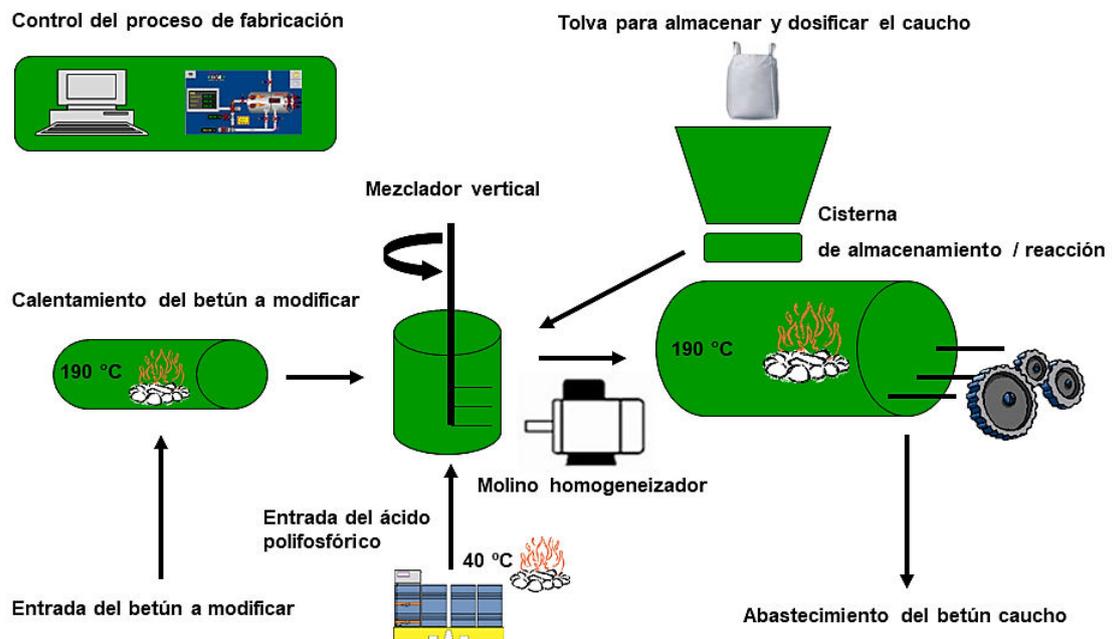


Ilustración 19: Esquema da producción do betún caucho – Elaborado por el autor.

#### **5.4.4. Fichas de datos de seguridad de las materias primas**

El proceso operativo de la unidad de producción contempla la manipulación de las materias primas en el proceso de fabricación.

Se procedió a un análisis detallado a las fichas de datos de seguridad de las materias primas, de forma a que se efectúe un contacto previo con los inputs de la actividad productiva, con especial incidencia en los ítems que influyen directamente la actividad.

Las fichas de datos de seguridad son una herramienta importante para el utilizador profesional y tiene por objetivo suministrar a los utilizadores de productos químicos las informaciones necesarias para ayudarlos a proteger la salud humana y el ambiente. Se entiende por utilizador de productos químicos a una empresa o a una persona que utilice una sustancia, como tal o contenida en una mezcla, en el ejercicio de sus actividades industriales o profesionales, en la Unión Europea/Espacios Económico Europeo. Las fichas de datos de seguridad se destinan a los trabajadores que operan con los productos químicos, así como a los responsables de la seguridad (European Chemicals Agency (ECHA), 2018).

Relativamente a la selección de las fichas de datos de seguridad de las materias primas para análisis, se adoptó el procedimiento de elección aleatoria entre los productos y proveedores ya citados anteriormente. En los betunes a escoger recayó sobre el betún 35/50 de CEPSA. Referente al caucho reciclado de neumáticos, la selección va a incidir sobre el caucho DC 3080 de Recipneu. Por fin, el ácido polifosfórico a ser observado es el Innovalt R200 de Innophos.

##### **5.4.4.1. Ficha de datos de seguridad del betún**

Del análisis efectuado a la ficha de datos de seguridad del betún 35/50, utilizado en la producción del betún caucho “in situ”, se observa que posee n.º CAS (Chemical Abstracts Service) 8052-42-4, y el EINECS (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances) 232-490-9 (CEPSA, 2010).

El betún asfáltico citado es un betún de pavimentación de carreteras, que se presenta en estado líquido (sólido a temperatura ambiente), en que su familia química es una mezcla de hidrocarburos.

Únicamente serán citados los ítems de la ficha de datos de seguridad que se aplican directamente a la actividad.

### **Identificación de los peligros (CEPSA, 2010)**

#### **→ Peligros para la salud**

Relativamente a los peligros para la salud humana, de acuerdo con las fichas de datos de seguridad, los betunes para pavimentación a temperatura ambiente no presentan riesgo para la salud humana, aunque son manipulados a temperaturas elevadas y pueden ocasionar quemaduras y liberar humos. A pesar de que la naturaleza de los mismos no sea especialmente peligrosa para la salud, es aconsejado que se minimice la exposición a los mismos, observando prácticas correctas en la manipulación asegurando una buena ventilación de las áreas de trabajo.

Se observa en las mismas fichas de datos de seguridad, que la presencia de H<sub>2</sub>S (sulfuro de hidrógeno) en la parte superior de tanques de almacenamiento puede alcanzar concentraciones potencialmente peligrosas para la salud.

#### **→ Peligros de naturaleza física/química**

Los betunes para pavimentación son manipulados y almacenados a temperaturas superiores a 100 °C. Cuando entran en contacto con el agua, se ocasiona una violenta expansión con riesgo de salpicaduras y desbordamientos. Aunque no estén clasificados como inflamables, los betunes son hidrocarburos que pueden arder.

#### **→ Peligros adicionales**

Se refiere además que los betunes para pavimentación no están clasificados como peligrosos, según los criterios de la Comisión Europea, pero contienen concentraciones muy bajas de PAC's (compuestos aromáticos policíclicos). En betunes no diluidos estos PAC's no son considerados "biodisponibles". Sin embargo, en el caso de mezcla con solventes, es posible que estos materiales puedan convertirse en "biodisponibles" si el producto tuviera una baja viscosidad a temperatura ambiente. A pesar de la presencia de PAC's,

no existe evidencia de que la exposición a betunes no diluidos o sus humos sea perjudicial.

## **Primeros socorros (CEPSA, 2010)**

### **→ Inhalación**

En materia de primeros socorros, se observa en las fichas de datos de seguridad de los betunes que en el caso de inhalación de humos o aerosoles que cause irritación en las vías respiratorias, es imprescindible colocar a la víctima al aire libre. Si los síntomas continúan, recurrir a asistencia médica.

En exposición a H<sub>2</sub>S (sulfuro de hidrógeno), trasladar a la víctima al aire libre, iniciar ventilación artificial y si fuese necesario administrar oxígeno. Mantener al siniestrado en reposo y caliente y trasladarlo inmediatamente para asistencia médica. Si no hubiera respiración, o si fuera irregular o sucediera una parada respiratoria, el personal habilitado debe proporcionar respiración artificial u oxígeno. Si la víctima estuviera consciente colocar en posición de seguridad y solicitar ayuda médica. Asegurar la buena circulación de aire es indispensable. Desabrochar todo lo que pueda estar dificultando la respiración, como por ejemplo cuellos de camisas, corbatas o cintos.

### **→ Ingestión**

En el caso de ingestión, no provocar vómito, y recurrir a asistencia médica inmediatamente.

### **→ Contacto con la piel**

Si hubiese contacto entre los betunes y la piel y se produzca una quemadura causada por el producto caliente, enfriar inmediatamente la zona con la aplicación de agua fría durante 10 minutos. No intentar retirar el betún ya que este proporciona una protección estéril sobre la zona quemada y se libertará de modo natural junto con la costra de la herida a lo largo de algún tiempo. Todas las quemaduras requieren atención médica inmediata.

Referir, que el betún se encoge al enfriarse y por este motivo se tiene que considerar la posibilidad de efecto de torniquete en el caso de que algún

miembro se quede totalmente rodeado por asfalto. Si por alguna razón es necesario que el asfalto deba ser retirado de inmediato, debe utilizarse parafina líquida medicinal ligeramente calentada.

→ **Contacto con los ojos**

Si el betún estuviera frío - lavar abundantemente con agua manteniendo los párpados bien abiertos. Si el dolor continúa o hay enrojecimiento de la zona, recurrir al médico. Si estuviera caliente, aplicar agua en la zona durante 5 minutos para disipar el calor. En el caso de restar producto adherido, no retirar. Recurrir inmediatamente al médico.

→ **Peligros para los prestadores de los primeros socorros**

Subrayar que no se debe realizar cualquier acción que suponga riesgo personal o si no tiene formación adecuada.

## **Medidas de lucha contra incendios (CEPSA, 2010)**

→ **Medios de extinción**

De acuerdo con las fichas de datos de seguridad, debe utilizarse espuma de baja expansión y agua pulverizada únicamente cuando el producto esté en el suelo y en espacios abiertos.

En el caso de grandes incendios debe utilizarse polvo químico, CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y arena. Para pequeños incendios se recomienda la utilización de agua pulverizada, CO<sub>2</sub>, espuma o polvo químico seco.

No utilizar en cualquiera de los casos chorros de agua directamente en el betún, sin embargo es imprescindible refrigerar exteriormente, con agua, los depósitos expuestos al fuego. Destacar que se debe impedir el contacto directo del agua con el betún caliente ya que puede resultar en una violenta expansión debido a la formación de vapor de agua.

→ **Equipo de protección individual para la lucha contra incendio**

Se recomienda la utilización de máscara de filtro combinado de partículas y vapores orgánicos. En espacios cerrados utilizar aparato de respiración autónoma.

→ **Productos peligrosos de la descomposición térmica**

La combustión incompleta y termólisis libera monóxido y CO<sub>2</sub>, hidrocarburos, hollín (partículas de humo) y aldehídos. Emite óxidos de azufre.

→ **Riesgos particulares**

La presencia de agua puede ocasionar desbordamiento y violentas erupciones en las cisternas con betún a altas temperaturas (salpicaduras de material caliente).

La exposición prolongada a los humos calientes en locales cerrados ocasiona problemas en las vías respiratorias.

El betún para pavimentación, inflamado, produce una mezcla compleja de gases y partículas en suspensión en el aire, incluyendo monóxido de carbono y óxidos de azufre.

**Medidas en caso de derrame accidental (CEPSA, 2010)**

→ **Precauciones personales**

En espacios cerrados evitar todo el contacto de agua u otro líquido con el betún caliente.

Usar equipo de protección individual (EPI) adecuado para evitar contactos con la piel y ojos.

→ **Precauciones ambientales**

Evitar la dispersión del material derramado así como su contacto con el suelo, redes y/ o cajas de saneamiento.

→ **Método de limpieza**

En pequeños derrames, dejar enfriar y recoger mecánicamente para contenedores. Gestionar la retirada del producto o su recuperación de acuerdo con la reglamentación de gestión de residuos. Para grandes derrames, evitar la extensión del derrame creando una barrera o muro de contención con arena o tierra. Una vez frío proceder con los pequeños derrames.

## **Manipulación y almacenamiento (CEPSA, 2010)**

### **→ Manipulación**

En la manipulación evitar cualquier entrada de agua en los tanques del betún.

La temperatura para una manipulación y almacenamiento seguro debe ser, como mínimo 30 °C por debajo del punto de inflamación. Para manipulación y movimiento debe bajarse la temperatura interna del betún lo más bajo posible. A altas temperaturas y periodos de almacenamiento prolongados pueden generarse, en las paredes y techos de las cisternas, depósitos de material carbonoso. En algunos casos estos depósitos pueden ser pirofóricos e iniciar combustión espontánea.

Tener en cuenta que a altas temperaturas y en periodos de almacenamiento prolongados existe la formación de H<sub>2</sub>S. Las cisternas deben poseer adecuadas medidas de ventilación. La entrada en depósitos vacíos solo deberá ser permitida tras la medición de eventuales concentraciones de H<sub>2</sub>S en la atmósfera de la cisterna.

Cuando el betún asfáltico sea bombeado desde una cisterna de almacenamiento o de trasiego, debe actuarse con precaución para evitar riesgo de fuego y/o explosión como resultado de su exposición y/o contacto con tubos de calentamiento excesivamente calientes.

El calentamiento de las cisternas de almacenamiento de betún puede ser obtenido a través de serpentinas utilizando aceite térmico, vapor, electricidad o tubos de llama directa. Durante las operaciones de bombeado se debe garantizar que el nivel de betún no sea inferior a 150 mm por encima de las

serpentinatas de calentamiento. Desconectar el calentamiento el tiempo necesario antes de dejar las serpentinatas al descubierto.

La temperatura interior del betún durante la manipulaci3n debe mantenerse lo m1s baja posible, permitiendo una descarga eficiente y, en ning3n caso, debe excederse la temperatura m1xima recomendada por el proveedor.

Evitar la exposici3n prolongada de la piel al humo de asfalto calentado.

Asegurar una ventilaci3n adecuada cuando sea manipulado en locales cerrados.

Tener atenci3n a la temperatura del manejo para evitar quemaduras.

Evitar inhalaci3n de humos, colocarse de espaldas al viento. Evitar sobrecalentamiento del betún para minimizar la producci3n de humos.

Impedir el contacto del producto caliente con el agua. Hay riesgo de desarrollo de emulsi3n y fuertes salpicaduras

Utilizar gafas o visera de protecci3n y vestuario que cubra la totalidad del cuerpo. Se aconseja el uso de delantal y chaqueta de crute y guantes resistentes a temperaturas del orden de los 200 °C como m3nimo.

Se recomienda que en el trasiego del betún deben ser usados medios de aspiraci3n y evitar la compresi3n.

#### → **Almacenamiento**

La temperatura de almacenamiento del betún debe ser, como m3nimo, 30 °C por debajo del punto de inflamaci3n. En los betunes 35/50 la temperatura de inflamaci3n se sitúa en temperaturas por encima de los 240 °C, siendo que en los betunes 50/70 y 70/100 est1 por encima de los 230 °C, caracter3sticas comunes a los betunes de los tres proveedores abordados en las especificaciones t3cnicas referenciadas en las tablas 7, 8, y 9.

Asegurar que las serpentinatas de calentamiento de las cisternas se encuentran siempre cubiertas de betún con un m3nimo de 150 mm.

Recordar que el contacto del betún caliente con el agua puede llevar a una expansión violenta producida por la formación de vapor, originando eventualmente daños o incluso la destrucción de las cisternas. Nunca introducir vapor en líneas vacías o mangueras.

### **Controlo de la exposición / protección personal (CEPSA, 2010)**

#### **→ Protección respiratoria**

En caso de manipulación a caliente y en locales con ventilación deficiente, utilizar protección respiratoria adecuada.

#### **→ Protección de las manos**

Usar guantes resistentes a las temperaturas de almacenamiento del producto.

#### **→ Protección de los ojos**

Deben ser usadas gafas, máscara facial, u otro tipo de protector total de la cara en el caso de existir peligro de exposición directa a aerosoles o salpicaduras, o cuando el producto es manejado caliente.

#### **→ Protección cutánea**

Para manipular el material cuando está caliente es necesario utilizar vestuario, guantes, y protección facial resistentes a la temperatura de almacenamiento y manipulación del producto. Después de manipular el betún, deben lavarse las manos, antebrazos y el rostro, antes de comer, y al final del día de trabajo.

Utilizar técnicas apropiadas para remover el vestuario contaminado. Lavar las ropas contaminadas antes de volver a utilizar. Garantizar que las duchas y lava-ojos de emergencia se encuentran cerca de los puestos de trabajo.

#### **→ Controlo de exposición del medio ambiente**

Emisiones resultantes de la ventilación, de los equipos o de procesos de trabajo deben ser evaluados para verificar que cumplen con los requisitos de la legislación de protección ambiental. En algunos casos será necesario el

uso de eliminadores de humo, filtros o modificaciones del diseño del equipo del proceso para reducir las emisiones a nivel aceptable.

---

<b>Nombre del componente:</b>	<b>Límites de exposición personal:</b>	
Betún	TLV (TWA): 0,5 mg/m <sup>3</sup>	ACGIH (Humos - Fracción soluble en benceno)
	VLA-ED: 0,5 mg/m <sup>3</sup> (8 horas)	INHST (ESPANHA) (toda la forma)
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	VLE = 10 ppm	NP 1796/88
	TLV (TWA)= 10 ppm	ACGIH-95/96
	TLV (STEL)= 15 ppm	ACGIH-95/96

---

Tabla 14: Límites de exposición personal – Betún – Elaborado por el autor

### **Propiedades físicas y químicas (CEPSA, 2010)**

El betún tiene como color característico el negro, siendo su estado físico líquido (sólido a temperatura ambiente). Este producto tiene un olor característico.

#### → **Temperatura de inflamación, temperatura de autoignición y punto de ebullición**

La temperatura de inflamación en los betunes 35/50 se sitúa a temperaturas por encima de los 240 °C. En los betunes 50/70 y 70/100 es superior a los 230 °C, características comunes a los betunes suministrados por GALP, REPSOL y CEPSA.

La temperatura de autoignición es superior a 300 °C.

El punto de ebullición del betún está situado entre los 370,85 °C y los 469,85 °C.

#### → **Densidad**

La densidad relativa aproximada es de 1,04 (agua = 1).

#### → **Solubilidad**

El betún es insoluble en agua fría y caliente.

## **Estabilidad y reactividad (CEPSA, 2010)**

Un calentamiento excesivo del betún, por encima de la temperatura máxima recomendada para la manipulación, puede causar cracking y generar vapores inflamables.

Evitar el contacto de agua u otro líquido con el producto fundido.

Evitar contactos con oxidantes fuertes.

Debe evitarse la contaminación de revestimientos térmicos cerca de las superficies calientes. Los aislantes no deben ser de material absorbente. Los materiales porosos o fibrosos con condensados procedentes de humos o con el propio asfalto pueden sufrir un calentamiento espontáneo y conducir a una autoignición por debajo de los 100 °C.

## **Información toxicológica (CEPSA, 2010)**

### **→ Efectos agudos potenciales para la salud**

La ficha de datos de seguridad nos informa que los datos disponibles o la extrapolación de datos de otros productos de petróleo indican que la toxicidad de los asfaltos es probablemente baja.

No son conocidos efectos significativos o riesgos críticos en cancerígenos, mutagénicos, y en la toxicidad para la reproducción.

### **→ Señales / síntomas de sobreexposición**

Los humos de asfaltos calientes pueden producir una ligera irritación en el sistema respiratorio superior.

En caso de ingestión no son conocidos efectos significativos o riesgos críticos.

En el contacto con la piel no existe evidencia de que los asfaltos afecten o puedan producir irritación en la piel, aunque los humos condensados puedan causar ligera irritación.

Los vapores emanados por el betún caliente pueden irritar ligeramente los ojos.

Están señalizados que los órganos afectados donde podrá causar lesiones son el tracto respiratorio superior, piel, ojo, cristalino o córnea.

### **Información ecológica (CEPSA, 2010)**

En términos de toxicidad ambiental, los betunes asfálticos no presentan ningún efecto significativo de contaminación del medio ambiente. Si el producto fundido se derrama sobre el suelo o agua, se enfría rápidamente solidificándose. El riesgo es apenas de incrustación. El betún asfáltico no es biodegradable.

De acuerdo con sus propiedades físicas, el betún asfáltico no presenta movilidad y permanece en la superficie del suelo.

El betún asfáltico es insoluble en agua y se deposita en el fondo.

En términos de persistencia/degradabilidad, la degradación es muy lenta, y en condiciones normales el producto permanece en el lugar.

Debido al hecho de que el betún asfáltico tenga muy baja probabilidad de solubilidad en el agua, el potencial de bioacumulación es poco probable.

En términos de ecotoxicidad, el producto es inerte y no tóxico para el medio ambiente. No presenta ningún peligro para las plantas y medios acuáticos.

### **Eliminación de residuos (CEPSA, 2010)**

Relativamente a los métodos de eliminación de residuos, evitar o minimizar la generación de residuos todo lo posible. Evitar la dispersión del material derramado y del vertido en contacto con el suelo, cursos de agua y conductas de saneamiento. La eliminación de este producto, sus soluciones y cualquier derivado debe cumplir siempre los requisitos de la legislación de protección ambiental y de deposición de residuos.

Este producto no es considerado un residuo peligroso, según el proveedor, y conforme la Directiva de la UE 91/689/CEE.

### **Avisos (CEPSA, 2010)**

El proveedor alerta que la información contenida en la ficha de datos de seguridad es correcta. No obstante, ni el proveedor ni ninguna de sus subsidiarias asumen ninguna responsabilidad sobre la exactitud o integridad de la información contenida en la ficha de datos de seguridad del betún. La determinación final relativa a la idoneidad de todo el material es responsabilidad exclusiva del utilizador. Todos los materiales pueden presentar peligros desconocidos y deben utilizarse con cautela. A pesar de ser descritos ciertos peligros en la respectiva ficha, no es posible garantizar que estos sean los únicos.

#### **5.4.4.2 Ficha de datos de seguridad del caucho reciclado de neumáticos**

Se procede a continuación al análisis de la ficha de datos de seguridad con la denominación de Polvos y Granulados Criogénicos de Caucho, utilizado como materia prima en la producción del betún caucho “in situ”, referenciándose tan solo las rúbricas de la ficha de datos de seguridad con influencia directa en la actividad.

#### **Identificación de los peligros (RECIPNEU, 2012)**

Los peligros reportados por el proveedor de los Polvos y Granulados Criogénico de Caucho son los siguientes:

<b>Clase de peligro:</b>	Producto no clasificado como peligroso.
<b>Contacto con la piel:</b>	El contacto con el producto caliente puede causar quemaduras.
<b>Contacto con los ojos:</b>	Para sistemas abiertos, donde el contacto es más probable, las partículas pueden provocar irritación mecánica de los ojos.
<b>Ingestión:</b>	Posible mareo.
<b>Inhalación:</b>	El producto puede contener fibras finas que pueden causar picor.
<b>Condiciones de salud generalmente agravadas por la exposición:</b>	No son conocidas; aunque, pueden, potencialmente, agravar alergias debido a la exposición al polvo, por inhalación.

Tabla : Identificación de los peligros – Caucho reciclado de neumáticos en fin de vida – Elaborado por el autor

## Composición/información sobre los componentes (RECIPNEU, 2012)

Los constituyentes del caucho reciclado de neumáticos al final de vida son los siguientes:

Componente	Número EINECS	Concentración (%) (m/m)
SBR Vulcanizado	No aplicable	
Caucho natural vulcanizado	232-689-0	52,1
Otros cauchos vulcanizados	No aplicable	
Negro de Humo	215-609-9	27,2
Silicio	31-545-4	6,3
Aceite aromático	-	7,3
Óxido de zinc	215-222-5	2,0
Azufre	231-722-6	1,7
Ácido esteárico	200-313-4	1,2
Antidegradantes	-	2,0

Tabla 15: Constituyentes – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida – Elaborado por el autor

## Primeros socorros (RECIPNEU, 2012)

El proveedor recomienda las siguientes medidas de primeros socorros:

<b>Contacto con la piel:</b>	Lavado normal de la piel con agua y jabón. Los medios de higiene normales son adecuados.
<b>Contacto con los ojos:</b>	Remover las partículas de los ojos, sujetar el párpado y lavar con agua abundante.
<b>Ingestión:</b>	Si las partículas de caucho fueron ingeridas debe lavarse la boca con agua y debe beberse un vaso de agua. Si es necesario, debe contactar un médico.
<b>Inhalación:</b>	En caso de incendio, se la víctima queda sufocada con los gases libertados en la combustión debe ser llevada para un local donde haya aire fresco. En caso de paro respiratorio, debe ser realizada respiración artificial (boca-a-boca). Si fuese necesario, debe llamarse a un médico.

Tabla 16: Primeros socorros en el manipulación – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida – Elaborado por el autor

## Medidas de lucha contra incendios (RECIPNEU, 2012)

En materia de lucha contra incendios, estas son las recomendaciones:

---

<b>Punto de inflamación:</b>	Temperatura de ignición de la nube de polvo: 320 °C, aproximadamente. <i>(Estimativas basadas en datos para "200 mesh synthetic &amp; crude hard rubber dust"; información contenida en "NFPA Fire Protection Handbook")</i>
<b>Límite de Explosión Inferior (LEL):</b>	0,025g/l <i>(Estimativas basadas en datos para "200 mesh synthetic &amp; crude hard rubber dust"; información contenida en "NFPA Fire Protection Handbook")</i>
<b>Medios de extinción:</b>	Agua con agentes, CO <sub>2</sub> , espuma, polvo seco, agua pulverizada (niebla), gas inerte –Nitrógeno.
<b>Medios de extinción prohibidos:</b>	No usar agua a alta presión.
<b>Peligros específicos:</b>	Pueden formarse gases nocivos en caso de incendio. Debe ser usado un aparato respiratorio aprobado por el NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health).
<b>Vestuario de protección para los bomberos:</b>	Impermeable, guantes, cascos, viseras de protección facial, botas de caucho. Los bomberos que actúen en el área de fuego deben usar trajes resistentes al fuego.

---

Tabla 17: Medidas de lucha contra incendios – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida – Elaborado por el autor

## Medidas a tomar en caso de fugas accidentales (RECIPNEU, 2012)

En la protección en caso fugas accidentales es aconsejado:

---

<b>Protección personal:</b>	Se es producida una cantidad excesiva de polvo, debe ser usada una máscara o un respirador, de forma a mantener la exposición por debajo del límite de exposición permitido para partículas.
<b>Protección ambiental:</b>	Debe ser usado equipo herméticamente cerrado. Está prohibida la descarga en reservas de agua naturales.
<b>Medidas de limpieza y deposición:</b>	Tratar y deponer el material de acuerdo con la legislación local o nacional. Los residuos de caucho deben ser procesados con ventilación adecuada. El caucho que no esté en condiciones de ser nuevamente procesado debe ser colocado en vertedero o incinerado en local seguro y apropiado.

---

Tabla 18: Medidas en caso de fugas accidentales – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida – Elaborado por el autor

## Manipulación y almacenaje (RECIPNEU, 2012)

El proveedor recomienda las buenas prácticas de manipulación y almacenaje:

---

<b>Manipulación:</b>	Usar ventilación adecuada. Minimizar la formación y acumulación de polvo. Lavar adecuadamente las manos después de la manipulación. Evitar condiciones extremas de temperatura. Tras trabajar con este producto, antes de comer, debe lavar adecuadamente las manos.
<b>Almacenaje:</b>	Almacenar el producto en un local fresco y protegido de la luz solar. No almacenar el producto cerca de fuentes de ignición. No almacenar el producto caliente en locales donde pueda ocurrir combustión espontánea. Evitar condiciones extremas de temperatura.
<b>Otras precauciones:</b>	Se el material arde, pueden libertarse aceites, estos deben ser depuestos de acuerdo con la legislación local y nacional.

---

Tabla 19: Medidas de manipulación y almacenaje – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida – Elaborado por el autor

## Control de la exposición/protección individual (RECIPNEU, 2012)

Las medidas de protección a fin de evitar la exposición son:

---

<b>Protección de la piel:</b>	Debe haber rápido acceso a ducha de seguridad y lava-ojos. Para identificar requisitos adicionales relacionados con el uso de equipos de protección individual (EPI), se recomienda una evaluación de peligros de acuerdo con a Norma OSHA relativa a EPI's (29CFR1910.132).
<b>Protección de las manos:</b>	Utilizar guantes de seguridad hechos con los siguientes materiales: caucho o piel.
<b>Protección respiratoria:</b>	El NIOSH "Respirator decision logic" puede ser útil en la determinación del tipo de protectores respiratorios a usar.
<b>Protección de los ojos:</b>	Utilizar gafas de seguridad con protección lateral.
<b>Higiene:</b>	Las prácticas normales de higiene son adecuadas. Lavar con frecuencia las partes del cuerpo expuestas al producto con agua y jabón. Remoción y lavado de las ropas contaminadas. No comer, beber o fumar durante la manipulación el producto.

---

Tabla 20: Medidas en caso de fugas accidentales – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida – Elaborado por el autor

## Propiedades físicas y químicas (RECIPNEU, 2012)

---

<b>Estado físico:</b>	Sólido
<b>Aspecto:</b>	Granulado o polvo de color negro
<b>Olor:</b>	Ligero olor a caucho vulcanizado
<b>pH:</b>	No aplicable
<b>Punto de ebullición (°C):</b>	No aplicable
<b>Punto de inflamación:</b>	No disponible
<b>Inflamabilidad:</b>	Combustibles normales
<b>Propiedades explosivas:</b>	No explosivo (excepto cuando existen mezclas de aire con polvo – nubes de polvo)
<b>Propiedades oxidantes:</b>	No oxidante
<b>Presión de vapor:</b>	No aplicable
<b>Densidad relativa:</b>	0,95 - 1,15
<b>Solubilidad en agua:</b>	No soluble
<b>Viscosidad:</b>	No aplicable

---

Tabla 21: Propiedades físicas e químicas – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida Elaborado por el autor

## Estabilidad y reactividad (RECIPNEU, 2012)

---

<b>Estabilidad:</b>	Estable en condiciones normales de temperatura y presión.
<b>Material a evitar:</b>	Evitar el contacto con agentes oxidantes fuertes.
<b>Condiciones a evitar:</b>	Condiciones que causen combustión. No almacenar el material caliente en silos, debido al peligro de explosión.
<b>Productos de descomposición peligrosos:</b>	La descomposición térmica puede producir monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido de zinc en forma de polvo o humo, dióxido de azufre, hidrocarburos líquidos o gaseosos.

---

Tabla 22: Estabilidad y reactividad – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida – Elaborado por el autor

## Información toxicológica (RECIPNEU, 2012)

---

<b>Toxicidad crónica y sub-crónica:</b>	No tóxico.
---	------------

---

Tabla 23: Información toxicológica – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida – Elaborado por el autor

## Información ecológica (RECIPNEU, 2012)

---

<b>Ecotoxicidad:</b>	EC <sub>50</sub> ( <i>Daphnia magna</i> , 48h): 1000 mg/l (No tóxico para el medio acuático) ErC <sub>50</sub> ( <i>Selenastrum capricornutum</i> , 72h): 330 mg/l (No tóxico para el medio acuático)
<b>Mobilidad:</b>	Mínima en lo que concierne a la migración/lixiviación de sustancias peligrosas.
<b>Persistencia y degradabilidad:</b>	Las partículas de caucho criogénicas son estables en condiciones normales de temperatura y presión. Se fueren expuestas a elevadas temperaturas pueden liberar COV's e hidrocarburos/aceites, contaminando el ambiente.
<b>Potencial bioacumulativo:</b>	No bioacumulativo.
<b>Otros efectos adversos:</b>	No existentes en condiciones normales, una vez que las emisiones/lixiviados / COV's están por debajo de los límites de peligro.

---

Tabla 24: Información ecológica – Caucho reciclada de neumáticos al final de vida – Elaborado pelo autor

## Consideraciones relativas a la eliminación (RECIPNEU, 2012)

---

<b>Eliminación de los productos:</b>	Los residuos de caucho deben ser procesados con ventilación adecuada. El caucho que no esté en condiciones de ser nuevamente procesado debe ser depositado en vertedero o incinerado en local seguro y apropiado.
<b>Eliminación de los envases contaminados:</b>	De acuerdo con la legislación.

---

Tabla 25: Eliminación de los residuos de caucho y envases – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida – Elaborado por el autor

## Otra información (RECIPNEU, 2012)

### Emisiones de las partículas de caucho criogénicas:

<b>Olor:</b>	Las partículas de caucho de los productos criogénicos son prácticamente inodoras.
<b>COV's totales:</b>	Por debajo de 10.5 mg/m <sup>3</sup> para las partículas de caucho de los productos criogénicos.
<b>Lixiviados de zinc y otros metales pesados:</b>	Las partículas de caucho de los productos criogénicos cumplen con la norma DIN V 18035-7 (en lo que concierne a lixiviados de metales pesados y otros contaminantes orgánicos).
<b>PAH's:</b>	Las partículas de caucho de los productos criogénicos cumplen el Método da TÜV para el teste a PAH's (ISO 18287:2006).
<b>Emisiones de formaldehído:</b>	Por debajo de 0,03 mg/m <sup>3</sup> (límite de detección del método analítico).
<b>Fenoles en los lixiviados:</b>	Las partículas de caucho de los productos criogénicos originan lixiviados con concentraciones en fenoles por debajo de 0.087 mg/l (muy por debajo de los valores legales).
<b>Polvos respirables:</b>	Mediciones realizadas con un analizador de partículas laser-video (desde 0,1 microm) muestran una cantidad mínima de PM <sub>2,5</sub> e PM <sub>10</sub> presente en las partículas de caucho criogénicas.

Tabla 26: Emisiones de las partículas de caucho – Caucho reciclado de neumáticos al final de vida – Elaborado por el autor

#### 5.4.4.3 Ficha de datos de seguridad del ácido polifosfórico

El ácido polifosfórico es utilizado como materia-prima para adicionar al betún y al caucho reciclado de neumáticos, en la producción del betún caucho “in situ”.

La ficha de datos de seguridad en analice es la del producto Innovalt R200 producido por Innophos, en los EEUU. Las versiones de las fichas de datos de seguridad que serán objeto de análisis se refirieren a los años 2010 y 2014, respectivamente. Tal como efectuado el análisis de la ficha de datos de seguridad del betún y del caucho reciclado de neumáticos, apenas serán referenciados los campos das respetivas fichas que tengan relevancia para la actividad.

Se observa que el ácido polifosfórico posé el n.º CAS 8017-16 -1, y el EINECS 232- 417- 0. El ácido polifosfórico es un aditivo de performance para modificación de betunes asfálticos, de composición H(PO<sub>3</sub>H)<sub>n</sub>OH. De color incoloro hasta amarillo y marrón, es un líquido viscoso, sin olor. El producto es

considerado peligroso de acuerdo con la Directiva Europea 67/548/EEC (Innophos, 2014).

### Identificación de los peligros (Innophos, 2010)

En caso de emergencia, tomar las siguientes medidas:

<b>Peligro:</b>	Causa quemaduras en la piel y lesiones oculares graves. Puede ser corrosivo para metales.
<b>Prevención:</b>	No respirar polvos, humo, gas, niebla para los ojos/rostro – Usar guantes de protección, protección facial y ocular. Lavar bien después de manipulación.  Retire a la víctima para al aire fresco y manténgala en reposo en una posición confortable para respirar.
<b>Respuesta:</b>	Retirar inmediatamente toda la ropa contaminada. Lavar la piel con agua/ ducha. Lavar las ropas contaminadas antes de reutilizarlas.  Lavar con cuidado con agua por varios minutos los ojos. Retirar las lentillas de contacto, si son fáciles de retirar. Seguir enjuagando.  Enjuagar la boca. No inducir el vómito. Contactar inmediatamente el Centro de Información Antivenenos o un médico.

Tabla 27: Medidas en caso de emergencia – Ácido Polifosfórico– Elaborado por el autor

### Efectos potenciales para la salud (Innophos, 2010)

<b>Inhalación:</b>	Aguda - Puede causar quemaduras corrosivas - daños irreversibles. Crónica - La exposición repetida o prolongada a humos corrosivos puede causar irritación en los bronquios, con tos crónica.
<b>Piel:</b>	Aguda - Provoca quemaduras en la piel y lesiones oculares graves. Crónica – La exposición repetida o prolongada a materiales corrosivos causa dermatitis.
<b>Ojos:</b>	Aguda - Corrosivo. Puede causar daños permanentes a la córnea, ceguera. Crónica - La exposición repetida o prolongada a materiales corrosivos o humos puede causar conjuntivitis.
<b>Ingestión:</b>	Aguda - Causa corrosión, quemadura en la boca y en el esófago, dolor abdominal, dolor en el pecho, náuseas, vómitos, diarrea, convulsiones. La aspiración del producto ingerido o vomitado puede causar complicaciones pulmonares graves. Crónica - La exposición repetida o prolongada a materiales corrosivos o humos puede causar disturbios gástro intestinales.
<b>Efectos carcinogénicos:</b>	Este producto no contiene ningún ingrediente designado pela IARC, NTP, ACGIH o OSHA como probable o sospecho carcinogénico para humanos.

Tabla 28: Efectos potenciales para la salud – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

## Primeros socorros (Innophos, 2010)

Medidas de primeros socorros a tomar:

---

<b>Inhalación:</b>	Administrar el oxígeno si la respiración es difícil. No utilice el método boca-a-boca en el caso de que la víctima haya inhalado la sustancia. Dar respiración artificial con el auxilio de una mascarilla de bolsillo equipada con una válvula unidireccional u otro dispositivo médico respiratorio adecuado. Dar respiración artificial si la víctima no respira. Mover a la víctima para el aire fresco.
<b>Piel:</b>	<p>En caso de contacto menor con la piel evite extender el material en la piel no afectada. Lavar inmediatamente la piel con agua corriente durante por lo menos 20 minutos después del contacto. Utilizar jabón.</p> <p>Remover y aislar ropas y zapatos contaminados. Lave las ropas contaminadas antes de reutilizarlas.</p>
<b>Ojos:</b>	En caso de contacto con la sustancia, lavar inmediatamente los ojos con agua corriente durante 20 minutos por lo menos. Procurar atendimento médico inmediato, preferencialmente con un oftalmólogo. Si no hay un médico disponible en el momento, la irrigación del ojo debe ser continuada por más 20 minutos. Si fuera necesario, transportar al paciente para un médico y si necesita ser vendado, utilice una compresa estéril seca y cubra los ojos.
<b>Ingestión:</b>	En el caso de que la víctima haya tragado la sustancia, dar 2-3 vasos con agua, si está consciente. No dar cualquier cosa por la boca a una persona inconsciente. No inducir el vómito. Obtener atendimento médico inmediatamente cuando consumido. No usar el método boca-a-boca si la víctima ingiere la sustancia. No deje la víctima sola. Para prevenir la aspiración del producto ingerido, colocar la víctima de lado con la cabeza debajo de la cintura. Las personas que se aproximen de la víctima deben evitar el contacto directo con las ropas y vómitos altamente contaminados. Usar guantes impermeables mientras descontamina la piel y el pelo.
<b>Notas para o médico:</b>	Todos los tratamientos deben basarse en las señales y síntomas observados de angustia no paciente. Se debe considerar la posibilidad de que la sobreexposición a otros materiales que no este producto pueda haber ocurrido.
<b>Otras informaciones:</b>	Llamar al 112 o servicio médico de emergencia. Asegurarse que el equipo médico esté consciente del material en cuestión y tome las precauciones para protegerse. Mantener a la víctima caliente y quieta.

---

Tabla 29: Medidas de primeros socorros – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

## Medidas de lucha contra incendio (Innophos, 2010)

En materia de lucha contra incendio, las medidas recomendadas son:

---

<b>Medios de extinción:</b>	No es combustible. Utilizar medios de extinción adecuados para el fuego circundante.
<b>Medios de extinción inadecuados:</b>	Ninguno conocido.
<b>Procedimientos de lucha contra incendio:</b>	<p>Mantener el personal no autorizado apartado.</p> <p>Estancar el drenaje y contaminación de fuentes de agua. Rechazar el agua del control del incendio posteriormente.</p>

---

Evacuar las personas que estén a favor del fuego. Personas que puedan haber estado expuestas al contaminado deben de ser inmediatamente examinadas por un médico y confirmar eventuales síntomas de envenenamiento. Los síntomas no deben de ser confundidos con cansancio por el calor o inhalación de humo.

<b>Peligros inusuales de incendio y explosión:</b>	No es combustible. Bajo condiciones de incendio, son emitidos gases tóxicos y corrosivos.
<b>Productos de combustión peligrosos:</b>	Sustancia no combustible. La sustancia en si no quema, pero se puede descomponer con el calentamiento y producir humo corrosivo.
<b>Protección de Bomberos:</b>	Las ropas de protección de los bomberos estructurales ofrecen protección limitada en situaciones de incendio. No son eficaces en situaciones de derramamiento donde el contacto directo con la sustancia es posible. Utilizar ropas de protección química recomendadas específicamente por el fabricante. Puede proveer poca o ninguna protección térmica. Utilizar aparato autónomo de respiración de presión positiva (SCBA).

Tabla 30: Medidas de combate a incendio – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

## Medidas en caso de derrame accidental (Innophos, 2010)

### Medidas a tener en cuenta en caso de derrame accidental:

<b>Protección personal:</b>	Ventile las áreas cerradas. No toque en recipientes dañados o en material derramado, excepto si está usando ropas de protección apropiadas.
<b>Procedimientos de emergencia:</b>	Mantenga el personal no autorizado apartado. Frenar el derrame usando materiales absorbentes o impermeables, como tierra, arena o arcilla. Retener el agua de dilución o el agua de lucha contra incendio para posterior descarte.
<b>Precauciones ambientales:</b>	Impedir la entrada en cursos de agua, alcantarillado, sótano o áreas confinadas.
<b>Medidas de contención / limpieza:</b>	Tener cuidado durante la neutralización, una vez que calor considerable puede ser generado. Neutralice el área del derrame con carbonato de sodio, bicarbonato de sodio o cal. Lave el derrame neutralizado con grandes cantidades de agua.
<b>Materiales prohibidos:</b>	Ninguno conocido.

Tabla 31: Medidas en caso de derrame accidental – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

## Manipulación y almacenaje (Innophos, 2010)

<b>Manipulación:</b>	No tocar en la piel u ojos. Evitar respirar vapores y nieblas. No ingerir. Manosear y abrir el recipiente con cuidado. Utilizar el producto apenas con ventilación adecuada. No adicionar agua directamente al producto corrosivo. Adicionar siempre el producto corrosivo al agua mientras esté moviéndolo de manera a evitar la liberación de calor, vapor y humo.
----------------------	---

<b>Almacenaje:</b>	Mantener lejos de materiales incompatibles. Almacenar sellado. Mantener el recipiente / envase bien cerrado en local fresco y bien ventilado. Ventile las áreas cerradas. Tanques de almacenamiento, tubos y bombas deben ser equipados con calentamiento y aislamiento externos para mantener la temperatura mínima de almacenaje o arriba. Este material es corrosivo para metales comunes, como acero dulce, cobre, latón y bronce, y puede generar gas hidrogeno inflamable como resultado de esa reacción.
<b>Material del envase:</b>	El material recomendado para recipientes es el acero inoxidable tipo 316 ELC con revestimiento interno resistente a la corrosión.
<b>Materiales incompatibles o fuentes de ignición:</b>	Este material es corrosivo para metales comunes, como el acero dulce, cobre, latón y bronce. Reacciona con el agua para generar calor y forma ácido fosfórico. La reacción no es violenta.

Tabla 32: Manipulación y almacenaje – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

## Controlo de exposición / Protección individual (Innophos, 2014)

El límite de exposición en Portugal:

	Resultado	
<b>Ácido fosfórico (7664-38-2):</b>	STELs <small>(Short Term Exposure Limits are based on 15 minute exposures)</small>	3 mg/m <sup>3</sup> STEL [VLECD]
	TWAs <small>(Time-Weighted Averages are based on 8h/day, 40h/week exposures)</small>	1 mg/m <sup>3</sup> TWA [VLEMP]

Tabla 33: Limites de la exposición – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

La protección individual en caso de exposición (Innophos, 2010):

<b>Pictogramas de eqips de protección individual:</b>	
<b>Protección respiratoria:</b>	Seguir los reglamentos del respirador OSHA encontrados en 29 CFR 1910.134 o en la Norma Europea EN 149. Usar un respirador aprobado por la NIOSH / MSHA o por la Norma Europea EN 149 en el caso de que los límites de exposición hayan sido excedidos o si hubiera otros síntomas.
<b>Protección del rostro y ojos:</b>	Usar protector facial y protección ocular. Usar gafas de protección contra salpicaduras. Un lavado ocular de emergencia debe estar prontamente accesible en el área de trabajo.
<b>Protección de las manos:</b>	Usar guantes de protección seleccionados de acuerdo con la durabilidad y la resistencia a la penetración.
<b>Protección de la piel y cuerpo:</b>	Usar ropas de protección – traje completo
<b>Consideraciones generales sobre higiene industrial:</b>	No tocar los ojos, piel y ropa. Lavar bien con agua y jabón después del manoseo y antes de comer, beber o fumar. Manipular de acuerdo con las buenas prácticas industriales de higiene y seguridad.

**Medidas de ingeniería/control:** Poseer buena ventilación general. Las tasas de ventilación deben ser compatibles con las condiciones. Cuando aplicable, usar gabinetes de proceso, ventilación de extenuación local u otros controles de ingeniería para mantener los niveles en el aire por debajo de los límites de exposición recomendados. En el caso de que los límites de exposición no hayan sido establecidos, mantenga los niveles del aire en un nivel aceptable.

**Control de exposición ambiental:** Seguir las mejores prácticas para la gestión de residuos.

Tabla 34: Protección individual – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

## Informaciones sobre propiedades físicas y químicas (Innophos, 2014)

### Descripción

<b>Forma física:</b>	Líquido	<b>Apariencia/ Descripción</b>	Incoloro a amarillo y marrón Líquido viscoso
<b>Color:</b>	Incoloro a amarillo y marrón	<b>Olor:</b>	Falta de datos
<b>Límite del olor:</b>	Falta de datos	---	---

### Propiedades generales

<b>Punto de ebullición:</b>	Falta de datos	<b>Punto de fusión:</b>	Consultar la hoja de datos del producto para obtener informaciones específicas.
<b>Temperatura de descomposición:</b>	Falta de datos	<b>pH:</b>	< 1
<b>Grav. esp./Dens rel.:</b>	1,92 - 2,08 Agua=1 @ 25 °C	<b>Densidad:</b>	16 - 17.3 lbs/gal @ 25 °C
<b>Solubilidad en agua:</b>	Soluble	<b>Viscosidad:</b>	Falta de datos
<b>Propiedades explosivas:</b>	Falta de datos	<b>Propiedades oxidantes:</b>	Falta de datos

### Volatilidad

<b>Presión del vapor:</b>	<1 mmHg (torr) @ 20 °C(68 °F)	<b>Densidad del vapor:</b>	Falta de datos
<b>Tasa de evaporación:</b>	Falta de datos	-	-

### Inflamabilidad

<b>Punto de inflamación:</b>	No inflamable	<b>UEL:</b>	No aplicable
<b>LEL:</b>	No aplicable	<b>Autoignición:</b>	Irrelevante
<b>Inflamabilidad (sólido, gas):</b>	Irrelevante	-	-

### Medio ambiente

<b>Coefficiente de partición octanol/ agua:</b>	Falta de datos	-	-
---	----------------	---	---

Tabla 35: Propiedades físicas y químicas – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

## Estabilidad y reactividad (Innophos, 2014)

---

<b>Reactividad:</b>	No son conocidas reacciones peligrosas conocidas bajo condiciones de utilización normal.
<b>Estabilidad química:</b>	Estable.
<b>Posibilidad de reacciones peligrosas:</b>	Polimerización peligrosa no ocurre.
<b>Condiciones a evitar:</b>	Materiales incompatibles. Humedad. Exceso de calor.
<b>Materiales incompatibles:</b>	Agua, bases fuertes, metales. Este material es corrosivo para metales comunes, como acero dulce, cobre, latón y bronce, pudiendo generar gas hidrogeno como resultado de la reacción. Reacciona con el agua para generar calor y forma ácido fosfórico. La reacción no es violenta.
<b>Productos de descomposición peligrosos:</b>	Óxidos de fósforo.

---

Tabla 36: Estabilidad y reactividad – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

## Información toxicológica (Innophos, 2014)

### Información sobre efectos toxicológicos:

---

<b>Otras informaciones relevantes:</b>	No hay datos de teste disponibles para el ácido polifosfórico (CAS n.º 8017-161). Son considerados los datos de teste para el ácido fosfórico (CAS n.º 7664-38-2).
<b>Ácido polifosfórico 105%-118%</b>	<b>CAS</b> 8017-16-1 <b>Toxicidad aguda:</b> Ingestión / Oral-Conejo LD50 • 2740 mg / kg • Observaciones: Datos para ácido fosfórico; Ingestión / LD50 de ratón oral • 1530 mg / kg • Observaciones: Datos para ácido fosfórico; Inhalación-Rata TC50 • > 850 mg / m <sup>3</sup> 1 Hora (s) • Comentarios: Datos para ácido Fosfórico; (LD = Lethal Dose   TC = Toxic Concentration) <b>Irritación:</b> Ojo-Conejo • Irritación severa, irreversible, quemaduras (corrosivas) • Comentarios: Datos para ácido fosfórico; Piel-Conejo • Irritación severa, irreversible, quemaduras (corrosivas) • Comentarios: Datos para ácido fosfórico.

---

Tabla 37: Efectos toxicológicos – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

## Consideraciones sobre la eliminación (Innophos, 2014)

### Métodos de tratamiento de residuos:

---

<b>Residuos del producto:</b>	Descartar el contenido y / o el recipiente de acuerdo con las normas locales, regionales, nacionales y / o internacionales. Este material es considerado un residuo peligroso por la EPA. Código de Residuos Peligrosos "RCRA" de la EPA: "C" Corrosivo
-------------------------------	--

---

Tabla 38: Tratamiento de residuos – Ácido Polifosfórico – Elaborado por el autor

#### **5.4.5 Evaluación de la exposición laboral a agentes físicos y químicos.**

##### **5.4.5.1 Informes de evaluación de la exposición al ruido laboral (ISQ, 2005 e 2007)**

La Empresa, S.A. ha realizado en 2005 (Decreto Ley n.º 72/92 del 28 de abril) y en 2007 (Decreto Ley n.º 182/2006 del 6 de setiembre), ensayos a la exposición sonora de los trabajadores en contexto operacional, en dos obras de contratistas diferentes, donde la empresa se encontraba trabajando.

Los resultados tienen en cuenta el ruido en los puestos de trabajo, unidad de producción y envolvente en la obra. De la evaluación efectuada en 2005 es citado en el informe que en el caso de los trabajadores que circulan en varios locales del mismo puesto de trabajo, les fue atribuido un nivel sonoro global, resultante de una integración entre los valores obtenidos en mediciones globales y los valores obtenidos en mediciones puntuales. A los que tienen puestos de trabajo fijos les fue atribuido el valor del nivel sonoro recogido en ese punto. En el caso de los trabajadores que circulan por más que un puesto de trabajo, les fue atribuido un índice de exposición sonora resultante de la integración de los niveles de ruido de los locales por donde circulan, ponderando con el tiempo de permanencia en cada local. Es considerado por definición 8 horas de trabajo diarias.

El informe concluye que 3 trabajadores están expuestos a valores inferiores a 85 dB(A) y valores máximos de pico abajo de 140 dB. Están en una clase de seguridad, relativamente a los riesgos de exposición al ruido durante el trabajo, o sea, no existen trabajadores expuestos al valor límite de exposición ocupacional con  $L_{epd}$  igual o superior a 90 dB(A) y  $MáxL_{pico}$  de 140 dB.

Relativamente al informe realizado en 2007, en otra obra, el ensayo concluyó que 1 trabajador se encontraba en la clase de seguridad hasta al nivel de

acción inferior ( $L_{EX,8h} \leq 80$  dB(A) y  $L_{Cpico} \leq 135$  dB(C)) y 3 trabajadores en la clase 1, por encima del nivel de acción inferior ( $80$  dB(A)  $< L_{EX,8h} < 85$  dB(A) y  $135$  dB(C)  $< L_{Cpico} < 137$  dB(C)), recomendando que para los trabajadores de la clase 1 sean tomadas medidas de reducción de riesgos, elaborando fichas de exposición personal para cada trabajador, tener a disposición protectores auriculares adecuados, y verificar la función auditiva por testes audiométricos a los trabajadores, de 2 en 2 años.

Los informes de las ilustraciones 20 y 21 están patentes en el anexo II.

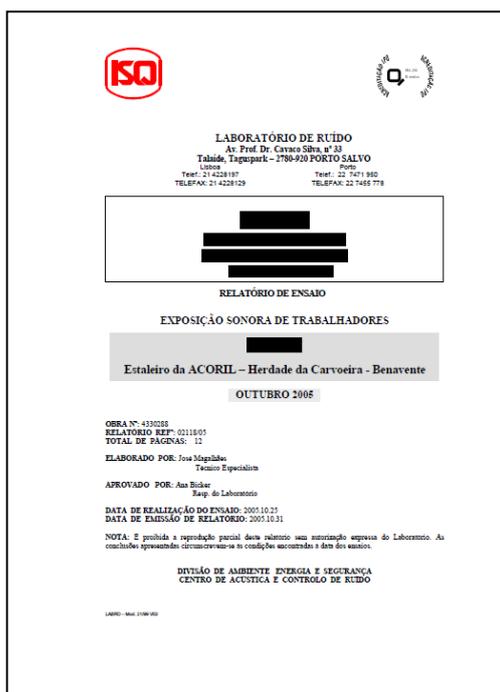


Ilustración 21: Informe de exposición al ruido laboral (ISQ, 2005 )

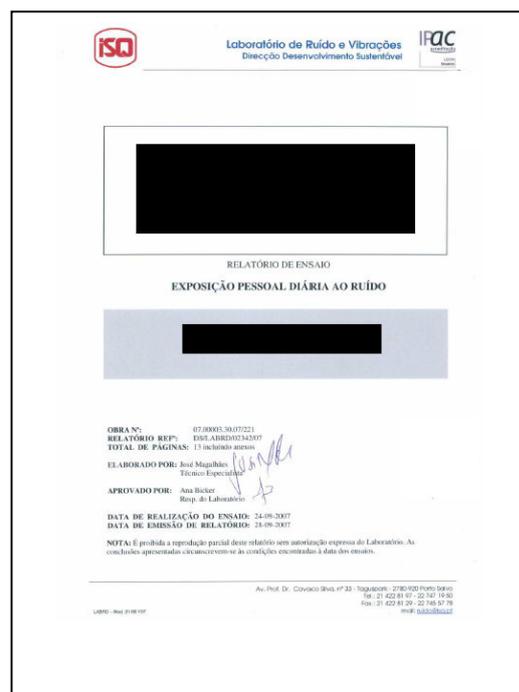


Ilustración 20: Informe de exposición al ruido laboral (ISQ, 2007)

#### 5.4.5.2 Informe de evaluación a las vibraciones mecánicas (ISQ, 2006)

En 2006, la empresa realizó un ensayo de evaluación de la exposición a las vibraciones mecánicas (Decreto-Ley de 46/2006 de 24 de Febrero), al puesto de trabajo de Operador de Producción de la unidad de producción de betún caucho, en la cabina de control, sentado y en pie.

Los resultados evidenciados demuestran que los 2 trabajadores presentes en la cabina de control y la unidad de producción presentaron valores de exposición

personal diaria a las vibraciones, para el cuerpo entero, en el nivel de seguridad, por debajo del valor de acción ( $A(8) = 0,50 \text{ m/s}^2$ ).

Se verificó que existe una pequeña diferencia de los niveles de aceleración en las tres direcciones (x,y,z) cuando se comparan los dos casos en estudio, correspondientes al operador sentado y al operador en pie. Esto permite concluir que el asiento del puesto de control prácticamente no introduce ninguno efecto que atenúe o amplifique las aceleraciones, según las tres direcciones del espacio.

El informe de la ilustración 22 es parte integrante del anexo III.

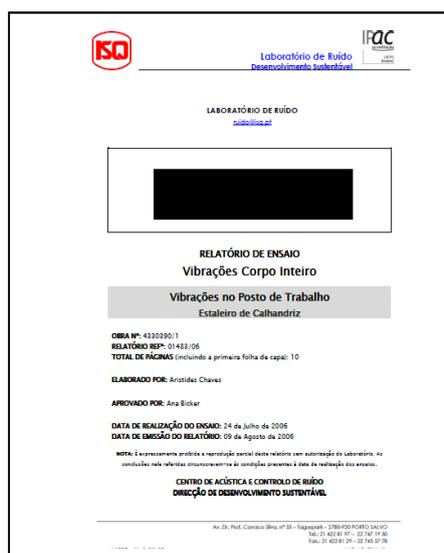


Ilustración 22: Informe sobre la exposición a las vibraciones mecánicas en el puesto de trabajo (ISQ, 2006).

#### 5.4.5.3 Informes de evaluación de la exposición a agentes químicos (SGS, 2006) (CATIM, 2007)

Del estudio documental efectuado, se observó que la empresa realizó dos monitorizaciones sobre la exposición laboral a agentes químicos en 2006 y 2007, respectivamente. Las monitorizaciones fueran efectuadas en contexto regular de producción del betún caucho “in situ”, en locales y contextos diferentes, especialmente en obra, y en una unidad fabril de ligantes bituminosos.

La monitorización realizada en 2006 fue efectuada a los parámetros Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Compuestos Orgánicos Volátiles

(COV's), Polvos e Hidrocarburos pesados, de acuerdo con el referencial normativo Norma Portuguesa NP 1796: 2004 – Seguridad y Salud en el Trabajo - Valores límite de exposición profesional a agentes químicos (basada en los valores límite propuestos por la ACGIH – *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*). Los resultados de la monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos por debajo de los valores límite aconsejados.

Referente a la monitorización realizada en 2007, fue efectuada de acuerdo con las Normas Portuguesas NP 2199 y NP 2266. El informe refiere que, después del análisis de los resultados de la evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo de Operador de Producción, constituye un riesgo medio para la seguridad de los trabajadores, por lo que deben ser aplicadas medidas preventivas, tales como:

- La creación y organización de los métodos de trabajo en el local de trabajo;
- Utilización de procesos de mantenimiento que garanticen la salud y seguridad de los trabajadores;
- Rotación de los trabajadores por diversos puestos de trabajo;
- Reducción al mínimo del tiempo y grado de exposición del trabajador;
- Reducción de la cantidad de agentes químicos presentes al mínimo necesario a la ejecución do trabajo en cuestión;
- Utilización de procesos de trabajo adecuados, especialmente disposiciones que garanticen la seguridad durante el manejo, almacenaje y transporte de agentes químicos y de los residuos que contengan;
- Monitorización de la salud de los trabajadores.

Los anexos de las ilustraciones 23 y 24 son parte integrante del anexo IV de la disertación.



Ilustración 23: Informe de la exposición a agentes químicos (SGS, 2006)

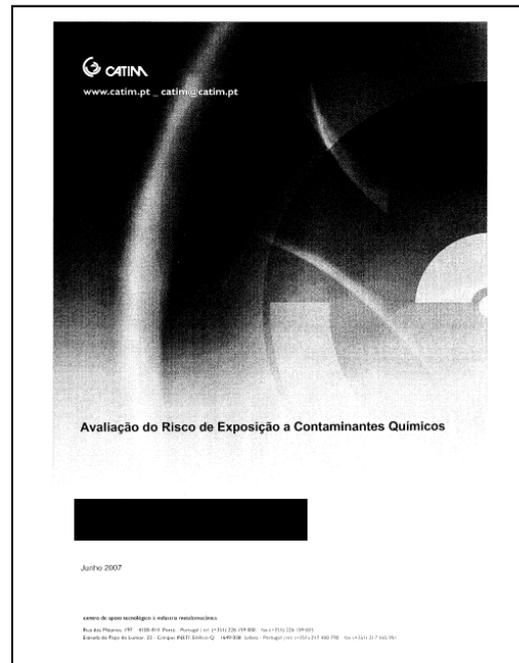


Ilustración 24: Informe de la exposición a agentes químicos (CATIM, 2007)

#### 5.4.6 Focus group

El “focus group”, o grupo de discusión, fue un proceso utilizado por el autor que asumió la forma de una discusión estructurada donde hubo intercambio y clarificación de puntos de vista, ideas, lidiando con divergencias, discusiones y resultados, en un ambiente natural y holístico, con vista a la producción de información y de conocimiento.

El autor condujo el “focus group” y contó con la participación de los trabajadores operacionales de las unidades de producción de betún caucho.

En la fase inicial del proceso fueron abordados temas exclusivamente operacionales sobre los equipos que constituyen la unidad de producción, así como fases y procedimientos de la actividad productiva. Fueran abordadas, también, cuestiones al nivel de las fuerzas, debilidades, amenazas y factores de éxito de la actividad productiva, de manera a identificar algunas variables.

Posteriormente, fueran colocadas a debate por el autor las siguientes etapas y la ilustración 25, aliadas a la actividad de la producción del betún caucho “in situ”, para

análisis y recogida de información en el encuadramiento de la ejecución del modelo de evaluación de riesgos:

Etapas:

- i. Consulta;
- ii. Identificar los peligros;
- iii. Evaluar el riesgo;
- iv. Identificar medidas apropiadas de control del riesgo;
- v. Implementar las medidas de control;
- vi. Monitorización;
- vii. Revisión regular de los controles implementados.

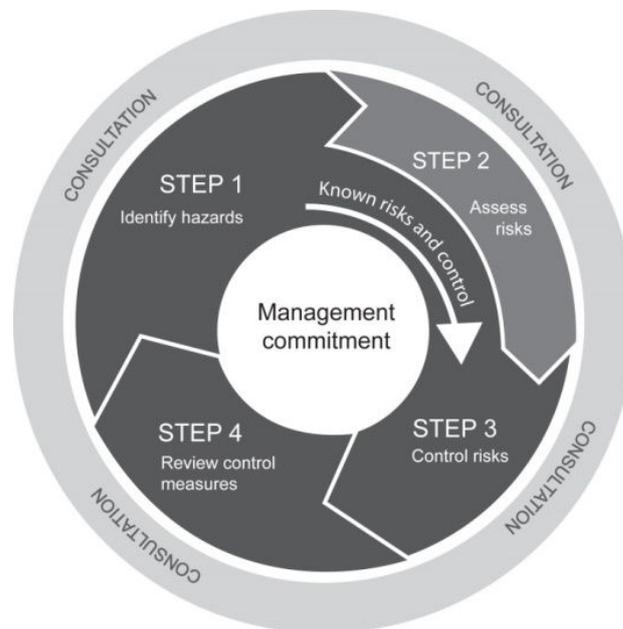


Ilustración 25: The risk management process(Safe Work Australia, 2011)

Se pretendió demostrar que el foco principal de la investigación se centraba en la construcción de un modelo de evaluación de riesgos, con vista a la seguridad, salud y bien-estar laboral de los trabajadores que desempeñan este tipo de actividad, para que después de deliberación, fuese objeto de implementación en contexto real.

El “focus group” se desarrolló en contexto de sala, junto a las unidades de producción en interrupción de producción, y en contexto operacional de plena producción, durante el período diurno y nocturno.

La participación de los trabajadores de la Empresa S.A. (actores principales) en el desarrollo del “focus group”, contribuyó para un resultado cualitativo consistente y de aceptación natural por parte de todos los involucrados, en la construcción del modelo de evaluación de riesgos. La información cualitativa apurada del “focus group” por el autor, contribuye sin lugar a dudas para la investigación.

#### **5.4.7 Antología de datos estadísticos**

Se procedió a la recogida de datos cuantitativos tratados relativos a accidentes mortales y no mortales, así como al número de días de trabajo perdidos debido a estos mismos accidentes, en el intervalo temporal entre 2002 y 2015. Fueran recogidos igualmente datos con respecto a los locales donde ocurrieron los accidentes de trabajo. La actividad productiva en estudio fue desarrollada en contexto de obra de construcción.

La Clasificación Portuguesa de Actividades Económicas (CAE) “Fabricación de coque, de productos petrolíferos refinados y de aglomerados de combustible” incluye el código CAE de la actividad en estudio, “Fabricación de Productos Petrolíferos Refinados”. Los datos cuantitativos recogidos son referentes al CAE general “Fabricación de coque, de productos petrolíferos refinados y de aglomerados de combustible”, no estando accesible el código CAE específico “Fabricación de productos petrolíferos refinados”, debido a que el Gabinete de Estrategia y Planeamiento del Ministerio del Trabajo, Solidaridad y Seguridad Social (GEP-MTSS) no pone a disposición esa información.

Los registros sobre los locales donde ocurrieran los accidentes de trabajos referentes a la rúbrica “Obra, construcción, cantera, mina a cielo abierto”, fueran igualmente observados. En esta rúbrica están incluidas todas las actividades CAE que desarrollan actividad en este contexto, no estando disponible por el GEP-MTSS la información referente al CAE en causa.

El autor dibujó las tablas y los gráficos abajo, de acuerdo con los datos recogidos, referente al intervalo temporal entre 2002 y 2015.

Del análisis efectuado a la información estadística sobre los accidentes mortales y no mortales durante este período, se observa una tendencia de alta, siendo que en 2014

presenta un pico con el número más elevado de accidentes (44). Relativamente a los accidentes mortales la tendencia es de baja, habiendo el registro de accidente mortal en 2004 (1), y en los restantes años del período no fueron registrados accidentes mortales.

Con respecto a los días de trabajo perdidos debido a accidentes de trabajo durante el período, se observa una tendencia de baja hasta al año de 2008 (17), habiendo una inversión de la misma que se mantuvo hasta 2015. El año de 2013 es el que presenta más días perdidos (2.331) debido a accidentes de trabajo.

Analizando los accidentes mortales y no mortales en obra, construcción, cantera, mina a cielo abierto en el mismo período, se observa una tendencia de baja a lo largo de todo el período. El año de 2004 presentó el mayor número de accidentes mortales y no mortales (57.556), y el año de 2013 el valor más reducido (25.406). En lo que concierne a los accidentes mortales, la tendencia verificada es de baja, siendo verificado en 2004 el mayor número de accidentes mortales (107), y en 2013 el que menos registra (40).

En resumen, los datos presentados reflejan el total del CAE referido anteriormente y de los locales donde la actividad es realizada. Hay que tener en cuenta que la empresa es única en Portugal con la particularidad de producir tres tipos de betún caucho “in situ”, por lo que los datos contabilizados referentes a la misma son residuales.

**Accidentes de Trabajo - Mortales y no mortales**

<b>CAE –Fabricación de coque de productos petrolíferos refinados y de aglomerados de combustible</b>														
Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	13	18	18	30	16	11	17	22	30	15	8	30	44	34

Tabla 39: Accidentes de Trabajo – Mortales y no mortales – Elaborado por el autor (Gabinete de Estrategia e Planeamento (GEP/MTSSS), 2016 e 2018)

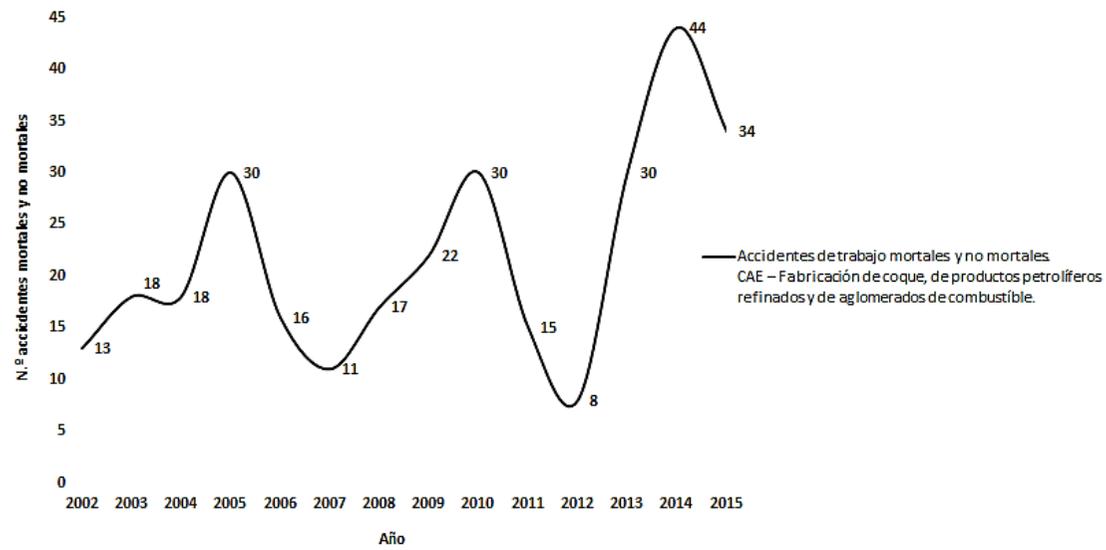


Gráfico 2: Accidentes de Trabajo – Mortales y no mortales – Elaborado por el autor (Gabinete de Estrategia e Planeamento (GEP/MTSSS), 2016 e 2018)

**Accidentes de Trabajo - Mortales**

**CAE –Fabricación de coque de productos petrolíferos refinados y de aglomerados de combustible**

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 40: Accidentes de Trabajo – Mortales – Elaborado por el autor (Gabinete de Estrategía e Planeamento (GEP/MTSSS), 2016 e 2018)

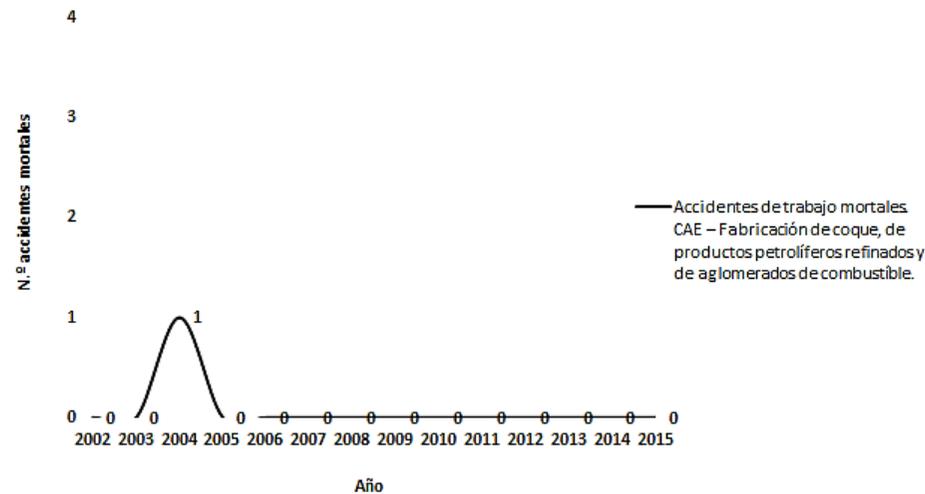


Gráfico 3: Accidentes de Trabajo – Mortales – Elaborado por el autor (Gabinete de Estrategía e Planeamento (GEP/MTSSS), 2016 e 2018)

## Días de trabajo perdidos

### CAE – Fabricación de coque de productos petrolíferos refinados y de aglomerados de combustible

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	1.313	1068	1.457	1.612	962	710	17	753	488	652	588	2.331	1.302	1.697

Tabla 41: Días de trabajo perdidos – Elaborado por el autor (Gabinete de Estrategia e Planeamento (GEP/MTSSS), 2016 e 2018)

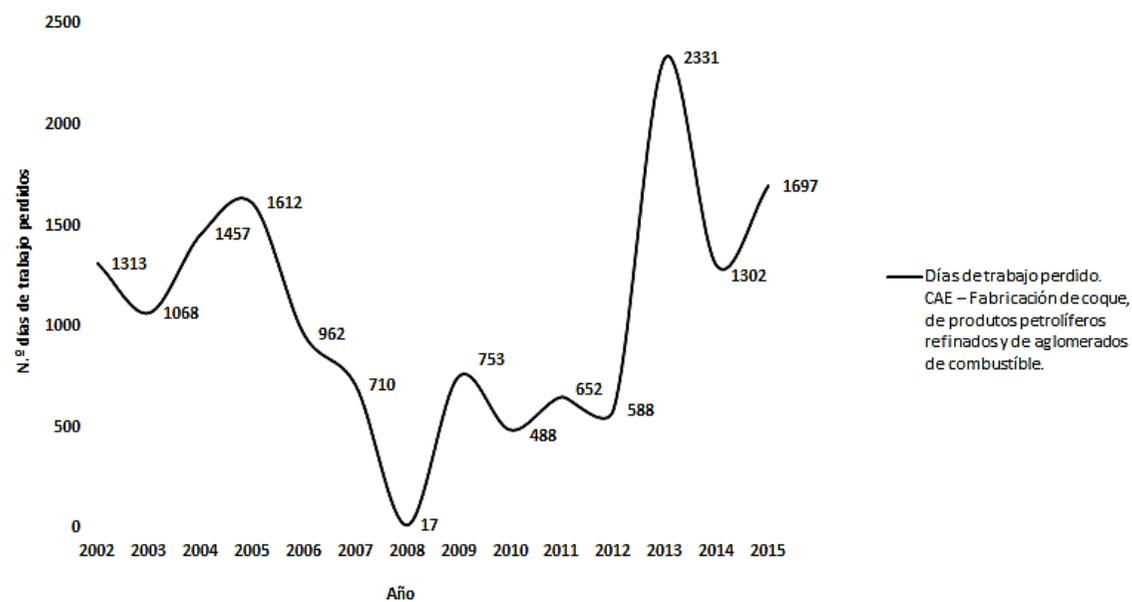


Gráfico 4: Días de trabajo perdidos – Elaborado por el autor (Gabinete de Estrategia e Planeamento (GEP/MTSSS), 2016 e 2018)

## Accidentes de trabajo - Mortales y no mortales

Lugar: Obra, construcción, cantera y mina a cielo abierto

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	57.566	54.238	55.361	53.767	53.334	48.952	48.551	46.091	41.680	37.249	27.392	25.406	27.877	29.144

Tabla 42: Accidentes de Trabajo – Mortales y no mortales en obra, construcción, cantera y mina a cielo abierto – Elaborado por el autor (Gabinete de Estrategia e Planeamento (GEP/MTSSS), 2016 e 2018)

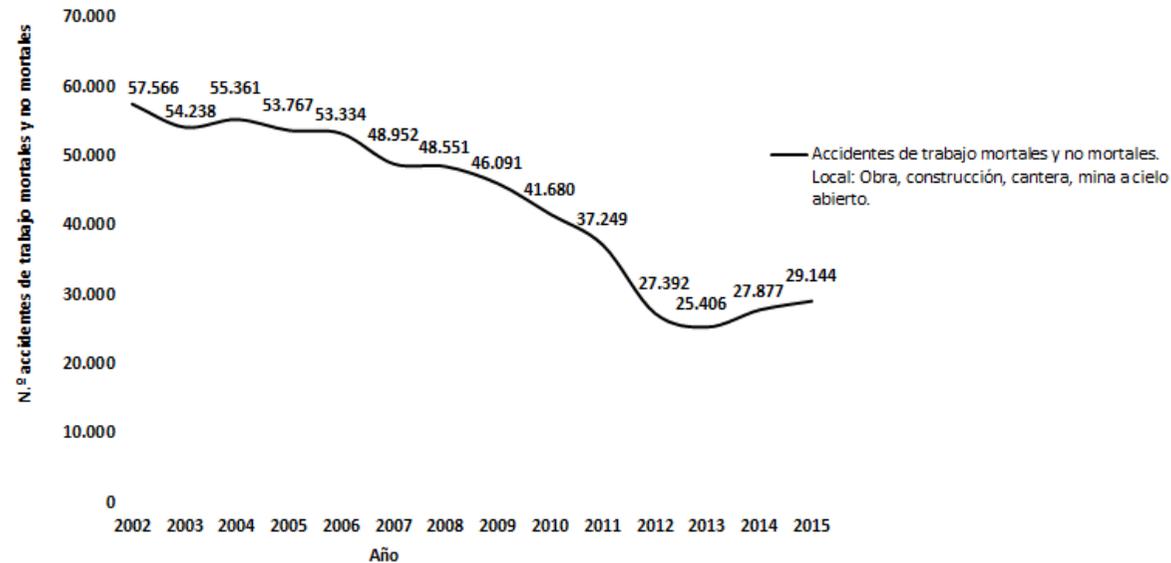


Gráfico 5: Accidentes de trabajo mortales e no mortales en obra, construcción, cantera y mina a cielo abierto – Elaborado por el autor (Gabinete de Estrategia e Planeamento (GEP/MTSSS), 2016 e 2018)

## Accidentes de trabajo mortales

Lugar: Obra, construcción, cantera y mina a cielo abierto.

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	97	106	107	100	77	105	87	79	67	58	53	40	47	42

Tabla 43: Accidentes de trabajo mortales en obra, construcción, cantera y mina a cielo abierto – Elaborado por el autor (Gabinete de Estrategia e Planeamento (GEP/MTSSS), 2016 e 2018)

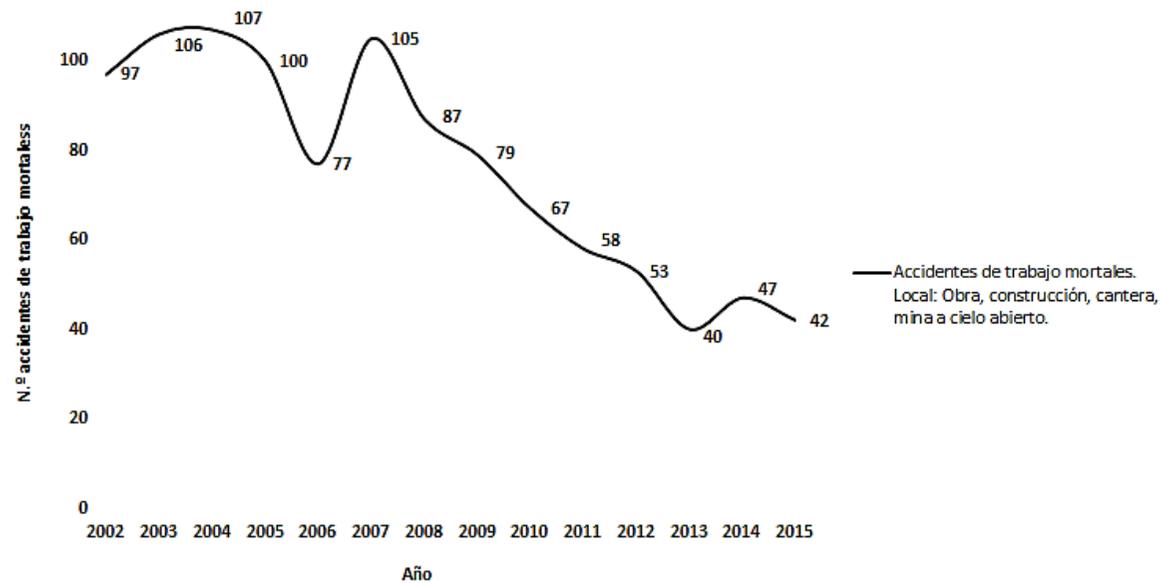


Gráfico 6: Accidentes de trabajo mortales en obra, construcción, cantera y mina a cielo abierto – Elaborado por el autor (Gabinete de Estrategia e Planeamento (GEP/MTSSS), 2016 e 2018)

## 5.4.8 Descripción del modelo de evaluación de riesgos

### 5.4.8.1 Ámbito

El modelo de evaluación de riesgos, para la seguridad, salud y bienestar laboral a desarrollar, obedece al preconizado en el punto 4.3.1 - Identificación de los peligros, apreciación del riesgo y definición de controles, de la OHSAS 18001:2007 / Norma Portuguesa NP 4397:2008 - Sistemas de gestión de la seguridad de la salud del trabajo – Requisitos, y a la estrategia de jerarquía de controles recomendada por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).

El referido modelo cumple con el Régimen Jurídico de la Promoción de la Seguridad y Salud en el Trabajo, y con el Código del Trabajo, aprobados por las Leyes n.ºs 102/2009, del 10 de Setiembre, y 7/2009, del 12 de Febrero, respectivamente, y sucesivas alteraciones.

### 5.4.8.2 Definiciones

Los términos adoptados están de acuerdo con la OHSAS 18001:2007 y con la Norma Portuguesa NP 4397:2008 – Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo:

- **Peligro** – Fuente, situación o acto con capacidad para el daño en personas, especialmente lesiones, heridas, afecciones en la salud o una combinación de estos;
- **Riesgo** – Combinación de la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento peligroso o exposición a un peligro y la severidad de su (s) consecuencia (s) resultantes de ese acontecimiento peligroso o exposición;
- **Evaluación de riesgos** – Proceso en el cual son evaluados los riesgos resultantes de los peligros identificados, teniendo en cuenta si las medidas de control existentes son las más adecuadas, y del cual resulta la decisión si el riesgo es aceptable o no;
- **Riesgo aceptable** – Riesgo que fue reducido a un nivel que puede ser aceptado por la organización, teniendo en cuenta sus obligaciones legales y la política de salud y seguridad en el trabajo de la organización;

- **Riesgo no aceptable** – Riesgo cuyo nivel actual implica la implementación de medidas de control con el fin de reducir el riesgo hasta un nivel aceptable por la organización;
- **Consecuencia** – Potencial daño en personas, especialmente lesiones, heridas o afecciones en la salud resultantes de la concretización del riesgo.

#### 5.4.8.3 Descripción

En el análisis de los procesos/actividades del estudio de caso, son consideradas las diversas tareas, respectiva frecuencia, condiciones de trabajo, inputs y outputs del proceso productivo.

Son igualmente consideradas las siguientes situaciones operacionales:

- **Rutina** – Con respecto a la rutina operacional;
- **No rutina** – Que se pueden dividir en:
  - **Esporádicas** – Asociadas a operaciones ocasionales (ej.: arranque y parada de procesos, operaciones de mantenimiento no regulares), pero que no representen emergencias;
  - **Emergencia** – Asociadas a la ocurrencia y respuesta a situaciones de emergencia (ej.: accidentes, colapso de estructuras, equipos o instalaciones, fallos operacionales, fenómenos naturales, etc.) y que puedan constituir riesgos para la seguridad, salud y bien-estar laboral.

Además de mucha información haber sido analizada anteriormente en los medios y recursos materiales, las fichas de datos de seguridad de las materias-primas, así como los manuales de instrucciones de las unidades de producción y de otras máquinas, deberán estar siempre accesibles para consulta en contexto de operación.

La aptitud de los trabajadores para las tareas que desempeñan, del punto de vista de la salud física y mental, fue evaluada por el médico del trabajo durante las pruebas de admisión o periódicas y evidenciada por las fichas de aptitud de los trabajadores.

Para determinados riesgos, los cuales no son posibles de evaluar de forma fidedigna sin estudios específicos o para los cuales existe legislación en este sentido, la evaluación de riesgos debe ser complementada por estudios con conclusiones sobre la significancia del riesgo o si los eventuales valores límite de exposición son

sobrepasados. Esta situación puede verificarse en riesgos como el ruido, vibraciones, iluminancia, confort térmico, agentes biológicos, agentes químicos, riesgos psicosociales o posibilidad de formación de atmosferas explosivas.

La identificación de peligros y evaluación y control de los riesgos deberá ser efectuada, como mínimo, anualmente, como input a la definición de objetivos, metas y acciones de la empresa, y siempre que:

- La empresa planee implementar un nuevo proceso, material, equipo, actividad o puesto de trabajo;
- Surjan cambios en los procesos, equipos, actividades o puestos de trabajo, aunque sean temporales;
- Ocurran cambios en la legislación, en requisitos reglamentares o normativos o del conocimiento, que modifiquen los criterios relacionados con las consecuencias;
- Los resultados de auditorías, ocurrencia de incidentes o enfermedades profesionales, simulacros, reclamaciones o quejas de los trabajadores, u otros que determinen el cambio de la clasificación de alguno de los criterios considerados.
- La empresa inicie nuevo contrato de producción, de cara a los diversos locales de los clientes con quién la empresa trabaja, obras y plantas de producción, debido a las especificidades diferentes de cada local, por lo que deben ser analizadas las condiciones de trabajo de modo a verificar la necesidad de ajustamiento de la evaluación de riesgos.

La identificación de los peligros tiene en cuenta:

- Las actividades y procesos de todas las personas que accedan al local de trabajo (incluyendo prestadores de servicios, contratistas y visitantes);
- El comportamiento humano y los riesgos psicosociales;
- Los peligros que tienen su origen fuera del local de trabajo con la capacidad de afectar la salud y seguridad de los trabajadores, y personas que se encuentren en el local de trabajo;
- Los peligros resultantes de las actividades controladas por la empresa, afectando la cercanía del local de trabajo;
- Infraestructuras, equipos y materiales existentes en el local de trabajo, proporcionados por la organización u otros.

#### 5.4.8.4 Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos fue prevista con base en cuatro criterios:

- I. **Probabilidad** de ocurrencia de un acontecimiento peligroso, o exposición a un peligro (para actividades de rutina, equivale a la frecuencia con que la actividad es realizada);
- II. **Severidad** de la consecuencia del acontecimiento peligroso;
- III. **Medidas de control** verificadas en el local o asociadas a la operación en causa;
- IV. **Ocurrencia de incidentes o enfermedades profesionales** asociados a la operación en causa.

#### 5.4.8.5 Probabilidad

La probabilidad es clasificada en una escala de 1 a 6, siendo representada la ocurrencia de un acontecimiento peligroso o exposición a un peligro. Para cualquier actividad de rutina que represente un peligro, la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento peligroso equivale a la frecuencia de la actividad.

Probabilidad		Valor
Habitual	Probable que ocurra varias veces el día.	6
Frecuente	Probable que ocurra varias veces por semana.	5
Ocasional	Probable que ocurra al menos una vez al mes.	4
Poco frecuente	Probable que ocurra al menos una vez al año.	3
Raro	Probable que ocurra al menos una vez en 5 años.	2
Muy raro	Probabilidad de recurrencia superior a 5 años.	1

Tabla 44: Criterio para la clasificación de la probabilidad – Elaborado por el autor.

#### 5.4.8.6 Severidad

La clasificación de la severidad de los peligros es efectuada con base en una escala que permite asumir los valores 1, 3, 5 o 7. El valor escogido corresponde a la severidad de la peor consecuencia razonablemente probable resultante del acontecimiento peligroso.

Severidad	Tipología	Valor
Muy alta	Muerte o incapacidad permanente absoluta de un trabajador	7
Alta	Lesiones de gravedad moderada que exigen hospitalización. Generan incapacidad permanente parcial.	5
Media	Lesiones de gravedad moderada, con tratamiento hospitalario. Generan incapacidad temporal.	3
Baja	Pequeñas lesiones que exigen, como mucho, primeros socorros o tratamiento médico menor. Sin hospitalización. No genera incapacidad.	1

Tabla 45: Criterio para la clasificación de la severidad– Elaborado por el autor.

De acuerdo con su definición, el riesgo corresponde apenas a la combinación del valor de la **probabilidad** y de la **severidad**. Sin embargo, para efectuar una evaluación más profunda al riesgo asociado a un acontecimiento peligroso, y decidir sobre las **medidas de control** a implementar, es necesario tener también en cuenta otros factores, especialmente las **medidas de control** eventualmente implementadas y la verificación de la **ocurrencia de incidentes o enfermedades profesionales**, relacionados con el acontecimiento peligroso.

#### 5.4.8.7 Medidas de control

Las medidas de control verificadas en determinada tarea/operación o local son clasificadas con los valores 0, 2, 6 o 10.

Esta tabla agrupa las principales medidas de control y es utilizada obedeciendo a los siguientes criterios:

- Para cada peligro fueran analizados exclusivamente los grupos de medidas relevantes a su control;

- Para cada grupo de medidas aplicable, fue asignada una puntuación de acuerdo con las medidas de control eventualmente ya implementadas en la empresa;
- El autor hizo una media de los parámetros aplicables;
- En caso de valores intermedios, se elige la situación más desfavorable.

Protección colectiva	Organización del trabajo y adaptación al trabajador	Señalización	Formación e información	Protección individual	Valor
Manifiestamente insuficiente/ No existe.	Sin medidas organizativas y desadaptado de las necesidades del trabajador.	No existe o errada.	Sin formación o información.	No existe o nunca es utilizada.	10
Inadecuada (incompleta o parcialmente ineficaz).	Medidas organizativas débiles y no tiene en cuenta las necesidades del trabajador.	Insuficiente y/o mal localizada y/o en mal estado.	Con formación sobre los riesgos pero sin información o vice-versa.	En falta y/o raramente utilizada.	6
Pasible de mejorar el estado de conservación o funcionamiento.	Buenas medidas organizativas y parcialmente adaptado a las necesidades del trabajador.	Completa pero en mal estado o mal ubicada.	Formación teórica e información general.	Distribuida pero ni siempre utilizada.	2
Necesaria. Suficiente.	Buenas medidas organizativas y adaptado a las necesidades del trabajador.	Completa, en buen estado y bien ubicada.	Formación no local e información específica.	Distribuida y correctamente utilizada.	0

Tabla 46: Criterio para la clasificación de las medidas de control – Elaborado por el autor.

#### 5.4.8.8 Incidentes y enfermedades profesionales

Los incidentes y enfermedades profesionales registradas son considerados para la evaluación del riesgo en la medida en que contribuyen para verificar la

eficacia y comprender si las medidas de control implementadas son adecuadas.

Según los incidentes o enfermedades profesionales que el autor tomó conocimiento en la búsqueda documental, y resultante de la realización del “focus group”, decidió atribuir un valor que varía entre 0 y 4 a este parámetro, de acuerdo con la tabla siguiente:

Incidentes y enfermedades profesionales registrados	Valor
No se verificó ningún incidente.	0
Se verificó 1 casi-accidente.	1
Se verificó más que 1 casi-accidente.	2
Se verificó 1 accidente o enfermedad profesional.	3
Se verificó más que 1 accidente y/o enfermedad profesional.	4

Tabla 47: Criterio para la clasificación de los incidentes y enfermedades profesionales – Elaborado por el autor.

#### 5.4.8.9 Nivel de riesgo

El nivel de riesgo asociado a un acontecimiento peligroso resulta de la suma de cuatro parámetros, obedeciendo de esta manera a la siguiente fórmula:

$$NR = P + S + MC + I$$

En que:

- **NR** - corresponde al valor del **nivel de riesgo**;
- **P** - corresponde al valor atribuido a la **probabilidad**;
- **S** - corresponde al valor atribuido a la **severidad**;
- **MC** - corresponde al valor atribuido a las **medidas de control**;
- **I** - corresponde al valor atribuido a los **incidentes y enfermedades profesionales**.

En el análisis del valor resultante para el nivel de riesgo asociado a un peligro se considera que:

- El riesgo es **aceptable**, si el **NR ≤ 16**
- El riesgo es **no aceptable**, si el **NR > 16**

#### **5.4.8.10 Acciones a implementar para la eliminación, sustitución y control de los riesgos**

Para los riesgos considerados no aceptables, es necesaria la implementación de medidas que reduzcan el nivel de riesgo.

Las medidas a implementar para la mitigación/eliminación de los riesgos obedecen a la siguiente jerarquía:

- Eliminación del riesgo;
- Sustitución del riesgo;
- Controles técnicos/ingeniería;
- Señalización/aviso y/o controles administrativos;
- Equipos de protección individual (EPI).

En los riesgos considerados aceptables ( $NR \leq 16$ ), no están excluidas medidas que reduzcan el nivel de riesgo, por lo que en el estudio fueron consideradas medidas en casi todas las situaciones identificadas. Es esencial incrementar el concepto de proactividad y de mejora continua en el día a día de los trabajadores.

En lo que concierne a la utilización de equipos de protección individual (EPI), se ha procedido a una evaluación de las situaciones de riesgo, con el objetivo específico de determinar cuál es el equipo de protección individual a utilizar en cada situación. Esa evaluación contempla lo mencionado en la Portaria n.º 988/93, del 6 de Octubre, que establece las prescripciones mínimas de seguridad de la salud de los trabajadores en la utilización del Equipo de Protección Individual, previstas en el Decreto-Ley n.º 348/93, de 1 de Octubre. El anexo I de la referida Portaria refiere en esquema la elección del EPI

adecuado, de acuerdo con las actividades y sectores de actividad constantes en el anexo III, y la lista de equipos constante en el anexo II de la misma Portaria (Ministério do Emprego e da Segurança Social, 1993).

El valor a partir del cual el riesgo es considerado aceptable o no aceptable, fue definido por el autor, tendiendo a reducir con las sucesivas revisiones de la evaluación de riesgo y de esta metodología, con vista a la mejora continúa de las condiciones de seguridad, salud y bien-estar laboral.

#### **5.4.8.11 Comunicación y consulta a los trabajadores**

La participación de los trabajadores fue, y será siempre, tenida en consideración en todo el proceso de identificación de peligros, evaluación y control de riesgos, una vez que son los ejecutantes de las tareas evaluadas y quién mejor conoce la realidad de la actividad desarrollada.

Para la determinación de la evaluación de los peligros y riesgos, y de las respectivas medidas de control a implementar, el autor contó con la participación directa y voluntaria, en contexto real, de tres trabajadores, uno por cada función, (Encargado de Producción, Operador de Producción, Técnico de Mantenimiento), resultante del “focus group” realizado, habiendo sido privilegiada la experiencia y testada la sensibilidad de estos para las materias de seguridad, salud y bien-estar laboral.

Se propone en el final que la comunicación de los riesgos no aceptables, aceptables bien como las respectivas medidas de control sugeridas, sean enviadas al “management” de la empresa, y que sea dado el conocimiento a todos los trabajadores operacionales, utilizando los canales de información/difusión que la empresa estime como los más adecuados, a través de acciones de formación a desarrollar, de la disponibilidad de instrucciones específicas a la función y/o a través de la realización de sesiones de sensibilización puntuales.

## 6 RESULTADOS

Los resultados del modelo de evaluación de riesgos reflejan la implementación de la metodología aplicada.

El tratamiento de los resultados obtenidos fue realizado con recurso al programa Excel.

El modelo de evaluación de riesgos nos envía para el anexo I.

Como resultado de las actividades desempeñadas en la producción del betún caucho fueron identificados **69 riesgos**, siendo que **15** fueron clasificados como **no aceptables** (21,74%), y **54 aceptables** (77,26%). Por elección del autor, fue contabilizado como siendo el mismo riesgo en actividad diurna y nocturna cuando la valoración es igual en ambas situaciones, ya sea con los riesgos aceptables y no aceptables. En situaciones donde la valoración del riesgo es diferente en los períodos diurno y nocturno en la misma actividad, fueran considerados dos riesgos, en lo que concierne a su clasificación.

El autor, por prudencia, independientemente de la respectiva clasificación de los riesgos (aceptables/no aceptables), propone en la evaluación de riesgos medidas de control y recomendaciones en casi todas las actividades desempeñadas.

De acuerdo con los criterios definidos en la metodología para la determinación del nivel de riesgo (**NR=P+S+MC+I**), el valor máximo es 27 para el riesgo no aceptable, y el mínimo de 2, para el riesgo aceptable.

El autor reproduce los peligros/acontecimientos peligrosos que se traducen en riesgos no aceptables asociados a las diversas actividades, no olvidando los riesgos aceptables que merecen un acompañamiento de proximidad, debido a que existen algunas actividades con valores en el límite superior del nivel de riesgo (riesgo es aceptable, si el  $NR \leq 16$ ).

Riesgos **no aceptables**:

- I. **“Mezcla del betún + caucho + ácido polifosfórico a 180°C - 190 °C” -**

Verificación de la mezcla inicial - Entrada del betún en el mezclador + caucho + ácido polifosfórico, tienen las siguientes consecuencias:

- Exposición laboral al Sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S);
- Liberación de humos del betún caucho y otros contaminantes;
- Quemaduras;
- Incendio.

→ **Nivel de riesgo – 25**

II. **“Calentamiento y agitación horizontal del betún caucho a 180°C a 190 °C”**

- Apertura de la tapadera de visita de la cisterna del betún caucho - Verificación organoléptica del estado de la mezcla del betún caucho, nivel de la cisterna y estado de las serpentinas de calentamiento, tienen las siguientes consecuencias:

- Exposición laboral al Sulfuro de Hidrogeno (H<sub>2</sub>S)
- Liberación de humos del betún caucho y otros contaminantes;
- Quemaduras;
- Incendio.

→ **Nivel de riesgo – 25**

III. **“Atmosfera explosiva”** - Actividad productiva, tiene las siguientes consecuencias:

- Explosión;
- Incendio.

→ **Nivel de riesgo – 24**

IV. **“Trabajo en contexto organizacional industrial con variaciones al nivel de la exigencia de producción”** - Operaciones diversas, tienen las siguientes consecuencias:

- Ritmos muy intensos de trabajo;

- Exigencias anormales de productividad;
- Trabajo suplementario;
- Consecuencias al nivel psicológico y social (vida personal, depresión, estrese laboral);
- Accidentes diversos.

→ **Nivel de riesgo – 21**

V. **“Objetos suspendidos”** - Actividades diversas, tienen las siguientes consecuencias:

- Caída de objetos;
- Lesiones al nivel de la cabeza;
- Aplastamiento;
- Muerte.

→ **Nivel de riesgo – 21**

VI. **“Movimiento de máquinas y personas”** – La circulación de máquinas y trabajadores, tiene las siguientes consecuencias:

- Choque con estructuras;
- Lesiones ligeras;
- Atropellamientos.

→ **Nivel de riesgo – 19**

VII. **“Elevación de equipos pesados”** – La descarga de la unidad de producción, y restante logística asociada, tienen las siguientes consecuencias:

- Caída de objetos;
- Lesiones al nivel de la cabeza;
- Aplastamiento;
- Muerte.

→ **Nivel de riesgo – 18**

VIII. **“Montaje de tuberías”** – El inicio del montaje mecánico, tiene las siguientes consecuencias:

- Lesiones músculo-esqueléticas;
- Quemaduras.

→ **Nivel de riesgo – 18**

IX. **“Incendio con origen en la central de mezclas bituminosas del cliente o en las cercanías”** – Central de mezclas bituminosas del cliente, tiene las siguientes consecuencias:

- Quemaduras;
- Muerte.

→ **Nivel de riesgo – 18**

X. **“Tuberías con sustancias calientes: aceite térmico (200 C°), betún (140 a 190 °C) y betún caucho (180 a 195 °C)”** - Circulación entre tuberías, tiene las siguientes consecuencias:

- Contacto con tubería caliente;
- Quemaduras.

→ **Nivel de riesgo – 17**

XI. **“Tuberías con aceite térmico a 200 °C”** - Calentamiento del sistema de aceite térmico, tiene las siguientes consecuencias:

- Contacto con tubería caliente;
- Quemaduras.

→ **Nivel de riesgo – 17**

XII. **“Ruido provocado por la unidad de producción en operación en la obra del cliente (contratista)”** – El desempeño de actividades con exposición al

ruido, tiene las siguientes consecuencias identificadas:

- Exposición al ruido laboral.

→ **Nivel de riesgo – 17**

XIII. **“Emisión de partículas de caucho”** – El desempeño de actividades diversas en el exterior de la unidad de producción, tiene las siguientes consecuencias:

- Inhalación de partículas de caucho;
- Enfermedades respiratorias.

→ **Nivel de riesgo – 17**

XIV. **“Proyección del betún caucho”** – La verificación de la mezcla del betún caucho, tiene las siguientes consecuencias:

- Contacto con sustancia caliente;
- Quemaduras.

→ **Nivel de riesgo – 17**

XV. **“Proyección del betún caucho”** - Control de calidad del betún caucho - Verificación de la viscosidad, tiene las siguientes consecuencias:

- Contacto con sustancia caliente;
- Quemaduras.

→ **Nivel de riesgo – 17**

El factor humano en la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos, asociado a la percepción del autor como observador, tiende a ser un factor influyente. De este modo existirá, siempre, un aspecto subjetivo en la apreciación. No obstante, ese factor fue minorado con la información decurrente del “focus group” realizado, del estudio sobre los equipos, de la

descripción de las actividades analizadas, de los informes de exposición laboral a agentes físicos y químicos, de las fichas de datos de seguridad de las materias primas, búsqueda documental, etc., y llevaran a acciones a desarrollar.

## 7 CONCLUSIONES

La seguridad, salud y bien-estar laboral en la industria del betún caucho "in situ" es un tema de extrema importancia, una vez que la actividad se caracteriza como siendo de riesgo elevado por la Autoridad de las Condiciones del Trabajo (ACT), de acuerdo con las alineas d - *Actividades que impliquen la utilización o almacenaje de productos químicos peligrosos susceptibles de provocar accidentes graves*, y j - *Actividades que impliquen la exposición a agentes cancerígenos, mutagénicos o tóxicos para la reproducción*, del artículo 79.º de la Ley 102/2009 de 10 de Setiembre (Autoridade para as Condições no Trabalho (ACT), 2014) y la misma se caracteriza, también, por ser un sector en constante tensión por la fuerte competencia de las grandes industrias petrolíferas.

Las conclusiones van a incidir específicamente en el análisis detallado y en la opinión del autor, referente a los riesgos identificados con **no aceptables** de las actividades, y que debe ser dada prioridad en su tratamiento, sin embargo, los riesgos **aceptables** no deben ser ignorados bajo riesgo de pasar a no aceptables, por lo que el acompañamiento y la revisión de la evaluación de riesgos debe ser siempre tenida en cuenta, tal como referenciado detalladamente en el punto 5.4.8.3 de la tesis, específicamente, en cada contrato, porque cada obra/planta de producción donde la empresa labora tiene sus especificidades.

De los resultados de la evaluación de riesgos referentes a los peligros o acontecimientos peligrosos:

→ **“Mezcla inicial del betún + caucho + ácido polifosfórico a 180°C - 190 °C”**

→ **“Calentamiento y agitación horizontal del betún caucho a 180°C - 190 °C”**

El autor decidió evaluar en simultáneo los dos peligros/acontecimientos peligrosos

anteriores, decurrentes de actividades que producen las mismas consecuencias y conducen al riesgo más elevado de la investigación, en la óptica del autor.

La exposición laboral al Sulfuro de Hidrogeno ( $H_2S$ ), la liberación de humos del betún caucho y otros contaminantes, fueran identificados como riesgo no aceptable en las actividades identificadas en la producción del betún caucho “in situ”.

El autor, de forma de demostrar lo anteriormente expuesto acerca de los agentes químicos, observó que en el estudio llevado a cabo por el Asphalt Institute y por la Eurobitume que el Sulfuro de Hidrogeno ( $H_2S$ ) es un gas peligroso que está presente en compartimentos que contienen betún caliente, habiendo diversos factores que influyen la presencia del  $H_2S$ , especialmente la temperatura, la agitación y los componentes de la mezcla y aditivos, confirmándose la analogía al caso de estudio. El  $H_2S$  inhalado puede afectar el sistema nervioso, cardiovascular, bien como el sistema respiratorio. Los efectos son altamente dependientes de la concentración del gas y dependen menos del tiempo total de exposición. Los efectos pueden variar de olor ofensivo, irritación de los ojos y del tracto respiratorio en niveles más bajos, hasta la inconsciencia rápida e, incluso, la muerte en concentraciones más altas (Asphalt Institute and Eurobitume, 2015).

En este caso específico de la apertura del mezclador y de la tapadera de visita de la cisterna para verificación del betún caucho, tarea muy frecuente a lo largo de un día de trabajo, el primer contacto es con las emisiones de humos del betún caucho. La eventual presencia del Sulfuro de Hidrogeno ( $H_2S$ ) debe ser considerada, así como de otros contaminantes presentes en la liberación de humos del betún caucho caliente, sea en concentración, exposición o tipología de los agentes.

Adicionalmente, el autor refiere que en el NIOSH Health Hazard Evaluation Report - HETA #2001-0536-2864 – “Crumb-Rubber Modified Asphalt Paving: Occupational Exposures and Acute Health Effects”, se reporta la exposición ocupacional a emisiones en la actividad de pavimentación comparando las mezclas bituminosas con betún caucho, con las del betún convencional, indicando que en general, aunque no hayan sido obtenidos resultados definitivos indicando que las exposiciones a las mezclas bituminosas con betún caucho son más peligrosas que las del betún convencional, las tendencias son sugestivas en el sentido de que las exposiciones a las mezclas bituminosas con betún caucho sean potencialmente más peligrosas (CDC/NIOSH, 2001). El autor considera haber analogía en materia de agentes

químicos evaluados en el estudio.

Fue igualmente observado que en el estudio “Asphalt (Bitumen)” mencionado en el Concise International Chemical Assessment Document 59, que la presencia de modificadores de asfalto y aditivos puede afectar a la composición de los humos del asfalto y vapores, y la exposición del trabajador (World Health Organization, 2004), como es el caso de las materias-primas estudiadas, caucho reciclada de neumáticos y el ácido polifosfórico.

La introducción del ácido polifosfórico, como materia prima en el betún caucho “in situ”, introduce alteraciones que no fueran objeto de pesquisa al nivel de la evaluación de la exposición a agentes químicos en los informes analizados, debido al tipo de betún caucho que estaba a ser producido, tornándose esencial conocer el tipo de influencia en la mezcla. Es sugerida la realización de nuevos ensayos de evaluación de la exposición a agentes químicos en contexto de producción continua, de acuerdo con las materias primas utilizadas, para la cuantificación de los tipos de humos del betún caucho y componentes en partículas inhalables, y que incluyan la pesquisa de H<sub>2</sub>S.

De referir igualmente que, de acuerdo con los agentes clasificados por la International Agency for Research on Cancer (IARC), la lista de clasificaciones por locales de cáncer con evidencia suficiente o limitada en humanos, clasifica la exposición ocupacional a los betunes de pavimentación en el grupo 2B - Posiblemente cancerígeno para humanos (IARC, 2013).

De forma a intentar mitigar el riesgo, se requiere la introducción de controles técnicos/ingeniería, siendo necesario averiguar si es lo adecuado y cuantificar la inversión para las sugerencias mencionadas por el autor en la evaluación de riesgos.

Se recomienda, en contexto de medicina del trabajo, la realización de exámenes médicos específicos de toxicología laboral a los trabajadores para búsqueda de contaminantes químicos decurrentes de la exposición a los humos del betún caucho caliente.

Los resultados de la evaluación de riesgos decurrentes de las actividades arriba mencionadas consideraran, también, como peligros/acontecimientos peligrosos, quemaduras e incendio.

Las quemaduras por proyección del betún caucho a altas temperaturas (180°C - 190 °C) en el rostro/cabeza son eminentes en las actividades identificadas. Se vuelve crucial la utilización de equipos de protección individual (EPI) adecuados, bien como el montaje de una ducha de emergencia con lava-ojos, que asegure un lavado rápido y seguro en caso de contacto accidental, como medio primario de primeros socorros para bajar la temperatura de la (s) quemadura (s).

El riesgo de incendio fue considerado en el sentido de haber evidencia de mezclas de aire con gases y vapores, etc., en la apertura de la tapadera de visita del mezclador y de la cisterna del betún caucho para inspección por lo que, para el autor, parece demostrar el peligro de atmosfera explosiva y se sugiere la toma de medidas con la debida brevedad, por vía de la realización de una auditoria ATEX.

#### → “**Atmosfera explosiva**”

Relativamente al peligro/acontecimiento peligroso identificado en la evaluación de riesgos, el autor evaluó por prudencia con un índice elevado por sospecha de áreas donde se pueden formar atmosferas explosivas, debido a las mezclas de aire con sustancias inflamables (gases, vapores, nieblas o polvos), de forma a evitar la deflagración y la propagación de eventuales explosiones. Se sugiere como medida inmediata, la realización de auditoria ATEX por técnico certificado para evaluar los riesgos de explosión.

Debe ser elaborada una evaluación de riesgos de explosiones, y el empleador debe asegurar la elaboración y actualización de un manual de protección contra explosiones. El documento debe ser revisado siempre que sean efectuadas modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el local de trabajo, en los equipos o en la organización del trabajo, mencionando que fueran tenidos en cuenta:

- La concepción, utilización y mantenimiento de los locales de trabajo y de los equipos, incluyendo los sistemas de alarma;
- La identificación y evaluación de los riesgos de explosión;
- La clasificación de las áreas peligrosas en zonas;
- La programación de medidas adecuadas para aplicación de las prescripciones establecidas por el Decreto-Ley nº 236/2003 de 30 de Setiembre;

- La identificación de las áreas donde deben ser aplicadas las prescripciones mínimas aplicables a las áreas peligrosas;
- La adopción de medidas que permitan utilizar los equipos de trabajo de una forma segura.

La empresa posee un plano de respuesta a emergencias que reproduce el escenario de emergencia de incendio en la unidad de producción (general), pero que debe de ser naturalmente ajustado al tipo de riesgo.

→ **“Trabajo en contexto organizacional industrial con variaciones al nivel de la exigencia de producción”**

El autor puntuó el peligro/acontecimiento peligroso en causa como uno de los riesgos más elevados por entender que, de acuerdo con el observado, las dificultades verificadas en contexto real son notorias, y justifican la contratación de un recurso humano más, de la manera que la empresa mejor lo entienda (contrato obra / temporal / efectivo), de acuerdo con la producción definida contractualmente, para equilibrar el equipo compuesto por los tres trabajadores, que trabajan más de 10 horas diarias para satisfacer las necesidades de producción del cliente, a veces sin pausas/pausas reducidas para comer, bajo enorme tensión, día tras día.

El autor considera que la presión elevada continuada puede desarrollar consecuencias al nivel psicosocial, con impacto negativo en la productividad, bien-estar, salud física y mental, resultando en la producción de accidentes diversos y, como consecuencia, el desarrollo de enfermedades.

Fue notado alguna ansiedad y depresión en los trabajadores en el desempeño de las funciones por miedo de lidiar con la situación de presión elevada continuada, dificultad de concentración, cansancio crónico, dificultad en relajar y dormir convenientemente (reportado al autor), aumento del consumo de tabaco, dificultad en tomar decisiones, irritabilidad, etc., lo que lleva al autor a observar que estas reacciones son eventualmente efectos del stress, que pueden llevar a enfermedades.

La puntuación obtenida fue también atribuida teniendo en cuenta el histórico de accidentes repetitivos de un trabajador experimentado en niveles de exigencia laboral muy intensos, sujetos a exigencias anormales de productividad (supuestos ataques de pánico con desmayo, conforme información médica), pero el autor comparte la opinión

de que los accidentes con el mismo trabajador no están inmunes a la intoxicación por Sulfuro de Hidrogeno ( $H_2S$ ), u otras emisiones de humos del betún caucho caliente, por ausencia de utilización del EPI, no obstante, validó la información médica.

El autor sugiere que los trabajadores deben efectuar exámenes médicos específicos para búsqueda de contaminantes químicos decurrentes de la liberación de humos del betún caucho caliente, y confirmar indicios de stress e riesgos psicosociales de forma a clarificar la situación, por lo que se sugiere al *management* el traslado de los trabajadores a la consulta de medicina del trabajo.

### → “Objetos suspensos”

Relativamente al peligro/acontecimiento peligroso “objetos suspensos”, el autor puntuó como riesgo no aceptable, debido a las consecuencias que implica, especialmente: queda de objetos; lesiones al nivel da cabeza; aplastamiento; muerte.

Dando como ejemplo real, el transporte de los big bags del caucho desde el local de acondicionamiento hasta la unidad de producción, y respetiva elevación para el silo, esta operación debe ser efectuada por operador de manipuladora telescópica experimentado, en un pasillo exclusivo para estos efectos, preferencialmente, proponiéndose la delimitación del mismo con cinta para limitar la zona de trabajo de la máquina y, así, circular libremente.

Se sugiere la verificación organoléptica al estado de los big bag, especialmente a las correas de transporte y exterior, aunque sean doblemente encintados. Debido a factores diversos, como el mal tiempo, carga en el proveedor, descarga en el cliente y transporte en obra ya en contexto de producción y con gran elevación hasta al silo permaneciendo mucho tiempo alzado, requiere bastante cuidado. Reportado por los trabajadores participantes en el estudio hay histórico regular de incidentes de caída de big bags, sea debido a correas que se rompen, sea porque el exterior de los mismos se rompe y caen directamente al suelo o encima de la unidad de producción en el trascurso del transporte o cuando alzados en altura. Los big bags pesan aproximadamente 1,2 t.

La manipuladora telescópica deberá ser seleccionada de acuerdo con el peso del big bag y deberá obligatoriamente ser dotada de estabilizadores, caso contrario, no

deberá ser usada bajo pena de caer con la elevación del big bag.

→ **“Movimiento de máquinas y personas”**

El movimiento de máquinas y personas es un peligro/acontecimiento peligroso que el autor reconoce como importante debido a las consecuencias que reproduce: choque con estructuras; lesiones pequeñas; atropellamientos.

El autor considera que el período nocturno de trabajo es el más propicio para que se pasen accidentes, por lo que sugiere como medida preventiva en todos los contratos la delimitación del área del obra destinada a la empresa con recurso a cinta reflectora u otro medio, bien como la utilización obligatoria de chaleco reflector por parte de los trabajadores de la empresa. El movimiento de vehículos pesados de carga, máquinas y personas en el obra son una realidad constante, siendo que en la mayoría de las obras, el polvo en el ambiente decurrente del movimiento junto con los humos de la central de mezclas bituminosas, los vapores de la unidad de producción de la empresa, y la flaca visibilidad y luminosidad, son indicativos más que suficientes para la tomada de medidas de prevención.

→ **“Elevación de equipos pesados”**

En la actividad de descarga de la unidad de producción, y restante logística asociada, el peligro/acontecimiento peligroso de elevación de diversos equipos pesados puede conllevar a las siguientes consecuencias: caída de objetos; lesiones al nivel de la cabeza; aplastamiento; muerte. Es estrictamente prohibido permanecer en el rayo de acción de las actividades con la manipuladora telescópica en la elevación y descarga de equipos.

La manipuladora telescópica, por norma, es alquilada en cada contrato, sin embargo, también podrá ser cedida por el contratista de acuerdo con las condiciones del contrato, por lo que no se dispensa la verificación del plano de mantenimiento de este equipo y las instrucciones de seguridad en su manejo.

La utilización de EPI, especialmente casco de protección/gorra de protección son obligatorios en esta actividad, así como en todas las actividades de operación desarrolladas en la unidad de producción.

→ **“Montaje de tuberías”**

En la instalación de la unidad de producción, en el montaje mecánico, el peligro/acontecimiento peligroso identificado es el montaje de tuberías, que tiene como consecuencias reconocidas: lesiones músculo-esqueléticas; quemaduras.

Este tipo de montaje es por norma efectuado manualmente por todos los funcionarios de la unidad de producción. De referir que las tuberías de betún/betún caucho son pesadas y de gran dimensión. Cuando hay poco espacio entre la unidad de producción y la central de mezclas bituminosas del contratista, y cuando la postura física de los trabajadores puede estar en riesgo, se vuelve necesario recurrir a la ayuda de la manipuladora telescópica para soportar el peso de las tuberías cuando es necesario la interconexión de las mismas.

Las causas físicas que llevan a lesiones musco-esqueléticas son, en este caso, referentes al movimiento de cargas, que inducen movimientos de torsión y de flexión, bien como posturas incorrectas. Dada la sensibilidad de las uniones de las tuberías, los trabajadores optan por el transporte manual en pequeños trayectos. La conexión de las mangueras es efectuada manualmente con recurso a herramientas de cierre.

Las quemaduras identificadas como consecuencia tienen histórico de accidente grave. En la conexión de la tubería de abastecimiento del betún a la cisterna/tubería del contratista a la unidad de producción, que requiere mucho cuidado, debe verificarse la posición de los grifos, una vez que el betún está siempre muy caliente ( $\pm 150$  °C). El histórico de accidente grave se debió a una descarga de betún caliente en el rostro y miembros superiores en la conexión

de la tubería, por lo que además de los cuidados mencionados anteriormente, es obligatorio el uso de visera de protección (no verificado), bien como casco de protección/gorra de protección.

→ **“Incendio con origen en la central de mezclas bituminosas del cliente o en las cercanías”**

Los peligros en las obras de los clientes son innumerables, sin embargo, el peligro que mayor impacto tiene para la empresa es el de incendio con origen en la central de mezclas bituminosas del contratista, que el autor consideró como consecuencias: quemaduras; muerte.

Las referidas centrales trabajan con combustibles (gas, gasóleo y fuel oil) para calentar todo el proceso de fabricación de las mezclas bituminosas, por vía de quemadores, caldera de aceite térmico para el fluido calentar las cisternas de los betunes de pavimentación, etc.

En cada contrato celebrado entre las partes, sugiere que sea introducida una cláusula para que los clientes hagan, por lo menos, una acción de formación e información sobre los peligros y riesgos de su actividad, con impacto en los subcontratados.

→ **“Tuberías con sustancias calientes: aceite térmico (200 °C), betún (140 a 190 °C) y betún caucho (180 a 195 °C)”**

→ **“Tuberías con aceite térmico a 200 °C”**

Los dos peligros/acontecimientos peligrosos anteriores, decurrentes de las actividades que producen las mismas consecuencias, conducen al mismo riesgo, por lo que el autor decidió evaluar en simultáneo.

La circulación entre tuberías a temperaturas elevadas, y el calentamiento del sistema de aceite térmico es una situación operacional de rutina, por lo que se requiere mucha atención, debido a las consecuencias: contacto con la respectiva tubería; quemaduras.

Como regla, debe reducirse la permanencia de circulación al máximo entre las tuberías, apenas para verificaciones puntuales, o en casos de fuerza mayor. En caso de normal circulación, podrá optarse por circular por el lado donde haya menos tubería en el suelo, aunque que el camino sea más largo.

Se sugiere que la empresa deba adquirir más mangueras dobles flexibles reforzadas con malla de acero exterior, para substituir las rígidas sin protección exterior.

En caso de necesidad de manipular la tubería, usar obligatoriamente el EPI recomendado para la tarea.

→ **“Ruido provocado por la unidad de producción en operación en la obra del cliente (contratista)”**

La unidad de producción en operación genera ruido, y la mayoría de las actividades de los trabajadores son realizadas en el exterior, como consecuencia los trabajadores están expuestos al ruido ocupacional.

Fueran elaborados dos estudios, en 2005 y 2007 respetivamente, siendo que en 2007 fue identificado que tres trabajadores estaban expuestos por encima del valor de acción inferior, habiendo sido efectuadas fichas individuales de exposición por trabajador, lo que llevó a la utilización obligatoria de protección auricular (EPI).

Se sugiere que sean efectuadas nuevas evaluaciones en diversas obras para que se pueda evaluar convenientemente el riesgo, y los ensayos deben prever que la unidad de producción está en plena producción simultáneamente con la central de mezclas bituminosas del cliente, y no aisladamente. Los resultados son distintos en cada obra, por lo que se desconocen también otros tipos de ruido ambiente de las obras. La selección de la protección auricular (EPI) es resultado de todos estos factores.

Se recomienda que en consulta de medicina del trabajo sea evaluada la audición de los trabajadores.

→ **“Emisión de partículas de caucho”**

El peligro/acontecimiento peligroso de emisión de partículas de caucho se inicia con la

apertura del big bag de caucho durante la entrada del caucho en la tolva de la unidad de producción, por lo que el trabajador que efectúa la apertura del big bag y acompaña la descarga en la tolva, es el primero a tener contacto con una enorme concentración de partículas, extendiéndose después, en menor cantidad, a los restantes en el desempeño de sus tareas en el exterior.

Las consecuencias directas de este peligro son: inhalación de partículas de caucho; enfermedades respiratorias.

En 2006 y 2007 fueron elaborados informes de evaluación de la exposición a agentes químicos, pero no analizan en este caso específicamente el momento en que el trabajador procede a la tarea de apertura del big bag del caucho, pero sí los agentes químicos de una forma general, estando los valores de los polvos debajo de los límites de exposición, lo que puede indicar que en el momento de las mediciones no hubo descarga del big bag en la tolva.

Es fundamental la medición de la concentración de los polvos en el momento exacto de la tarea de apertura del big bag del caucho hasta al término de salida del caucho en la tolva, extensible alrededor de la unidad de producción.

El trabajador durante la descarga del big bag debe obligatoriamente usar una protección respiratoria que garantice la protección total de la función respiratoria y que incluya la visión, por lo que la elección del EPI debe ser recomendada de acuerdo con los resultados de las mediciones en consonancia con la materia prima en utilización.

Se recomienda la rotación del trabajador en el puesto de trabajo/reducción del grado de exposición del trabajador en la tarea en causa.

Debe ser estudiada la viabilidad de la concepción de control técnico/ingeniería para mitigar la liberación de las emisiones del caucho.

Es aconsejable que los trabajadores sean monitorizados en consulta de medicina del trabajo, teniendo en cuenta los constituyentes presentes en el caucho reciclado de neumáticos, inhalada como partículas del caucho.

→ **“Proyección de betún caucho”**

→ **“Salpicaduras del betún caucho”**

El autor entiende que los dos peligros/acontecimientos anteriores pueden ser evaluados en simultáneo una vez que reproducen parcialmente o anteriormente abordado en las primeras dos situaciones de peligro identificadas en las conclusiones, no obstante, en otras actividades. La proyección y salpicaduras del betún caucho decurrentes de la verificación de la mezcla en producción continúa, y del control de calidad del betún caucho - verificación de la viscosidad, reproducen las mismas consecuencias: contacto con sustancia caliente; quemaduras.

Se observa que existe alta probabilidad de quemaduras en el rostro/cabeza y miembros superiores por proyección y salpicaduras del betún caucho a altas temperaturas (180°C - 195 °C) en las actividades identificadas. Tener mucha atención durante la apertura de la tapadera de visita del mezclador y de la cisterna de reacción a cuando de la verificación de la mezcla del betún caucho.

Relativamente a la recogida de muestras en el control de calidad del betún caucho - verificación de la viscosidad, deben ser implementados controles técnicos/ingeniería/soluciones para medición de la viscosidad fiables en continuo, por forma a reducir la frecuencia de la recogida de muestras manuales. El equipo "Micro Motion" instalado (medición en continuo) en unidad de producción no confiere resultados creíbles, comparados con la lectura manual a través del viscosímetro rotacional "Haake". Sugiere que sea analizado otro producto "Micro Motion" para lectura de la viscosidad y densidad en continuo, por ejemplo de "Emerson US", de forma a reducir drásticamente la frecuencia de la verificación manual.

Es crucial la utilización del EPI adecuado. En el caso de la tarea de recogida del betún caucho en la válvula/grifo manual de la unidad de producción y medición de la viscosidad, debe ser usada visera de protección y guantes de seguridad hasta al codo, adecuadas a altas temperaturas. En la verificación organoléptica de la mezcla del betún caucho, en la apertura de la tapadera de visita del mezclador y de la cisterna de reacción, la visera de protección es indispensable.

Una ducha de emergencia con lava-ojos es fundamental junto a la unidad de producción, para bajar la temperatura de las quemaduras con betún caucho caliente.

En conclusión, el trabajo desarrollado por el autor junto con la estrecha colaboración y experiencia de los trabajadores, se puede atestar que el modelo de evaluación de riesgos propuesto produce resultados consistentes, verosímiles y consensuales con la realidad laboral analizada y que el factor subjetividad es reducido, pudiéndose observar que es adecuada la metodología a este tipo de industria específico, contribuyendo a una economía circular segura.

## **8 LIMITACIONES**

Se destacan como eventuales limitaciones la dimensión de la muestra, o sea, apenas una empresa a desarrollar la actividad de producción de tres tipos de betún caucho “in situ”, sin embargo, dada la especificidad de la actividad, el estudio no tiene como pretensión agotar el asunto, dejando en abierto cualquier tipo de iniciativa de investigación.

## **9 PERSPECTIVAS FUTURAS**

Para que el modelo adquiera mayor globalidad, es esencial que la dinámica del mercado proporcione condiciones para la concepción de más unidades de producción/empresas del mismo ámbito, de forma a poder evolucionar y analizar un mayor número de variables, y acceder a más fuentes de información.

El modelo de evaluación de riesgos desarrollado es el punto de partida, y es compatible en nuevas organizaciones del sector, siendo armonizable a cualesquier otras iniciativas de actualización, adaptación a otras metodologías, y en novas líneas de investigación que sean creadas en el ámbito de la seguridad, salud, y bien-estar laboral.

A considerar también como línea futura de investigación, el autor propone un estudio amplio que contemple la evaluación da exposición laboral a los humos del betún caucho (alto, medio y bajo porcentaje del caucho), especialmente al rol de agentes químicos resultantes de la producción “in situ” (de acuerdo con las materias-primas utilizadas), y análisis toxicológica laboral con el apoyo de la medicina del trabajo para fundamentar la eventual exposición de los trabajadores.

De referir que dada la singularidad de la actividad “in situ”, actualmente este tipo de investigación es única en Portugal.

## 10. BIBLIOGRAFIA

Asphalt Institute; Eurobitume. (2015). Eurobitume. Obtido de <https://www.eurobitume.eu>:  
[https://www.eurobitume.eu/public\\_downloads/General/The%20Bitumen%20Industry%203rd%20edition.pdf](https://www.eurobitume.eu/public_downloads/General/The%20Bitumen%20Industry%203rd%20edition.pdf)

ACT. (20 de 5 de 2014). Saúde, Trabalho e Ambiente, Lda. Obtido de <http://www.sta.pt>:  
[http://www.sta.pt/uploads/8/6/0/4/86045498/cae\\_actividades\\_risco\\_elevado.pdf](http://www.sta.pt/uploads/8/6/0/4/86045498/cae_actividades_risco_elevado.pdf)

Agência Portuguesa do Ambiente. (17 de 09 de 2018). Agência Portuguesa do Ambiente. Obtido de <https://www.apambiente.pt>:  
<https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=197&sub3ref=287>

Alli, B. O. (2008). International Labour Organization. Obtido de [www.ilo.org](http://www.ilo.org):  
[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms\\_093550.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_093550.pdf)

APCER. (5 de 9 de 2016). APCER. Obtido de <http://blog.apcergroup.com/2016/09/05/o-que-e-o-ciclo-pdca/>

Arashpour, M., & Arashpour, M. (10 de 2010). IEOM Society. Obtido de [www.iieom.org/ieom2011/pdfs/IEOM128.pdf](http://www.iieom.org/ieom2011/pdfs/IEOM128.pdf)

Asphalt Institute and Eurobitume. (2015). Eurobitume. Obtido de <https://www.eurobitume.eu>:  
[https://www.eurobitume.eu/public\\_downloads/General/The%20Bitumen%20Industry%203rd%20edition.pdf](https://www.eurobitume.eu/public_downloads/General/The%20Bitumen%20Industry%203rd%20edition.pdf)

Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT). (s.d.). Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT). Obtido de [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/Publicacoes/Documents/AF\\_mecanicos.pdf](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/Publicacoes/Documents/AF_mecanicos.pdf)

Autoridade para as Condições no Trabalho (ACT). (20 de 05 de 2014). Saúde, Trabalho e Ambiente, Lda. Obtido de <http://www.sta.pt>:  
[http://www.sta.pt/uploads/8/6/0/4/86045498/cae\\_actividades\\_risco\\_elevado.pdf](http://www.sta.pt/uploads/8/6/0/4/86045498/cae_actividades_risco_elevado.pdf)

Baptista, F., Antunes, M., & Fonseca, P. (04 de 2006). Centro Rodoviário Português. Obtido de [www.crp.pt](http://www.crp.pt): [http://www.crp.pt/docs/A18S103-5\\_2\\_FatimaBatista.pdf](http://www.crp.pt/docs/A18S103-5_2_FatimaBatista.pdf)

Barreto, M. d., & Pires, K. R. (2015). Occupational risk management in construction supply chain. *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, 2.

Batista, F., Antunes, M., & Fonseca, P. (05 de 04 de 2006). Centro Rodoviário Português. Obtido de [www.crp.pt](http://www.crp.pt): [http://www.crp.pt/docs/A18S103-5\\_2\\_FatimaBatista.pdf](http://www.crp.pt/docs/A18S103-5_2_FatimaBatista.pdf)

Blockley, D. (1992). *Engineering Safety*. McGraw-Hill International (UK) Limited.

Cabrito, A. J. (2005). *A aplicação dos princípios gerais de prevenção na fase de projeto*. Lisboa: ISHST Instituto para a Segurança Higiene e saúde no Trabalho.

Caltrans. (1 de 2003). *Asphalt-Rubber*. Obtido de <http://www.asphaltrubber.org/>: [http://www.asphaltrubber.org/ari/California\\_AR\\_Design\\_Guide/Caltrans\\_Asphalt\\_Rubber\\_Usage\\_Guide.pdf](http://www.asphaltrubber.org/ari/California_AR_Design_Guide/Caltrans_Asphalt_Rubber_Usage_Guide.pdf)

Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS). (15 de 2 de 2017). Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS). Obtido de <http://www.ccohs.ca>: [http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/risk\\_assessment.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/risk_assessment.html)

Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2018). Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Obtido de <https://www.ccohs.ca>: [https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazard\\_risk.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazard_risk.html)

CATIM. (2007). *Avaliação do risco de exposição a contaminantes públicos - Manhufe*.

CDC/NIOSH. (2001). Centers for Disease Control and Prevention. Obtido de <https://www.cdc.gov>: <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/2001-0536-2864.pdf>

CEPSA. (19 de 01 de 2010). *Ficha de Dados de Segurança Betume 35/50* .

Cole, K. S., Stevens-Adams, S. M., & Wenner, C. A. (3 de 2013). Sandia National Laboratories. Obtido de <http://prod.sandia.gov>: <http://prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2013/132754.pdf>

Construir. (06 de 04 de 2007). *CONSTRUIR*. Obtido de <http://www.construir.pt>: <http://www.construir.pt/2007/04/06/bmb-inova-em-portugal-com-a-ecipav/>

Covello, V. T., & Merkhofer, M. W. (1993). *Risk Assessment Methods - Approaches for Assessing Health and Environmental Risks*. In V. T. Covello, & M. W. Merkhofer. Plenum Press.

Creswell, J. W. (2014). *Research Design : Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE.

CT153 InIR. (16 de 09 de 2013). NP 4501: 2013 - Betume Borracha - Requisitos para betumes com borracha reciclada de pneus usados. NP 4501: 2013 - Betume Borracha - Requisitos para betumes com borracha reciclada de pneus usados. Instituto Português da Qualidade.

CT42 - IPQ. (23 de 12 de 2008). NP 4397 2008: *Sistemas de gestão da segurança e saúde do trabalho*.

Diário da República n.º 183/2015, Série I de 2015-09-18. (18 de 9 de 2015). Resolução do Conselho de Ministros n.º 77/2015. Obtido de Diário da República n.º 183/2015, Série I de 2015-09-18: <https://dre.pt/application/file/a/70334184>

Diário da República, 1.ª série - N.º 12 - 17 de janeiro de 2018. (17 de 1 de 2018). Valorpneu. Obtido de [https://www.valorpneu.pt:https://www.valorpneu.pt/output\\_efile.aspx?sid=1d9f7588-7bb0-44f7-a12d-42b1aac223a5&cntx=4EHCqBvjocdxXuvH4A8C0R9UEJdAbTeJQP8uzSyWkElyetjI3lhCKCdvYBMSdJ%2FV%2BdrrQpyGiZ9eCG7%2FX9%2B0DQ%3D%3D&idf=5096](https://www.valorpneu.pt:https://www.valorpneu.pt/output_efile.aspx?sid=1d9f7588-7bb0-44f7-a12d-42b1aac223a5&cntx=4EHCqBvjocdxXuvH4A8C0R9UEJdAbTeJQP8uzSyWkElyetjI3lhCKCdvYBMSdJ%2FV%2BdrrQpyGiZ9eCG7%2FX9%2B0DQ%3D%3D&idf=5096)

Diário da República, 1.ª série — N.º 12 — 17 de janeiro de 2018 . (17 de 1 de 2018). Portaria n.º 20/2018 de 17 de janeiro .

Direção Geral de Saúde. (09 de 2014). Direção Geral de Saúde. Obtido de <https://www.dgs.pt:https://www.dgs.pt/saude-ocupacional/doencas-profissionais-e-acidentes-de-trabalho/doencas-profissionais/diagnostico-estatistico.aspx>

Direção Geral de Saúde. (2016). Direção Geral de Saúde. Obtido de Direção Geral de Saúde: <https://www.dgs.pt/saude-ocupacional/organizacao-de-servicos-de-saude-do-trabalho/requisitos-de-organizacao-e-funcionamento/atividades/gestao-do-risco-profissional.aspx>

Direção Geral de Saúde. (2016). Direção Geral de Saúde. Obtido de <https://www.dgs.pt:https://www.dgs.pt/saude-ocupacional/doencas-profissionais-e-acidentes-de-trabalho.aspx>

DIRECT-MAT. (s.d.). DIRECT-MAT. Obtido de <http://direct-mat.fehrl.org>: <http://direct-mat.fehrl.org/>

Eco.nomia.pt. (2018). Eco.nomia.pt. Obtido de <http://eco.nomia.pt:http://eco.nomia.pt/pt/economia-circular/estrategias>

Estradas de Portugal, S.A. (09 de 2014). Caderno de Encargos Tipo Obra - 14.03 - Pavimentação. Obtido de [http://www.infraestruturasdeportugal.pt/sites/default/files/cet/14\\_03\\_set\\_2014.pdf](http://www.infraestruturasdeportugal.pt/sites/default/files/cet/14_03_set_2014.pdf)

Eurofound. (2018). Eurofound. Obtido de [https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef\\_publication/field\\_ef\\_document/ef18007en.pdf](https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef18007en.pdf)

European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). (2017). European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Obtido de <https://osha.europa.eu:https://osha.europa.eu/pt/tools-and-publications/publications/annual-report-2016>

European Chemicals Agency (ECHA). (6 de 2018). ECHA. Obtido de [https://echa.europa.eu:https://echa.europa.eu/documents/10162/22786913/sds\\_es\\_guide\\_pt.pdf/30d096b4-b415-7957-b012-ef1a6eb49b92](https://echa.europa.eu:https://echa.europa.eu/documents/10162/22786913/sds_es_guide_pt.pdf/30d096b4-b415-7957-b012-ef1a6eb49b92)

European Commission - Directorate-General V - Employment, Industrial Relations and Social Affairs - Public Health and Safety at Work Directorate, Luxembourg. (1996). Agência Europeia para a Saúde e Segurança no Trabalho. Obtido de <https://osha.europa.eu>: <https://osha.europa.eu/pt/legislation/guidelines/guidance-on-risk-assessment-at-work>

Eurostat. (2013). European Statistics on Accidents at Work (ESAW). Obtido de <http://ec.europa.eu>: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5926181/KS-RA-12-102-EN.PDF>

Eurostat. (2013). Eurostat. Obtido de <http://ec.europa.eu/eurostat>: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3930297/5968986/KS-FP-13-001-EN.PDF/6952d836-7125-4ff5-a153-6ab1778bd4da>

French, S., & Steel, T. (8 de 2017). International Transport Forum. Obtido de <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/investigation-sms-safety-culture.pdf>

Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP/MTSSS). (2016 e 2018). GEP/MTSSS. Obtido de <http://www.gep.msess.gov.pt>: [http://www.gep.msess.gov.pt/estatistica/acidentes/seriesat\\_2002\\_2013.pdf](http://www.gep.msess.gov.pt/estatistica/acidentes/seriesat_2002_2013.pdf) e [http://www.gep.mtsss.gov.pt/estatistica/acidentes/seriesat\\_2004\\_2015.pdf](http://www.gep.mtsss.gov.pt/estatistica/acidentes/seriesat_2004_2015.pdf)

Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP/MTSSS). (7 de 12 de 2017). GEP/MTSSS. Obtido de <http://www.gep.msess.gov.pt>: <http://www.gep.msess.gov.pt/estatistica/acidentes/at2015sint.pdf>

Health and Safety Authority (H&SA). (2018). Health and Safety Authority (H&SA). Obtido de Health and Safety Authority (H&SA): <http://www.hsa.ie/eng/Topics/Hazards/>

Health and Safety Executive (HSE). (s.d.). Health and Safety Executive (HSE). Obtido de <http://www.hse.gov.uk/managing/plan-do-check-act.htm>

Health and Safety Executive (HSE). (s.d.). Health and Safety Executive (HSE). Obtido de <http://www.hse.gov.uk>: <http://www.hse.gov.uk/risk/faq.htm#q1>

Hecker, S., & Goldenhar, L. (1 de 2014). Center for Construction Research and Training. Obtido de [https://www.cpwr.com/sites/default/files/publications/hecker\\_goldenhar\\_lit\\_review\\_summary\\_final\\_0.pdf](https://www.cpwr.com/sites/default/files/publications/hecker_goldenhar_lit_review_summary_final_0.pdf)

Hotmix Industries, Inc. (s.d.). Hot Mix Inc.(HMI). Obtido de [www.hotmixinc.com](http://www.hotmixinc.com): [http://www.hotmixinc.com/eng/products\\_rubber.php](http://www.hotmixinc.com/eng/products_rubber.php)

Hughes, P., & Ferrett, E. (2005). Introduction to Health and Safety in Construction. Elsevier Ltd.

IARC. (2013). International Agency for Research on Cancer. Obtido de <http://www.iarc.fr/>: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/09/ClassificationsAlphaOrder.pdf>

(1998). Encyclopaedia of Occupational Health and Safety 4th Edition. In ILO, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety 4th Edition (p. Capítulo 56). International Labour Organization.

Innophos. (25 de 10 de 2010). Safety Data Sheet Innovalt R200.

Innophos. (26 de 08 de 2014). Safety Data Sheet Innovalt R200.

INSHT. (1996). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Obtido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias\\_Ev\\_Riesgos/Ficheros/Evaluacion\\_riesgos.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf)

International Labour Organization. (1998). International Labour Organization. Obtido de Technical and ethical guidelines for workers' health surveillance: [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms\\_publ\\_9221108287\\_en.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_publ_9221108287_en.pdf)

ISQ. (2005 ). Exposição sonora trabalhadores - Benavente.

ISQ. (2006). Vibrações Corpo Inteiro / Vibrações no Posto de Trabalho – Calhandriz.

ISQ. (2007). Exposição pessoal diária ao ruído - Alenquer.

J.Tixier, Dusserre, G., O.Salvi, & D.Gaston. (2002). Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants. Journal of Loss Prevention in the Process Industries - Elsevier, 291-303.

LNEC. (2006). DA3 MBA-BMB Misturas betuminosas para pavimentos rodviários e aeroportuários. LNEC. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

LNEC. (2008). DA15 MBR-BMB - Misturas betuminosas para pavimentos rodoviários e aeroportuários. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

LNEC; Recipav. (15 de 11 de 2009). Repositorio at LNEC. Obtido de Repositorio at LNEC: [http://repositorio.lnec.pt:8080/bitstream/123456789/17646/1/WP5\\_PortugueseLiteratureReview\\_LNEC%26RECIPAV\\_vF.pdf](http://repositorio.lnec.pt:8080/bitstream/123456789/17646/1/WP5_PortugueseLiteratureReview_LNEC%26RECIPAV_vF.pdf)

MAOTDR; MOPTC. (02 de 03 de 2007). Agência Portuguesa do Ambiente. Obtido de <http://www.apambiente.pt/>: [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/Politic/Residuos/FluxosEspecificosResiduos/RCD/DespachoPneusBMB.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/Politic/Residuos/FluxosEspecificosResiduos/RCD/DespachoPneusBMB.pdf)

Masson, J.-F. (2008). Brief review of the chemistry of polyphosphoric acid (PPA) and bitumen . Energy & Fuels, 2637-2640 .

MICHELIN. (2018). MICHELIN. Obtido de <https://www.michelin.pt/pneus-turismo/conselhos/tudo-sobre-o-pneu/o-que-compoe-um-pneu>

Ministério do Emprego e da Segurança Social. (6 de 10 de 1993). Portaria nº 988/93, de 6 de outubro. Obtido de [www.act.gov.pt](http://www.act.gov.pt): <https://dre.pt/application/dir/pdf1s/1993/10/234B00/55995602.pdf>

Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional e das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. (02 de 03 de 2007). Agência Portuguesa do Ambiente. Obtido de Agência Portuguesa do Ambiente: [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/Políticas/Residuos/FluxosEspecificosResiduos/RCD/DespachoPneusBMB.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Residuos/FluxosEspecificosResiduos/RCD/DespachoPneusBMB.pdf)

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (13 de 1 de 2015). CDC Centers for Disease Control and Prevention. Obtido de <https://www.cdc.gov>: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/>

Neves, J. M. (s.d.). Instituto Superior Técnico. Obtido de <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt>: [https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779573719823/GuiaMateriais\\_Parte2.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779573719823/GuiaMateriais_Parte2.pdf)

NIOSH. (2001). Crumb-Rubber Modified Asphalt Paving: Occupational Exposures and Acute Health Effects. Obtido de <https://www.cdc.gov>: <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/2001-0536-2864.pdf>

NIOSH. (11 de 5 de 2018). CDC Centers for Disease Control and Prevention. Obtido de <https://www.cdc.gov>: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/>

Nunes, I. L. (10 de 2016). OSH WIKI. Obtido de <https://oshwiki.eu>: [https://oshwiki.eu/wiki/Occupational\\_safety\\_and\\_health\\_risk\\_assessment\\_methodologies#Risk\\_analysis](https://oshwiki.eu/wiki/Occupational_safety_and_health_risk_assessment_methodologies#Risk_analysis)

Nunes, I. L., & Simões-Marques, M. (2012). Applications of Fuzzy Logic in Risk Assessment – The RA\_X Case . In M. F. Azeem, Fuzzy Inference System - Theory and Applications (pp. 21-40). InTech.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (s.d.). Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Obtido de <https://www.osha.gov>: <https://www.osha.gov/dte/library/DfCSParticipantGuide.pdf>

Occupational Safety and Health Administration. (10 de 2016). Occupational Safety and Health Administration. Obtido de <https://www.osha.gov>: [https://www.osha.gov/shpguidelines/docs/OSHA\\_SHP\\_Recommended\\_Practices.pdf](https://www.osha.gov/shpguidelines/docs/OSHA_SHP_Recommended_Practices.pdf)

Occupational Safety and Health Administration in Finland. (2018). Occupational Safety and Health Administration in Finland. Obtido de Occupational Safety and Health Administration in Finland: <http://www.tyosuojelu.fi/web/en/occupational-health/accidents>

Occupational Safety and Health Administration. (s.d.). Occupational Safety and Health Administration. Obtido de <https://www.osha.gov>: <https://www.osha.gov/shpguidelines/hazard-prevention.html>

Pestana, C. C. (7 de 2009). Centro Rodoviário Português. Obtido de <http://crp.pt>: [http://crp.pt/docs/A25S4-04\\_Carlos\\_Camara\\_Pestana.pdf](http://crp.pt/docs/A25S4-04_Carlos_Camara_Pestana.pdf)

Presti, D. L. (2013). Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: A literature review. *Construction and Building Materials*, 863–881.

Quintana, D. S., Vega, N. E., & Contreras, L. E. (3 de 2015). The importance of occupational safety and health in management systems in the construction industry: case study of construction in Hermosillo . *CEEJME – Central and Eastern European Journal of Management and Economics*, Vol. 3, No. 1, 51-69.

RECIPNEU. (11 de 05 de 2012). Ficha de dados de segurança Pó / Pós e Granulados Criogénicos de Borracha.

RECIPNEU. (s.d.). RECIPNEU - Empresa Nacional de Reciclagem de Pneus, Lda. Obtido de [www.recipneu.com](http://www.recipneu.com): [www.recipneu.com](http://www.recipneu.com)

Rodrigues, R. (2012). Repositório da Universidade Nova de Lisboa. Obtido de <https://run.unl.pt>: [https://run.unl.pt/bitstream/10362/7624/1/Rodrigues\\_2012.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/7624/1/Rodrigues_2012.pdf)

Safe Work Australia. (12 de 2011). Safe Work Australia. Obtido de <https://www.safeworkaustralia.gov.au>: [https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/how\\_to\\_manage\\_whs\\_risks.pdf](https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/how_to_manage_whs_risks.pdf)

Safe Work Australia. (12 de 2011). SafeWork NSW. Obtido de <https://www.safeworkaustralia.gov.au>: [https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/how\\_to\\_manage\\_whs\\_risks.pdf](https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/how_to_manage_whs_risks.pdf)

Salminen, S., & Seo, D. (2015). Future of Occupational Injuries . *International Journal of Asian Social Science*, 341-354 .

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students fifth edition*. Pearson Education.

Secretaria de Estado do Ambiente. (17 de 1 de 2018). Valorpneu. Obtido de <http://www.valorpneu.pt>: [http://www.valorpneu.pt/output\\_efile.aspx?id\\_file=5101](http://www.valorpneu.pt/output_efile.aspx?id_file=5101)

SGS. (2006). *Avaliação da exposição a agentes químicos - Alverca*.

Thermphos International B.V. (11 de 2005). *Specification Poly Phosphoric Acid PPA 97 - 100 - 102 - 104*. Netherlands.

Tixier, J., Dusserre, G., Salvi, O., & Gaston, D. (2002). Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 291-303.

WHO. (2004). World Health Organization. Obtido de <http://www.who.int>: [http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad59\\_rev\\_1.pdf?ua=1](http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad59_rev_1.pdf?ua=1)

WHO. (2018). World Health Organization. Obtido de [http://www.euro.who.int: http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0004/374917/Circular-Economy\\_EN\\_WHO\\_web\\_august-2018.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/374917/Circular-Economy_EN_WHO_web_august-2018.pdf?ua=1)

Wilkinson, A., Johnstone, S., & Townsend, K. (2012). Construction Management and Economics. Routledge.

Williams, R. C., Peralta, E. J., & Puga, K. L. (9 de 2015). IOWA STATE UNIVERSITY Digital Repository. Obtido de [https://lib.dr.iastate.edu/: http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1135&context=intrans\\_reports](https://lib.dr.iastate.edu/: http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1135&context=intrans_reports)

WorkSafe. (7 de 9 de 2017). WorkSafe. Obtido de <https://worksafe.govt.nz: https://worksafe.govt.nz/managing-health-and-safety/managing-risks/how-to-manage-work-risks>

WorkSafe New Zealand. (4 de 2016). Civil Aviation Authority of New Zealand - Health and Safety Unit. Obtido de <http://hsu.caa.govt.nz: http://hsu.caa.govt.nz/assets/Fact-Sheets/Worksafe-Identify-assess-manage-work-risks.pdf>

WorkSafe New Zealand. (7 de 2017). WorkSafe. Obtido de <https://worksafe.govt.nz: https://worksafe.govt.nz/dmsdocument/839-identifying-assessing-and-managing-work-risks.pdf>

World Health Organization. (2004). World Health Organization. Obtido de [http://www.who.int: http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad59\\_rev\\_1.pdf?ua=1](http://www.who.int: http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad59_rev_1.pdf?ua=1)

World Health Organization. (2018). World Health Organization. Obtido de [http://www.who.int: http://www.who.int/topics/occupational\\_health/en/](http://www.who.int: http://www.who.int/topics/occupational_health/en/)

Zhang, H., Wiegmann, D. A., Thaden, T. L., Sharma, G., & Mitchell, A. A. (2002). CiteSeerX. Obtido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.540.3976&rep=rep1&type=pdf>

## **11. ANEXOS**

**Anexo I – Modelo de evaluación de riesgos**

**Anexo II – Informes sobre la exposición al ruido laboral**

**Anexo III – Informes sobre la exposición a las vibraciones mecánicas en el puesto de trabajo**

**Anexo IV – Informes sobre la exposición a agentes químicos**

## Anexo I – Modelo de evaluación de riesgos

Revisión:  
 Fecha:  
 Aprobación: \_\_\_\_\_

EVALUACIÓN DE RIESGOS																					
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS								MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones
General	Obra	Operaciones diversas.	Trabajo ejecutado al aire libre.	Rutina	Diurno	6	Trabajo bajo condiciones meteorológicas adversas. Insolación. Infecciones respiratorias.	3	9	Traje (pantalones, camiseta, polo, chaqueta).	6	0	15	Aceptable	--	--	--	--	Casco de protección/gorra de protección.	En la protección contra la exposición a temperaturas elevadas utilizar crema hidratante y beber agua para prevenir la deshidratación.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
General	Obra	Operaciones diversas.	Trabajo ejecutado al aire libre.	Rutina	Nocturno	6	Trabajo bajo condiciones meteorológicas adversas. Infecciones respiratorias.	3	9	Traje (pantalones, camiseta, polo, Chaqueta).	6	0	15	Aceptable	--	--	--	--	Casco de protección/gorra de protección.	Para protección contra la exposición a temperaturas elevadas; utilizar crema hidratante, y beber agua para prevenir la deshidratación.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
General	Obra	Operaciones diversas.	Piso irregular.	Rutina	Diurno	6	Caída al mismo nivel. Contacto con tubería caliente. Quemaduras.	3	9	Sin protección de las partes calientes. Señalización. Botas de seguridad.	3	2	14	Aceptable	--	--	La unidad de producción debe ser acoplada lo más junto posible a las cisternas de betún y de la planta de mezclas bituminosas del cliente (contratista), de forma a reducir la longitud de las mangueras.	--	Casco de protección/gorra de protección.	Tener en atención que la tubería de interconexión entre la unidad de producción, las cisternas y la planta de mezclas bituminosas del cliente (contratista) están asentadas en el suelo, y otras elevadas.	Uso obligatorio del casco de protección.
General	Obra	Operaciones diversas.	Piso irregular.	Rutina	Nocturno	6	Caída al mismo nivel. Contacto con tubería caliente. Quemaduras.	3	9	Sin protección de las partes calientes. Señalización. Botas de seguridad. Iluminación exterior de la unidad de producción.	3	2	14	Aceptable	--	--	La unidad de producción debe ser acoplada lo más junto posible a las cisternas de betún y de la planta de mezclas bituminosas del cliente (contratista), de forma a reducir la longitud de las mangueras.	--	casco de protección/gorra de protección	Tener en atención que la tubería de interconexión entre la unidad de producción, las cisternas y la planta de mezclas bituminosas del cliente (contratista) están asentadas en el suelo, y otras elevadas.	Uso obligatorio del casco de protección/gorra de protección.
General	Obra	Operaciones diversas.	Objetos suspendidos.	Rutina	Diurno	6	Caída de objetos. Lesiones al nivel de la cabeza. Aplastamiento. Muerte.	7	13	Casco de protección. Señalización de cargas suspendidas.	6	2	21	No Aceptable	--	--	--	Delimitación del área de transporte de los big bag del caucho.	Casco de protección/gorra de protección.	El área debe ser delimitada con cinta para limitar la zona donde la manipuladora telescópica debe circular libremente desde el acondicionamiento de los big bags del caucho hasta la unidad de producción y vice versa.	Verificación obligatoria del estado de los big bags (correas de transporte y exterior del big bag) en el momento de la descarga venida del proveedor. Uso obligatorio del casco de protección/gorra de protección.
General	Obra	Operaciones diversas.	Objetos suspendidos.	Rutina	Nocturno	6	Caída de objetos. Lesiones al nivel de la cabeza. Aplastamiento. Muerte.	7	13	Casco de protección. Señalización cargas suspendidas.	6	2	21	No Aceptable	--	--	--	Delimitación del área de transporte de los big bag del caucho.	casco de protección/gorra de protección	El área debe ser delimitada con cinta para limitar la zona donde la manipuladora telescópica debe circular libremente desde el acondicionamiento de los big bags del caucho hasta la unidad de producción y vice versa.	Verificación obligatoria del estado de los big bags (correas de transporte y exterior del big bag) en el momento de la descarga venida del proveedor. Uso obligatorio del casco de protección/gorra de protección.
General	Obra	Operaciones diversas.	Sismo.	Emergencia	Diurno	1	Caidas, Atrapamiento. Aplastamiento. Muerte.	7	8	Plan de prevención y respuesta a emergencias. Formación.	2	0	10	Aceptable	--	--	--	--	--	Conocer plan de emergencias del contratista.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
General	Obra	Operaciones diversas.	Sismo.	Emergencia	Nocturno	1	Caidas, Atrapamiento. Aplastamiento. Muerte.	7	8	Plan de prevención y respuesta a emergencias. Formación.	2	0	10	Aceptable	--	--	--	--	--	Conocer plan de emergencias del contratista.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
General	Obra	Operaciones diversas.	Trabajo en contexto organizacional industrial con cambios a nivel de la exigencia de producción.	Rutina	Diurno	6	Ritmos muy intensos de trabajo. Exigencias suplementarias de productividad. Trabajo extra. Consecuencias a nivel psicológico y social (vida personal, depresión, estrés laboral). Accidentes diversos.	5	11	Consultas de medicina en el trabajo.	6	4	21	No Aceptable	En el caso de ritmos intensos de trabajo/exigencias suplementarias de productividad previstos de forma contractual, se sugiere el recurso a contrato de trabajo de trabajador o la contratación de servicios de trabajo temporal.	--	--	--	--	Hay registros de repetidos casi accidentes con trabajadores experimentados, por sospecha de ataques de pánico, debido al ritmo intenso de trabajo/ exigencia operacional. Beber agua para prevenir la deshidratación.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

EVALUACIÓN DE RIESGOS																						
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones	
General	Obra	Operaciones diversas.	Trabajo en contexto organizacional industrial con cambios al nivel de la exigencia de producción.	Rutina	Nocturno	6	Ritmos muy intensos de trabajo. Exigencias suplementarias de productividad. Trabajo extra. Consecuencias a nivel psicológico y social (vida personal, depresión, estrés laboral). Accidentes diversos.	5	11	Consultas de medicina en el trabajo.	6	4	21	No Aceptable	En el caso de ritmos intensos de trabajo / exigencias suplementarias de productividad previstos de forma contractual, se sugiere el recurso a contrato de trabajo de trabajador o la contratación de servicios de trabajo temporal.	--	--	--	--	--	Hay registros de repetidos casi accidentes con trabajadores experimentados, por sospecha de ataques de pánico, debido al ritmo intenso de trabajo/ exigencia operacional. Beber agua para prevenir la deshidratación.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Instalación de la unidad de producción.	Obra	Descarga de la unidad de producción, y restante logística asociada.	Elevación de equipos pesados.	Rutina	Diurno	3	Caída de objetos. Lesiones a nivel de la cabeza. Aplastamiento. Muerte.	7	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación y instrucciones de seguridad. Botas, guantes de seguridad y casco de protección/gorra de protección.	6	2	18	No Aceptable	--	--	--	Prohibido permanecer en el radio de acción de las actividades con la manipuladora telescópica en la subida y descarga de equipos.	Chaleco reflector.	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Instalación de la unidad de producción.	Obra	Acondicionamiento de la unidad de producción.	Montaje de equipos	Rutina	Diurno	3	Atrapamiento. Aplastamiento.	5	8	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación y instrucciones de seguridad. Botas, guantes de seguridad y casco de protección/gorra de protección.	2	2	12	Aceptable	--	--	--	--	Chaleco reflector.	--	Atención a la viatura de remolque maniobrando con la unidad de producción. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección y chaleco reflector.	
Instalación de la unidad de producción.	Obra	Alineamiento de la unidad de producción.	Movimentación de máquinas y personal.	Rutina	Diurno	3	Choque con estructuras. Atropello.	7	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación y instrucciones de seguridad.	2	0	12	Aceptable	--	--	--	--	Chaleco reflector.	--	Atención a la viatura de remolque maniobrando con la unidad de producción. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección y chaleco reflector.	
Instalación de la unidad de producción.	Obra	Inicio del montaje mecánico.	Montaje de Equipos.	Rutina	Diurno	3	Atrapamiento. Aplastamiento. Caída en altura.	5	8	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación y instrucciones de seguridad. Botas, guantes de seguridad y casco de protección/gorra de protección.	2	3	13	Aceptable	--	--	Colocación de barandillas en las escaleras de acceso a la cisterna de betún caucho de la unidad de producción.	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Instalación de la unidad de producción.	Obra	Inicio del montaje mecánico.	Montaje de tuberías.	Rutina	Diurno	3	Trastornos músculo esqueléticos. Quemaduras.	5	8	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación y instrucciones de seguridad. Botas, guantes de seguridad y casco de protección/gorra de protección.	6	4	18	No Aceptable	--	--	--	--	Visera de protección.	En la conexión de la manguera del suministro del betún (conexión a la cisterna del contratista) tener atención si las válvulas están abiertas cerradas. Tener en cuenta la utilización del multifunciones en el transporte de las mangueras en el montaje.	Histórico de accidente grave (quemadura grave en el rostro y miembros superiores) en la conexión de la manguera de suministro del betún a la cisterna/tubería del contratista. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Instalación de la unidad de producción.	Obra	Inicio del montaje eléctrico	Componentes en tensión	Rutina	Diurno	3	Choque eléctrico. Electrocución. Muerte.	7	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Operación restringida a técnicos cualificados. Formación y instrucciones de seguridad. La actividad no se ejecuta con lluvia. Traje, botas de seguridad, guantes de seguridad, casco de protección/gorra de protección.	6	0	16	Aceptable	--	--	--	--	Visera de protección contra arcos eléctricos.	Las conexiones eléctricas a los puestos de transformación y generadores de los contratistas, son de la responsabilidad de los técnicos del cliente. Las conexiones eléctricas a los generadores alquilados por la empresa, son de la responsabilidad de la misma garantizar la conexión. Responsabilidades definidas por contrato. La instalación de la red de tierras de protección es efectuada por la empresa en el perímetro de la operación, o en conjunto con el técnico del contratista para conexión a tierra de protección de estes.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	

EVALUACIÓN DE RIESGOS

EVALUACIÓN DE RIESGOS															MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR						
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR						
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calibración del caucho.	Trabajo en altura (colocación del caucho en la tolva).	Rutina	Diurno	6	Caída en altura. Cortes.	7	13	Instrucciones de seguridad.	2	0	15	Aceptable	Corriente de seguridad.	--	--	--	Guantes de protección. Máscara de protección.	La apertura de los big bags del caucho es efectuada con objeto cortante. Hay liberación de partículas de caucho en la entrada de la misma para la tolva.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calibración del caucho.	Trabajo en altura (colocación de la tolva).	Rutina	Nocturno	6	Caída en altura. Cortes.	7	13	Instrucciones de seguridad.	2	0	15	Aceptable	Corriente de seguridad.	--	--	--	Guantes de protección. Máscara de protección.	La apertura de los big bags del caucho es efectuada con objeto cortante. Hay liberación de partículas de caucho en la entrada de la misma para la tolva.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calibración del caucho.	Ruido provocado por la unidad de producción en operación y entorno del contratista.	Rutina	Diurno	4	Exposición al ruido laboral (sordera).	5	9	Informe de evaluación de ruido de 2007. Formación sobre ruido. Ficha individual de exposición. No existe información sobre el ruido del cliente.	6	0	15	Aceptable	--	--	--	--	Auriculares.	El informe de evaluación del ruido, realizado en 2007, indica que 3 trabajadores están por encima del valor de la acción inferior.	Uso obligatorio de protección auricular. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calibración del caucho.	Ruido provocado por la unidad de producción en operación y entorno del contratista.	Rutina	Nocturno	4	Exposición al ruido laboral (sordera).	5	9	Informe de evaluación de ruido de 2007. Formación sobre ruido. Ficha individual de exposición. No existe información sobre el ruido del cliente.	6	0	15	Aceptable	--	--	--	--	Auriculares.	El informe de evaluación del ruido, realizado en 2007, indica que 3 trabajadores están por encima del valor de la acción inferior.	Uso obligatorio de protección auricular. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calibración del caucho.	Proyección y emisión de partículas de caucho.	Rutina	Diurno	3	Inhalación de partículas de caucho. Enfermedades respiratorias.	5	8	--	6	0	14	Aceptable	Gafas de protección.	--	Diseño y organización de los métodos de Trabajo. Utilización de procesos de Mantenimiento que garanticen la salud y seguridad de los trabajadores. Reducción de la cantidad de agentes químicos presentes al mínimo necesario a la ejecución del Trabajo. Utilización de procesos de Trabajo adecuados, principalmente disposiciones que garanticen la seguridad durante el manejo de agentes químicos.	Rotación de los trabajadores por diversos puestos de Trabajo. Reducción al mínimo da duración y del grado de la exposición del trabajador. Monitorización de la salud de los trabajadores.	Máscara de protección respiratoria.	El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de la monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos abajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que, después de análisis a los resultados de la evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo del operador de producción, presenta un riesgo medio para la seguridad de los trabajadores, por lo que deben ser aplicadas medidas de prevención.	Uso obligatorio de protección respiratoria. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calibración del caucho.	Proyección y emisión de partículas de caucho.	Rutina	Nocturno	3	Inhalación de partículas de caucho. Enfermedades respiratorias.	5	8	--	6	0	14	Aceptable	Gafas de protección.	--	Diseño y organización de los métodos de trabajo. Utilización de procesos de mantenimiento que garanticen la salud y seguridad de los trabajadores. Reducción de la cantidad de agentes químicos presentes al mínimo necesario a la ejecución del trabajo. Utilización de procesos de trabajo adecuados, especialmente disposiciones que garanticen la seguridad durante el manejo de agentes químicos.	Rotación de los trabajadores por diversos puestos de trabajo. Reducción al mínimo del tiempo y grado de exposición del trabajador. Monitorización de la salud de los trabajadores.	Máscara de protección respiratoria.	El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de la monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos abajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que, después de análisis a los resultados de la evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo del operador de producción, presenta un riesgo medio para la seguridad de los trabajadores, por lo que deben ser aplicadas medidas de prevención.	Uso obligatorio de protección respiratoria. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calibración del caucho.	Elevación de cargas pesadas (big-bags)	Rutina	Diurno	3	Caída de big bag. Lesiones a nivel de la cabeza. Aplastamiento. Muerte.	7	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación y instrucciones de seguridad. Casco de protección. Señalización cargas suspendidas.	6	0	16	Aceptable	--	--	--	Delimitación del área de transporte de los big bag del caucho.	Casco de protección/gorra de protección.	El área debe ser delimitada con cinta para limitar la zona donde la manipuladora telescópica debe circular libremente desde el acondicionamiento de los big bags del caucho hasta la unidad de producción y vice versa.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR						
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calibración del caucho.	Elevación de cargas pesadas (big-bags)	Rutina	Nocturno	3	Caída de big bag. Lesiones al nivel de la cabeza. Aplastamiento. Muerte.	7	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación y instrucciones de seguridad. Casco de protección. Señalización cargas suspendidas.	6	0	16	Aceptable	--	--	--	Delimitación del área de transporte de los big bag del caucho.	Casco de protección/gorra de reflector.	El área debe ser delimitada con cinta para limitar la zona donde la manipuladora telescópica debe circular libremente desde el acondicionamiento de los big bags del caucho hasta la unidad de producción y vice versa.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de reflector. Uso obligatorio de chaleco reflector durante el periodo nocturno.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calibración del betún	Proyección de betún del mezclador.	Rutina	Diurno	3	Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	8	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Máscara de protección. Guantes. Traje.	6	0	14	Aceptable	--	--	--	--	Visera de protección.	Tener en cuenta durante la apertura de la tampa de visita del mezclador y en la cisterna de reacción, debido a las salpicaduras de betún caliente, y a los vapores liberados.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calibración del betún	Proyección de betún do mezclador.	Rutina	Nocturno	3	Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	8	Mantenimiento periódica dos equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad no local. Máscara de protección. Guantes. Traje.	6	0	14	Aceptable	--	--	--	--	Visera de protección.	Tener atención en la apertura de la tampa de visita del mezclador y en la cisterna de reacción, debido a las salpicaduras de betún caliente, y a los vapores libertados.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento del sistema de aceite térmico.	Caldera de calentamiento de aceite térmico.	Emergencia	Diurno	2	Sobrecalentamiento del aceite. Derrame. Incendio.	7	9	Mantenimiento periódico de los equipos. Sustitución regular del aceite. Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	1	12	Aceptable	--	--	--	Desconectar inmediatamente la unidad de producción en caso de sospecha de anomalía en la caldera de calentamiento del aceite térmico.	--	Cumplir diariamente la lista de verificaciones al sistema de calentamiento del fluido térmico. Cumplir el plan de mantenimiento preventivo al sistema de calentamiento del fluido térmico.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento del sistema de aceite térmico.	Caldera de calentamiento de aceite térmico.	Emergencia	Nocturno	2	Sobrecalentamiento del aceite. Derrame. Incendio.	7	9	Mantenimiento periódico de los equipos. Sustitución regular del aceite. Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	1	12	Aceptable	--	--	--	Desconectar inmediatamente la unidad de producción en caso de sospecha de anomalía en la caldera de calentamiento del aceite térmico.	--	Cumplir diariamente la lista de verificaciones al sistema de calentamiento del fluido térmico. Cumplir el plan de mantenimiento preventivo al sistema de calentamiento del fluido térmico.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento del sistema de aceite térmico.	Tubería con aceite térmico a 200 °C	Emergencia	Diurno	3	Ruptura. Derrame. Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	7	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	2	14	Aceptable	--	--	Utilización de mangueras flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	En intervenciones de emergencia la bomba de circulación de aceite térmico debe ser desconectada inmediatamente y/o desconectar la unidad de producción en la sala de comando o en las botoneras de emergencia en el exterior de la unidad.	Utilización de visera de protección en la manipulación de la tubería de aceite térmico caliente.	Cumplir diariamente la lista de verificaciones del sistema de calentamiento de fluido térmico. Cumplir el plan de mantenimiento preventivo del sistema de calentamiento de fluido térmico.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento del sistema de aceite térmico.	Tubería con aceite térmico a 200 °C	Emergencia	Nocturno	3	Ruptura. Derrame. Contacto com sustancia caliente. Quemaduras.	7	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	2	14	Aceptable	--	--	Utilización de mangueras flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	En intervenciones de emergencia la bomba de circulación de aceite térmico debe ser desconectada inmediatamente y/o desconectar la unidad de producción en la sala de comando o en las botoneras de emergencia en el exterior de la unidad.	Utilización de visera de protección en la manipulación de la tubería de aceite térmico	Cumplir diariamente la lista de verificaciones del sistema de calentamiento de fluido térmico. Cumplir el plan de mantenimiento preventivo del sistema de calentamiento de fluido térmico.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento del sistema de aceite térmico.	Tubería con aceite térmico a 200 °C	Rutina	Diurno	6	Contacto con tubería caliente. Quemaduras.	3	9	Sin protección de las partes calientes. Señalización. Guantes.	6	2	17	No Aceptable	--	--	Utilización de mangueras flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	En producción, permanecer apenas en la zona de tubería de aceite térmico para verificaciones puntuales.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento del sistema de aceite térmico.	Tubería con aceite térmico a 200 °C	Rutina	Nocturno	6	Contacto con tubería caliente. Quemaduras.	3	9	Sin protección de las partes calientes. Señalización. Guantes.	6	2	17	No Aceptable	--	--	Utilización de mangueras flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	En producción, permanecer apenas en la zona de tubería de aceite térmico para verificaciones puntuales.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

EVALUACIÓN DE RIESGOS																MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR						
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento del betún	Tubería con betún a temperaturas elevadas (140°C - 190 °C)	Emergencia	Diurno	3	Ruptura. Derrame. Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	8	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	2	12	Aceptable	--	--	Utilización de mangueras flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	Cumplir diariamente la lista de verificaciones de los Equipos. Verificar bridas y roscas de las mangueras. Cumplir el plan de mantenimiento preventivo.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento del betún	Tubería con betún a temperaturas elevadas (140°C - 190 °C)	Emergencia	Nocturno	3	Ruptura. Derrame. Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	8	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	2	12	Aceptable	--	--	Utilización de mangueras flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	Cumplir diariamente la lista de verificaciones de los Equipos. Verificar bridas y roscas de las mangueras. Cumplir el plan de mantenimiento preventivo.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento del betún	Tuberías con betún a temperaturas elevadas (140°C a 190 °C)	Rutina	Diurno	6	Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local.	2	0	13	Aceptable	--	--	Utilización de mangueras flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	En producción, permanecer apenas en la zona de la tubería de betún para verificaciones puntuales.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento del betún	Tuberías con betún a temperaturas elevadas (140°C a 190 °C)	Rutina	Nocturno	6	Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local.	2	0	13	Aceptable	--	--	Utilización de mangueras flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	En producción, permanecer apenas en la zona de la tubería de betún para verificaciones puntuales.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento manual de válvulas/tubería	Fuga de gas butano o propano de la bombona.	Rutina	Diurno	6	Explosión. Quemaduras.	7	13	Comprobación previa del estado de la manguera y de la antorcha y respetivas conexiones.	2	0	15	Aceptable	--	--	--	--	Visera de protección.	--	Prohibido fumar. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Calentamiento manual de válvulas/tubería	Fuga de gas butano o propano de la bombona.	Rutina	Nocturno	6	Explosión. Quemaduras.	7	13	Comprobación previa del estado de la manguera y de la antorcha y respetivas conexiones.	2	0	15	Aceptable	--	--	--	--	Visera de protección.	--	Prohibido fumar. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Descarga del big bag del caucho en la tolva	Trabajo en altura (Tolva del caucho)	Rutina	Diurno	6	Caída en altura. Cortes.	7	13	Instrucciones de seguridad.	2	0	15	Aceptable	Corriente de seguridad.	--	--	--	--	Guantes de protección. Máscara de protección respiratoria.	La apertura de los big bags del caucho están hechos con objeto cortante. Hay liberación de partículas de caucho en la descarga de la tolva.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Descarga del big bag del caucho en la tolva	Trabajo en altura (Tolva del caucho)	Rutina	Nocturno	6	Caída en altura. Cortes.	7	13	Instrucciones de seguridad.	2	0	15	Aceptable	Corriente de seguridad.	--	--	--	--	Guantes de protección. Máscara de protección respiratoria.	La apertura de los big bags del caucho están hechos con objeto cortante. Hay liberación de partículas de caucho en la descarga de la tolva.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Desempeño de actividades diversas en el exterior de la unidad de producción.	Emisión de partículas de caucho.	Rutina	Diurno	6	Inhalación de partículas de caucho. Enfermedades respiratorias.	5	11	Informe de evaluación sobre la exposición a agentes químicos de 2006 y 2007.	6	0	17	No Aceptable	--	--	Diseño y organización de los métodos de trabajo. Utilización de procesos de mantenimiento que garanticen la salud y seguridad de los trabajadores. Reducción de la cantidad de agentes químicos presentes al mínimo necesario a la ejecución del trabajo. Utilización de procesos de Trabajo adecuados, especialmente disposiciones que garanticen la seguridad durante la manipulación, almacenaje y transporte de agentes químicos.	Rotación de los trabajadores por diversos puestos de trabajo. Reducción al mínimo de la duración y del grado de exposición del trabajador. Monitorización de la salud de los trabajadores.	Máscara de protección respiratoria.	El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos abajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que, después de analizados los resultados de la evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo de operador de producción, presenta un riesgo medio para la seguridad de estos, por lo que deben de ser aplicadas medidas de prevención.	Uso obligatorio de protección respiratoria. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	

EVALUACIÓN DE RIESGOS

EVALUACIÓN DE RIESGOS																					
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS								MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Desempeño de actividades diversas en el exterior de la unidad de producción.	Emisión de partículas de caucho.	Rutina	Nocturno	6	Inhalación de partículas de caucho. Enfermedades respiratorias.	5	11	Informe de evaluación sobre la exposición a agentes químicos de 2006 y 2007.	6	0	17	No Aceptable	--	--	Diseño y organización de los métodos de trabajo. Utilización de procesos de mantenimiento que garanticen la salud y seguridad de los trabajadores. Reducción de la cantidad de agentes químicos presentes al mínimo necesario a la ejecución del trabajo. Utilización de procesos de Trabajo adecuados, especialmente disposiciones que garanticen la seguridad durante la manipulación, almacenaje y transporte de agentes químicos.	Rotación de los trabajadores por diversos puestos de trabajo. Reducción al mínimo de la duración y del grado de exposición del trabajador. Monitorización de la salud de los trabajadores.	Máscara de protección respiratoria.	El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos abajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que, después de analizados los resultados de la evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo de operador de producción, presenta un riesgo medio para la seguridad de estos, por lo que deben de ser aplicadas medidas de prevención.	Uso obligatorio de protección respiratoria. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Verificación de la mezcla inicial - Entrada del betún en el mezclador + caucho + ácido polifosfórico.	Mezcla inicial del betún+caucho+ácido polifosfórico a 180°C - 190 °C	Rutina	Diurno	6	Exposición laboral al Sulfuro de Hidrógeno (H2S). Liberación de humos del betún caucho y otros contaminantes. Quemaduras en el rostro/cabeza. Incendio.	7	13	Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	10	2	25	No Aceptable	--	--	Diseño y organización de los métodos de trabajo. Utilización de procesos de mantenimiento que garanticen la salud y seguridad de los trabajadores. Reducción de la cantidad de agentes químicos presentes al mínimo necesario a la ejecución del trabajo. Utilización de procesos de trabajo adecuados, especialmente disposiciones que garanticen la seguridad durante la manipulación, almacenaje y transporte de agentes químicos.	Rotación de los trabajadores por diversos puestos de trabajo. Reducción al mínimo de la duración y del grado de exposición del trabajador. Monitorización de la salud de los trabajadores.	Máscara de protección respiratoria. Visera de protección.	O Sulfuro de Hidrógeno (H2S) puede aparecer en la parte superior de la cisterna de almacenamiento/reacción y en el mezclador, pudiendo alcanzar concentraciones potencialmente peligrosas para la salud. El informe de evaluación de exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos por debajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que tras análisis de los resultados de la evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo de operador de producción, constituye un riesgo medio para la seguridad de los trabajadores, por lo que deben ser aplicadas medidas preventivas.	Uso obligatorio de máscara de protección respiratoria y visera de protección en la apertura de la tampa de visita de la cisterna de almacenamiento/reacción y mezclador. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección. Se recomienda el montaje de una ducha de emergencia con lavaojos. Prohibido fumar.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Verificación de la mezcla inicial - Entrada del betún en el mezclador + caucho + ácido polifosfórico.	Mezcla inicial do betún+caucho+ácido polifosfórico a 180°C - 190 °C	Rutina	Nocturno	6	Exposición laboral al Sulfuro de Hidrógeno (H2S). Liberación de humos del betún caucho e otros contaminantes. Quemaduras no rostro/cabeza. Incendio.	7	13	Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	10	2	25	No Aceptable	--	--	Diseño y organización de los métodos de trabajo. Utilización de procesos de mantenimiento que garanticen la salud y seguridad de los trabajadores. Reducción de la cantidad de agentes químicos presentes al mínimo necesario a la ejecución del trabajo. Utilización de procesos de Trabajo adecuados, especialmente disposiciones que garanticen la seguridad durante la manipulación, almacenaje y transporte de agentes químicos.	Rotación de los trabajadores por diversos puestos de Trabajo. Reducción al mínimo de la duración y del grado de la exposición del trabajador. Monitorización de la salud de los trabajadores.	Máscara de protección respiratoria. Visera de protección.	El Sulfuro de Hidrógeno (H2S) puede aparecer en la parte superior de la cisterna de almacenamiento/reacción y en el mezclador, pudiendo alcanzar concentraciones potencialmente peligrosas para la salud. El informe de evaluación de exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos por debajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que tras análisis de los resultados de la evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo de operador de producción, constituye un riesgo medio para la seguridad de los trabajadores, por lo que deben ser aplicadas medidas preventivas.	Uso obligatorio de máscara de protección respiratoria y visera de protección en la apertura de la tampa de visita de la cisterna de almacenamiento/reacción y mezclador. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección. Se recomienda el montaje de una ducha de emergencia con lavaojos. Prohibido fumar.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Acceso a la cabina de control.	Trabajo en altura.	Rutina	Diurno	6	Caida en altura.	7	13	Barandillas. La apertura de la puerta representa un mayor riesgo de empujar a alguien.	2	0	15	Aceptable	--	--	Cambio de la estructura de la escalera de acceso a la cabina de control de la unidad de producción.	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Acceso a la cabina de control.	Trabajo en altura.	Rutina	Nocturno	6	Caida en altura.	7	13	Barandillas. La apertura de la puerta representa un mayor riesgo de empujar a alguien.	2	0	15	Aceptable	--	--	Cambio de la estructura de la escalera de acceso a la cabina de control de la unidad de producción.	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección

EVALUACIÓN DE RIESGOS

EVALUACIÓN DE RIESGOS															MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Desempeño de actividades con exposición al ruido.	Ruido provocado por la unidad de producción en operación en la obra del cliente (contratista).	Rutina	Diurno	6	Exposición al ruido laboral.	5	11	Informe de evaluación de ruido de 2007. Formación sobre ruido. Ficha individual de exposición. No existe información sobre el ruido del cliente.	6	0	17	No Aceptable	--	--	--	--	Auriculares	El informe de evaluación de ruido, realizado en 2007, indica que 3 trabajadores están por encima del valor de acción inferior. Se desconoce el ruido provocado por los contratistas en las diversas obras. Se propone la consulta de salud laboral para evaluación de la audición.	Uso obligatorio de protección auricular. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Desempeño de actividades con exposición al ruido.	Ruido provocado por la unidad de producción en operación en la obra del cliente (contratista).	Rutina	Nocturno	6	Exposición al ruido laboral.	5	11	Informe de evaluación de ruido de 2007. Formación sobre ruido. Ficha individual de exposición. No existe información sobre el ruido del cliente.	6	0	17	No Aceptable	--	--	--	--	Auriculares	El informe de evaluación de ruido, realizado en 2007, indica que 3 trabajadores están por encima del valor de acción inferior. Se desconoce el ruido provocado por los contratistas en las diversas obras. Se propone la consulta de salud laboral para evaluación de la audición.	Uso obligatorio de protección auricular. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Acceso al puesto de mando de la manipuladora telescópica.	Subida para la manipuladora telescópica.	Rutina	Diurno	6	Caída en declive.	3	9	Verificación de seguridad de los equipos (apoyos al subir)	0	0	9	Aceptable	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Acceso al puesto de mando de la manipuladora telescópica.	Subida para la manipuladora telescópica.	Rutina	Nocturno	6	Caída en declive.	3	9	Verificación de seguridad de los equipos (apoyos al subir). Iluminación exterior de la unidad de producción.	0	0	9	Aceptable	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Circulación de máquinas y trabajadores.	Movimentación de máquinas y personas.	Rutina	Diurno	6	Choque con estructuras. Lesiones menores. Atropellamientos.	7	13	Mantenimiento periódico de los Equipos. Verificación de seguridad de los Equipos. Delimitación del perímetro del espacio de trabajo. Formación e instrucciones de seguridad.	2	0	15	Aceptable	--	--	--	--	--	--	El perímetro de trabajo destinado a la empresa debe de ser obligatoriamente delimitado con cinta u otro. Atención minuciosa durante el movimiento de viaturas del cliente en la obra.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Circulación de máquinas y trabajadores.	Movimentación de máquinas y personas.	Rutina	Nocturno	6	Choque con estructuras. Lesiones menores. Atropellamientos.	7	13	Mantenimiento periódico de los Equipos. Verificación de seguridad de los Equipos. Delimitación del perímetro del espacio de trabajo. Formación e instrucciones de seguridad.	6	0	19	No Aceptable	--	--	--	--	Chaleco reflector.	El perímetro de trabajo destinado a la empresa debe de ser obligatoriamente delimitado con cinta u otro. Atención minuciosa durante el movimiento de viaturas del cliente en la obra.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección. Uso obligatorio de chaleco reflector en el periodo nocturno.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Transporte de big bags	Elevación de cargas pesadas (big bags) durante el transporte del local de almacenaje para la tolva.	Rutina	Diurno	6	Caída de big bag. Lesiones al nivel de la cabeza. Aplastamiento. Muerte.	7	13	Mantenimiento periódico de los Equipos. Verificación de seguridad de los Equipos. Formación e instrucciones de seguridad. Casco de protección. Señalización cargas suspendidas.	2	0	15	Aceptable	--	--	--	Delimitación del área de transporte de los big bag de caucho.	Casco de protección/gorra de protección.	El área debe de ser demarcada con cinta, limitando el área por donde la manipuladora telescópica podrá circular libremente, desde el acondicionamiento de los big bags de caucho hasta la unidad de producción y vice versa.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Transporte de big bags	Elevación de cargas pesadas (big bags) durante el transporte del local de almacenaje para la tolva.	Rutina	Nocturno	6	Caída de big bag. Lesiones al nivel de la cabeza. Aplastamiento. Muerte.	7	13	Mantenimiento periódico de los Equipos. Verificación de seguridad de los Equipos. Formación e instrucciones de seguridad. Casco de protección. Señalización cargas suspendidas.	2	0	15	Aceptable	--	--	--	Delimitación del área de transporte de los big bag de caucho.	Casco de protección/gorra de protección. Chaleco reflector.	El área debe de ser demarcada con cinta, limitando el área por donde la manipuladora telescópica podrá circular libremente, desde el acondicionamiento de los big bags de caucho hasta la unidad de producción y vice versa.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección. Uso obligatorio de chaleco reflector en el periodo nocturno.	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Circulación entre máquinas móviles.	Máquinas con partes móviles.	Rutina	Diurno	6	Atrapamiento. Aplastamiento.	5	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación e instrucciones de seguridad. Guantes de seguridad.	2	0	13	Aceptable	--	--	Sustitución del modelo actual de protección de las partes móviles por uno que confiera protección total de acceso.	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	

EVALUACIÓN DE RIESGOS

EVALUACIÓN DE RIESGOS																MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR						
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Circulación entre máquinas móviles.	Máquinas con partes móviles.	Rutina	Nocturno	6	Atrapamiento. Aplastamiento.	5	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación e instrucciones de seguridad. Guantes de seguridad. Iluminación exterior de la unidad de producción.	2	0	13	Aceptable	--	--	Sustitución del modelo actual de protección de las partes móviles por uno que confiera protección total de acceso.	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Apertura del big bag en la tolva.	Objetos y elementos cortantes.	Rutina	Diurno	6	Golpes	1	7	Formación sobre seguridad. Guantes de seguridad.	2	0	9	Aceptable	--	--	--	--	--	--	La apertura de los big bags de caucho es efetuada con objetos cortantes.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Apertura del big bag en la tolva.	Objetos y elementos cortantes.	Rutina	Nocturno	6	Golpes	1	7	Formación sobre seguridad. Guantes de seguridad. Iluminación exterior da unidad de producción.	2	0	9	Aceptable	--	--	--	--	--	--	La apertura de los big bags del caucho es efetuada con objetos cortantes.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operación en la cabina de control.	Equipos vibratorios.	Rutina	Diurno	6	Exposición laboral a vibraciones. Enfermedades asociadas.	3	9	Informe del ensayo de vibraciones en todo el cuerpo 2006. Mantenimiento periódico de los Equipos. Formación.	2	0	11	Aceptable	--	--	En el ámbito del mantenimiento de prevención, deberán ser verificados los apoyos de la cabina de control y sustituir las sillas de la cabina con asiento que disminuya las vibraciones.	--	--	--	Se recomienda que la actividad de apertura del big bag en la descarga del caucho en la tolva (encima de la plataforma), sea evaluado en ensayos futuros.	EL informe del ensayo de vibraciones de cuerpo entero de 2006 refiere que ningún trabajador está expuesto a valores por encima del de acción. El puesto de trabajo evaluado fue el de operador de producción en la cabina de control.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operación en la cabina de control.	Equipos vibratorios.	Rutina	Nocturno	6	Exposición laboral a vibraciones. Enfermedades asociadas.	3	9	Informe del ensayo de vibraciones en todo el cuerpo 2006. Mantenimiento periódico de los Equipos. Formación.	2	0	11	Aceptable	--	--	En el ámbito del mantenimiento de prevención, deberán ser verificados los apoyos de la cabina de control y sustituir las sillas de la cabina con asiento que disminuya las vibraciones.	--	--	--	Se recomienda que la actividad de apertura del big bag en la descarga del caucho en la tolva (encima de la plataforma), sea evaluado en ensayos futuros.	EL informe del ensayo de vibraciones de cuerpo entero de 2006 refiere que ningún trabajador está expuesto a valores por encima del de acción. El puesto de trabajo evaluado fue el de operador de producción en la cabina de control.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Circulación entre tuberías.	Tuberías con sustancias calientes: aceite térmico (200 °C), betún (140 a 190 °C) y betún caucho (180 a 195 °C).	Emergencia	Diurno	3	Ruptura. Derrame. Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	8	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	2	12	Aceptable	--	--	Utilización de mangueras dobles flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	--	Cumplir diariamente la lista de verificaciones de los equipos. Verificar bridas y roscas de las mangueras. Cumplir el plan de mantenimiento preventivo. En caso de emergencia, dejar enfriar la(s) manguera (s) dañadas antes de su sustitución.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Circulación entre tuberías.	Tuberías con sustancias calientes: aceite térmico (200 °C), betún (140 a 190 °C) y betún caucho (180 a 195 °C).	Emergencia	Nocturno	3	Ruptura. Derrame. Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	8	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	2	12	Aceptable	--	--	Utilización de mangueras dobles flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	--	Cumplir diariamente la lista de verificaciones de los equipos. Verificar bridas y roscas de las mangueras. Cumplir el plan de mantenimiento preventivo. En caso de emergencia, dejar enfriar la(s) manguera (s) dañadas antes de su sustitución.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Circulación entre tuberías.	Tuberías con sustancias calientes: aceite térmico (200 °C), betún (140 a 190 °C) y betún caucho (180 a 195 °C).	Rutina	Diurno	6	Contacto con tubería caliente. Quemaduras.	3	9	Sin protección de las partes calientes. Señalización. Guantes.	6	2	17	No Aceptable	--	--	Utilización de mangueras dobles flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	--	Tener mucho cuidado al circular entre mangueras.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Circulación entre tuberías.	Tuberías con sustancias calientes: aceite térmico (200 °C), betún (140 a 190 °C) y betún caucho (180 a 195 °C).	Rutina	Nocturno	6	Contacto con tubería caliente. Quemaduras.	3	9	Sin protección de las partes calientes. Señalización. Guantes.	6	2	17	No Aceptable	--	--	Utilización de mangueras dobles flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	--	Tener mucho cuidado al circular entre mangueras.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Verificación de la mezcla del betún caucho en producción continua.	Proyección del betún caucho.	Rutina	Diurno	6	Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Máscara de protección. Guantes. Traje.	6	0	17	No Aceptable	--	--	--	--	Visera de protección.	--	Tener cuidado en la apertura de la tampa de visita del mezclador y en la sistema de reacción, debido a la proyección del betún caucho caliente.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR						
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Verificación de la mezcla del betún caucho en producción continua.	Proyección del betún caucho.	Rutina	Nocturno	6	Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Máscara de protección. Guantes. Traje.	6	0	17	No Aceptable	--	--	--	--	Visera de protección.	Tener cuidado en la apertura de la tampa de visita del mezclador y en la cisterna de reacción, debido a la proyección del betún caucho caliente.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Control de calidad del betún caucho - Verificación de la viscosidad.	Salpicaduras del betún caucho.	Rutina	Diurno	6	Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Máscara de protección. Guantes. Traje.	6	0	17	No Aceptable	--	--	Investigar soluciones para medición de la viscosidad en continuo, de manera a reducir la frecuencia de la recogida de muestras manuales.	--	Visera de protección. Guantes de seguridad hasta el codo adecuados a altas temperaturas.	En la recogida de la muestra de betún caucho, tener mucha atención en la apertura del grifo manual.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Control de calidad del betún caucho - Verificación de la viscosidad.	Salpicaduras del betún caucho.	Rutina	Nocturno	6	Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Máscara de protección. Guantes. Traje.	6	0	17	No Aceptable	--	--	Investigar soluciones para medición de la viscosidad en continuo, de manera a reducir la frecuencia de la recogida de muestras manuales.	--	Visera de protección. Guantes de seguridad hasta el codo adecuados a altas temperaturas.	En la recogida de la muestra de betún caucho, tener mucha atención en la apertura del grifo manual.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Suministro del betún caucho.	Tuberías con betún caucho a 180°C - 195 °C.	Rutina	Diurno	6	Ruptura. Derrame. Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local.	2	2	15	Aceptable	--	--	Utilización de mangueras dobles flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	Debido a la presión en las mangueras durante el suministro del betún caucho, reducir la circulación por las mismas. Prohibido manipular mangueras calientes.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Suministro del betún caucho.	Tuberías con betún caucho a 180°C - 195 °C.	Rutina	Nocturno	6	Ruptura. Derrame. Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local. Máscara de protección.	2	2	15	Aceptable	--	--	Utilización de mangueras dobles flexibles reforzadas con malla exterior en acero inoxidable.	--	--	Debido a la presión en las mangueras durante el suministro del betún caucho, reducir la circulación por las mismas. Prohibido manipular mangueras calientes.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Apertura de la tampa de visita de la cisterna del betún caucho - Verificación organoléptica del estado de la mezcla del betún caucho, nivel de la cisterna y estado de las serpientes de calentamiento.	Calentamiento y agitación horizontal del betún caucho a 180°C - 190 °C.	Rutina	Diurno	6	Exposición laboral al Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S). Liberación de humos del betún caucho y otros contaminantes. Quemaduras en el rostro/cabeza. Incendio.	7	13	Mantenimiento periódico de los equipos; Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros.	10	2	25	No Aceptable	--	--	Dotar a la unidad con un sistema eficiente de control de nivel del betún caucho y de un pequeño reservatorio exterior transparente para análisis visual del estado da mezcla.	Rotación de los trabajadores por diversos puestos de trabajo. Reducción al mínimo de la duración y del grado de exposición del trabajador. Monitorización de la salud de los trabajadores.	Máscara de protección respiratoria. Visera de protección.	El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de la monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos por debajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que tras análisis de los resultados de la evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de Trabajo de Operador de producción, constituye un riesgo medio para la seguridad de los trabajadores, por lo que deben ser aplicadas medidas preventivas.	Uso obligatorio de máscara de protección respiratoria y visera de protección en la apertura de la tampa de visita de la cisterna de almacenamiento/reacción y mezclador. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección. Se recomienda el montaje de una ducha de emergencia con lavajos. Prohibido fumar.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Apertura de la tampa de visita de la cisterna del betún caucho - Verificación organoléptica del estado de la mezcla del betún caucho, nivel de la cisterna y estado de las serpientes de calentamiento.	Calentamiento y agitación horizontal del betún caucho a 180°C - 190 °C.	Rutina	Nocturno	6	Exposición laboral al Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S). Liberación de humos del betún caucho y otros contaminantes. Quemaduras en el rostro/cabeza. Incendio.	7	13	Mantenimiento periódico de los equipos; Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros.	10	2	25	No Aceptable	--	--	Dotar a la unidad con un sistema eficiente de control de nivel del betún caucho y de un pequeño reservatorio exterior transparente para análisis visual del estado da mezcla.	Rotación de los trabajadores por diversos puestos de trabajo. Reducción al mínimo de la duración y del grado de exposición del trabajador. Monitorización de la salud de los trabajadores.	Máscara de protección respiratoria. Visera de protección.	El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de la monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos por debajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que, después de analizados los resultados de la evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo de operador de producción, presenta un riesgo medio para la seguridad de estos, por lo que deben de ser aplicadas medidas de prevención.	Uso obligatorio de máscara de protección respiratoria y visera de protección en la apertura de la tampa de visita de la cisterna de almacenamiento/reacción y mezclador. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección. Se recomienda el montaje de una ducha de emergencia con lavajos. Prohibido fumar.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS								MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Abastecimiento de combustible en los equipos.	Emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV).	Rutina	Diurno	6	Inhalación de compuestos orgánicos volátiles(COV). Agentes cancerígenos.	7	13	Tiempo de exposición reducido.	2	0	15	Aceptable	--	--	--	--	Máscara de protección respiratoria. Guantes.	El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos por debajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que, después de analizados los resultados de evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo de operador de producción, presenta un riesgo medio para la seguridad de estos, por lo que deben de ser aplicadas medidas de prevención.	Prohibido fumar.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Abastecimiento de combustible en los equipos.	Emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV).	Rutina	Nocturno	6	Inhalación de compuestos orgánicos volátiles(COV). Agentes cancerígenos.	7	13	Tiempo de exposición reducido.	2	0	15	Aceptable	--	--	--	--	Máscara de protección respiratoria. Guantes.	El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos por debajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que, después de analizados los resultados de evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo de operador de producción, presenta un riesgo medio para la seguridad de estos, por lo que deben de ser aplicadas medidas de prevención.	Prohibido fumar.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Abastecimiento de combustible en los equipos.	Manipulación de combustibles (productos explosivos).	Rutina	Diurno	6	Derrame. Incendio. Explosión.	7	13	Cuenca de retención. Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	0	15	Aceptable	--	--	--	--	Máscara de protección respiratoria. Guantes.	El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos por debajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que, después de analizados los resultados de evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo de operador de producción, presenta un riesgo medio para la seguridad de estos, por lo que deben de ser aplicadas medidas de prevención.	Prohibido fumar.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Abastecimiento de combustible en los equipos.	Manipulación de combustibles (productos explosivos).	Rutina	Nocturno	6	Derrame. Incendio. Explosión.	7	13	Cuenca de retención. Plan de prevención y respuesta a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	0	15	Aceptable	--	--	--	--	Máscara de protección respiratoria. Guantes.	El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2006, indica que los resultados de monitorización refieren que los parámetros analizados estaban todos por debajo de los valores límite aconsejados. El informe de evaluación de la exposición a agentes químicos realizado en 2007 refiere que, después de analizados los resultados de evaluación del grado de exposición a los contaminantes químicos presentes en el puesto de trabajo de operador de producción, presenta un riesgo medio para la seguridad de estos, por lo que deben de ser aplicadas medidas de prevención.	Prohibido fumar.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

EVALUACIÓN DE RIESGOS																					
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR						
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operación con ácido polifosfórico. Molino homogenizador y doseador.	Manipulación del ácido polifosfórico.	Rutina	Diurno	3	Quemaduras por contacto (piel y ojos).	7	10	Equipamiento doseador estanque. Máscara con visera y filtro. Guantes. Traje. Botas de seguridad.	2	0	12	Aceptable	--	--	--	--	Protección respiratoria. Protección de rostro y ojos. Protección de las manos. Protección de la piel y cuerpo.	No tocar en la piel y/u ojos. Evitar respirar vapores y nieblas. Manejar y abrir el recipiente con cuidado. Utilizar el producto apenas con ventilación adecuada.	Causa quemaduras en la piel y lesiones oculares graves. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operación con ácido polifosfórico. Molino homogenizador y doseador.	Manipulación del ácido polifosfórico.	Rutina	Nocturno	3	Quemaduras por contacto (piel y ojos).	7	10	Equipamiento doseador estanque. Máscara con visera y filtro. Guantes. Traje. Botas de seguridad.	2	0	12	Aceptable	--	--	--	--	Protección respiratoria. Protección de rostro y ojos. Protección de las manos. Protección de la piel y cuerpo.	No tocar en la piel y/u ojos. Evitar respirar vapores y nieblas. Manejar y abrir el recipiente con cuidado. Utilizar el producto apenas con ventilación adecuada.	Causa quemaduras en la piel y lesiones oculares graves. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operación con ácido polifosfórico. Molino homogenizador y doseador.	Calentamiento del ácido polifosfórico.	Rutina	Diurno	3	Liberación de vapores irritantes e inflamables cuando se calienta. Irritaciones. Incendio.	7	10	Equipamiento doseador estanque. Máscara con visera y filtro.	2	0	12	Aceptable	--	--	--	--	Protección respiratoria. Protección de rostro y ojos. Protección de las manos. Protección de la piel y cuerpo.	No tocar en la piel y/u ojos. Evitar respirar vapores y nieblas. Manejar y abrir el recipiente con cuidado. Utilizar el producto apenas con ventilación adecuada.	Causa quemaduras en la piel y lesiones oculares graves. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operación con ácido polifosfórico. Molino homogenizador y doseador.	Calentamiento del ácido polifosfórico.	Rutina	Nocturno	3	Liberación de vapores irritantes e inflamables cuando se calienta. Irritaciones. Incendio.	7	10	Equipamiento doseador estanque. Máscara con visera y filtro.	2	0	12	Aceptable	--	--	--	--	Protección respiratoria. Protección de rostro y ojos. Protección de las manos. Protección de la piel y cuerpo.	No tocar en la piel y/u ojos. Evitar respirar vapores y nieblas. Manejar y abrir el recipiente con cuidado. Utilizar el producto apenas con ventilación adecuada.	Causa quemaduras en la piel y lesiones oculares graves. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operación con ácido polifosfórico. Molino homogenizador y doseador.	Contacto con la cinta de calentamiento del recipiente de ácido polifosfórico.	Rutina	Diurno	3	Quemaduras.	1	4	Guantes de seguridad. Formación.	2	0	6	Aceptable	--	--	--	--	--	En caso de utilización de contenedor IBC con sistema de calentamiento propio, no hay contacto con el sistema de calentamiento (resistencias).	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operación con ácido polifosfórico. Molino homogenizador y doseador.	Contacto con la cinta de calentamiento del recipiente de ácido polifosfórico.	Rutina	Nocturno	3	Quemaduras.	1	4	Guantes de seguridad. Formación.	2	0	6	Aceptable	--	--	--	--	--	En caso de utilización de contenedor IBC con sistema de calentamiento propio, no hay contacto con el sistema de calentamiento (resistencias).	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operación con ácido polifosfórico. Molino homogenizador y doseador.	Componentes en tensión (termostato del recipiente para calentamiento del ácido polifosfórico).	Rutina	Diurno	3	Choque eléctrico. Electrocuación. Muerte.	7	10	Termostato en local de difícil acceso durante la operación. Termostato conectado al aparato de control de temperatura electrónico y disyuntor. Mantenimiento periódico de los equipos.	2	0	12	Aceptable	--	--	--	--	--	En caso de utilización de contenedor IBC con sistema de calentamiento propio, no hay contacto con el sistema de calentamiento (resistencias).	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operación con ácido polifosfórico. Molino homogenizador y doseador.	Componentes en tensión (termostato del recipiente para calentamiento del ácido polifosfórico).	Rutina	Nocturno	3	Choque eléctrico. Electrocuación. Muerte.	7	10	Termostato en local inaccesible durante la operación. Termostato conectado al aparato de control de temperatura electrónico y disyuntor. Mantenimiento periódico de los equipos.	2	0	12	Aceptable	--	--	--	--	--	En caso de utilización de contenedor IBC con sistema de calentamiento propio, no hay contacto con el sistema de calentamiento (resistencias).	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Almacenamiento del ácido polifosfórico.	Ácido polifosfórico (reactivo con agua, bases y otros productos químicos).	Rutina	Diurno	3	Reacción exotérmica violenta. Proyección de ácido. Quemaduras. Explosión.	7	10	Cobertura del equipo. Cuenca de retención de material no reactivo (polietileno) con el ácido polispilfosfórico.	2	0	12	Aceptable	Formación e información a los trabajadores. Ficha de datos de seguridad en el local.	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Almacenamiento do ácido polifosfórico.	Ácido polifosfórico (reactivo con agua, bases y otros productos químicos).	Rutina	Nocturno	3	Reacción exotérmica violenta. Proyección de ácido. Quemaduras. Explosión.	7	10	Cobertura del equipo. Cuenca de retención de material no reactivo (polietileno) con el ácido polispilfosfórico.	2	0	12	Aceptable	Formación e información a los trabajadores. Ficha de datos de seguridad en el local.	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección

EVALUACIÓN DE RIESGOS

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR						
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Almacenamiento do ácido polifodfórico.	Ácido polifosfórico (reactivo con metales).	Rutina	Diurno	3	Sobrecalentamiento. Incendio	7	10	Cobertura del equipo. Cuenca de retención de material no reactivo (polietileno) con el ácido polispofosfórico.	2	0	12	Aceptable	Formación y información a los trabajadores. Ficha de datos de seguridad en el local.	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	almacenamiento do ácido polifodfórico.	Ácido polifosfórico (reactivo con metales).	Rutina	Nocturno	3	Sobrecalentamiento. Incendio	7	10	Cobertura del equipo. Cuenca de retención de material no reactivo (polietileno) con el ácido polispofosfórico.	2	0	12	Aceptable	Formación y información a los trabajadores. Ficha de datos de seguridad en el local.	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Actividad productiva.	Atmósfera explosiva.	Rutina	Diurno	6	Explosión. Incendio.	7	13	Plan de prevención y respuesta a Emergencias. Extintores.	10	1	24	Não Aceptable	Auditoría ATEX. Manual de protección contra explosiones. Formación. Simulacros.	--	--	--	--	Los valores estimados deben ser revisados después de la auditoría Directiva ATEX (Atmósferas explosivas).	Se sugiere la realización de una auditoría por entidad acreditada para analizar el riesgo de ambientes propicios a la formación de atmósferas explosivas, de acuerdo con el Decreto-Ley nº 236/2003, de 30 de Setiembre, que transpone para la orden jurídica interna la Directiva nº 1999/92/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de Diciembre.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Actividad productiva.	Atmósfera explosiva.	Rutina	Nocturno	6	Explosión. Incendio.	7	13	Plan de prevención y respuesta a Emergencias. Extintores.	10	1	24	Não Aceptable	Auditoría ATEX. Manual de protección contra explosiones. Formación. Simulacros.	--	--	--	--	Los valores estimados deben ser revisados después de la auditoría Directiva ATEX (Atmósferas explosivas).	Se sugiere la realización de una auditoría por entidad acreditada para analizar el riesgo de ambientes propicios a la Formación de Atmósferas explosivas de acuerdo con el Decreto-Ley nº 236/2003, de 30 de Setiembre, que transpone para la orden jurídica interna la Directiva nº 1999/92/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de Diciembre.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Visibilidad en operaciones de producción en el exterior de la unidad de producción.	Accidentes diversos	Rutina	Nocturno	6	Accidentes diversos por falta de visibilidad. Enfermedades relacionadas con la visión.	3	9	Iluminación exterior de la unidad de producción.	6	0	15	Aceptable	Aumentar el número de luminarias en el exterior de la unidad de producción para colmar los espacios con menor visibilidad.	--	Evaluar la sustitución de la iluminación de halógeno por iluminación LED	--	--	--	Generalmente la iluminación en los obras de los contratistas en el área donde es acoplada la unidad de producción a la planta de mezclas bituminosas es deficiente. Se propone el aumento de luminarias distribuidas uniformemente para cubrir toda la zona de la unidad de producción.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Visibilidad en operaciones de producción en el exterior de la unidad de producción.	Fatiga ocular	Rutina	Nocturno	6	Enfermedades relacionadas con la visión.	1	7	Iluminación exterior de la unidad de producción.	2	0	9	Aceptable	Si es posible, aumentar la potencia de la lámpara fluorescente, o sustituir luminaria existente por otra con más lámparas.	--	Evaluar la sustitución de la iluminación por iluminación LED	--	--	--	--

EVALUACIÓN DE RIESGOS

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones	
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Utilización de Equipos dotados de visor en el control de la producción y tareas administrativas.	Fatiga ocular. Fatiga física. Fatiga mental.	Rutina	Diurno	6	Fatiga visual: sensación de peso en los párpados u ojos, picor, necesidad de restregar los ojos, somnolencia, ardor ocular, aumento del parpadeo; percepción borrosa de los caracteres enseñados en la pantalla; cefalea, vértigo, sensación de inquietud y ansiedad. Fatiga física: Dolores cervicales y dorsales; Tensión en la nuca y lumbago; Tendinitis, inflamaciones en los tendones; Epicondilitis (inflamaciones en los codos);	1	7	--	6	2	15	Aceptable	Formación e información. Elaboración de procedimientos.	--	--	--	--	--	--	Se sugiere consultar la medicina del trabajo.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Utilización de equipos dotados de visor en el control de la producción y tareas administrativas.	Fatiga ocular. Fatiga física. Fatiga mental.	Rutina	Nocturno	6	Síndrome del túnel del carpo, correspondiente a la inflamación del nervio en la muñeca. Fatiga mental. Transtornos neurológicos y cambios psicosomáticos (constipación, cefaleas, diarreas, palpitaciones); Perturbaciones psicológicas (ansiedad, irritabilidad, estados depresivos); Transtornos del sueño (pesadillas, insomnio, sueño agitado).	1	7	--	6	2	15	Aceptable	Formación e información. Elaboración de procedimientos.	--	--	--	--	--	--	Se sugiere consultar la medicina del trabajo.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operaciones administrativas y de control de la producción en la cabina de la unidad de producción con el aire acondicionado encendido.	Inhalación de microorganismos por deficiente calidad de la fuente de aire.	Rutina	Diurno	6	Enfermedades respiratorias.	3	9	Mantenimiento periódico del equipo de aire acondicionado.	6	0	15	Aceptable	Elaborar procedimiento para la depuración del filtro del aire acondicionado, mencionando la frecuencia y registros de intervención.	--	--	--	--	--	--	Los sistemas de aire acondicionado dispersan aerosoles contaminados. Dado que la unidad de producción opera en el obra de construcción, debe ser dada especial atención a la limpieza de los filtros.
Producción de betún caucho - BBB - BBM - BBA	Obra	Operaciones administrativas y de control de la producción en la cabina de la unidad de producción con el aire acondicionado encendido.	Inhalación de microorganismos por deficiente calidad de la fuente de aire.	Rutina	Nocturno	6	Enfermedades respiratorias.	3	9	Mantenimiento periódico del equipo de aire acondicionado.	6	0	15	Aceptable	Elaborar procedimiento para la depuración del filtro del aire acondicionado, mencionando la frecuencia y registros de intervención.	--	--	--	--	--	--	Los sistemas de aire acondicionado dispersan aerosoles contaminados. Dado que la unidad de producción opera en el obra de construcción, debe ser dada especial atención a la limpieza de los filtros.

EVALUACIÓN DE RIESGOS

EVALUACIÓN DE RIESGOS															MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS					EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS										MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones	
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas -máquina de soldar.	Soldadura.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	3	Proyección de partículas incandescentes. Quemaduras. Lesiones oculares.	5	8	Formación e instrucciones de seguridad. Máscara de soldar. Guantes. Casco de protección. Delantal.	6	0	14	Aceptable	Usar siempre los EPI adecuados para la soldadura.	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas -máquina de soldar.	Soldadura.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	3	Proyección de partículas incandescentes. Quemaduras. Lesiones oculares.	5	8	Formación e instrucciones de seguridad. Máscara de soldar. Guantes. Casco de protección. Delantal.	6	0	14	Aceptable	Usar siempre los EPI adecuados para la soldadura.	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas -máquina de soldar.	Soldadura.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	3	Exposición a humos de la soldadura.	7	10	Formación e instrucciones de seguridad. Máscara de soldar.	6	0	16	Aceptable	--	--	Los trabajos de soldadura deben de ser efectuados en locales aireados.	--	--	--	--	Los informes de evaluación de la exposición a agentes químicos realizados en 2006 y 2007 no incluyen las actividades de mantenimiento.
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas -máquina de soldar.	Soldadura.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	3	Exposición a humos de la soldadura.	7	10	Formación e instrucciones de seguridad. Máscara de soldar.	6	0	16	Aceptable	--	--	Los trabajos de soldadura deben de ser efectuados en locales aireados.	--	--	--	--	Los informes de evaluación de la exposición a agentes químicos realizados en 2006 y 2007 no incluyen las actividades de mantenimiento.
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas -máquina de soldar.	Soldadura.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	3	Incendio.	7	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Plan de prevención y a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	0	12	Aceptable	--	--	Los trabajos de soldadura deben de ser efectuados en locales aireados.	--	--	--	--	Prohibido efectuar trabajos de soldadura en mangueras de betún/betún caucho calientes.
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas -máquina de soldar.	Soldadura.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	3	Incendio.	7	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Plan de prevención y a emergencias. Extintores. Simulacros. Formación.	2	0	12	Aceptable	--	--	Los trabajos de soldadura deben de ser efectuados en locales aireados.	--	--	--	--	Prohibido efectuar Trabajos de soldadura en mangueras de betún/betún caucho calientes.
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas -máquina de soldar.	Soldadura.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	3	Exposición a radiaciones no ionizantes (UV). lesiones oculares.	5	8	Máscara de soldar. Guantes.	0	0	8	Aceptable	Emplear siempre los EPI adecuados a la tarea de soldadura.	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas -máquina de soldar.	Soldadura.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	3	Exposición a radiaciones no ionizantes (UV). Lesiones oculares.	5	8	Máscara de soldar. Guantes.	0	0	8	Aceptable	Emplear siempre los EPI adecuados a la tarea de soldadura.	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas.	Componentes en tensión.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	5	Choque eléctrico. Electrocuación. Muerte.	7	12	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificaciones de seguridad de los equipos. Operación restringida a técnico cualificado. Formación e instrucciones de seguridad. La actividad no se ejecuta si estuviera lloviendo. Botas. Guantes de seguridad.	2	0	14	Aceptable	Las actividades de mantenimiento eléctrico u otros del género, apenas podrán ser realizadas por técnico capacitado para estos efectos.	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas.	Componentes en tensión.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	5	Choque eléctrico. Electrocuación. Muerte.	7	12	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificaciones de seguridad de los equipos. Operación restringida a técnico cualificado. Formación e instrucciones de seguridad. La actividad no se ejecuta si estuviera lloviendo. Botas. guantes de seguridad.	2	0	14	Aceptable	Las actividades de mantenimiento eléctrico u otros del género, apenas podrán ser realizadas por técnico capacitado para estos efectos.	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas - Esmeril angular y taladro.	Desbarbar y taladrar	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	3	Contacto con componentes en movimiento. Heridas ligeras.	3	6	Protección de los discos. Formación e instrucciones de seguridad. Botas. Guantes de seguridad.	2	0	8	Aceptable	--	--	--	--	Gafas de protección herméticas.	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas - Esmeril angular y taladro.	Desbarbar y taladrar	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	3	Contacto con componentes em movimiento. Heridas ligeiros.	3	6	Protección de los discos. Formación e instrucciones de seguridad. Botas. Guantes de seguridad.	2	0	8	Aceptable	--	--	--	--	Gafas de protección herméticas.	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección

EVALUACIÓN DE RIESGOS

EVALUACIÓN DE RIESGOS															MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS					EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS										MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR							
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones	
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas - Esmeril angular.	Desbarbar.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	3	Proyección de materiales. Rotura del disco. Lesiones oculares.	5	8	Protección de los discos. Formación e instrucciones de seguridad. Gafas. Casco. Guantes de seguridad.	2	0	10	Aceptable	--	--	--	--	Gafas de protección herméticas.	--	No utilizar discos viejos en las amoladoras.	
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas - Esmeril angular.	Desbarbar.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	3	Proyección de materiales. Rotura del disco. Lesiones oculares.	5	8	Protección de los discos. Formación e instrucciones de seguridad. Gafas. Casco. Guantes de seguridad.	2	0	10	Aceptable	--	--	--	--	Gafas de protección herméticas.	--	No utilizar discos viejos en las amoladoras.	
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas - Esmeril angular y taladro.	Ruido provocado por la utilización de esmeril y taladro.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	3	Enfermedades relacionadas con ruido. Sordera.	5	8	Formación sobre ruido. Protectores auriculares distribuidos.	6	0	14	Aceptable	--	--	--	--	Protectores auriculares.	--	El informe de evaluación de ruido de 2005 y 2007 evalúa solamente el trabajo en la unidad de producción en obra. La utilización de estos equipos no justifica la necesidad de evaluación, pero se recomienda la protección auricular.	
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas - Esmeril angular y taladro.	Ruido provocado por la utilización de esmeril y taladro.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	3	Enfermedades relacionadas con ruido. Sordera.	5	8	Formación sobre ruido. Protectores auriculares distribuidos.	6	0	14	Aceptable	--	--	--	--	Protectores auriculares.	--	El informe de evaluación de ruido de 2005 y 2007 evalúa solamente el trabajo en la unidad de producción en obra. La utilización de estos equipos no justifica la necesidad de evaluación, pero se recomienda la protección auricular.	
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas - Esmeril angular y taladro.	Equipos vibratorios.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	3	Exposición a vibraciones. Lesiones y enfermedades asociadas.	3	6	Guantes de seguridad. Formación.	2	0	8	Aceptable	--	--	--	--	--	--	La periodicidad de la tarea no justifica la medición de la vibración. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección	
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas - Esmeril angular y taladro.	Equipos vibratorios.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	3	Exposición a vibraciones. Lesiones y enfermedades asociadas.	3	6	Guantes de seguridad. Formación.	2	0	8	Aceptable	--	--	--	--	--	--	La periodicidad de la tarea no justifica la medición de la vibración. Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección	
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas.	Trabajo en altura.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	5	Caída en altura. Fracturas. Muerte.	7	12	Formación general sobre los riesgos en el local de trabajo. Instrucciones de seguridad.	2	0	14	Aceptable	Utilización de equipo contra caídas, del tipo arneses de seguridad.	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Utilización de herramientas.	Trabajo en altura.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	5	Caída en altura. Fracturas. Muerte.	7	12	Formación general sobre los riesgos en el local de trabajo. Instrucciones de seguridad.	2	0	14	Aceptable	Utilización de equipo contra caídas, del tipo arneses de seguridad.	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Máquinas rotativas acopladas a la unidad de producción.	Máquinas con partes móviles.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Diurno	5	Atrapamiento. Aplastamiento.	5	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación e instrucciones de seguridad. Guantes de seguridad.	2	0	12	Aceptable	--	--	--	Sopesar la posibilidad de sustitución del actual modelo de protección de las partes móviles por uno que confiera protección total de acceso.	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Máquinas rotativas acopladas a la unidad de producción.	Máquinas con partes móviles.	Mantenimiento preventivo - Rutina. Mantenimiento correctivo - Esporádico.	Nocturno	5	Atrapamiento. Aplastamiento.	5	10	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación e instrucciones de seguridad. Guantes de seguridad.	2	0	12	Aceptable	--	--	--	Sopesar la posibilidad de sustitución del actual modelo de protección de las partes móviles por uno que confiera protección total de acceso.	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección.	
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Posturas en la realización de las actividades de mantenimiento preventiva y correctiva.	Local o equipamiento de difícil acceso.	Rutina	Diurno	5	Trabajo ejecutado en posición ergonómicamente incorrecta.	5	10	Formación, pero sin instrucciones de seguridad.	6	0	16	Aceptable	Reciclaje de la formación en ergonomía, y emisión de instrucciones de seguridad.	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Mantenimiento preventivo y correctivo	Obra	Posturas en la realización de las actividades de mantenimiento preventiva y correctiva.	Local o equipamiento de difícil acceso.	Rutina	Nocturno	5	Trabajo ejecutado en posición ergonómicamente incorrecta.	5	10	Formación, pero sin instrucciones de seguridad.	6	0	16	Aceptable	Reciclaje de la formación en ergonomía, y emisión de instrucciones de seguridad.	--	--	--	--	--	--	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Área envolvente	Obra	Planta de mezclas bituminosas del contratista.	Incendio con origen en la planta de mezclas bituminosas del cliente o vecindario.	Emergencia	Diurno	1	Quemaduras. Muerte.	7	8	Extintores.	10	0	18	No Aceptable	--	--	--	En caso de emergencia en la obra del contratista reunir junto al punto de reunión, u otro local indicado por el cliente.	--	--	En cada contrato celebrado, se sugiere que los clientes promuevan al menos una acción de formación e información sobre los peligros y riesgos de su actividad, con impacto en los subcontratados.	

EVALUACIÓN DE RIESGOS

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS						EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS									MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR						
Operación	Local	Actividades	Peligro o acontecimiento peligroso	Situación operacional	Periodo de trabajo	Probabilidad (P)	Consecuencias	Severidad (S)	Riesgo	Medidas de control implementadas	Medidas de control (MC)	Incidentes y enfermedades profesionales (I)	nivel de Riesgo NR=P+S+MC+I	Clasificación del Riesgo	Eliminación del Riesgo	Sustitución del Riesgo	Controles técnicos/ingeniería	Señalización/ aviso y/o controles administrativos	Equipos de protección individual (EPI)	Descripción	Observaciones
Área envolvente	Obra	Planta de mezclas bituminosas del contratista.	Incendio con origen en la planta de mezclas bituminosas del cliente o vecindario.	Emergencia	Nocturno	1	Quemaduras. Muerte.	7	8	Extintores.	10	0	18	No Aceptable	--	--	--	En caso de emergencia en la obra del contratista reunir junto al punto de reunión, u otro local indicado por el cliente.	--	En cada contrato celebrado, se sugiere que los clientes promuevan al menos una acción de formación e información sobre los peligros y riesgos de su actividad, con impacto en los subcontratados.	Uso obligatorio de casco de protección/gorra de protección
Visitas a la unidad de producción	Obra	Visitas	Salida / entrada en la cabina	Esporádica	Diurno	4	Caída en altura.	7	11	Guarda cuerpos. La apertura de la puerta representa riesgo añadido.	2	0	13	Aceptable	--	--	Modificar apertura de la puerta de la cabina o modificar la escalera.	--	Chaleco reflector. Casco de protección.	Las visitas no están autorizadas a permanecer en el local de operación sin autorización previa. Como medida de seguridad, las visitas apenas están autorizadas a circular en torno del lado exterior de la operación y acceso a la cabina de control.	Uso obligatorio de chaleco reflector y casco de protección.
Visitas a la unidad de producción	Obra	Visitas	Tuberías con sustancias calientes.	Esporádica	Diurno	4	Contacto con tubería caliente. Quemaduras.	3	7	Sin protección de las partes calientes. Señalización.	2	0	9	Aceptable	--	--	--	--	Chaleco reflector. Casco de protección.	Las visitas no están autorizadas a permanecer en el local de operación sin autorización previa. Como medida de seguridad, las visitas apenas están autorizadas a circular en torno del lado exterior de la operación y acceso a la cabina de control.	Uso obligatorio de chaleco reflector y casco de protección. Se recomienda la utilización de botas de seguridad.
Visitas a la unidad de producción	Obra	Visitas	Tuberías con sustancias calientes.	Esporádica	Diurno	4	Ruptura. Derrame. Contacto con sustancia caliente. Quemaduras.	5	9	Mantenimiento periódico de los equipos. Señalización. Ficha de datos de seguridad en el local.	2	0	11	Aceptable	--	--	--	--	Chaleco reflector. Casco de protección.	Las visitas no están autorizadas a permanecer en el local de operación sin autorización previa. Como medida de seguridad, las visitas apenas están autorizadas a circular en torno del lado exterior de la operación y acceso a la cabina de control.	Uso obligatorio de chaleco reflector y casco de protección. Se recomienda la utilización de botas de seguridad.
Visitas a la unidad de producción	Obra	Visitas	Emisión de partículas de caucho.	Esporádica	Diurno	4	Inhalación de partículas de caucho. Enfermedades respiratorias.	5	9	Informe de evaluación de exposición a agentes químicos de 2006 y 2007.	2	0	11	Aceptable	--	--	--	--	Chaleco reflector. Casco de protección.	Las visitas no están autorizadas a permanecer en el local de operación sin autorización previa. Como medida de seguridad, las visitas apenas están autorizadas a circular en torno del lado exterior de la operación y acceso a la cabina de control.	Uso obligatorio de chaleco reflector y casco de protección. Se recomienda la utilización de botas de seguridad.
Visitas a la unidad de producción	Obra	Visitas	Elevación de cargas pesadas (big bags) durante el transporte del local de almacenaje para la tolva.	Esporádica	Diurno	4	Aplastamiento. Muerte.	7	11	Mantenimiento periódico de los equipos. Verificación de seguridad de los equipos. Formación e instrucciones de seguridad. Visitas son acompañadas.	2	0	13	Aceptable	--	--	--	--	Chaleco reflector. Casco de protección.	Las visitas no están autorizadas a permanecer en el local de operación sin autorización previa. Como medida de seguridad, las visitas apenas están autorizadas a circular en torno del lado exterior de la operación y acceso a la cabina de control.	Uso obligatorio de chaleco reflector y casco de protección. Se recomienda la utilización de botas de seguridad.
Visitas a unidad de producción	Obra	Visitas	Movimentación de máquinas y personas.	Esporádica	Diurno	4	Atropellamiento. Muerte.	7	11	Mantenimiento periódico de los Equipos. Verificación de seguridad de los Equipos. Visitas son acompañadas. Delimitación del perímetro del espacio de la Operación.	2	0	13	Aceptable	--	--	--	--	Chaleco reflector. Casco de protección.	Las visitas no están autorizadas a permanecer en el local de operación sin autorización previa. Como medida de seguridad, las visitas apenas están autorizadas a circular en torno del lado exterior de la operación y acceso a la cabina de control.	Uso obligatorio de Chaleco reflector y casco de protección. Se recomienda el uso de botas de seguridad.
Visitas a unidad de producción	Obra	Visitas	Desplazamiento a pie (piso irregular, tuberías).	Esporádica	Diurno	4	Caída al mismo nivel. Contacto con tubería caliente. Quemaduras.	3	7	Sin protección de las partes calientes. Señalización.	6	0	13	Aceptable	--	--	--	--	Chaleco reflector. Casco de protección.	Las visitas no están autorizadas a permanecer en el local de operación sin autorización previa. Como medida de seguridad, las visitas apenas están autorizadas a circular en torno del lado exterior de la operación y acceso a la cabina de control.	Uso obligatorio de Chaleco reflector y casco de protección. Se recomienda el uso de botas de seguridad.

## **Anexo II – Informes sobre la exposición al ruido laboral**



**LABORATÓRIO DE RUÍDO**  
**Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, nº 33**  
**Talaíde, Taguspark – 2780-920 PORTO SALVO**  
Lisboa Porto  
Telef.: 21 4228197 Telef.: 22 7471 950  
TELEFAX: 21 4228129 TELEFAX: 22 7455 778



## RELATÓRIO DE ENSAIO

## EXPOSIÇÃO SONORA DE TRABALHADORES

**Estaleiro da ACORIL – Herdade da Carvoeira - Benavente**

**OUTUBRO 2005**

**OBRA Nº:** 4330288  
**RELATÓRIO REFª:** 02118/05  
**TOTAL DE PÁGINAS:** 12

**ELABORADO POR:** José Magalhães  
Técnico Especialista

**APROVADO POR:** Ana Bicker  
Resp. do Laboratório

**DATA DE REALIZAÇÃO DO ENSAIO:** 2005.10.25  
**DATA DE EMISSÃO DE RELATÓRIO:** 2005.10.31

**NOTA:** É proibida a reprodução parcial deste relatório sem autorização expressa do Laboratório. As conclusões apresentadas circunscrevem-se às condições encontradas à data dos ensaios.

**DIVISÃO DE AMBIENTE ENERGIA E SEGURANÇA**  
**CENTRO DE ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO**



## ÍNDICE

### INTRODUÇÃO

### CONCLUSÕES FINAIS

### 1 - DESCRIÇÃO DO ENSAIO

- 1.1. Procedimento
- 1.2. Equipamento
- 1.3. Definições

### 2 - CRITÉRIOS APLICÁVEIS

### 3 - RESULTADOS DOS ENSAIOS

- a) Tabela de níveis de exposição sonora de trabalhadores.
- b) Análise em frequência

### 4 - INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

- 4.1. - LEGISLAÇÃO APLICÁVEL
- 4.2. - ENQUADRAMENTO LEGAL DA EMPRESA

### 5 - CONCLUSÕES

### 6 - RECOMENDAÇÕES

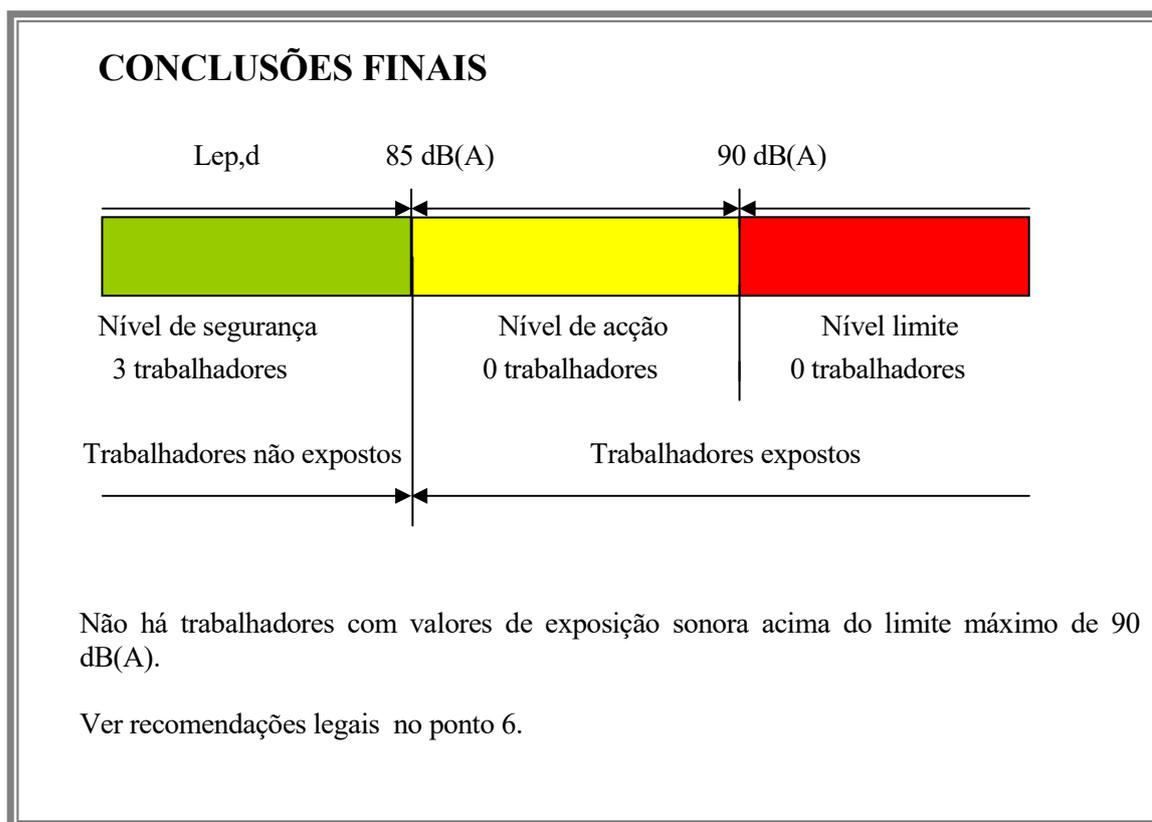


## INTRODUÇÃO

Por solicitação da [REDACTED], o ISQ realizou um estudo de avaliação da situação acústica, no estaleiro da empresa Acoril, em Benavente.

O objectivo principal deste estudo é dar cumprimento ao exposto no **DL 72/92** de 28 de Abril, que estabelece o quadro geral de protecção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho.

Assim e seguindo os procedimentos definidos no **DR 9/92 de 28 de Abril**, foram efectuadas medições de ruído, com leitura em postos de trabalho, para determinação dos respectivos níveis de exposição, conforme definido nos artigos 4º e 5º do referido DR.





## 1 - DESCRIÇÃO DO ENSAIO

### 1.1. Procedimento

Em cada ponto foram recolhidos os valores de **Leq** e **MáxLpico**.

Os valores foram recolhidos durante tempo suficiente para estabilização do **Leq**.

Durante as medições de Leq utilizou-se o filtro de ponderação "A", pelo que os valores finais estão expressos em dB(A).

Os demais procedimentos estão conforme metodologia indicada no Anexo I do D.R. 9/92.

### 1.2. Equipamento

- Analisador de Precisão Bruel Kjaer 2260, nº de série 2124616
- Fonte Sonora de Calibração Bruel Kjaer 4231

### 1.3. Definições

Nível de Acção : o nível de acção da “exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o dia de trabalho” é igual a 85 dB(A).

Valor limite: o valor limite da “exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o dia de trabalho” é igual a 90 dB(A).

Valor limite de pico : o valor máximo do pico de nível de pressão sonora é igual a 140 dB.

Trabalhador exposto: trabalhador cuja exposição pessoal diária ao ruído durante o trabalho é igual ou superior ao nível de acção ou que está sujeito, durante o trabalho, a picos de nível de pressão sonora iguais ou superiores ao valor limite de pico.



## 2 - CRITÉRIOS APLICÁVEIS

O método utilizado para cálculo dos índices de exposição individual de trabalhadores é o descrito no DR 9/92, Anexo II, ponto 2.

Para o cálculo da exposição pessoal diária de um trabalhador devem ser consideradas as exposições parciais, que correspondem aos diferentes locais onde este permanece e levam em consideração o tempo de permanência.

Assim num local de nível sonoro  $Leq$ , onde o trabalhador está  $T$  horas a exposição parcial diária é de:

$$Lep,d \text{ parcial} = Leq + 10 \text{ Log } (T/T_0)$$

onde

$$T_0 = 8 \text{ horas, por definição.}$$

O valor correspondente ao tempo de ocupação individual,  $T$ , foi obtido através de informações dadas pelos responsáveis e pelos trabalhadores.

A exposição pessoal diária de um trabalhador é o resultado das exposições parciais calculadas para  $n$  diferentes tipos de ruído:

$$Lep,d = 10 \cdot \text{Log } \Sigma 10^{(0.1 \cdot Lep,d \text{ parcial})}$$

Supondo que sempre que o trabalhador está em locais com níveis de ruído superior a 85 dB(A) e utiliza protectores auriculares deve ser também calculado o **Lep,d efectivo**, que corresponde à exposição pessoal diária considerando a atenuação conferida pelos protectores.

O pico de nível de pressão sonora,  $Lpico$ , ou seja o valor máximo instantâneo do nível de pressão sonora, expresso em dB, é dado pela seguinte expressão:

$$Lpico = 10 \cdot \text{log } (P_{\text{máx}}/P_0)^2$$

em que  $P_{\text{máx}}$  - o valor máximo da pressão sonora instantânea a que o trabalhador está exposto, expresso em Pascal, e  $P_0$  - pressão de referência.



### 3 - RESULTADOS DOS ENSAIOS

Com os valores agora obtidos foram elaboradas tabelas para o pessoal pertencente à empresa (descritos na tabela abaixo apresentada).

A tabela identifica os trabalhadores pelo nome do funcionário, indicando o local de trabalho, o tempo de permanência em cada local e o nível sonoro aí medido.

As três últimas colunas das tabelas correspondem aos resultados sendo o valor **Lep,d** o nível de exposição sonora pessoal diária do trabalhador ou grupo de trabalhadores a que se refere, **Lep,d efectivo** o nível de exposição com protectores auriculares e **MáxLpico** o valor máximo de pico registado no local.

De uma forma geral, dado que os níveis sonoros encontrados não são muito elevados, os trabalhadores não usam protectores auriculares, pelo que a coluna dos valores efectivos não foi preenchida.

Não foi necessário a elaboração das fichas de exposição sonora, dado que, os trabalhadores estão abaixo do nível de acção.

Para o caso dos trabalhadores que circulam em vários locais da mesma secção, foi-lhes atribuído um nível sonoro global, resultante de uma integração entre os valores obtidos em medições globais e os valores obtidos em medições pontuais. No caso de trabalhadores que têm postos de trabalho mais ou menos fixos foi-lhes atribuído o valor do nível sonoro recolhido nesse ponto.

No caso de trabalhadores que circulam por mais que um posto de trabalho, foi-lhes atribuído um índice de exposição sonora resultante da integração dos níveis de ruído dos locais por onde circulam, ponderando com o tempo de permanência em cada local, através da fórmula:

$$L_{ep,d} = 10 \cdot \log \sum 10^{(0.1 \cdot L_{ep,d \text{ parcial}})}$$

Relativamente aos valores de pico, considerou-se que cada trabalhador pode estar sujeito ao valor máximo encontrado na secção, local ou conjunto de locais por onde é habitual permanecer ou circular.



### TABELA DE ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO SONORA PESSOAL

NOME DO TRABALHADOR	LOCAL DE TRABALHO	Hora/dia	Leq do local dB(A)	Lep,d dB(A)	Lep,d efectivo	Máx Lpico dB
██████████	Linha de Betume Modificado com Borracha – Sala de Comando	8	69	69	---	117
██████████	Linha de Betume Modificado com Borracha – Sala de Comando	4	69	79	---	117
	Linha de Betume Modificado com Borracha – Máquina	4	82			



## 4 - INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

### 4.1. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

O quadro legal relativamente ao ruído é:

Ruído no interior ou laboral - Decreto-Lei 72/92

Decreto-Regulamentar 9/92 de 28 de Abril

Relativamente ao ruído em posto de trabalho o D.R. 9/92 regulamenta o D.L. 72/92 que estabelece o quadro geral de protecção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho. Este regulamento define os procedimentos de medida, os parâmetros a analisar para uma correcta avaliação das exposições dos trabalhadores ao ruído, bem como as classes de risco e as medidas a adoptar relativamente a cada grupo de risco e ainda as medidas gerais de minimização do ruído industrial.

Este regulamento apresenta como referências principais o parâmetro **Lep,d, índice de exposição pessoa diária**, a qual se reporta a um dia de 8 horas em semanas com 5 dias de trabalho e o Lpico em qualquer altura do dia de trabalho.

Assim, para avaliação da exposição sonora dos trabalhadores consideram-se os critérios, podendo verificar-se apenas um deles ou os dois:

DEFINIÇÃO LEGAL - TRABALHADOR EXPOSTO		
Critério	Classe de risco	Limite (a partir do qual se considera na classe de risco correspondente)
<b>Lep,d</b>	Nível de acção	<b>Lep,d = 85 dB(A)</b>
	Valor limite	<b>Lep,d = 90 dB(A)</b>
<b>Lpico</b>	Valor limite	<b>Lpico = 140 dB</b>



#### 4.2. ENQUADRAMENTO LEGAL DA [REDACTED] – ESTALEIRO EM BENAVENTE

De acordo com a legislação aplicável as classes de risco previstas a legislação e que são:

<b>Trabalhadores no nível de acção –</b>	<b><math>85 \leq L_{ep,d} &lt; 90</math> dB(A)</b>
<b>Trabalhadores acima do valor limite –</b>	<b><math>L_{ep,d} \geq 90</math> dB(A)</b>
<b>Trabalhadores com valores máximo de pico acima do limite - <math>MáxL_{pico} \geq 140</math> dB</b>	

Conclui-se que:

- 3 trabalhadores estão expostos a valores inferiores a 85 dB(A) e valores máximos de pico abaixo de 140 dB, isto é, estão numa classe de segurança, relativamente aos riscos de exposição ao ruído durante o trabalho.
- 0 trabalhadores estão expostos a valores de  $L_{ep,d}$  iguais ou acima de 85 e abaixo de 90 dB(A), isto é, expostos acima do Nível de Acção.
- 0 trabalhadores com valores de  $L_{ep,d}$  igual ou superior a 90 dB(A), pelo que se consideram expostos e estão no Nível limite.

A referida legislação impõe que os valores de exposição sonora devem estar abaixo do valor limite de 90 dB(A) e pico de 140 dB.

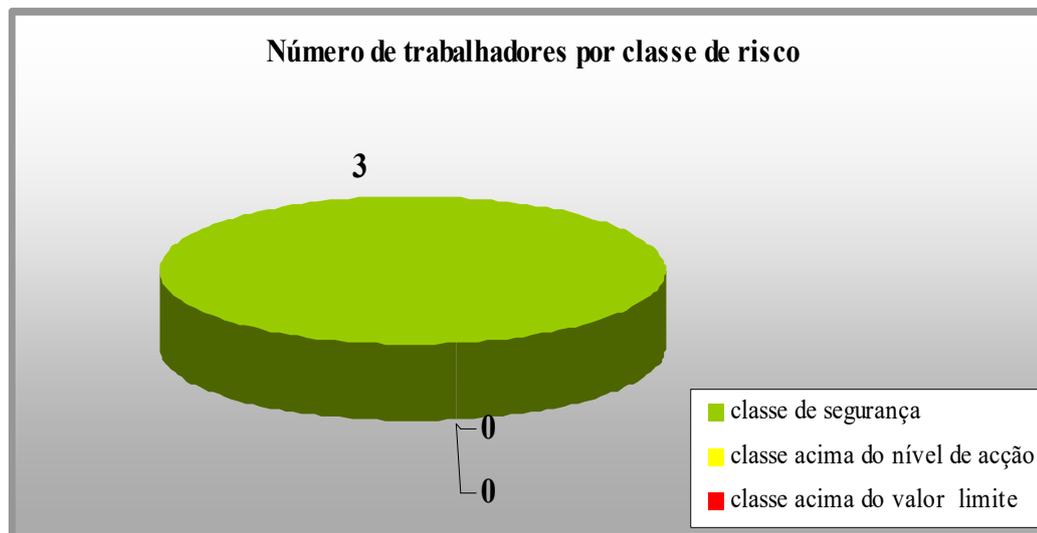
Do ponto anterior conclui-se que não existem trabalhadores expostos ao valor limite de Exposição ocupacional, isto é, com  $L_{ep,d}$  igual ou superior a 90 dB(A) e  $MáxL_{pico}$  de 140 dB.

Não existem trabalhadores no nível de acção.



## 5. CONCLUSÕES

Das tabelas anteriores conclui-se:



Em que:

**Classe de segurança –  $L_{ep,d} < 85$  dB(A)**

**Classe acima do Nível de ação –  $85 \leq L_{ep,d} < 90$  dB(A)**

**Classe acima do Valor limite –  $L_{ep,d} \geq 90$  dB(A)**

**Valor limite de pico –  $Máx L_{pico} \geq 140$  dB**



## ***Imposições do D.R. 9/92***

O critério de avaliação de riscos previsto no D.R. 9/92 baseia-se no risco de surdez (de maior ou menor gravidade), pelo que, à luz dessa legislação, um "**trabalhador exposto**" é aquele que se encontra sujeito a um nível de ruído igual ou acima de 85 dB(A) (definido como "**Nível de Acção**"), valor a partir do qual se considera existir perigo de perda da acuidade auditiva do indivíduo.

Assim nas conclusões relativas à avaliação da exposição ocupacional ao ruído e às recomendações tendentes à sua minimização, formuladas a partir da análise da situação acústica da instalação fabril, podemos identificar grupos de trabalhadores conforme o risco de surdez em função do nível sonoro do posto ou local de trabalho correspondente.

Para efeitos das medidas a implementar os trabalhadores podem considerar-se distribuídos em três grupos, para cada um dos quais são referidos os principais riscos envolvidos, bem como as respectivas medidas de minimização.

### **TRABALHADORES NÃO EXPOSTOS**

-  $L_{ep,d} < 85 \text{ dB(A)}$

### **TRABALHADORES EXPOSTOS**

- **CLASSE NO NÍVEL DE ACÇÃO** -  $85 \text{ dB(A)} \leq L_{ep,d} \leq 89 \text{ dB(A)}$

- **CLASSE NO VALOR LIMITE** -  $L_{ep,d} \geq 90 \text{ dB(A)}$

Os valores de nível de exposição sonora obtidos, uma vez superiores a 85 dB(A), impõe o preenchimento das fichas individuais de exposição sonora referidas na legislação aplicável (D.R. 9/92 de 28 de Abril), que se juntam em anexo ao relatório.

Com o cumprimento, tão rigoroso quanto possível, do conjunto de recomendações referidas de seguida, a empresa poderá assegurar a protecção dos trabalhadores relativamente aos riscos de surdez por exposição prolongada ao ruído do posto de trabalho e assim contribuir para a melhoria das condições e qualidade de vida dos seus trabalhadores.



## 6. RECOMENDAÇÕES [REDACTED] – ESTALEIRO EM BENAVENTE

### **TRABALHADORES NÃO EXPOSTOS - $L_{ep,d} < 85 \text{ dB(A)}$**

**Este grupo de trabalhadores está conforme com a legislação aplicável pelo que não requer implementação de programa de preservação auditiva. As medições só necessitam ser repetidas se ocorrerem alterações no posto de trabalho, ao nível de lay-out, equipamentos, processos ou tempos de exposição dos trabalhadores deste grupo**

**Segundo o critério definido no D.R. 9/92, encontram-se neste grupo todos os trabalhadores cujo valor de exposição ocupacional ao ruído é inferior a 85 dB(A), o que corresponde a 3 dos 3 trabalhadores analisados.**

Note-se que o facto de em determinado local de trabalho os níveis sonoros serem inferiores a 85 dB(A), e daí se considerar os trabalhadores como "não expostos", não significa que existe conforto sonoro ou que estão reunidas as condições ideais de trabalho. Nestes locais podem ocorrer queixas diversas relacionadas com o ruído, as quais não se conseguem prever ou quantificar já que dependem de cada indivíduo, não sendo possível estabelecer uma relação directa de causa/efeito.

Numa primeira análise estes trabalhadores não estão em situação de risco de surdez devido a exposição prolongada ao ruído. Note-se que esta é uma conclusão formulada a partir de estudos e dados empíricos, assumida como regra geral na legislação comunitária, o que não significa que esteja completamente excluída toda e qualquer possibilidade de risco para estes trabalhadores.

De facto podem ocorrer casos particulares em que os valores de ruído mesmo abaixo de 85 dB(A) podem conduzir a situações de perda da acuidade auditiva dos indivíduos, dependendo disso, na maior parte dos casos, de características pessoais. Pretende-se com estas observações deixar claro que, apesar pertencerem a um grupo de "trabalhadores não expostos", quaisquer queixas ou reclamações de trabalhadores deste grupo relativas a ruído devem ser cuidadosamente analisadas.

ANA BICKER  
Resp. Laboratório de Ruído



RELATÓRIO DE ENSAIO

## EXPOSIÇÃO PESSOAL DIÁRIA AO RUÍDO



**OBRA Nº:** 07.00003.30.07/221  
**RELATÓRIO REFª:** DS/LABRD/02342/07  
**TOTAL DE PÁGINAS:** 13 incluindo anexos

**ELABORADO POR:** José Magalhães  
Técnico Especialista

**APROVADO POR:** Ana Bicker  
Resp. do Laboratório

**DATA DE REALIZAÇÃO DO ENSAIO:** 24-09-2007  
**DATA DE EMISSÃO DE RELATÓRIO:** 28-09-2007

**NOTA:** É proibida a reprodução parcial deste relatório sem autorização expressa do Laboratório. As conclusões apresentadas circunscrevem-se às condições encontradas à data dos ensaios.



## ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>CONCLUSÕES FINAIS</b> .....	<b>3</b>
<b>1. DESCRIÇÃO DO ENSAIO</b> .....	<b>4</b>
1.1. Procedimento .....	4
1.2. Equipamento .....	4
1.3. Critérios aplicáveis .....	4
<b>2. RESULTADOS DOS ENSAIOS</b> .....	<b>5</b>
2.1. Acumulação de diferentes actividades por trabalhador .....	5
2.2. Protecção auricular.....	5
2.3. Tabela de Resultados .....	5
2.4. Análise em frequência.....	7
<b>3. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL</b> .....	<b>8</b>
<b>4. ENQUADRAMENTO LEGAL E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>9</b>

## ANEXO

- Níveis de Pressão sonora por locais ou postos de trabalho
- Medidas locais a tomar
- Análise em frequência dos níveis de pressão sonora por locais ou postos de trabalho

## INTRODUÇÃO

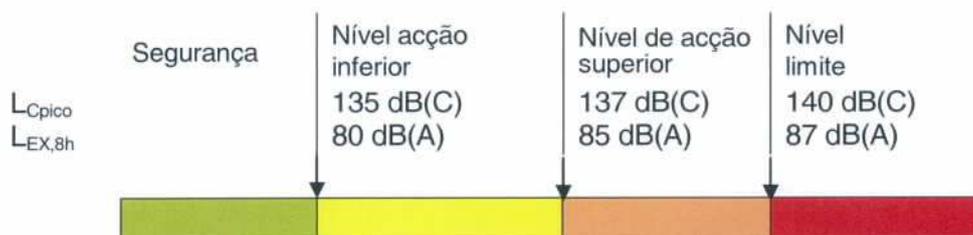
Por solicitação [REDACTED], o ISQ realizou um estudo de avaliação da situação acústica nas instalações no [REDACTED].

O objectivo principal deste estudo é dar cumprimento ao exposto no DL 182/2006 de 6 de Setembro, que estabelece o quadro geral de protecção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição pessoal diária ao ruído durante o trabalho.

O Laboratório de Ruído do ISQ está acreditado pelo IPAC para realização do ensaio de "Avaliação da Exposição Sonora em posto de trabalho" com o nº de certificado L219.

Assim e seguindo os procedimentos definidos no DL 182/2006, foram efectuadas medições de ruído, com leitura em postos de trabalho, para determinação dos respectivos níveis de exposição, conforme definido nos artigos 4º e 5º do referido DL.

## CONCLUSÕES FINAIS



1	Total de trabalhadores no nível de segurança	
3	Total de trabalhadores na classe 1 - acima do nível de acção inferior	
0	Total de trabalhadores com valores iguais ou acima do nível de acção superior	na classe 2 - com valores inferiores ao limite
0		na classe 3 - acima do valor limite
4	Total de trabalhadores analisados	

Para os trabalhadores da classe 3 a conformidade legal está condicionada conforme descrito

0	<b>CONFORMIDADE LEGAL</b>	caso seja assegurado pela Recipav - Engenharia e Pavimentos, Lda o uso de protecção auricular para o grupo com $L_{EX,8h}$ acima de 87 dB(A)
	<b>NÃO CONFORMIDADE LEGAL</b>	caso <u>não seja assegurado</u> pela Recipav - Engenharia e Pavimentos, Lda o uso de protecção auricular para o grupo com $L_{EX,8h}$ acima de 87 dB(A)

### A CONFORMIDADE LEGAL da empresa depende de:

- Estarem asseguradas as medidas de protecção de riscos aplicáveis (ver ponto 4 do relatório)
- Não existirem trabalhadores expostos (em termos efectivos) a valores acima do limite, o que implica que todos os trabalhadores da classe 3 usem protecção auricular distribuída (tal deve ser evidenciado pelo empregador)

## 1. DESCRIÇÃO DO ENSAIO

### 1.1. Procedimento

Em cada ponto foram recolhidos os valores de  $L_{Aeq}$  em dB(A) e  $L_{Cpico}$  em dB(C)

Os valores foram recolhidos durante tempo suficiente para estabilização do  $L_{Aeq}$ .

Os demais procedimentos estão conforme metodologia indicada nos Anexos I e II do DL 182/2006 de 6 de Setembro.

### 1.2. Equipamento

Analizador de Precisão BRUEL KJAER 2260, n.º de série 2124616

Fonte Sonora de Calibração Bruel Kjaer 4231, n.º série 2094666

Os equipamentos encontram-se devidamente calibrados e verificados, podendo os respectivos certificados ser enviados em caso de solicitação.

### 1.3. Critérios aplicáveis

Exposição pessoal diária ao ruído,  $L_{EX,8h}$ , o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, calculado para um período normal de trabalho diário de oito horas ( $T_0$ ), que abrange todos os ruídos presentes no local, incluindo o ruído impulsivo, expresso em dB(A), dado pela expressão:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq, T_e} + 10 \log (T_e / T_0)$$

em que:  $T_e$  é a duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho;

$T_0$  é a duração de referência de oito horas (28 800 segundos).

Para o cálculo da exposição pessoal diária ao ruído devem ser consideradas as exposições parciais, que correspondem aos diferentes locais onde este permanece e levam em consideração o tempo de permanência. Assim num local de nível sonoro  $L_{Aeq}$ , onde o trabalhador está  $T$  horas a exposição parcial diária é de:

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left[ (1/8) \sum_{k=1}^{k=n} 10^{(0,1L_{Aeq,Tk})} \right]$$

em que:  $L_{Aeq,Tk}$  é o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, de um ruído, num intervalo de tempo  $Tk$  correspondente ao tipo de ruído  $k$  a que o trabalhador está sujeito  $Tk$  horas por dia.

O valor do tempo de ocupação individual,  $T$ , foi obtido através de informações dadas pelos responsáveis e pelos trabalhadores.

Para o valor  $L_{EX,8h}$ , foi calculada a incerteza de acordo com o projecto de norma ISO/CD 9612 de 13.05.2006.

O nível de pressão sonora de pico,  $L_{Cpico}$ , é o valor máximo instantâneo do nível de pressão sonora, expresso em dB(C), é dado pela seguinte expressão:

$$L_{Cpico} = 10 \cdot \log (P_{Cpico} / P_0)^2$$

em que  $P_{Cpico}$  é o valor máximo da pressão sonora instantânea a que o trabalhador está exposto, ponderado C, expresso em Pascal.



## 2. RESULTADOS DOS ENSAIOS

### 2.1. Acumulação de diferentes actividades por trabalhador

Para o caso dos trabalhadores que circulam em vários locais da mesma secção, foi-lhes atribuído um nível sonoro global, resultante de uma integração entre os valores obtidos em medições globais e os valores obtidos em medições pontuais. No caso de trabalhadores que têm postos de trabalho mais ou menos fixos foi-lhes atribuído o valor do nível sonoro recolhido nesse ponto.

No caso de trabalhadores que circulam por mais que um posto de trabalho, foi-lhes atribuído um índice de exposição sonora resultante da integração dos níveis de ruído dos locais por onde circulam, ponderando com o tempo de permanência em cada local, através da fórmula:

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left[ (1/8) \sum_{k=1}^{k=n} 10^{(0,1L_{Aeq,Tk})} \right]$$

Relativamente aos valores de pico, considerou-se que cada trabalhador pode estar sujeito ao valor máximo encontrado na secção, local ou conjunto de locais por onde é habitual permanecer ou circular.

### 2.2. Protecção auricular

Verificou-se que os trabalhadores expostos não usam protectores auriculares, nem os têm disponíveis, pelo que a coluna dos valores efectivos não corresponde ao que se verifica na empresa mas sim à avaliação caso os trabalhadores usassem um protector tipo, tendo sido testada a atenuação para protectores auriculares de marca , modelo **ULTRAFIT**

### 2.3. Tabela de Resultados

A tabela identifica os trabalhadores pelo nome do funcionário, indicando o local de trabalho, o tempo de permanência em cada local e o nível sonoro aí medido.

As três últimas colunas da tabela correspondem aos resultados sendo:

- $L_{EX,8h}$  - nível de exposição sonora pessoal diária do trabalhador ou grupo de trabalhadores a que se refere (maximizado pela incerteza (\*));
- $L_{EX,8h,efectivo}$  o nível de exposição com protectores auriculares (\*\*);
- $L_{Cpico}$  o valor máximo de pico registado no local.

(\*) A legislação refere que, quando os valores de acção ou o valor limite se situam dentro da margem de erro, o empregador deve assumir que tais níveis ou limite foram ultrapassados, o que corresponde a considerar o valor ( $L_{EX,8h} + \text{Incerteza}$ ) para a avaliação de riscos.

(\*\*) Este valor apenas é válido se o empregador assegurar o uso dos protectores auriculares em todas as actividades que excedem 85 dB(A), para os trabalhadores em causa.

AS  
M



Classe de Risco	Nome do Trabalhador	Local de Trabalho	Horas /dia (*)	Leq do local dB(A)	LEX,8h dB(A)	Incerteza	LEX,8h dB(A) Máximo zado	LEX,8h efetivo dB(A)	L Max Pico dB(C)
Nível de Segurança		Linha Máquina Sala de Comando	2,40 5,60	82,9 72,8	79	1,0	80,0	---	110
Classe 1		Linha Máquina Sala de Comando	4,00	82,9	80	1,0	81,0	70	110
Classe 1		Linha Máquina Sala de Comando	5,60 2,40	82,9 72,8	82	1,1	83,1	68	110

(\*) Valores fornecidos pela empresa.

Nota: os valores de exposição indicados para cada trabalhador mantêm-se válidos para outro trabalhador que eventualmente substitua o primeiro.



## 2.4. Análise em frequência

Sempre que o valor de LAeq registado foi igual ou superior a 80 dB(A) procedeu-se à análise em frequência por banda de oitava desde 63 Hz a 8 KHz, para caracterização espectral do ruído em causa e posterior definição das medidas técnicas de atenuação sonora aplicáveis ou selecção dos protectores de ouvido adequados.

Estes valores estão apresentados em gráfico de linhas com a indicação da correspondente secção, local, máquina ou processo de fabrico.

Os valores de análise em frequência estão medidos em dB.

Os gráficos constituem o anexo 1.

Para selecção dos protectores auriculares devem ser utilizados os valores correspondentes na escala ponderada "A", a qual pode ser obtida a partir dos gráficos utilizando a fórmula e os valores de correcção da tabela seguinte:

$$dB(A) = dB + An$$

Frequências centrais de banda de oitava em Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
---	----	-----	-----	-----	------	------	------	------

### 3. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

O quadro legal relativamente ao ruído é:

Ruído no interior ou laboral – **Decreto Lei 182/2006** de 6 de Setembro

Relativamente ao ruído em posto de trabalho o **DL 182/2006** de 6 de Setembro que estabelece o quadro geral de protecção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição ao ruído durante o trabalho. Este regulamento define os procedimentos de medida, os parâmetros a analisar para uma correcta avaliação das exposições dos trabalhadores ao ruído, bem como as medidas a adoptar relativamente a cada grupo de risco e ainda as medidas gerais de minimização do ruído industrial.

Este regulamento apresenta como referências principais o parâmetro  $L_{EX,8h}$ , **índice de exposição pessoa diária**, a qual se reporta a um dia de 8 horas em semanas com 5 dias de trabalho e o  $L_{Cpico}$  em qualquer altura do dia de trabalho.

Assim, para avaliação da exposição sonora dos trabalhadores consideram-se os critérios, podendo verificar-se apenas um deles ou os dois:

parâmetro	Níveis de risco		
	Níveis de acção		Valores limite
	Inferiores	Superiores	
$L_{EX,8h}$	80 dB(A)	85 dB(A)	87 dB(A)
$L_{Cpico}$	135 dB(C)	137 dB(C)	140 dB(C)

↑  
↑  
**Não tem em conta os protectores auriculares**

↑  
**Tem em conta os protectores auriculares**

#### 4. ENQUADRAMENTO LEGAL E RECOMENDAÇÕES

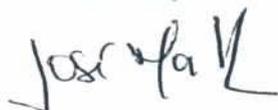
Para cada classe de risco em que se inserem os trabalhadores indicados na tabela do ponto 2, conclui-se relativamente à conformidade legal da empresa que:

Número de trabalhadores	Classe de risco	Intervalos	CONFORMIDADE LEGAL
1	Segurança - Até ao nível de acção inferior	$L_{EX,8h} \leq 80 \text{ dB(A)}$ $L_{Cpico} \leq 135 \text{ dB(C)}$	<b>CONFORME</b>
3	classe 1 - acima do nível de acção inferior	$80 \text{ dB(A)} < L_{EX,8h} < 85 \text{ dB(A)}$ $135 \text{ dB(C)} < L_{Cpico} < 137 \text{ dB(C)}$	<b>CONFORME</b> desde que sejam tomadas as medidas de redução de riscos indicadas no quadro seguinte, em 1)

Medidas de redução de riscos previstas no D.L. 182/2006

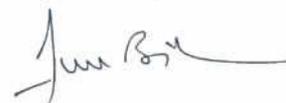
1) para os trabalhadores na classe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar fichas de exposição pessoal para cada trabalhador</li> <li>• Verificar a função auditiva por testes audiométricos aos trabalhadores, de 2 em 2 anos</li> <li>• Disponibilizar aos trabalhadores protectores auriculares adequados</li> </ul>
--------------------------------------	--

Elaborado por:



José Magalhães  
Técnico Especialista

Verificado por:



Ana Bicker  
Resp. Técnico do Laboratório de Ruído



## ANEXO

- **Níveis de Pressão sonora por locais ou postos de trabalho**
- **Medidas locais a tomar**
- **Análise em frequência dos níveis de pressão sonora por locais ou postos de trabalho**



Actividades ou locais de trabalho	LAeq dB(A)	Recomendações
Sala de Comando	72,8	---
Linha ■ Máquina	82,9	80 < Leq ≤ 85 dB(A) O empregador deve colocar à disposição dos trabalhadores protectores auriculares adequados

Medidas de Redução sonora previstas na legislação e, sempre que possível, a serem aplicadas nos locais onde os níveis de pressão sonora estão acima de 87 dB(A):

### Artigo 6.º

#### Redução da exposição

1 — O empregador utiliza todos os meios disponíveis para eliminar na fonte ou reduzir ao mínimo os riscos resultantes da exposição dos trabalhadores ao ruído, de acordo com os princípios gerais de prevenção legalmente estabelecidos.

2 — O empregador assegura que os riscos para a segurança e a saúde dos trabalhadores resultantes da exposição ao ruído sejam eliminados ou reduzidos ao mínimo, mediante:

a) Métodos de trabalho alternativos que permitam reduzir a exposição ao ruído;

b) Escolha de equipamentos de trabalho adequados, ergonomicamente bem concebidos e que produzam o mínimo ruído possível, incluindo a possibilidade de disponibilizar aos trabalhadores equipamento de trabalho cuja concepção e cujo fabrico respeitem o objectivo ou o efeito da limitação da exposição ao ruído;

c) Concepção, disposição e organização dos locais e dos postos de trabalho;

d) Informação e formação adequadas dos trabalhadores para a utilização correcta e segura do equipamento com o objectivo de reduzir ao mínimo a sua exposição ao ruído;

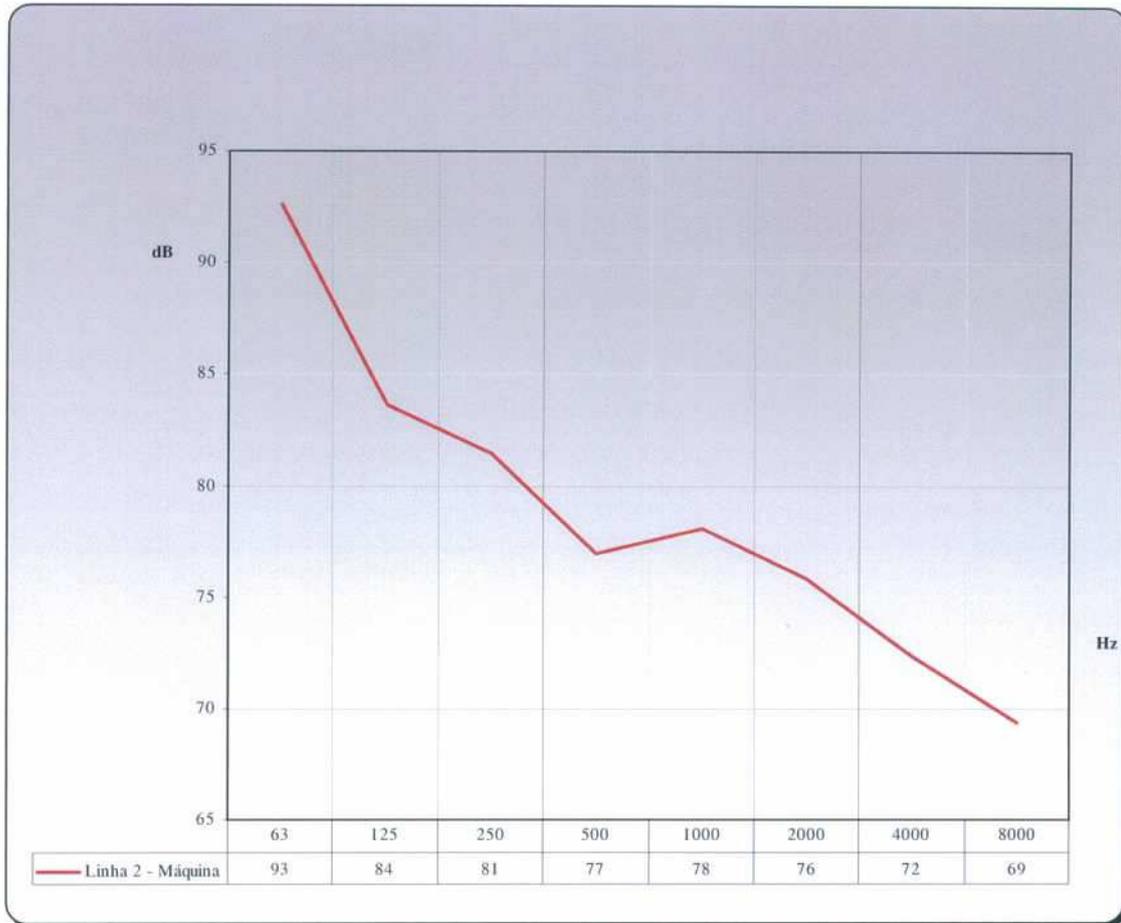
e) Medidas técnicas de redução do ruído, nomeadamente barreiras acústicas, encapsulamento e revestimento com material de absorção sonora para redução do ruído aéreo, e medidas de amortecimento e isolamento para redução do ruído transmitido à estrutura;

f) Programas adequados de manutenção do equipamento de trabalho, do local de trabalho e dos sistemas aí existentes;

g) Organização do trabalho com limitação da duração e da intensidade da exposição;

h) Horários de trabalho adequados, incluindo períodos de descanso apropriados.

Gráficos de análise em frequência dos locais com níveis sonoros iguais ou superiores a 85 dB(A)  
Valores expressos em dB(A)



**Anexo III – Informes sobre la exposición a las vibraciones mecánicas en el puesto de trabajo**



**LABORATÓRIO DE RUÍDO**

[ruído@isq.pt](mailto:ruído@isq.pt)



**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Vibrações Corpo Inteiro**

**Vibrações no Posto de Trabalho**  
**Estaleiro de Calhandriz**

**OBRA Nº:** 4330390/1

**RELATÓRIO REFª:** 01483/06

**TOTAL DE PÁGINAS** (incluindo a primeira folha de capa): 10

**ELABORADO POR:** Aristides Chaves

**APROVADO POR:** Ana Bicker

**DATA DE REALIZAÇÃO DO ENSAIO:** 24 de Julho de 2006

**DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO:** 09 de Agosto de 2006

**NOTA:** É expressamente proibida a reprodução parcial deste relatório sem autorização do Laboratório. As conclusões nele referidas circunscrevem-se às condições presentes à data de realização dos ensaios.

**CENTRO DE ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO**  
**DIRECÇÃO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**



## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	3
2	CONCLUSÕES FINAIS .....	3
3	DESCRIÇÃO DO ENSAIO .....	4
3.1	Definições .....	4
3.2	Informação de Carácter Genérico .....	5
3.3	Condições Ambientais do Local de Ensaio .....	5
3.4	Rotina de Trabalho Diário Para Cada Operação/Tarefa .....	6
3.5	Sistema de Medição .....	6
3.6	Condições de Medição das Acelerações .....	7
3.7	Parâmetros Medidos Durante o Ensaio, Para Cada Operação/Tarefa .....	7
4	RESULTADOS DOS ENSAIOS .....	7
5	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS .....	9
5.1	Legislação Aplicável .....	9
5.2	Enquadramento Legal e Conclusões .....	10

## 1 INTRODUÇÃO

Por solicitação da empresa [REDACTED], o ISQ realizou um estudo de avaliação da exposição ocupacional aos riscos devidos a vibrações mecânicas dos seus trabalhadores.

O objectivo principal deste estudo é dar cumprimento ao exposto no Decreto-Lei 44/2006, de 24 de Fevereiro, que estabelece o quadro geral de protecção da saúde e segurança dos trabalhadores em caso de exposição aos riscos devidos a vibrações mecânica durante o trabalho.

Assim e seguindo os procedimentos definidos no Decreto-Lei referido, foram efectuadas medições de vibrações em postos de trabalho, para determinação dos respectivos níveis de exposição, conforme definido nos artigos 2º e 3º.

## 2 CONCLUSÕES FINAIS



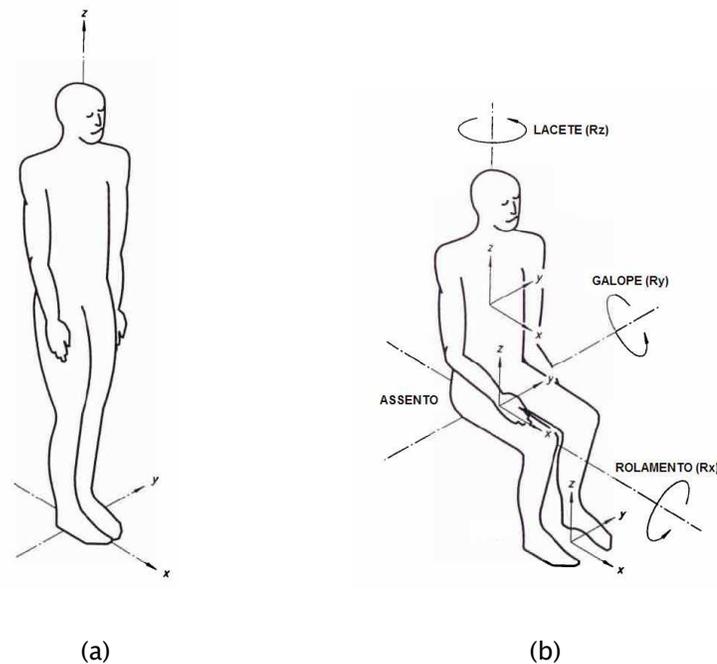
Verifica-se o seguinte:

- Existência de 2 trabalhadores com valores de exposição pessoal diária às vibrações, para o corpo inteiro, no Nível de Segurança.

### 3 DESCRIÇÃO DO ENSAIO

#### 3.1 Definições

**Eixos coordenados ortogonais:** As figuras seguintes, apresentam os sistemas de eixos coordenados ortogonais para as situações de pessoa em pé e pessoa sentada.



**Figura 1** – Sistema de eixos coordenados ortogonais. (a) Pessoa em pé. (b) Pessoa sentada.

**Operação/Tarefa:** define-se operação/tarefa como sendo o conjunto de acções desempenhadas pelo trabalhador, no respectivo local de trabalho, susceptíveis de produzirem ou estarem expostas a vibrações mecânicas.

**A(8):** Valor calculado da exposição diária às vibrações, também designado por valor de vibração contínua equivalente, ponderada para um período de oito horas ( $a_w(eq,8h)$ ), em  $m/s^2$ . Este valor é determinado com base no valor eficaz mais elevado das acelerações ponderadas, segundo os três eixos do sistema de coordenadas ortogonal xyz.



### 3.2 Informação de Carácter Genérico

Nome da empresa: [REDACTED]  
Actividade: Produção de Betume Modificado com Borracha.  
Localidade: Calhandriz – Alverca

Lista de operações/tarefas expostas às vibrações mecânicas:

Operação/Tarefa	Designação	Observação
O1	Sala de comando	Trabalhador sentado
O2	Sala de comando	Trabalhador de pé

Lista de trabalhadores expostos às vibrações:

Trabalhador N°	Localidade	Operação/Tarefa
T1	Calhandriz	O1
T2	Calhandriz	O2

**Nota:**

Todos os operadores da produção estão habilitados a desempenhar todas as operações acima descritas. Por conseguinte, a designação usada anteriormente é genérica, pretendendo representar o grupo de trabalhadores associado a uma ou várias operações.

Assim, de acordo com a informação recolhida junto da empresa objecto de estudo, considerou-se que os trabalhadores podem executar a operação O1 durante 6 h/dia. O mesmo se aplica à operação O2, resultando numa exposição de 6h/dia.

Data do Ensaio: 24.07.2006  
Ensaio Realizado por: Aristides José Chaves

### 3.3 Condições Ambientais do Local de Ensaio

Temperatura ambiente: 20.1 °C  
Humidade relativa: 42%



### 3.4 Rotina de Trabalho Diário Para Cada Operação/Tarefa

Operação / Tarefa	O1
Local de Medição	Gabinete
Posição ocupada pelo trabalhador	Sentado
Detalhe das fontes de vibração	Estaleiro
Tipo de veículo (se aplicável)	--
Fabricante, Modelo e Ano (se aplicável)	--
Tipo de Pavimento (se aplicável)	--
Velocidade do Veículo (se aplicável)	--
Rotina de exposição	Diária ( $\leq 8$ h/dia)

Operação / Tarefa	O2
Local de Medição	Gabinete
Posição ocupada pelo trabalhador	De Pé
Detalhe das fontes de vibração	Estaleiro
Tipo de veículo (se aplicável)	--
Fabricante, Modelo e Ano (se aplicável)	--
Tipo de Pavimento (se aplicável)	--
Velocidade do Veículo (se aplicável)	--
Rotina de exposição	Diária ( $\leq 8$ h/dia)

### 3.5 Sistema de Medição

Identificação do Sistema de Medição:

- Designação: LR100
- Fabricante: Svantek
- Modelo: SVAN 948
- Número de Série: 6585
- Acelerómetro triaxial: SV39A – N° Série 649S



### 3.6 Condições de Medição das Acelerações

Localização e orientação dos acelerómetros: base do banco. Orientado de acordo com o referencial da **Figura 1**, correspondendo x à direcção 1, y à direcção 2 e z à direcção 3.

Métodos de fixação dos acelerómetros: simplesmente apoiado.

### 3.7 Parâmetros Medidos Durante o Ensaio, Para Cada Operação/Tarefa

$a_{wdxi}$ : Aceleração eficaz ponderada segundo a direcção x, da operação i, em  $m/s^2$ .

$a_{wdyi}$ : Aceleração eficaz ponderada segundo a direcção y, da operação i, em  $m/s^2$ .

$a_{wkzi}$ : Aceleração eficaz ponderada segundo a direcção z, da operação i, em  $m/s^2$ .

## 4 RESULTADOS DOS ENSAIOS

A tabela que se segue concentra toda a informação das operações realizadas por um trabalhador, nomeadamente: os valores de aceleração ponderada nas três direcções XYZ, o tempo de medição da operação, o número de ciclos ou repetições da operação por dia e o tempo total de exposição às vibrações decorrentes da operação.



Tabela 1 - Resultados das Medições.

Trabalhador	Operação (Oi)	$a_{w d x i}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$a_{w d y i}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$a_{w k z i}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$T_{\text{medição}}$ [s]	Número de Ciclos	$T_i$ [s]
T1	O1-1	0.010	0.009	0.016	300	72	21600
	O1-2	0.011	0.008	0.015	300	72	21600
	O1-3	0.011	0.009	0.017	300	72	21600
T2	O2-1	0.007	0.005	0.018	300	72	21600
	O2-2	0.009	0.005	0.018	300	72	21600
	O2-3	0.013	0.007	0.021	300	72	21600

Tabela 2 - Resultados do Cálculo do Valor de Exposição Diária.

Trabalhador	Operação (Oi)	$A(8)_{x i}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$A(8)_{y i}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$A(8)_{z i}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$A(8)_x$ [m/s <sup>2</sup> ]	$A(8)_y$ [m/s <sup>2</sup> ]	$A(8)_z$ [m/s <sup>2</sup> ]	$A(8)$ [m/s <sup>2</sup> ]
T1	O1-1	0.012	0.011	0.014	0.013	0.010	0.014	0.01
	O1-2	0.014	0.010	0.013				
	O1-3	0.014	0.011	0.014				
T2	O2-1	0.008	0.006	0.016	0.012	0.007	0.017	0.02
	O2-2	0.011	0.006	0.016				
	O2-3	0.016	0.008	0.018				



## 5 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 Legislação Aplicável

Prescrições mínimas de protecção da saúde e segurança dos trabalhadores em caso de exposição aos riscos devidos a vibrações mecânicas – Decreto-Lei de 46/2006 de 24 de Fevereiro.

Relativamente às vibrações em posto de trabalho, o referido projecto de decreto-lei estabelece o quadro geral de protecção dos trabalhadores contra os riscos decorrentes da exposição às vibrações mecânicas durante o trabalho, fixando valores limite de exposição e valores de acção de exposição a vibrações transmitidas ao sistema mão-braço e ao corpo inteiro e determina um conjunto de medidas preventivas a aplicar sempre que sejam atingidos ou ultrapassados esses valores.

Este diploma apresenta como referências principais os valores de exposição diária às vibrações,  $A(8)$ , para o sistema mão-braço e para o corpo inteiro, os quais se reportam a um dia de oito horas em semanas com cinco dias de trabalho.

Assim, para avaliação da exposição às vibrações dos trabalhadores consideram-se os critérios seguintes, podendo verificar-se apenas um deles ou os dois:		
Critério	Classe de risco	Limite (a partir do qual se considera na classe de risco correspondente)
Corpo Inteiro	Valor de acção	$A(8) = 0,50 \text{ m/s}^2$
	Valor limite	$A(8) = 1,15 \text{ m/s}^2$

Para efeitos das medidas a implementar os trabalhadores podem considerar-se distribuídos em três grupos, para cada um dos quais são referidos os principais riscos envolvidos, bem como as respectivas medidas de minimização.

TRABALHADORES NÃO EXPOSTOS:

Corpo Inteiro  $A(8) < 0,50 \text{ m/s}^2$

TRABALHADORES EXPOSTOS:

Corpo Inteiro

CLASSE VALOR DE ACÇÃO  $0,50 \text{ m/s}^2 \leq A(8) < 1,15 \text{ m/s}^2$

CLASSE NO VALOR LIMITE  $A(8) \geq 1,15 \text{ m/s}^2$



## 5.2 Enquadramento Legal e Conclusões

Análise dos trabalhadores da empresa tendo em conta os resultados das tabelas 1 e 2, bem como a legislação aplicável.

Dos resultados apresentados na tabela 2, verifica-se que nos dois casos analisados, os trabalhadores apresentam uma exposição diária às vibrações correspondente ao Nível de Segurança, abaixo do Valor de acção apresentado na secção anterior. Isto é, a exposição diária entre  $0,0 \text{ m/s}^2$  e  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

Também é possível verificar que existe uma ligeira diferença dos níveis de aceleração nas três direcções quando se compraram os dois casos em estudo, correspondentes ao operador sentado e ao operador de pé. Isto permite concluir que o assento do posto de controlo praticamente não introduz nenhum efeito que atenua ou amplifique as acelerações segundo as três direcções do espaço.

Aprovado por:

ANA BICKER

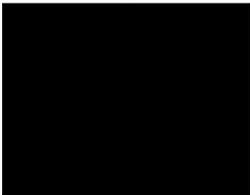
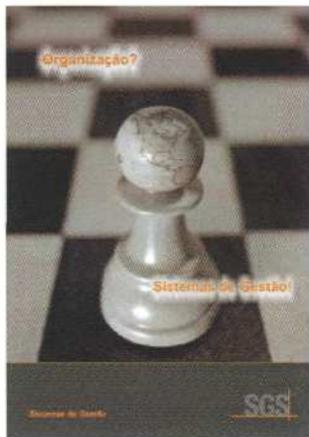
Resp. Centro de Acústica  
Telemóvel: 96 977 6549  
E.mail: ambicker@isq.pt

Elaborado por:

ARISTIDES CHAVES  
(Engenheiro Mecânico)

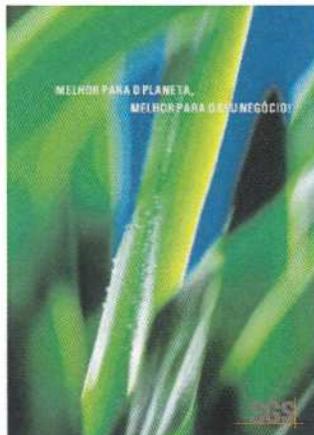
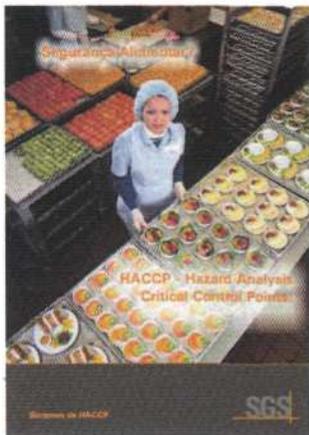
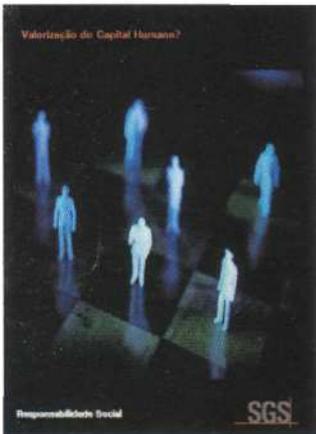
Técnico Superior do Laboratório  
Telemóvel: 93 846 76 65  
E.mail: ajchaves@isq.pt

## **Anexo IV – Informes sobre la exposición a agentes químicos**



ESTALEIRO DE ALVERCA

# AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS



Nº Trabalho: PT-60099

Data de finalização dos trabalhos: 24 de Julho de 2006

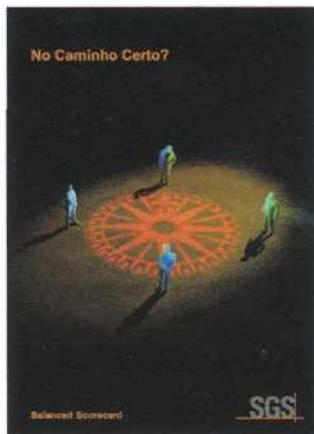
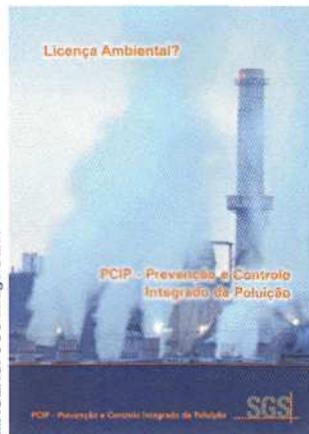
Data de finalização dos relatórios: 21 de Agosto de 2006

Elaborado por:

*Inês Baptista*  
Inês Baptista

Aprovado por:

*Elisabete Martins*  
Elisabete Martins



IMAGENS: SGS Image Bank

WHEN YOU NEED TO BE SURE

**SGS**

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>CONTROLO AMBIENTAL</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE DIÓXIDO DE CARBONO</b> .....	<b>3</b>
2.1.1	CARACTERÍSTICAS E FONTES .....	3
2.1.2	MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE DIÓXIDO DE CARBONO. RESULTADOS.....	4
<b>2.2</b>	<b>MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE MONÓXIDO DE CARBONO</b> .....	<b>5</b>
2.2.1	CARACTERÍSTICAS E FONTES .....	5
2.2.2	MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE MONÓXIDO DE CARBONO. RESULTADOS.....	6
<b>2.3</b>	<b>MEDIÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (COV'S)</b> .....	<b>7</b>
2.3.1	MEDIÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS TOTAIS (COV'S). RESULTADOS.....	9
<b>2.4</b>	<b>ANÁLISE DO NÍVEL DE POEIRAS</b> .....	<b>10</b>
2.4.1	CARACTERÍSTICAS E FONTES .....	10
2.4.2	ANÁLISE DOS NÍVEIS DE POEIRAS. RESULTADOS.....	15
<b>2.5</b>	<b>DETERMINAÇÃO DE HIDROCARBONETOS PESADOS</b> .....	<b>19</b>
2.5.1	CARACTERÍSTICAS E FONTES .....	19
2.5.2	DETERMINAÇÃO DE HIDROCARBONETOS PESADOS. RESULTADOS.....	21
<b>3.</b>	<b>RESUMO DE OBSERVAÇÕES</b> .....	<b>22</b>

**1. INTRODUÇÃO**

O presente relatório refere-se à avaliação efectuada no estaleiro da [REDACTED], em Alverca.

A monitorização foi efectuada no dia 24 de Julho de 2006.

Os parâmetros analisados foram: Poeiras Totais, Poeiras Respiráveis, Monóxido de Carbono, Dióxido de Carbono, Hidrocarbonetos Pesados e Compostos Orgânicos Voláteis Totais.

Os valores obtidos foram comparados com a legislação ou normas em vigor.

De seguida são apresentados os resultados obtidos.

## 2. CONTROLO AMBIENTAL

### 2.1 MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE DIÓXIDO DE CARBONO

#### 2.1.1 CARACTERÍSTICAS E FONTES

##### Fontes

O dióxido de carbono é um composto químico constituído por dois átomos de oxigénio e um átomo de carbono. A representação química é CO<sub>2</sub>.

Estruturalmente o dióxido de carbono é constituído por moléculas de geometria linear e de carácter apolar. Por isso as atracções inter moleculares são muito fracas, tornando-o, nas condições ambientais, um gás.

##### Efeitos sobre a saúde

O dióxido de carbono constitui um asfixiante simples, necessitando de concentrações muito elevadas para manifestar os seus efeitos.

Quando os níveis de dióxido de carbono excedem de 800 a 1000 ppm nas áreas interiores, muitas pessoas começam a sentir dores de cabeça, cansaço e apatia geral.

##### Normativa. Limites máximos recomendados.

O Decreto-Lei n.º 290/2001, de 16 de Novembro, relativo às regras de protecção dos trabalhadores contra os riscos de exposição a agentes químicos, estabelece o valor limite de exposição para o dióxido de carbono (8 horas) de 5 000 ppm.

**2.1.2 MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE DIÓXIDO DE CARBONO. RESULTADOS.**

**PROVA** Medição dos níveis de dióxido de carbono.

**OBJECTIVO** Avaliar a eficácia da ventilação.

**MÉTODO** Medição dos níveis de dióxido de carbono utilizando um detector de raios infra-vermelhos de absorção (sem dispersão).

**RESULTADOS**

Nº amostra	Localização	Leituras de CO <sub>2</sub> ppm	CONFORMIDADE (Critério < 5000ppm)
1	Silo de borracha	990	CONFORME
2	Misturador	680	CONFORME
3	Em redor do equipamento	330	CONFORME

CONCENTRAÇÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL:

Decreto-Lei n.º 290/2001, de 16 de Novembro: 5 000 ppm.

## 2.2 MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE MONÓXIDO DE CARBONO

---

### 2.2.1 CARACTERÍSTICAS E FONTES

#### Fontes

O Monóxido de Carbono (CO) é formado pela combinação de um átomo de carbono e de um átomo de oxigénio. É um gás inflamável, inodoro e muito perigoso devido à sua grande toxicidade.

#### Efeitos sobre a saúde

O CO é responsável pela redução da capacidade de fixação de oxigénio pelo sangue (o CO tem uma afinidade 200 vezes maior para a hemoglobina do que o oxigénio, dado origem à carboxihemoglobina) o que conduz a uma diminuição da oxigenação dos órgãos internos, sendo especialmente perigoso para os indivíduos com doenças cardiovasculares. Outro importante grupo de risco são as grávidas. A concentração de carboxihemoglobina nos fetos pode ser 2 a 3 vezes maior do que na mãe, levando mais tempo também a ser removida do sangue do feto.

A exposição a doses relativamente elevadas em pessoas saudáveis pode provocar problemas de visão, redução da capacidade de trabalho, redução da destreza manual, diminuição da capacidade de aprendizagem, dificuldade na resolução de tarefas complexas ou mesmo matar.

#### Normativa. Limites máximos recomendados

A Norma Portuguesa 1796:2004, relativa à Segurança e Saúde no Trabalho, estabelece o valor limite de exposição para o monóxido de carbono (8 horas) de 25 ppm.

**2.2.2 MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE MONÓXIDO DE CARBONO. RESULTADOS.**

**PROVA** Medição dos níveis de monóxido de carbono.

**OBJECTIVO** Confirmar que não existem fontes de CO de importância.

**MÉTODO** Medição dos níveis de monóxido de carbono utilizando um detector electroquímico.

**RESULTADOS**

Nº amostra	Localização	Leituras de CO ppm	CONFORMIDADE (Critério < 25 ppm)
1	Silo de borracha	1,4	CONFORME
2	Misturador	1,5	CONFORME
3	Em redor do equipamento	1,6	CONFORME

CONCENTRAÇÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL:

NP 1796:2004: 25 ppm.

### 2.3 Medição de Compostos Orgânicos Voláteis (COV's)

Um produto químico orgânico é aquele que contém carbono (C), elemento comum a todas as formas vivas da Terra, combinado com outros elementos, fundamentalmente, hidrogénio (H) e oxigénio (O).

Alguns dos tipos comuns destes compostos habitualmente encontrados são os seguintes:

Tipo de produto químico	Exemplos
Alcóois	Etanol
Aldeídos	Formaldeído
Éteres	Dioxeno
Esteres	Etil acetato
Cetonas	Acetona
Hidrocarbonetos simples	Tolueno
Hidrocarbonetos halogenados	Cloreto de Metilo
Aromáticos	Benzeno

Em localizações industriais, dependendo das matérias primas e produtos envolvidos, a existência de COV em concentrações variáveis pode ocorrer.

As possíveis fontes de compostos orgânicos e as respectivas substâncias geradas são inúmeras, verificando-se, no entanto, em concentrações muito baixas no ar, geralmente na ordem de partes por milhão (ppm) ou partes por bilião (ppb). Não obstante, salienta-se o eventual factor tóxico cumulativo, podendo a combinação de vários destes compostos aumentar o seu efeito prejudicial sobre a saúde dos ocupantes.

Os Valores Limites de Exposição (VLE) que se apresentam (NP 1796) são válidos para cada agente químico e têm por base a informação disponível da experiência industrial, de estudos experimentais em animais e no ser humano.

▪ **NORMAS E LEGISLAÇÃO. LIMITES MÁXIMOS RECOMENDADOS.**

**CONCENTRAÇÃO RECOMENDÁVEL:** Concentração COV's Totais <0,5 ppm (C<1mg/m<sup>3</sup>) (Recomendação ASHRAE-EPA)

**CONCENTRAÇÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL:** Concentração COV's Totais <1,5 ppm (C<3mg/m<sup>3</sup>) (Recomendação ASHRAE-EPA)

Escala de avaliação:

Nº	Risco	Concentração (ppm)	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )
1.	Risco Trivial	$C < 0,5 \text{ ppm}$	$C < 1 \text{ mg/m}^3$
2.	Risco Tolerável	$0,5 \text{ ppm} \leq C < 1,5 \text{ ppm}$	$1 \text{ mg/m}^3 \leq C < 3 \text{ mg/m}^3$
3.	Risco Moderado	$1,5 \text{ ppm} \leq C < 2,5 \text{ ppm}$	$3 \text{ mg/m}^3 \leq C < 5 \text{ mg/m}^3$
4.	Risco Importante	$2,5 \text{ ppm} \leq C < 10 \text{ ppm}$	$5 \text{ mg/m}^3 \leq C < 25 \text{ mg/m}^3$
5.	Risco Intolerável	$C \geq 10 \text{ ppm}$	$C \geq 25 \text{ mg/m}^3$

FONTE: [EPA 402-R-94-007, 1994]

**2.3.1 Medição de compostos orgânicos voláteis totais (cov's). Resultados**

**PROVA** Amostragem e análise de compostos orgânicos voláteis.

**OBJETIVO** Avaliar a quantidade de compostos orgânicos voláteis no ar interior.

**MÉTODO** Leitura directa

**RESULTADOS** A tabela seguinte indica a concentração no ar em ppm

Nº da Leitura	Localização	Leitura de COV's ppm	CONFORME
			Critério <1,5 ppm
1	Misturador	0	CONFORME

CONCENTRAÇÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL:

ASHRAE-EPA: 1,5 ppm.

## 2.4 ANÁLISE DO NÍVEL DE POEIRAS

---

### 2.4.1 CARACTERÍSTICAS E FONTES

Quando se faz referência à poluição por matéria particulada no ambiente (empoeiramento), é muito importante ter em consideração que não se trata de um poluente único e homogéneo, mas de um conjunto de poluentes de natureza diversa, tanto quanto à sua composição como o respectivo tamanho.

As poeiras são partículas (ou aglomerados de várias partículas) de forma irregular, de substâncias cristalinas ou não, que resultam de manuseamento de materiais sólidos ou de processos mecânicos de desintegração. Quanto à sua composição as partículas classificam-se em:

- partículas sólidas - podem ser de origem mineral ou orgânica. Em ambientes urbanos apresentam grande importância as partículas de carbono procedentes de combustões incompletas que conduzem a uma acumulação de sujidade nas superfícies dos diversos materiais dos edifícios. Em interiores também são importantes as fibras de vidro ou têxteis, assim como, partículas de origem animal ou vegetal (bactérias, fungos, pólen, etc.);
- partículas líquidas - gotículas de aerossóis, nevoeiros, etc.

As fontes de matéria particulada podem ser naturais ou artificiais:

- naturais – partículas de areia ou terra levantadas pelo vento, incêndios florestais, erupções vulcânicas, etc;
- artificiais - partículas de combustão, tanto industrial como urbano ou residencial, emissões industriais, etc.

Tendo em consideração o papel relevante que o diâmetro das partículas têm no risco de inalação, distinguem-se três fracções:

- fracção total - o conteúdo global de partículas ambientais é denominado como total de partículas em suspensão (TSP), o que inclui todas as partículas que se encontram suspensas no ar, ainda que geralmente, as partículas com mais de 15 micras se depositem pela acção da gravidade, sendo raramente inaladas;
- fracção inalável – todas as partículas que ficam retidas nas vias superiores superiores, dado que têm partículas com dimensões entre 10 e 15 micras;

- fracção respirável – partículas respiráveis (com dimensão menor de 10 micras) que conseguem penetrar mais fundo no aparelho respiratório, exercendo a sua acção nociva não só a nível dos alvéolos pulmonares, mas também, ao nível do fígado, rins e medúla óssea (através da corrente sanguínea).

A nocividade de um empoeiramento depende das características das partículas (propriedades físico-químicas e a sua acção biológica), do trabalho desempenhado (leve, moderado ou pesado; e consequente quantidade de partículas no ar inalado e tempo de exposição do indivíduo) e das características do indivíduo exposto (sensibilidade individual).

As partículas podem ser classificadas em inertes, irritantes, fobrogéneas, tóxicas e alergéneas.

Em termos gerais, com um nível excessivo de partículas no ambiente, é usual o aumento do número de situações de baixa, visitas médicas e hospitalizações por doenças respiratórias (como as pneumicoses). Deste modo, verifica-se uma diminuição da qualidade de vida dos afectados, assim como, um aumento do nível de absentismo e decréscimo da produtividade em centros de trabalho.

#### **LIMITES DE EXPOSIÇÃO AMBIENTAL**

Para avaliar a exposição aos agentes químicos utiliza-se a Norma Portuguesa NP-1796 de 2004 "Segurança e saúde no Trabalho – Valores limite de exposição profissional a agentes químicos" (baseada nos valores limite propostos pela ACGIH – *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*).

Os valores limite de exposição (VLE) são concentrações (médias diárias) de substâncias nocivas que representam condições às quais se julga que a quase totalidade dos trabalhadores possa estar exposta, dia após dia, sem efeitos prejudiciais para a saúde.

**CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA EXPOSIÇÃO**

Como critério de avaliação da exposição e de forma a classificar a exposição aos agentes químicos no posto de trabalho, segue-se o estabelecido na Norma EN 689:1996, Atmosferas no Local de Trabalho. Diretrizes para a avaliação da exposição por inalação de agentes químicos para a comparação com os valores limite e estratégia da medição.

No Anexo C desta norma observa-se um critério de avaliação da exposição laboral baseado no cálculo do Índice de Exposição da Substância (I):

$$I = \text{CEL} / \text{VL}$$

Onde:

- I = Índice de exposição laboral
- CEL= Concentração da exposição laboral. É a concentração média da jornada de trabalho, ponderada para um tempo de 8 horas.
- VL = Valor limite de exposição considerado

Com base no valor de I, estabelecem-se os seguintes critérios de classificação da exposição:

**Tabela 1: Critérios de classificação da exposição**

CLASS. EXPOSIÇÃO	DESCRIÇÃO
SEM EXPOSIÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se o índice da primeira jornada de trabalho avaliado é inferior a 0.1, a-se que a exposição é INFERIOR AO VALOR LIMITE. Além disso, se puder demonstrar-se que este valor é representativo a longo prazo das condições do lugar de trabalho, podem omitir-se medições periódicas posteriores.</li> </ul>
INSIGNIFICANTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se cada um dos índices de, pelo menos, três jornadas de trabalho diferentes é <math>I \leq 0.25</math>, a exposição é INFERIOR AO VALOR LIMITE. Além disso, se puder demonstrar que este valor é representativo a longo prazo das condições do lugar de trabalho, podem omitir-se medições periódicas posteriores.</li> </ul>
SIGNIFICATIVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se cada um dos índices de, pelo menos, três jornadas de trabalho é <math>I \leq 1</math>, e a sua média geométrica é <math>I \leq 0.5</math>, a exposição é INFERIOR AO VALOR LIMITE.</li> </ul>
INACEITÁVEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se o índice é <math>I &gt; 1</math>, a exposição é SUPERIOR AO VALOR LIMITE.</li> </ul>
INCERTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Em qualquer outro caso, o procedimento não conduz a nenhuma decisão, portanto a exposição considera-se como INCERTA. Esta classificação é transitória e temporal, enquanto se obtém mais dados que permitam resolver a avaliação.</li> </ul>

**CRITÉRIOS DE ACTUAÇÃO**

Com base no resultado da classificação da exposição laboral, serão estabelecidos os seguintes critérios genéricos de actuação:

**Tabela: Critérios de actuação**

CLASS. EXPOSIÇÃO	CRITÉRIOS DE ACTUAÇÃO
SEM EXPOSIÇÃO / INSIGNIFICANTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Não são necessárias medições periódicas.</li> <li>✓ No entanto, é necessário comprovar regularmente que a avaliação da exposição laboral, que originou aquela conclusão, continua aplicável.</li> </ul>
SIGNIFICATIVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ É necessário proceder a medições periódicas.</li> </ul>
INACEITÁVEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Devem identificar-se as causas que originaram a ultrapassagem do VLE e tomar medidas apropriadas para resolver esta situação o mais rápido possível. São preferidas medidas de carácter técnico.</li> <li>✓ Uma vez implementadas as medidas de controlo, a avaliação da exposição deverá ser repetida, de forma a avaliar a sua eficácia e classificar a exposição.</li> <li>✓ Enquanto se adoptam as medidas de controlo da exposição dever-se-á fornecer protecção pessoal aos operários, adequada à magnitude da exposição.</li> </ul>
INCERTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ É necessário proceder a medições periódicas.</li> <li>✓ Deve-se dar prioridade a estas medições periódicas de forma a resolver a indecisão sobre a exposição.</li> </ul>

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE POEIRAS. RESULTADOS**

**MÉTODO**

Os métodos utilizados na recolha das amostras encontram-se representados na seguinte tabela:

***Tabela: Métodos de recolha das amostras, meios de retenção e caudal de amostragem***

CONTAMINANTE	MÉTODO	MEIO DE RETENÇÃO	CAUDAL DE AMOSTRAGEM
Poeiras totais	Determinação da matéria particulada (total) no ar. Método gravimétrico	Filtros de PVC de 5 mm de tamanho de poro e 37 mm de diâmetro, previamente pesado.	2,0 - 3,0 litros/min.
Poeiras respiráveis	Determinação da matéria particulada (respirável) no ar. Método gravimétrico	Filtros de PVC de 5 mm de tamanho de poro e 37 mm de diâmetro, previamente pesado. Utilização de um ciclone de Nylon de 10 mm para selecção da fracção respirável.	2,0 - 3,0 litros/min.

## RESULTADOS OBTIDOS

REFERÊNCIA	TRABALHADOR	POEIRAS TOTAIS (mg/m <sup>3</sup> )	POEIRAS RESPIRÁVEIS (mg/m <sup>3</sup> )
1	Sr. [REDACTED]	0,480	0,773
2	Sr. [REDACTED]	0,400	0,262
3	Sr. [REDACTED]	0,520	0,124

## VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO SEGUNDO NP1796:2004

Tabela: Valores limite de exposição

Agente Químico	Valor Limite de Exposição (mg/m <sup>3</sup> )
Poeiras Totais	10
Poeiras Respiráveis	5

**CÁLCULO DO ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO LABORAL (I = CEL / VL)**

REFERÊNCIA	POEIRAS TOTAIS			Classificação
	Concentração Média (mg/m <sup>3</sup> )	Limite de Exposição (mg/m <sup>3</sup> )	Índice de Exposição Laboral (mg/m <sup>3</sup> )	
1	0,480	10	0,0480	SEM EXPOSIÇÃO
2	0,400	10	0,0400	SEM EXPOSIÇÃO
3	0,520	10	0,0520	SEM EXPOSIÇÃO

**CÁLCULO DO ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO LABORAL (I = CEL / VL)**

REFERÊNCIA	POEIRAS RESPIRÁVEIS			Classificação
	Concentração Média (mg/m <sup>3</sup> )	Limite de Exposição (mg/m <sup>3</sup> )	Índice de Exposição Laboral (mg/m <sup>3</sup> )	
1	0,773	5	0,1546	INSIGNIFICANTE
2	0,262	5	0,0524	SEM EXPOSIÇÃO
3	0,124	5	0,0248	SEM EXPOSIÇÃO

**AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS**

De acordo com a Norma Portuguesa NP 1796 pode-se dizer que a exposição a poeiras (totais e respiráveis) é considerada INSIGNIFICANTE (medição de poeiras respiráveis - Sr. Isaltino) ou sem EXPOSIÇÃO (restantes localizações), pelo que não é necessário adoptar medidas correctivas nem realizar medições periódicas.

## 2.5 DETERMINAÇÃO DE HIDROCARBONETOS PESADOS

---

### 2.5.1 CARACTERÍSTICAS E FONTES

Os hidrocarbonetos são compostos químicos constituídos apenas por átomos de carbono e de hidrogénio. São conhecidos alguns milhares de hidrocarbonetos. As diferentes características físicas são uma consequência das diferentes composições moleculares. Contudo, todos os hidrocarbonetos apresentam uma propriedade comum: oxidam-se facilmente libertando calor. Os hidrocarbonetos classificam-se em leves e pesados de acordo com o número de átomos de carbono que os constituem. Os hidrocarbonetos leves são aqueles que apresentam entre 6 e 12 moléculas de carbono e os pesados são aqueles que são constituídos por 13 ou mais moléculas de carbono. Os hidrocarbonetos aromáticos são aqueles que possuem anéis benzénicos na sua constituição sendo considerados os mais perigosos para a saúde devido à forte probabilidade de se comportarem como agentes cancerígenos.

O método de detecção utilizado para hidrocarbonetos pesados detecta a presença dos compostos

- benzo[b]fluoranteno ( $C_{20}H_{12}$ )
- benzo[k]fluoranteno ( $C_{20}H_{12}$ )
- benzo[ghi]perileno ( $C_{22}H_{12}$ )
- benzi[a]pireno ( $C_{20}H_{12}$ )
- fluoranteno ( $C_{16}H_{10}$ )
- indeno[1,2,3-cd]pireno ( $C_{22}H_{12}$ )

Os hidrocarbonetos pesados são um dos produtos da destilação do petróleo bruto constituindo a fracção mais pesada. Encontram-se presentes em asfaltos, e combustíveis derivados de petróleo.

**Efeitos na saúde**

Os hidrocarbonetos aromáticos cíclicos são suspeitos cancerígenos para o ser humano. O Benzo[a]pireno pode ser absorvido através da pele, inalado ou ingerido. Por ser volátil esta substância a 20°C pode rapidamente atingir concentrações nocivas no ambiente. É provavelmente cancerígeno para humanos podendo originar lesões genéticas ou alterações na reprodução. O contacto com esta substância deve ser evitado sobretudo a mulheres grávidas.

**Limites máximos recomendados**

Existe um valor limite de exposição para o Benzo[a]Pireno estabelecido pela OSHA Occupational Safety & Health Administration (E.U.A) de 0,2 mg/m<sup>3</sup>. A norma NP 1796:2004 recomenda que para o benzi[a]pireno e benzo[b]fluoranteno a exposição por todas as vias deve ser cuidadosamente controlada ao nível mais baixo possível, não estabelecendo um valor limite específico. Para os restantes compostos estudados não existe valor limite de exposição estabelecido.

**2.5.2 DETERMINAÇÃO DE HIDROCARBONETOS PESADOS. RESULTADOS**

**PROVA** Amostragem e análise do ar para determinar o conteúdo de hidrocarbonetos pesados no ar.

**OBJECTIVO** Medir os níveis presentes de hidrocarbonetos pesados a fim de determinar qual o grau de grandeza da exposição existente.

**MÉTODO** Circula-se um volume conhecido de ar por um tubo absorvente e analisa-se mediante o Método NIOSH 5026

Hidrocarbonetos Pesados	Misturador (mg/m <sup>3</sup> )
Benzo[a]Pireno	<0,00005
Fluoranteno	<0,00005
Benzo[b]Fluoranteno	<0,00005
Benzo[k]Fluoranteno	<0,00005
Indeno[1,2,3-cd]Pireno	<0,00005
Benzo[ghi]Perileno	<0,00005

▪ **NORMAS E LEGISLAÇÃO. LIMITES MÁXIMOS RECOMENDADOS.**

OSHA - Occupational Safety & Health Administration (E.U.A) de 0,2 mg/m<sup>3</sup> para o Benzo[a]Pireno.

NP 1796:2004: recomenda o nível mais baixo possível de exposição

**AVALIAÇÃO:** Os valores de Benzo[a]Pireno detectados são muito inferiores ao valor recomendado pela OSHA. Os restantes valores detectados para os restantes compostos foram também reduzidos, não tendo sido detectada uma situação de risco para a exposição a hidrocarbonetos pesados.

**3. RESUMO DE OBSERVAÇÕES**

Os parâmetros analisados estavam todos abaixo dos valores limite aconselhados.



[www.catim.pt](http://www.catim.pt) \_ [catim@catim.pt](mailto:catim@catim.pt)

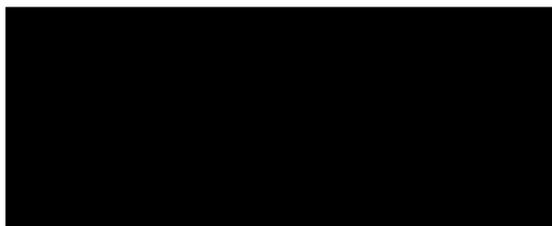
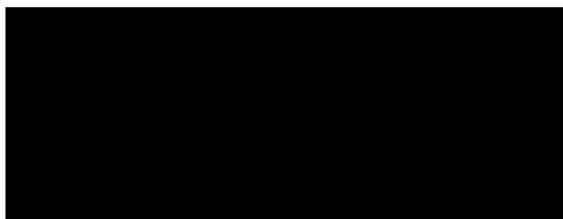
## **Avaliação do Risco de Exposição a Contaminantes Químicos**

Junho 2007

centro de apoio tecnológico à indústria metalomecânica

Rua dos Plátanos, 197 \_ 4100-414 Porto - Portugal | tel. (+351) 226 159 000 \_ fax (+351) 226 159 035

Estrada do Paço do Lumiar, 22 - Campus INETI, Edifício Q \_ 1649-038 Lisboa - Portugal | tel. (+351) 217 100 790 \_ fax (+351) 217 165 951

**EMPRESA REQUERENTE:****EMPRESA AVALIADA:****1 INTRODUÇÃO**

Apresentam-se neste relatório os resultados do estudo dos níveis de concentração de contaminantes químicos na empresa [REDACTED] efectuado nos dias 8 e 9 de Maio de 2007.

Os locais amostrados foram seleccionados por técnicos da empresa avaliada em colaboração com técnicos do CATIM.

**2 METODOLOGIA**

O trabalho foi realizado de acordo com as Normas Portuguesas NP 2199 e NP 2266.

De acordo com o tipo de contaminante, foram utilizadas as seguintes técnicas analíticas:

Contaminante Químico	Técnica Analítica	Método Amostragem
Poeiras totais	Gravimetria	NIOSH 0500
Poeiras respiráveis	Gravimetria	NIOSH 0600
Névoas de Óleo Mineral	Espectroscopia de Infra-Vermelho com Transformada de Fourier (FT-IR)	NIOSH 5026
Fumos de asfalto	Gravimetria + fracção solúvel em Benzeno	NIOSH 5042
Formaldeído	Espectrometria de UV/Visível	Pararosanilina modificado
Fenol		
Etilbenzeno		
n-Hexano		
Estireno	Desadsorção térmica	
Tolueno	+	ISO 16017-1:2000
Xileno (todos os isómeros)	Cromatografia gasosa	
Benzeno		
Acetona		
Metiletilcetona (MEK)		
Monóxido de Carbono		
Dióxido de Enxofre	Colorimetria	NP 2199
Butadieno		



## 2.1 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

O organismo americano OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) define como Nível de Acção um valor correspondente a metade do valor limite de exposição, a partir do qual se devem tomar medidas de controlo das atmosferas perigosas. Assim,

- Se  $Cp/VLE < 0.5$  ➔ Situação com risco desprezável.
- Se  $0.5 \leq Cp/VLE \leq 1$  ➔ Situação de médio risco. Medidas de prevenção: deverá ser assegurada a formação dos trabalhadores e o controlo médico periódico dos mesmos.
- Se  $Cp/VLE > 1$  ➔ Situação de risco elevado. Medidas de correcção: deverá ser feito controlo médico dos trabalhadores e adopção de medidas que permitam obter  $Cp/VLE < 1$ .

## 3 EQUIPAMENTO DE RECOLHA

### 3.1 SUPORTES DE RECOLHA

Para a recolha das amostras utilizaram-se os seguintes suportes:

- Filtros de PVC da marca Pall Corporation, lote 4082310, com 37 mm de diâmetro e 5  $\mu$ m de porosidade, colocados em cassetes de 3 andares, com um orifício de entrada de 4 mm de diâmetro.
- Filtros de PVC da marca Pall Corporation, lote 66466, com 25 mm de diâmetro e 5 $\mu$ m de porosidade, colocados em cassetes de 25 mm de diâmetro para ciclones.
- Filtros de membrana de celulose da marca Millipore Corporation, lote H5KN10490, com 37 mm de diâmetro e 0,8  $\mu$ m de porosidade, colocados em cassetes de 3 andares, com um orifício de entrada de ar de 4 mm de diâmetro.
- Filtro de PTFE da marca SKC, lote 225-17-07, com 37 mm de diâmetro e 2,0  $\mu$ m de porosidade, colocados em cassetes de 3 andares, com um orifício de entrada de 4 mm de diâmetro.
- Ciclones da marca Casella de referências 99.20145, 99.20146, 02.20025, 04.20100, e 04.20102, com eficiências de acordo com a curva de Johannesburgo (separação de 50% das partículas que possuam diâmetro aerodinâmico de 5 micras).
- Tubos colorimétricos da marca Gastec, contendo substâncias reactivas ao material a pesquisar, com a seguinte referência:
  - DIÓXIDO DE ENXOFRE: Tubos com ref.<sup>a</sup> 5LC, lote 40652, com escala graduada de 0,25 a 10 ppm;
  - MONÓXIDO DE CARBONO: Tubos com ref.<sup>a</sup> 1LA, lote 60862, com escala graduada de 25 a 500 ppm;
  - 1,3-BUTADIENO: Tubos com ref.<sup>a</sup> 174L, lote 40859, com escala graduada de 5 a 100 ppm.
- Tubos de adsorção em aço com enchimento TENAX TA, para recolha dos restantes contaminantes químicos.

### 3.2 BOMBAS DE AMOSTRAGEM

Para a recolha de amostras de ar ambiente com bombas de amostragem, utilizaram-se os equipamentos n.º CATIM 01.20170, 01.20171, 01.20172, 01.20173, 01.20174, 04.20094, 04.20095, 04.20096, 04.20097 e 04.20098. Tratam-se de bombas de amostragem de caudal regulável entre 5-500 ml/min e 500-3000 ml/min, com controlo de caudal a  $\pm 5\%$  do valor seleccionado, programáveis, marca SKC, modelo SIDEKICK T.

Para a recolha de amostras de ar ambiente com tubos colorimétricos, utilizou-se uma bomba de aspiração manual da marca GASTEC, modelo GV-100.

### 3.3 TERMO-HIGRÓMETRO

Equipamento n.º CATIM 04.20105.

### 3.4 BARÓMETRO

Equipamento n.º CATIM 93.20176.

### 3.5 CALIBRADOR DAS BOMBAS DE AMOSTRAGEM

Equipamento n.º CATIM 04.20092. É um calibrador electrónico primário com pistão de grafite, que proporciona a leitura instantânea do caudal e da média das leituras para as gamas 5 – 5000 ml/min, n.º de série 103184, marca Drycal, modelo DC Lite – DCL-ML. Certificado de calibração n.º GAS306/06, emitido pelo ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade.

### 3.6 CALIBRAÇÕES

Os equipamentos enunciados no ponto 3.2, foram sujeitos a calibrações com o equipamento referido no ponto 3.5, no início e no final de cada medição.

A bomba de aspiração para tubos colorimétricos da marca Gastec, é submetida periodicamente a testes de performance.

## 4 AVALIAÇÃO DOS CONTAMINANTES NOS LOCAIS DE TRABALHO

### 4.1 RESULTADOS

A próxima tabela apresenta uma compilação da concentração ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) dos contaminantes avaliados e respectiva comparação com os valores limites de exposição (VLE), estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 290/2001, de 16 de Novembro, pelo Decreto-Lei 301/2000, de 18 de Novembro, e pela Norma Portuguesa NP 1796:2004. Apresenta-se, ainda, o cálculo de  $C_p/\text{VLE}$  para avaliação dos respectivos níveis de acção.

As concentrações que se encontram acima do respectivo VLE encontram-se sublinhadas e a negrito.

Tabela 1 – Concentração (mg/m<sup>3</sup>) dos contaminantes avaliados e respectiva comparação com os VLE

Local de amostragem	Contaminante avaliado	Tipo de amostragem	Cp <sup>(1)</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	VLE <sup>(2)</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	Cp/VLE	Observações	
Fábrica (Trabalhador)	Poeiras totais	Pessoal	<0,50 <sup>(8)</sup>	10	<0,05		
	Poeiras respiráveis	Pessoal	<0,250 <sup>(8)</sup>	3	<0,08		
	Névoas de Óleo Mineral	Pessoal	0,164	5	0,03		
	Fumos de asfalto	Pessoal	<0,031 <sup>(7)</sup>	0,5	<0,06		
	Formaldeído	Ambiente	<0,013 <sup>(7)</sup>	0,3 <sup>(3)</sup>	<0,04		
	Fenol	Pessoal	<0,080 <sup>(7)</sup>	2 <sup>(4)</sup>	<0,04	O operador utiliza diversos EPI's - máscara de protecção, óculos e farda de trabalho - adequados ao tipo de trabalho desenvolvido	
	Etilbenzeno	Pessoal	<0,071 <sup>(7)</sup>	100 <sup>(4)</sup>	<7,1E-04		
	n-Hexano	Pessoal	<0,088 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(5)</sup>	<1,8E-03		
	Estireno	Pessoal	<0,073 <sup>(7)</sup>	20 <sup>(5)</sup>	<3,7E-03		
	Tolueno	Pessoal	<0,082 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(5)</sup>	<1,6E-03		
	Xileno (todos os isómeros)	Pessoal	<0,071 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(4)</sup>	<1,4E-03		
	Benzeno	Pessoal	<0,097 <sup>(7)</sup>	1 <sup>(6)</sup>	<0,10		
	Acetona	Pessoal	<0,184 <sup>(7)</sup>	500 <sup>(4)</sup>	<3,7E-04		
	Metiletilcetona (MEK)	Pessoal	<0,148 <sup>(7)</sup>	200 <sup>(4)</sup>	<7,4E-04		
	Monóxido de Carbono	Ambiente	<2 <sup>(9)</sup>	25 <sup>(5)</sup>	<0,08		
	Dióxido de Enxofre	Ambiente	<0,02 <sup>(9)</sup>	2 <sup>(5)</sup>	<0,01		
Butadieno	Ambiente	<0,5 <sup>(9)</sup>	2 <sup>(5)</sup>	<0,25			
Fábrica	Poeiras totais	Ambiente	0,846	10	0,08		
	Poeiras respiráveis	Ambiente	0,291	3	0,10		
	Névoas de Óleo Mineral	Ambiente	0,055	5	0,01		
	Fumos de asfalto	Ambiente	<0,031 <sup>(7)</sup>	0,5	<0,06		
	Formaldeído	Ambiente	<0,013 <sup>(7)</sup>	0,3 <sup>(3)</sup>	<0,04		
	Fenol	Ambiente	<0,083 <sup>(7)</sup>	2 <sup>(4)</sup>	<0,04		
	Etilbenzeno	Ambiente	<0,073 <sup>(7)</sup>	100 <sup>(4)</sup>	<7,3E-04		
	n-Hexano	Ambiente	<0,090 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(5)</sup>	<1,8E-03		
	Estireno	Ambiente	<0,075 <sup>(7)</sup>	20 <sup>(5)</sup>	<3,8E-03		
	Tolueno	Ambiente	<0,085 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(5)</sup>	<1,7E-03		
	Xileno (todos os isómeros)	Ambiente	<0,073 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(4)</sup>	<1,5E-03		
	Benzeno	Ambiente	<0,100 <sup>(7)</sup>	1 <sup>(6)</sup>	<0,10		
	Acetona	Ambiente	<0,250 <sup>(7)</sup>	500 <sup>(4)</sup>	<5,0E-04		
	Metiletilcetona (MEK)	Ambiente	<0,201 <sup>(7)</sup>	200 <sup>(4)</sup>	<1,0E-03		
	Monóxido de Carbono	Ambiente	<2 <sup>(9)</sup>	25 <sup>(5)</sup>	<0,08		
	Dióxido de Enxofre	Ambiente	<0,02 <sup>(9)</sup>	2 <sup>(5)</sup>	<0,01		
Butadieno	Ambiente	<0,5 <sup>(9)</sup>	2 <sup>(5)</sup>	<0,25			

Tabela 1 – Concentração (mg/m<sup>3</sup>) dos contaminantes avaliados e respectiva comparação com os VLE (continuação)

Local de amostragem	Contaminante avaliado	Tipo de amostragem	Cp <sup>(1)</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	VLE <sup>(2)</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	Cp/VLE	Observações
Fornos	Poeiras totais	Ambiente	<0,50 <sup>(8)</sup>	10	<0,05	
	Poeiras respiráveis	Ambiente	<0,250 <sup>(8)</sup>	3	<0,08	
	Névoas de Óleo Mineral	Ambiente	0,055	5	0,01	
	Fumos de asfalto	Ambiente	<0,031 <sup>(7)</sup>	0,5	<0,06	
	Formaldeído	Ambiente	<0,013 <sup>(7)</sup>	0,3 <sup>(3)</sup>	<0,04	
	Fenol	Ambiente	<0,079 <sup>(7)</sup>	2 <sup>(4)</sup>	<0,04	
	Etilbenzeno	Ambiente	<0,070 <sup>(7)</sup>	100 <sup>(4)</sup>	<7,0E-04	
	n-Hexano	Ambiente	<0,086 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(5)</sup>	<1,7E-03	
	Estireno	Ambiente	<0,071 <sup>(7)</sup>	20 <sup>(5)</sup>	<3,6E-03	-
	Tolueno	Ambiente	<0,081 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(5)</sup>	<1,6E-03	
	Xileno (todos os isómeros)	Ambiente	<0,070 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(4)</sup>	<1,4E-03	
	Benzeno	Ambiente	<0,095 <sup>(7)</sup>	1 <sup>(6)</sup>	<0,10	
	Acetona	Ambiente	<0,252 <sup>(7)</sup>	500 <sup>(4)</sup>	<5,0E-04	
	Metiletilcetona (MEK)	Ambiente	<0,203 <sup>(7)</sup>	200 <sup>(4)</sup>	<1,0E-03	
	Monóxido de Carbono	Ambiente	<2 <sup>(9)</sup>	25 <sup>(5)</sup>	<0,08	
Dióxido de Enxofre	Ambiente	<0,02 <sup>(9)</sup>	2 <sup>(5)</sup>	<0,01		
Butadieno	Ambiente	<0,5 <sup>(9)</sup>	2 <sup>(5)</sup>	<0,25		
Operador da Máquina	Poeiras totais	Pessoal	1,553	10	0,16	
	Poeiras respiráveis	Pessoal	0,904	3	0,30	
	Névoas de Óleo Mineral	Pessoal	<0,054 <sup>(8)</sup>	5	<0,01	
	Fumos de asfalto	Pessoal	0,303	0,5	0,61	
	Formaldeído	Ambiente	<0,013 <sup>(7)</sup>	0,3 <sup>(3)</sup>	<0,04	
	Fenol	Pessoal	<0,092 <sup>(7)</sup>	2 <sup>(4)</sup>	<0,05	O operador utiliza diversos EPI's - máscara de protecção, óculos e farda de trabalho - adequados ao tipo de trabalho desenvolvido
	Etilbenzeno	Pessoal	<0,082 <sup>(7)</sup>	100 <sup>(4)</sup>	<8,2E-04	
	n-Hexano	Pessoal	<0,101 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(5)</sup>	<2,0E-03	
	Estireno	Pessoal	<0,083 <sup>(7)</sup>	20 <sup>(5)</sup>	<4,2E-03	
	Tolueno	Pessoal	<0,094 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(5)</sup>	<1,9E-03	
	Xileno (todos os isómeros)	Pessoal	0,219	50 <sup>(4)</sup>	4,4E-03	
	Benzeno	Pessoal	<0,111 <sup>(7)</sup>	1 <sup>(6)</sup>	<0,11	
	Acetona	Pessoal	<0,220 <sup>(7)</sup>	500 <sup>(4)</sup>	<4,4E-04	
	Metiletilcetona (MEK)	Pessoal	<0,177 <sup>(7)</sup>	200 <sup>(4)</sup>	<8,9E-04	
	Monóxido de Carbono	Ambiente	2	25 <sup>(5)</sup>	0,08	
Dióxido de Enxofre	Ambiente	<0,02 <sup>(9)</sup>	2 <sup>(5)</sup>	<0,01		
Butadieno	Ambiente	<0,5 <sup>(9)</sup>	2 <sup>(5)</sup>	<0,25		

Tabela 1 – Concentração ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) dos contaminantes avaliados e respectiva comparação com os VLE (continuação)

Local de amostragem	Contaminante avaliado	Tipo de amostragem	Cp <sup>(1)</sup> ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	VLE <sup>(2)</sup> ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Cp/VLE	Observações
Ilha de enchimento de Asfaltos	Poeiras totais	Ambiente	<0,50 <sup>(8)</sup>	10	<0,05	
	Poeiras respiráveis	Ambiente	<0,250 <sup>(8)</sup>	3	<0,08	
	Névoas de Óleo Mineral	Ambiente	<0,060 <sup>(8)</sup>	5	<0,01	
	Fumos de asfalto	Ambiente	0,109	0,5	0,22	
	Formaldeído	Ambiente	<0,013 <sup>(7)</sup>	0,3 <sup>(3)</sup>	<0,04	
	Fenol	Ambiente	<0,080 <sup>(7)</sup>	2 <sup>(4)</sup>	<0,04	
	Etilbenzeno	Ambiente	<0,071 <sup>(7)</sup>	100 <sup>(4)</sup>	<7,1E-04	
	n-Hexano	Ambiente	<0,088 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(5)</sup>	<1,8E-03	
	Estireno	Ambiente	<0,073 <sup>(7)</sup>	20 <sup>(5)</sup>	<3,7E-03	-
	Tolueno	Ambiente	<0,082 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(5)</sup>	<1,6E-03	
	Xileno (todos os isómeros)	Ambiente	<0,071 <sup>(7)</sup>	50 <sup>(4)</sup>	<1,4E-03	
	Benzeno	Ambiente	<0,097 <sup>(7)</sup>	1 <sup>(6)</sup>	<0,10	
	Acetona	Ambiente	<0,204 <sup>(7)</sup>	500 <sup>(4)</sup>	<4,1E-04	
	Metiletilcetona (MEK)	Ambiente	<0,164 <sup>(7)</sup>	200 <sup>(4)</sup>	<8,2E-04	
	Monóxido de Carbono	Ambiente	<2 <sup>(9)</sup>	25 <sup>(5)</sup>	<0,08	
	Dióxido de Enxofre	Ambiente	<0,02 <sup>(9)</sup>	2 <sup>(5)</sup>	<0,01	
Butadieno	Ambiente	<0,5 <sup>(9)</sup>	2 <sup>(5)</sup>	<0,25		

(1) Concentração média do contaminante avaliado.

(2) Valor Limite de Exposição – média ponderada, estabelecido pela Norma Portuguesa NP 1796:2004.

(3) Valor Limite de Exposição – concentração máxima, expresso em ppm, estabelecido pela Norma Portuguesa NP 1796:2004.

(4) Valor Limite de Exposição – média ponderada, expresso em ppm, estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 290/2001.

(5) Valor Limite de Exposição – média ponderada, expresso em ppm, estabelecido pela Norma Portuguesa NP 1796:2004.

(6) Valor Limite de Exposição, expresso em ppm, estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 301/2000.

(7) Valor inferior ao limite de quantificação do método, expresso em ppm.

(8) Valor inferior ao limite de quantificação do método.

(9) Valor inferior ao limite de detecção do método, expresso em ppm.

#### 4.2 APRECIÇÃO DE RESULTADOS

A avaliação dos níveis de concentração de contaminantes químicos na CEPESA PORTUGUESA PETRÓLEOS, S.A., conduziu a teores de contaminantes químicos inferiores aos respectivos Valores Limite de Exposição (VLE) estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 290/2001, de 16 de Novembro, pelo Decreto-Lei 301/2000, de 18 de Novembro e pela Norma Portuguesa NP 1796:2004.

Uma vez que o nível de acção (Cp/VLE) determinado para os fumos de asfalto no posto de trabalho – *Operador da Máquina*, se encontra no intervalo compreendido entre 0,5 e 1 a empresa deverá adoptar medidas de carácter preventivo.

De salientar que os VLE são estabelecidos para uso na prática da Higiene do Trabalho e constituem apenas linhas de orientação no controlo dos riscos potenciais para a saúde nos locais de trabalho, tendo em atenção que os níveis de contaminação devem ser sempre os mais baixos possíveis.



Os valores obtidos para a concentração média (Cp) devem ser inferiores ao valor limite de exposição (VLE) em questão, caso o trabalhador esteja no local de amostragem durante 8 horas diárias, 5 dias por semana, caso contrário deverá ser calculada a exposição à substância em função do número de horas.

## 5 RECOMENDAÇÕES GERAIS

Após a análise dos resultados da avaliação do grau de exposição a contaminantes químicos, verifica-se que a concentração de agentes químicos presentes no posto de trabalho - *Operador da Máquina* constitui um risco médio para a segurança e saúde dos trabalhadores, pelo que devem ser aplicadas medidas preventivas, tais como:

- A concepção e organização dos métodos de trabalho no local de trabalho;
- Utilização de processos de manutenção que garantam a saúde e a segurança dos trabalhadores;
- Rotatividade dos trabalhadores por diferentes postos de trabalho;
- Redução ao mínimo da duração e do grau da exposição do trabalhador;
- Redução da quantidade de agentes químicos presentes ao mínimo necessário à execução do trabalho em questão;
- Utilização de processos de trabalho adequados, nomeadamente disposições que garantam a segurança durante o manuseamento, a armazenagem e o transporte de agentes químicos e dos resíduos que os contenham.
- Monitorização da saúde dos trabalhadores.

## 6 TOXICOLOGIA

Os principais efeitos toxicológicos associados a estas substâncias químicas, são:

### ACETONA:

Os vapores de acetona são irritantes para as mucosas oculares e respiratórias. Os principais sintomas observados são a tosse, espirros, lacrimação, vertigens, cefaleias, sonolência, náuseas e vômitos. Através do contacto frequente com a pele, pode provocar dermatoses e destruição da camada gordurosa que protege a pele.

### BENZENO

Este solvente tem uma acção irritante sobre os tecidos (destruição da camada que reveste a pele) exercendo em simultâneo uma acção narcótica, podendo mesmo em casos mais graves conduzir o indivíduo a um estado de coma. A toxicidade deste produto é exercida principalmente sobre os órgãos produtores das células sanguíneas. O benzeno é de todos os solventes o mais perigoso, podendo exercer uma acção cancerígena.

### **1,3-BUTADIENO**

Após a inalação massiva do gás ou projecção sobre a pele, os principais sintomas associados às intoxicações agudas são a tosse, uma sensação de fadiga e/ou embriaguês e cefaleias (dores de cabeça). Em caso de concentrações muito elevadas, pode-se mesmo observar a entrada do indivíduo num estado de coma. O gás libertado é irritante para as mucosas oculares, garganta e vias aéreas superiores. Este composto foi considerado pela União Europeia como sendo mutagénico (pode produzir mutações genéticas e alterações a nível cromossómico) e cancerígeno, uma vez que estudos comprovaram o aparecimento de leucemias, linfosarcomas e reticulosarcomas e tumores no estômago.

### **DIÓXIDO DE ENXOFRE**

Os vapores de dióxido de enxofre podem penetrar no organismo pela via respiratória provocando intoxicação. O contacto com este agente pode ainda causar queimaduras químicas na pele e nas corneas, com perturbação temporária da visão.

### **ESTIRENO**

O Estireno é um produto químico que se encontra no estado líquido e que, em contacto com a pele pode provocar dermatites.

Os vapores são irritantes para os olhos, nariz e vias respiratórias, sendo relativamente comum uma sensação de fadiga.

As concentrações muito elevadas, têm associado um risco de necrose e de paralisia respiratória.

Uma intoxicação crónica, pode originar problemas hepáticos e alterações hematológicas.

### **FENOL**

O fenol é um produto cáustico perigoso. Pode penetrar no organismo por via cutânea, por inalação e acidentalmente por ingestão.

As intoxicações agudas podem traduzir-se por lesões na pele, eritemas, irritações acompanhadas de tosse e dispneia, queimaduras digestivas (em caso de ingestão acidental) seguidas de vômitos e passados poucos minutos pode surgir a morte através de síncope respiratória. As intoxicações crónicas caracterizam-se pelo aparecimento de problemas nervosos (vertigens) e problemas cutâneos, tais como eritemas e eczemas.

### **HEXANO**

O hexano exerce uma acção irritante sobre a pele e mucosas. Em fortes concentrações, os vapores, podem produzir efeitos narcóticos, que segundo a intensidade do risco podem provocar cefaleias, vertigens, náuseas, perdas de consciência. A exposição prolongada a concentrações médias, pode provocar problemas nos nervos periféricos (polinevrites).

**METILETILCETONA (MEK)**

A penetração da MEK no organismo efectua-se essencialmente por inalação e por via cutânea.

Os vapores deste composto podem exercer uma acção irritante sobre o sistema respiratório, mucosas nasais e oculares. Poderá eventualmente estar associada a náuseas durante a sua utilização.

Através do contacto prolongado do líquido com a pele podem surgir dermatites, acompanhadas por destruição da camada lipo-ácida cutânea.

**MONÓXIDO DE CARBONO**

Este composto tem a particularidade de se combinar com a hemoglobina do sangue, formando a carboxihemoglobina, o que provoca uma exclusão de oxigénio na corrente sanguínea, com sintomas de vertigens, cefaleias e por vezes vómitos, náuseas e confusão mental. Progressivamente surge uma impotência muscular que poderá conduzir a um estado de coma e ao colapso caso não seja tratado de urgência.

A intoxicação crónica é de diagnóstico mais difícil, sendo essencialmente caracterizada por cefaleias, vertigens e fraqueza.

**POEIRAS RESPIRÁVEIS**

As poeiras com diâmetros inferiores a 5 µm (poeiras respiráveis), são capazes de atingir os alvéolos pulmonares e aí se fixarem, podendo ser responsáveis pelo aparecimento de pneumoconioses.

**POEIRAS TOTAIS**

Efeitos no organismo que podem ser desde a simples incomodidade até a doenças crónicas como as pneumoconioses.

**TOLUENO**

Esta substância exerce uma acção irritante sobre o organismo. A inalação de elevadas concentrações pode provocar casos de paralisia do sistema respiratório. A intoxicação crónica é acompanhada por sinais de fadiga, nervosismo e emagrecimento.

Este composto é susceptível de ser absorvido por via cutânea, pelo que deverá ser evitado o contacto directo com o mesmo.

**XILENO**

A inalação dos vapores desta substância podem provocar efeitos narcóticos acompanhados de convulsões. Os produtos de decomposição libertados podem provocar, em caso de inalação, perturbações pulmonares graves (edemas pulmonares).

Podem também ser observados traumatismos hepáticos e renais após a ingestão acidental do produto no estado líquido. Este composto é susceptível de ser absorvido por via cutânea, pelo que deverá ser evitado o contacto directo com o mesmo.



Tabela 2 – Órgãos e partes do organismo afectados pelos diferentes contaminantes químicos pesquisados

Contaminante químico	Órgãos e partes do organismo afectados								
	Sistema respiratório	Sistema nervoso	Sistema digestivo	Pulmões	Pele	Olhos	Fígado	Rins	Sangue
Acetona	X	X			X	X			
Benzeno		X			X				X
1,3-Butadieno	X	X	X			X			X
Dióxido de Enxofre	X			X	X	X			
Estireno	X				X	X	X		
Fenol	X	X			X				
Hexano		X			X				
Metiletilcetona (MEK)	X				X	X			
Monóxido de carbono	X			X					X
Poeiras respiráveis	X			X					
Poeiras totais	X			X					
Tolueno	X	X							
Xileno		X		X			X		

Data da medição: 8 e 9 de Maio de 2007

Data do relatório: 14 de Junho de 2007

Elaborado por,

Ana Alves

Aprovado por,

Mónica Henriques

Rua dos Plátanos, 197 – 4100-414 Porto – Portugal  
Telefone: 22 6159000  
Fax: 22 6159035  
Mail: catim@catim.pt



**CATIM**

centro de apoio tecnológico à indústria metalomecânica

**ANEXO**

**CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO**



Rua dos Plátanos, 197  
4100-414 Porto - Portugal

## Certificado de Calibração

LABORATÓRIO DE METROLOGIA - PRESSÕES

Data: 2007/02/14

CERTIFICADO N.º: LMP20075001711/10

PÁGINA 1 DE 2

### CLIENTE:

CATIM - UAT - AMBIENTE  
RUA DOS PLÁTANOS, 197  
4100 - 414 PORTO

### DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO:

**Equipamento: Barómetro**

Marca: AIRFLOW

Modelo: DB1

Número de Série: C 0495

Referência Interna: 93.20176

Gama Nominal: 800 a 1200 mbar

Divisão: 1 mbar

Resolução: 1 mbar

Classe: ---

### PRINCIPAL EQUIPAMENTO UTILIZADO:

Padrão	CATIM N.º	Rastreabilidade	
RUSKA 7215 xi	1.51492	GE DRUCK LIMITED	NIST

### OPERAÇÕES EFECTUADAS:

Calibração tomando como base a norma NP EN 837-1.

Todas as medições foram efectuadas em ambiente controlado a  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  e  $(50 \pm 10)\%$  de humidade.

"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor  $k=k'$ , o qual para uma distribuição-t com  $\text{vof}=\text{v}'\text{ef}$  graus de liberdade efectivos corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EAL-R2", actual EA4/02.

O IPAC é signatário dos acordos de reconhecimento mútuo da EA para calibrações, ensaios, certificações e inspecções.

Data de calibração: 2007/01/15

Técnico

  
Daniel Pinto

Responsável Técnico

  
Alexandre Lourenço





Rua dos Plátanos, 197  
4100-414 Porto - Portugal

**Certificado de Calibração**  
**LABORATÓRIO DE METROLOGIA - PRESSÕES**

Data: 2007/02/14

CERTIFICADO N°: LMP20075001711/10

PÁGINA 2 DE 2

**RESULTADOS:**

Indicação no Equipamento mbar	Indicação no Padrão			
	Sentido Crescente		Sentido Decrescente	
	mbar	Erro (mbar)	mbar	Erro (mbar)
800	801.4	-1	801.5	-2
900	902.1	-2	902.2	-2
1 000	1 000.4	0	1 000.2	0
1 100	1 101.2	-1	1 101.1	-1
1 200	1 199.9	0	1 199.9	0

Incerteza Expandida mbar	k'	vef	Erro Relativo Máximo %
$\pm 0.93$	2.11	23	0.56

**ESTADO DO EQUIPAMENTO:**

O equipamento encontra-se em bom estado.

**OBSERVAÇÕES:**

- 1) Referência na tomada de pressão.



# Certificado de Calibração

DATA: 2006.07.05

Nº GAS306/06 (1ª Rev.)

Página 1 de 2

## A - IDENTIFICAÇÃO

**APARELHO:** Calibrador Primário de Fluxo de Ar

**MARCA:** Bios

**Nº SÉRIE:** 103184

**GAMA I:** 5 ml/min a 99,99 ml/min

**GAMA II:** 100 ml/min a 999,9 ml/min

**GAMA III:** 1000 ml/min a 5000 ml/min

**LEITURA:** Digital

**MODELO:** Drycal DC-Lite (DCL-ML)

**Nº IDENTIFICAÇÃO:** 04.20092

**DIVISÃO I:** 0,01 ml/min

**DIVISÃO II:** 0,1 ml/min

**DIVISÃO III:** 1 ml/min

**EMPRESA:** CATIM -- Centro de Apoio Tecnológico á Industria Metalomecânica

**ENDEREÇO:** Rua dos Plátanos, 197

**4100 -- 414 PORTO**

## B - MEIOS

\* CONDIÇÕES: TEMPERATURA: 20 °C ± 0,5 °C

HUMIDADE: 56 %

\* PROCEDIMENTO: PO.M-DM/GÁS 001/004

\* LOCAL DE ENSAIO: Labgás

DATA DE CALIBRAÇÃO: 2006.07.05

\* EQUIPAMENTO:

⇒ GASÓMETRO 500 dm<sup>3</sup>, rastreado ao padrão interno do laboratório pelo certificado nº CGAS142/2006

\* O padrão de referência do laboratório encontra-se rastreado ao padrão do I.P.Q. – Instituto Português da Qualidade.

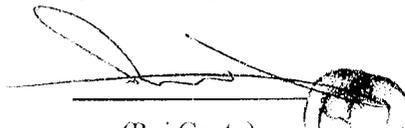
\* Incerteza de calibração para um intervalo de confiança de 95%:  $\mu(95\%) =$

(Gama I: ± 0,014 ml/min) (Gama II: ± 0,18 ml/min) (Gama III: ± 1,6 ml/min)

## C - ENSAIOS

Ver página 2

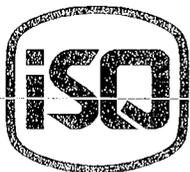
CALIBRADO POR:

  
(Rui Couto)

## RESULTADOS

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

  
(Dr. Luis Goncalves)



## Continuação de Certificado

Nº. CGAS306/06 (1ª Rev.)

Página 2 de 2

### C - ENSAIOS

1. ANÁLISE VISUAL
2. CONTROLO MANUAL DE FUNCIONAMENTO
3. REGISTO DE DADOS (Ensaio realizado com ar):
4. PRESSÃO DE ENSAIO:

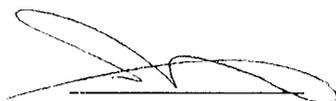
### RESULTADOS

= CONFORME  
= CONFORME  
= 1012,7 mbar abs

Pontos a Calibrar (ml/min)	Leitura de Referência (ml/min)	Erro (ml/min)
50,00	50,004	-0,004
100,0	100,21	-0,21
500,0	501,13	-1,13
1500	1502,9	-2,9
2500	2503,5	-3,5

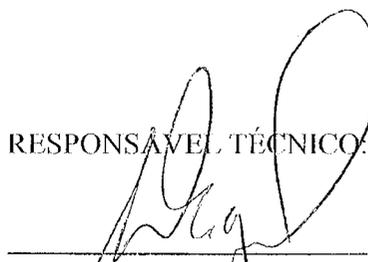
(A incerteza expandida apresentada foi estimada de acordo com a metodologia do documento EA-4/02 para um intervalo de confiança de 95%, com um factor de expansão de  $k=2,00$ ).

CALIBRADO POR:



(Rui Couto)

RESPONSÁVEL TÉCNICO:



(Dr. Luís Gonçalves)



Rua dos Plátanos, 197  
4100-414 Porto - Portugal

## Certificado de Calibração

Laboratório de Metrologia - Temperaturas

DATA DE EMISSÃO: 2006/05/02 CERTIFICADO Nº LM120065002183/20 Página 1 de 2

### CLIENTE

Designação CATIM-UAT-Higiene e Segurança  
Morada Rua dos Plátanos, 197  
4100-414 PORTO

### EQUIPAMENTO CALIBRADO

Designação Termo-Higrómetro  
Referência interna, 04 20105  
Marca RS  
Modelo  
N.º série

Estado do Equipamento Encontra-se em bom estado de conservação

Resolução 0,1°C para o 1º patamar, 0,1°C para o 2º patamar, 0,1°C para o 3º patamar, 0,1°C para o 4º patamar, 0,1°C para o 5º patamar, 0,1°C para o 6º patamar, 1% para o 7º patamar, 1% para o 8º patamar, 1% para o 9º patamar,

### CONDIÇÕES DO TRABALHO REALIZADO

Local Nas instalações do CATIM  
Data de calibração 2006/05/02  
Temperatura (23±3) °C  
Humidade (50±10) %

### DESCRIÇÃO

Calibração segundo os procedimentos internos  
LMT P03 09, LMT P07 01,

### EQUIPAMENTO UTILIZADO

SPRT 25 Ohm, n.º ref.º 04 50720, calibrada na Hart Scientific, rastreável ao NIST, SPRT 25 Ohm, n.º ref.º 02 50585, calibrada no I P Q, Sensor de Humidade THUNDER SCIENTIFIC, calibrado no CATIM, rastreável ao GE DRUCK e ao NPL; Estufa SAPRATIN n.º ref.º 85/04087; Estufa THUNDER SCIENTIFIC, Ref.º 02.50587; Ponte Tinsley Ambassador, n.º ref.º 85/04067/8, calibrada no I E P, rastreável ao I N E T I,

"A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada por um factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

\*A Calibração assinalada com (\*) não está incluída no âmbito da acreditação.

O Técnico

( Luísa Esteves )

O Responsável Técnico

( Madalena Sarmento )





Rua dos Plátanos, 197  
4100-414 Porto - Portugal

## Certificado de Calibração

Laboratório de Metrologia - Temperaturas

DATA DE EMISSÃO: 2006/05/02

CERTIFICADO Nº LMT20065002183/20

Página 2 de 2

Patamar	Leitura no Padrão	Leitura no Equipamento	Erro	Incerteza	
1 ( IN)	9,8771 °C	9,8 °C	-0,1 °C	+/-	0,26 °C
2 ( IN)	20,5190 °C	20,1 °C	-0,4 °C	+/-	0,26 °C
3 ( IN)	29,5890 °C	29,1 °C	-0,5 °C	+/-	0,26 °C
4 ( OUT)	9,8771 °C	10,1 °C	0,2 °C	+/-	0,26 °C
5 ( OUT)	20,5190 °C	20,9 °C	0,4 °C	+/-	0,26 °C
6 ( OUT)	29,5890 °C	29,9 °C	0,3 °C	+/-	0,26 °C
7*	29,77 %	33 %	3 %	+/-	1,6 %
8*	50,00 %	49 %	-1 %	+/-	1,5 %
9*	69,95 %	67 %	-3 %	+/-	1,5 %

Os valores medidos na grandeza humidade são não acreditados.