

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

VICERRECTORADO

DIRECCIÓN DE POSGRADO



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE MAGISTER EN CIENCIAS AMBIENTALES

**IMPACTO AMBIENTAL DE LAS PARTÍCULAS MENORES A DIEZ MICRAS
EMITIDAS POR LAS CARPINTERÍAS DE LA CIUDAD DE COBIJA**

MAESTRANTE:

Ing. Jhon Paolo Huanca Guzmán

ASESOR:

M.Sc. Gleisi Cuaniay Zelada

Cobija - Pando - Bolivia

2025

Agradecimientos

A Dios por la sabiduría, a mi familia Juan Huanca, María Guzman y especialmente a mi hijo Jhoner Huanca B., docentes, colegas y amigos.

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en el área urbana del municipio de Cobija, tuvo por objeto principal estudio es la cantidad de PM10 en microgramos/Metro cubico a través de mediciones con un contador de partículas automático que provocan el deterioro de la calidad del aire, mediante la evaluación del nivel de contaminación ambiental se estableció el diseño de medidas de mitigación de impacto ambiental.

Para determinar los niveles de contaminación por partículas menores a 10 micras (PM10) se utilizó un contador de partículas automático en 32 carpinterías del municipio de Cobija, la evaluación se realizó en diferentes momentos del proceso, antes del encendido, durante el funcionamiento y después del apagado de las máquinas de trabajo. En 16 carpinteras se evaluó el nivel de contaminación generado por amoladoras y en otras dieciséis carpinterías se evaluó el nivel de contaminación por el uso de sierra circular, los resultados se compararon con el nivel máximo permitido por las normativas nacionales.

Los resultados muestran que durante el uso de amoladora en 16 carpinterías se superaron los límites permisibles establecidos por normativa vigente, mientras que haciendo uso de la sierra circular no se superan estos límites. Las concentraciones de PM10 antes y después del tiempo de uso de los equipos de amoladora y sierra circular son bastantes bajos y no representan ningún riesgo para la salud. En ambos casos durante el uso de equipos se sugiere aplicar medidas de mitigación para evitar problemas ambientales y problemas en la salud de los trabajadores empleando equipo de protección personal como barbijos, ropa de seguridad, gafas, limpieza de los recintos, ambientes aireados.

Palabras clave: Contaminación, Atmosférica, Carpinterías, PM10

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the urban area of the municipality of Cobija, the main objective of the study was the amount of PM10 in micrograms/cubic meter through measurements with an automatic particle counter that cause the deterioration of air quality, through The evaluation of the level of environmental contamination established the design of environmental impact mitigation measures.

To determine the levels of contamination by particles smaller than 10 microns (PM10), an automatic particle counter was used in 32 carpentry shops in the municipality of Cobija. The evaluation was carried out at different times of the process, before switching on, during operation and after shutdown of work machines. In 16 carpentry shops, the level of contamination generated by grinders was evaluated and in another sixteen carpentry shops, the level of contamination due to the use of circular saws was evaluated. The results were compared with the maximum level allowed by national regulations.

The results show that during the use of a grinder in 16 carpentry shops the permissible limits established by current regulations were exceeded, while using the circular saw these limits are not exceeded. The concentrations of PM10 before and after the time of use of the grinder and circular saw equipment are quite low and do not represent any health risk. In both cases, during the use of equipment, it is suggested to apply mitigation measures to avoid environmental problems and problems with the health of the workers employed, personal protective equipment such as face masks, safety clothing, glasses, cleaning of the premises, and ventilated environments.

Keywords Pollution, Atmospheric, Carpentries, PM10

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES	1
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3 DELIMITACIÓN	3
1.3.1 DELIMITACIÓN TEMÁTICA	3
1.3.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	3
1.3.3 DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ASPECTOS RELATIVOS AL ESTADO DEL ARTE	6
2.1.1. RED DE MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL MONICA.....	6
2.1.2. METODOLOGÍAS PARA EL MUESTREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	7
2.1.3. INVENTARIO DE EMISIONES EN BOLIVIA.....	7
2.1.4. ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE COBIJA	8
2.1.4.1. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂) EN LA CIUDAD DE COBIJA	9
2.1.4.2. OZONO (O ₃) EN LA CIUDAD DE COBIJA.....	10
2.1.4.3. MATERIAL PARTICULADO (PM ₁₀) EN LA CIUDAD DE COBIJA 2009-2010 ..	11
2.1.4.4. MATERIAL PARTICULADO (PM ₁₀) EN LA CIUDAD DE COBIJA 2024	12
2.1.4.5. COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE PM ₁₀ EN LAS PRINCIPALES CIUDADES DE BOLIVIA	12
2.1.4.6. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS PM ₁₀ EN BOLIVIA	13
2.1.4.7. DISCUSIÓN SOBRE LOS PM ₁₀ EN COBIJA PANDO	13
2.2 MARCO TEÓRICO	14
2.2.1 GESTIÓN AMBIENTAL	14

2.2.2 AMBIENTE.....	15
2.2.3 LEY 1333, LEY DE MEDIO AMBIENTE	15
2.2.4 LEY 1700, LEY FORESTAL.....	15
2.2.5 CONTAMINACIÓN	16
2.2.6 CONTAMINACIÓN DEL AIRE	16
2.2.7 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.....	17
2.2.8 GESTIÓN DE CALIDAD DEL AIRE.....	19
2.2.9 TIPOS DE CONTAMINANTES.....	21
2.2.10 PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRAS PM10	21
2.2.11 EFECTOS DE LAS PM10 SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	23
2.2.12 EFECTOS DE LAS PM10 SOBRE LA SALUD HUMANA	24
2.2.13 BUENAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS POR PM10	26
2.2.14 LIMITES EN LA CALIDAD DEL AIRE	27
2.2.15 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE	31
2.2.16 MÉTODO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AIRE	31
2.2.17 MÉTODO DE MUESTREO AUTOMÁTICO	32
2.2.18 EQUIPOS DE MEDICIÓN DE PARTÍCULAS PST, PM10, PM2.5	33
2.2.19 AGENTES FÍSICOS	35
2.2.20 AGENTES QUÍMICOS.....	35
2.2.21 AGENTES BIOLÓGICOS	35
2.2.22 RESIDUOS	35
2.2.23 MADERA	36
CAPÍTULO III	37
CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.1 HISTORICA	37
3.2 GEOGRÁFICA	37
3.3 SOCIOCULTURAL	38
3.4 ECONÓMICA.....	38

3.5 AMBIENTAL	39
3.6 LEGAL	40
CAPÍTULO IV	41
MARCO METODOLÓGICO.....	41
4.1 HIPÓTESIS.....	41
4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	41
4.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	41
4.4 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	43
4.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN	43
4.6 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	44
4.7 TÉCNICAS Y/O INSTRUMENTOS.....	45
4.7.1 PARÁMETROS A UTILIZAR PARA LAS EVALUACIONES	45
4.7.2 PLANIFICACIÓN DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE EN CARPINTERÍAS.	46
4.7.3 CONTAMINANTE A SER EVALUADO.....	47
4.7.4 TÉCNICA DE MUESTREO.....	48
4.7.5 EQUIPO A UTILIZAR EN LA TOMA DE DATOS.....	50
4.7.6 PROCEDIMIENTO AL MOMENTO DEL MUESTREO	52
4.7.7 GESTIÓN DE LOS DATOS	58
4.8 UNIDAD DE ANÁLISIS	59
4.9 POBLACIÓN Y MUESTRA	60
CAPITULO V	64
RESULTADOS	64
5.1 NIVEL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL (AIRE PM10) DE LAS CARPINTERÍAS.	70
5.2 COMPARAR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	75
5.3 PROPONER MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL.....	79
5.3.1. ANÁLISIS DEL REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	80
5.3.2. ANÁLISIS DE LA LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD OCUPACIONAL Y BIENESTAR.....	84

5.3.3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN SUGERIDAS PARA LAS CARPINTERÍAS EN EL MUNICIPIO DE COBIJA.....	89
CAPITULO VI.....	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
6.1. CONCLUSIONES	93
6.1.1. NIVEL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL AIRE (PM10) DE LAS CARPINTERÍAS	93
6.1.2. COMPARAR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	93
6.1.3. PROPONER MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL.....	94
6.2. RECOMENDACIONES.....	94
6.2.1. NIVEL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL AIRE (PM10) DE LAS CARPINTERÍAS	94
6.2.2. COMPARAR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	95
6.2.3. PROPONER MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL.....	95
6.2.3.1. RECOMENDACIONES A LA UNIDAD DE MEDIO AMBIENTE DEPENDIENTE DEL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE COBIJA.....	96
6.2.3.2. RECOMENDACIONES A LA DEPARTAMENTAL DEL MINISTERIO DE TRABAJO.....	97
BIBLIOGRAFÍA	98
GLOSARIO DE TÉRMINOS	102

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	CONCENTRACIÓN DE NO ₂ (2009-2011)- MÉTODO PASIVO, COBIJA	9
FIGURA 2.	CONCENTRACIÓN DE O ₃ (2009-2011)- MÉTODO PASIVO, COBIJA	10
FIGURA 3.	CONCENTRACIÓN DE PM ₁₀ (2009-2010)- MÉTODO ACTIVO, COBIJA.....	11
FIGURA 4.	CALIDAD DEL AIRE GESTIÓN 2024 (HASTA EL 15 DE AGOSTO).....	12
FIGURA 5.	COMPARACIÓN DE CONCENTRACIONES DE PM ₁₀ (2010-2011) EN CIUDADES	13
FIGURA 6.	COMPARACIÓN DE TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS DE PM ₁₀	22
FIGURA 7.	FLUJO DE ACTIVIDADES PARA LA OPERACIÓN DE UNA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE	32
FIGURA 8.	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO PCE-MPC 10.....	51
FIGURA 9.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN	51
FIGURA 10.	UBICACIÓN DE LA SIERRA CIRCULAR	52
FIGURA 11.	UBICACIÓN DE LA MESA PARA AMOLADORA	53
FIGURA 12.	TOMA DE MUESTRA ANTES DEL ENCENDIDO DE LA AMOLADORA.....	54
FIGURA 13.	TOMA DE MUESTRA ANTES DEL ENCENDIDO DE LA SIERRA CIRCULAR.....	54
FIGURA 14.	TOMA DE MUESTRA DURANTE EL USO DE LA AMOLADORA.....	55
FIGURA 15.	TOMA DE MUESTRA DURANTE EL USO DE LA SIERRA CIRCULAR	56
FIGURA 16.	TOMA DE MUESTRA DESPUÉS DE 30 MINUTOS DE APAGADO DE LAS MAQUINAS	57
FIGURA 17.	COORDINACIÓN CON LOS DUEÑOS DE LAS CARPINTERÍAS.....	57
FIGURA 18.	LLENADO DE LOS FORMULARIOS	58
FIGURA 19.	TOMA DE DATOS GENERALES DE LAS CARPINTERÍAS	60
FIGURA 20.	TAMAÑO DE LA MUESTRA	61
FIGURA 21.	MAPA DE UBICACIÓN DE CARPINTERÍAS EN COBIJA.....	63
FIGURA 22.	TIPO DE GRAFICO PARA LA INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	70
FIGURA 23.	MEDICIONES PROMEDIO DE LA SIERRA CIRCULAR DE PM ₁₀ EN UG/M ³ ..	72
FIGURA 24.	NIVELES DE PM ₁₀ POR EL USO DE LA AMOLADORA	74
FIGURA 25.	COMPARACIÓN DE PM ₁₀ ENTRE LAS CARPINTERÍAS CON USO DE AMOLADORA.....	75
FIGURA 26.	EMISIONES DE PM ₁₀ EN CARPINTERÍAS POR EL USO DE SIERRA CIRCULAR	76

FIGURA 27.	COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE PM10 CON EL USO DE LA AMOLADORA Y EL USO DE LA SIERRA CIRCULAR	77
FIGURA 28.	COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE PM10 ENTRE LAS CARPINTERÍAS (2023) Y LA HUMAREDA (2024).....	78

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	UBICACIÓN, TIPO DE SITIOS Y PARÁMETRO MEDIDOS EN LA CIUDAD DE COBIJA.....	8
TABLA 2.	COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DIVERSOS PAÍSES Y ORGANIZACIONES INTERNACIONALES.....	29
TABLA 3.	INTERPRETACIÓN DEL ICA (ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA) DE LA NORMA BOLIVIANA NB 62018	30
TABLA 4.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ANALIZADORES AUTOMÁTICOS	34
TABLA 5.	TIPOS DE ANALIZADORES AUTOMÁTICOS	35
TABLA 6.	VARIABLES CUANTITATIVAS: SON AQUELLAS CUYOS VALORES PUEDEN SER EXPRESADOS NUMÉRICAMENTE.	42
TABLA 7.	MODELO DE FICHA TÉCNICA DE TOMA DE DATOS EN CAMPO	59
TABLA 8.	LISTA DE CARPINTERÍAS REGISTRADAS ANTE LA ABT 2022.....	61
TABLA 9.	DATOS TÉCNICOS DE LAS 32 CARPINTERÍAS ESTUDIADAS PARTE UNO ..	65
TABLA 10.	DATOS TÉCNICOS DE LAS 32 CARPINTERÍAS ESTUDIADAS PARTE DOS...	66
TABLA 11.	DATOS TÉCNICOS DE LAS 32 CARPINTERÍAS ESTUDIADAS PARTE TRES.	67
TABLA 12.	DATOS TÉCNICOS DE LAS 32 CARPINTERÍAS ESTUDIADAS PARTE CUATRO	68
TABLA 13.	VARIABLES DE ESTUDIO	69
TABLA 14.	EMISIONES DE PM10 ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DEL USO DE LA SIERRA CIRCULAR.....	71
TABLA 15.	EMISIONES DE PM10 ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DEL USO DE LAS AMOLADORAS.....	73
TABLA 16.	ANÁLISIS DEL REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.....	80
TABLA 17.	ANÁLISIS DE LA LEY GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD OCUPACIONAL Y BIENESTAR	84

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1.	CUESTIONARIOS A LAS CARPINTERIAS DE MUESTREO.....	105
ANEXOS 2.	CERTIFICADO DE CALIBRACION GESTIÓN 2023.....	138
ANEXOS 3.	CERTIFICADO RENCA 2023.....	141

INTRODUCCIÓN

Identificar y conocer los niveles de contaminación ambiental se ha convertido en un aspecto importante y estratégico, por el valor que representa en la decisión de políticas de Gestión Ambiental responsable. En este caso, la medición de la Calidad de Aire, se trata de información ambiental muy importante ya que se constituye en un elemento de diagnóstico inicial para analizar tanto el comportamiento e interacción de los contaminantes presentes en la atmósfera como los impactos que producen estos sobre los seres vivos y no vivos. Por ello, la identificación de los niveles de contaminación del aire sirve para prevenir, mitigar y controlar la misma, a través de acciones concretas.

El impacto ambiental tiene cierto equilibrio entre factores bióticos y abióticos, por tanto, se hace necesario en las zonas urbanas realizar un seguimiento de las actividades antropogénicas que inciden sobre un mayor o menor nivel de contaminación ambiental. Los seres vivos, el suelo, el agua, el aire, los objetos físicos fabricados por el hombre componen el medio ambiente. La conservación de éste es imprescindible para la vida sostenible de las generaciones presentes y de las venideras. El medio ambiente se compone de factores naturales y artificiales, el medio ambiente incluye factores abióticos (como el clima y la geología), bióticos (la población humana, la flora, la fauna) y socioeconómicos (la actividad laboral, la urbanización, los conflictos sociales). (Porto, 2021)

A través del paso de las generaciones, el hombre ha sido el mayor factor que ha alterado el medio ambiente y los ecosistemas naturales, hasta el punto de poner en riesgo su propia existencia haciendo más difícil las condiciones de vida para las generaciones venideras, debido a las alteraciones en los componentes como ser el suelo, el agua, el aire y aumentando los índices de contaminación. Uno de los mayores problemas que se tiene a nivel mundial es la contaminación atmosférica, sobre todo en los centros poblados o ciudades a nivel mundial se ha tornado una prioridad dentro de las políticas internacionales, que estudian el fenómeno e implementan políticas de prevención, alerta temprana y

mitigación de los efectos de la contaminación atmosférica a través de distintos tipos de partículas nocivas para el medio ambiente y la salud que se encuentran en suspensión en el aire.

La carga global de enfermedades relacionadas con la exposición a la contaminación del aire tiene un impacto significativo en la salud humana. A nivel mundial se estima que cada año, esta exposición provoca millones de muertes y la pérdida de años de vida saludable. Actualmente, se considera que esta carga de enfermedades es comparable a la de otros riesgos importantes para la salud mundial, como una dieta poco saludable y el tabaquismo, además, se ha reconocido que este tipo de contaminación es la amenaza ambiental más peligrosa para la salud humana. Aunque se han observado mejoras significativas en la calidad del aire, el número de muertes y los años de vida saludables perdidos a nivel mundial apenas han disminuido desde la década de 1990. Aun cuando la calidad del aire ha mejorado considerablemente en los países de ingresos altos durante este tiempo, en general ha empeorado en la mayoría de los países de ingresos bajos y medianos debido a la rápida urbanización y al desarrollo económico. A nivel Mundial se tiene como ente matriz la Organización Mundial de la Salud que hace seguimiento de la calidad del medio ambiente y la atmosfera, a través de distintos foros donde participan los países miembros y presentan los resultados del monitoreo ambiental y las medidas de prevención que se toman para mantener y bajar los niveles de contaminación atmosférica. Con el objetivo de reducir los niveles de contaminación del aire y proteger a las poblaciones de los riesgos que entraña para la salud, en la OMS la Unidad sobre Calidad del Aire corresponde a los Estados Miembros y las entidades subnacionales a aplicar las políticas para promover la calidad del aire y darles seguimiento. (OMS, 2022)

A nivel nacional el estado tiene el rol de controlar y supervisar las actividades que pueden causar y generar un impacto ambiental, este rol es cumplido mediante el marco normativo establecido y el seguimiento que permite supervisar todas las actividades mediante la coordinación entre las instituciones y los diferentes niveles del estado

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

En Bolivia el ente Rector por parte del nivel central del Estado es el Ministerio de Medio Ambiente y Agua MMAyA que, en coordinación con las gobernaciones y municipios a través de sus direcciones y unidades de medio ambiente, son los que se encargan de dar seguimiento y de hacer cumplir el régimen normativo que se tienen en el país, las más importantes “Ley del Medio Ambiente N° 1333” y su Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica

Para la interpretación y análisis de monitoreos en Bolivia se considera los valores de la OMS, EPA y RMCA que también han sido considerados en la norma NB 62014. Los valores presentados en esta Norma deben ser la base para la actualización de los límites de Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.

La contaminación del aire es la presencia de material indeseable en ese aire en cantidades grandes como para producir efectos nocivos. Esta definición no restringe la contaminación del aire a causas humanas, aunque normalmente solo hablamos de estas. Los materiales indeseables pueden dañar la salud humana, la vegetación, los bienes humanos o el medio ambiente, muchos de estos materiales nocivos entran a la atmosfera provenientes de fuentes que, en la actualidad, se encuentra más allá del control humano. Sin embargo, en las partes más densamente pobladas del globo, en particular en los países industrializados las fuentes principales de estos contaminantes son actividades humanas. Estas actividades se encuentran íntimamente asociadas con nuestro estándar material de vida. (Nevers, 2000)

Dentro de los contaminantes criterio del aire se encuentra el material particulado, el cual, en estado líquido o sólido, se produce por la acción del viento sobre áreas sin vegetación, en los procesos de combustión, en la producción, transporte y utilización de materiales de construcción, a partir de procesos erosivos, en los humos de los gases de los vehículos.

El diámetro de las partículas presentes en el aire puede variar entre una milésima de micra y 500 micras. Desde el punto de vista del riesgo sobre la salud humana son de mayor interés las partículas cuyo tamaño no excede las 10 micras (PM10). Según su origen los contaminantes son clasificados en dos tipos: contaminantes primarios y secundarios, el “material particulado” pertenece a este último, las principales fuentes de emisión son; industrias (fuentes fijas) y parque automotor (fuentes móviles). (Roa, 2005)

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Las partículas PM10 como se ha mencionado tiene la particularidad de ser menores a 10 micras y la peligrosidad de estas partículas reside en que pueden ingresar hasta los pulmones y ocasionar problemas pulmonares, también pueden ser arrastradas a grandes distancias por el viento pudiendo ocasionar contaminación ambiental a distancias lejos del lugar donde se emiten.

Las actividades que se realizan en el área urbana de los centros poblados tienden siempre a tener una mayor cantidad de partículas en suspensión, con los peligros que conllevan para la salud y el medio ambiente; no se tienen datos referentes a los diferentes tipos de partículas como ser PM10 y los valores o niveles con que se cuentan tanto en las zonas exteriores de la ciudad (calles, parques, etc.) como en el interior de diferentes establecimientos (escuelas, industrias, hospitales, etc.).

Actualmente no se evidencia investigaciones del impacto ambiental en el interior de las carpinterías en la calidad del aire (PM10), en el área urbana del municipio de Cobija. El problema de investigación será identificar, cuáles son los niveles de contaminación por partículas PM10 de acuerdo a los niveles establecidos en Reglamentos en Materia de Contaminación Atmosférica de Bolivia.

Para un mejor entendimiento del problema se realiza la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el nivel de emisión de partículas menores a diez micras (PM10) por las carpinterías en Cobija?

El objeto de estudio es la cantidad de PM10 en microgramos/Metro cubico a través de mediciones con un contador de partículas automático.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Impacto ambiental de las partículas menores a diez micras emitidas por las carpinterías de la ciudad de Cobija

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el nivel de contaminación ambiental del aire (PM10) de las carpinterías
- ✓ Comparar los niveles de contaminación atmosférica
- ✓ Proponer medidas de mitigación ambiental

1.3 DELIMITACIÓN

1.3.1 Delimitación Temática

Se realizó el estudio de partículas en suspensión menores a 10 micras.

1.3.2 Delimitación Temporal

El tiempo que abarcó el estudio de campo fue un periodo de 2 meses (junio y julio) en las carpinterías, en la gestión 2023

1.3.3 Delimitación Espacial

El trabajo de campo se delimitó espacialmente solamente a las carpinterías que se encontraban legalmente establecidas ante ABT en el área urbana del municipio de Cobija, de las cuales se realizó el muestreo de 32 carpinterías

1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación sobre la calidad atmosférica en la ciudad de Cobija y la problemática de las partículas PM10 generadas por las carpinterías tiene relevancia en diversos aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales.

Socialmente, la falta de conocimiento sobre los efectos de PM10 en la salud pública puede llevar a una alta incidencia de enfermedades respiratorias entre la población, afectando la calidad de vida y el bienestar general.

Informar y educar a la comunidad sobre estos riesgos es crucial para promover prácticas más seguras y saludables.

Económicamente, la exposición prolongada a contaminantes como las PM10 puede aumentar los costos asociados con la atención médica y reducir la productividad laboral debido a enfermedades relacionadas con la contaminación, lo que afecta negativamente la economía local. Implementar medidas de control y prevención puede ayudar a evitar estos costos y mejorar la eficiencia en los sectores productivos.

Políticamente, la investigación proporciona datos valiosos para la formulación de políticas públicas y la aplicación efectiva de regulaciones ambientales, alineándose con la Ley 1333 y el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, para asegurar que las políticas se basen en evidencia científica fortalece la capacidad del estado para proteger la salud de sus ciudadanos y garantizar un entorno de vida saludable.

Ambientalmente al identificar y mitigar las fuentes de PM10, se puede prevenir la degradación ambiental, mejorando así la calidad del aire y el bienestar ambiental en Cobija.

Académicamente, la investigación sobre los niveles de partículas PM10 en Cobija llena un importante vacío en el conocimiento sobre la contaminación atmosférica en esta región específica. La falta de datos precisos sobre las concentraciones de PM10 y sus efectos en la salud y el medio ambiente impide el desarrollo de estrategias de intervención efectivas. Esta investigación proporciona una base sólida para futuros estudios al ofrecer datos sobre las emisiones de PM10 provenientes de las carpinterías locales y su cumplimiento con los parámetros establecidos por la legislación vigente, como la Ley 1333 y sus reglamentos. Este conocimiento contribuye a la comprensión más amplia de la calidad del aire en zonas urbanas de menor tamaño y puede servir como referencia para investigaciones similares.

Científicamente, los resultados de esta investigación permitieron analizar el impacto de las partículas PM10 en el ambiente y en la salud humana desde una perspectiva cuantitativa. La metodología empleada para medir las concentraciones de PM10, ofrece una visión detallada de cómo estas partículas afectan la calidad del aire. Al cumplir con las normas establecidas en el Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero y Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, los hallazgos científicos validan la eficacia de las medidas de control y permiten la formulación de recomendaciones basadas en evidencia para mitigar la contaminación. Este enfoque riguroso no solo enriquece el cuerpo de conocimientos científicos sobre la contaminación atmosférica, sino que también facilita la formulación de políticas basadas en datos sólidos y actualizados.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 ASPECTOS RELATIVOS AL ESTADO ARTE

A través de la construcción del estado de arte se analizarán distintas investigaciones referentes a la gestión de la calidad de aire de distintos tipos de contaminantes sobre todo relacionados al PM10 para identificar los antecedentes teóricos que se tienen como país de Bolivia y a nivel departamental, con el objetivo de identificar investigaciones anteriores referentes al tema y para saber cuáles son los varios de conocimiento referentes a la temática.

Uno de los mayores referentes a nivel nacional es la Red de Monitoreo de Calidad del Aire MoniCA que en coordinación con los municipios y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua ejecutó el proyecto Aire Limpio del monitoreo de diferentes tipos de contaminantes incluyendo el PM10 del Aire en los principales centros poblados de Bolivia (Bascopé, 2001).

2.1.1. Red de Monitoreo de Calidad Ambiental MoniCA

En Bolivia, desde el año 2001, a través de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red MoniCA), se conocen los niveles de contaminación del aire en los centros urbanos más poblados como La Paz, El Alto, Santa Cruz y Cochabamba, ya que dicha Red mide las concentraciones de la contaminación en el aire a través de diferentes metodologías.

El año 2010, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua con el apoyo del Proyecto Aire Limpio de la COSUDE, ejecutado por Swisscontact, presentaron la publicación del primer Informe Nacional de Calidad del Aire de Bolivia de los años 2008 y 2009. En este documento se muestran los niveles de contaminación de aire medidos en las capitales de los nueve departamentos del país. Los resultados indican que Cochabamba, era la ciudad con el mayor nivel de contaminación, seguida de Santa Cruz. En el caso de La Paz se identificaron reducciones de los niveles de contaminación, mientras que en la

ciudad de El Alto los niveles de contaminación por dióxido de nitrógeno eran altos, posiblemente debido a la congestión vehicular y la antigüedad del parque automotor. En el caso de las demás capitales se identificaron concentraciones significativas de ozono troposférico y material particulado. (MMAyA, 2011)

2.1.2. Metodologías para el muestreo de la calidad del aire

La calidad del aire se ha evaluado mediante diversas técnicas, entre las que se encuentran los muestreadores pasivos, activos, captadores de gases y partículas, equipos automáticos y muestreo con bio-indicadores (Gallego, 2014). Los muestreadores pasivos y activos corresponden a una metodología discontinua, implicando el posterior análisis en el laboratorio, mientras que los muestreadores automáticos y sensores remotos pertenece a la metodología continua, los cuales la captación y análisis del contaminante en el punto de muestreo de forma continua y automática, sin embargo, presentan desventajas por su costo y su complejo método de operación (Fernández, 2007), de forma tal que en función del método de la captación del contaminante será el método de análisis. (Carrales Campa & Chairez Hernandez, 2019)

2.1.3. Inventario de emisiones en Bolivia

Una vez emitidos los contaminantes atmosféricos estos son desplazados por el viento, y otros procesos, mezclándose con el aire siendo monitoreados en nuestro país por la Red MoniCA a través de equipos y muestreadores de medición.

Sin embargo, también es necesario conocer la cantidad de emisiones atmosféricas que provienen de los diferentes tipos de fuentes; por ello, es importante realizar y tomar en cuenta un inventario de emisiones como una herramienta estratégica para la Gestión de la Calidad del Aire. Así, con los inventarios se pueden clasificar, de forma más precisa, a los sectores de mayor contribución por tipo de contaminante e identificar las fuentes a las cuales deben aplicarse medidas de control; además se puede realizar un

análisis de costo- efectividad de las medidas de control y evaluar los programas de mejoramiento de la calidad del aire.

En Bolivia se han realizado estudios específicos sobre Inventario de Emisiones en las ciudades de La Paz y Cochabamba, que se toman en cuenta en el presente Informe para una comparación general con los niveles de contaminación atmosférica; lamentablemente, no se han realizado este tipo de estudios en las demás capitales del país, por lo que sólo se toman en cuenta los mencionados municipios para el análisis (Vasquez, 2016).

2.1.4. Estudios de calidad del Aire en la ciudad de Cobija

La calidad del aire en la ciudad de Cobija ha sido monitoreada en el mes de enero del año 2011, durante una semana, donde se midieron NO₂, O₃ y PM₁₀ en cinco sitios de muestreo representativos de alto y bajo tráfico vehicular.

Tabla 1

Ubicación, tipo de sitios y parámetro medidos en la ciudad de Cobija

N°	Sitios de monitoreo	Tipos de zona	Tipos de sitio (tráfico vehicular)	Parámetros medidos	
				Metodología	
				Activa	Pasiva
1	Clínica Burgos	Alto trafico	Alto	PM10	
2	Plaza Potosí (Universidad)	Alto trafico	Alto	PM10	NO ₂ y O ₃
3	Rotonda Km3	Periurbano-Residencial			NO ₂ y O ₃

Nota: MMAyA, 2011

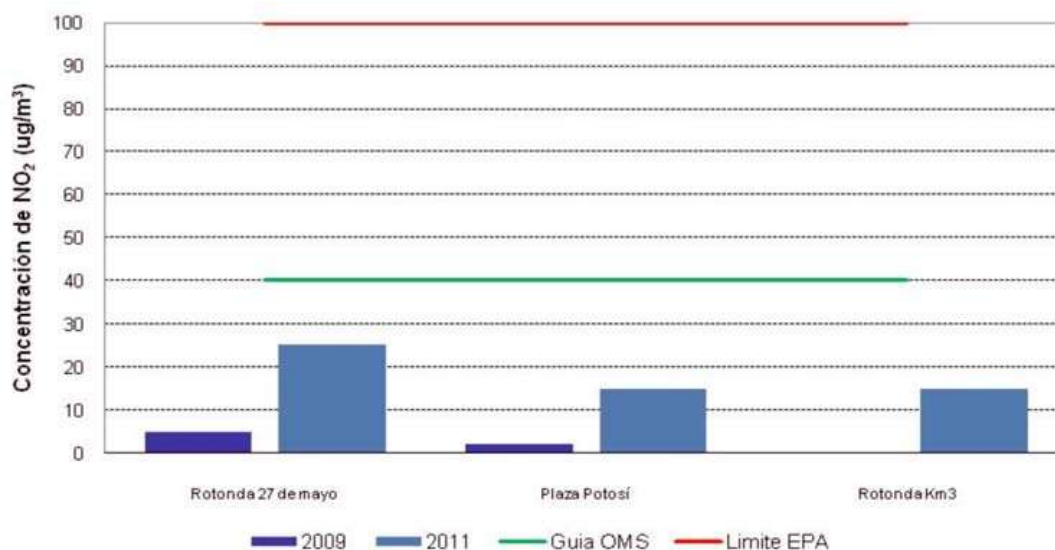
2.1.4.1. Dióxido de nitrógeno (NO₂) en la ciudad de Cobija

Las mediciones registradas, por el método pasivo, en la ciudad de Cobija proporcionan valores bajos en ambos años; sin embargo, el año 2011 son mucho más altos que el 2009, posiblemente debido a un mayor movimiento vehicular en estas zonas, y su correlación es de 92% identificando este incremento similar en los tres sitios medidos. De todas formas, los niveles de contaminación en Cobija son bastante bajos, en general, por su baja actividad económica en comparación con Trinidad. El valor más bajo registrado es menor 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la Rotonda Km 3, una zona con muy bajo tráfico vehicular.

Estas concentraciones no sobrepasan el Valor Guía de la OMS de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y tampoco exceden el Límite por EPA de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Finalmente, este contaminante aún debe ser monitoreado por el desarrollo de este Municipio, ya que se incrementa su parque vehicular y el de otros al otro lado de la frontera.

Figura 1

Concentración de NO₂ (2009-2011)- Método Pasivo, Cobija



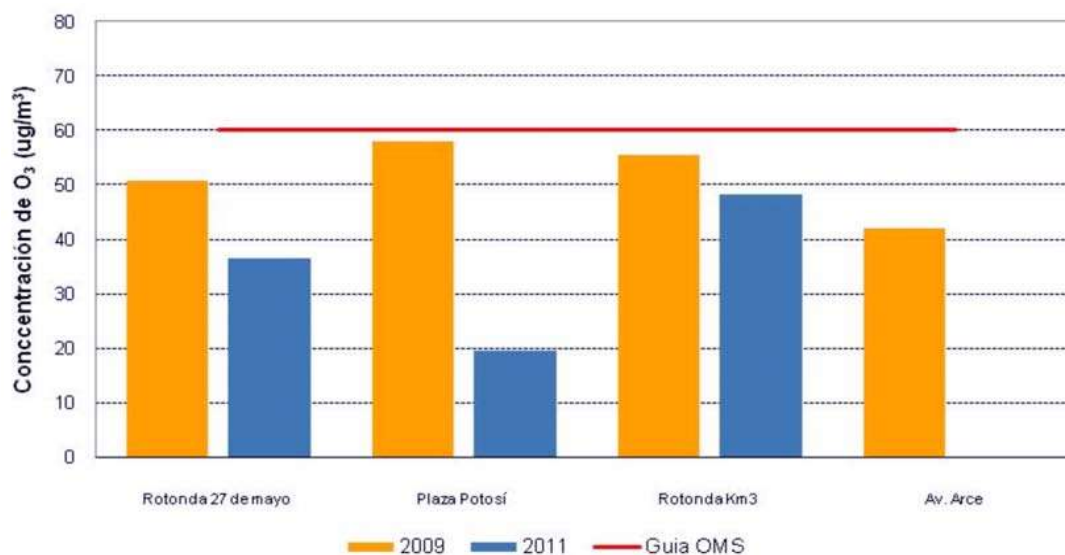
Nota: MMayA, 2011

2.1.4.2. Ozono (O₃) en la ciudad de Cobija

Para el caso de O₃ los niveles de contaminación son relativamente bajos, pero se aproximan al Valor anual Guía de la OMS, 60 µg/m³. Sin embargo, comparando entre los años 2009 y 2011 estos valores disminuyen significativamente, esto también debido a una menor radiación solar en el mes de febrero del año 2011, en comparación del mes de noviembre del 2009. Sin embargo, no se encuentra una correlación significativa entre ambos años en todos los sitios medidos por su gran diferencia, especialmente en la Plaza Potosí. Por otro lado, comparando con Trinidad, la diferencia es considerablemente más baja en la ciudad de Cobija, al ser una ciudad con bajo parque automotor las fuentes de emisión para formar el O₃ es menor; es decir, los hidrocarburos y material particulado. En la Plaza Potosí, la diferencia en las mediciones entre el año 2009 y 2011 es alta, lo cual indica que posiblemente existan otras fuentes de emisiones que ayudan a formar el ozono, como contaminante secundario. No se tomó en cuenta para el presente informe la medición en la Av. Acre por su baja representatividad.

Figura 2

Concentración de O₃ (2009-2011)- Método Pasivo, Cobija



Nota: MMAyA, 2011

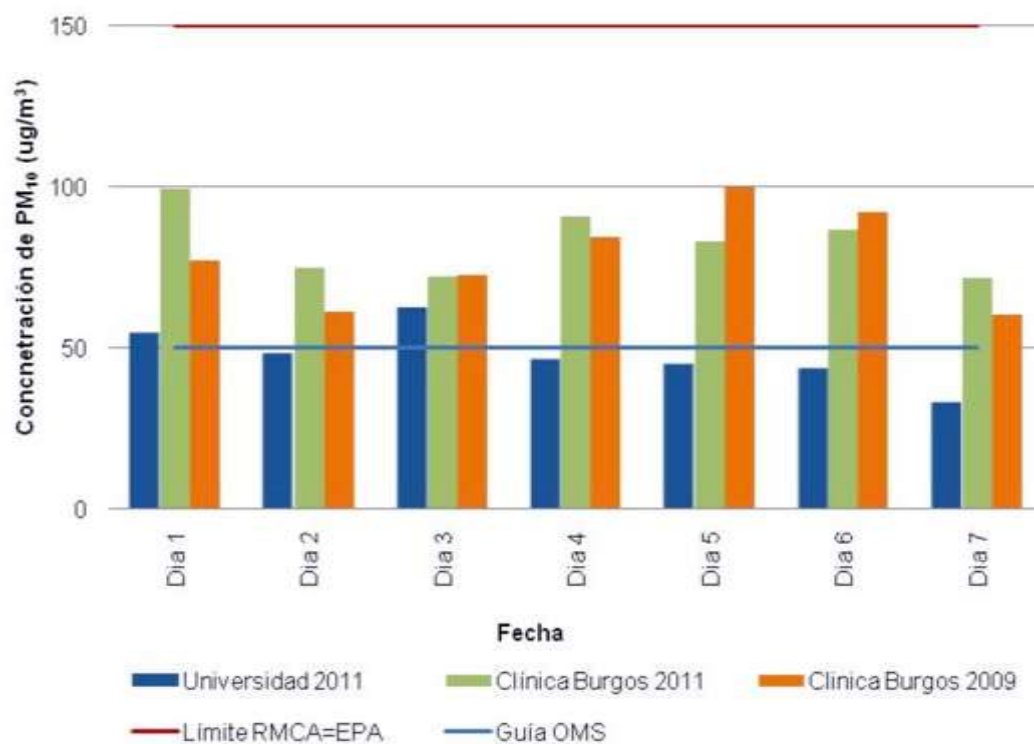
2.1.4.3. Material particulado (PM10) en la ciudad de Cobija 2009-2010

La contaminación por PM10, en su mayoría, está por encima del Valor Guía de la OMS, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Comparando los valores de la Clínica Burgos los años 2011 y 2009 se puede apreciar que la diferencia no es tan grande como con el sitio de la Universidad, también zona de alto tráfico vehicular.

Por otro lado, aún existen algunas zonas sin pavimentar y los vientos re suspenden en cantidades significantes el material particulado de origen térreo. Igualmente se sugiere monitorear de forma continua la contaminación por PM10 y sus fuentes en esta ciudad.

Figura 3

Concentración de PM10 (2009-2010)- Método Activo, Cobija



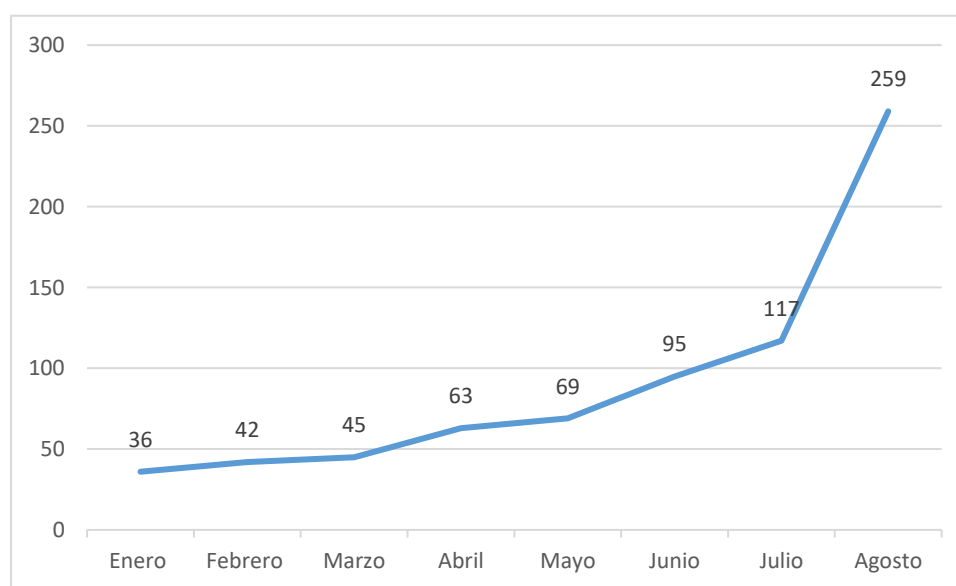
Nota: MMAyA, 2011

2.1.4.4. Material particulado (PM10) en la ciudad de Cobija 2024

El objetivo del monitoreo de calidad del aire es garantizar y proteger la salud de la población y el medio ambiente de los efectos nocivos de los contaminantes atmosféricos, de esta manera garantizar la calidad del aire. (Unidad de Medio Ambiente, 2024)

Figura 4

Calidad del aire gestión 2024 (hasta el 15 de agosto)



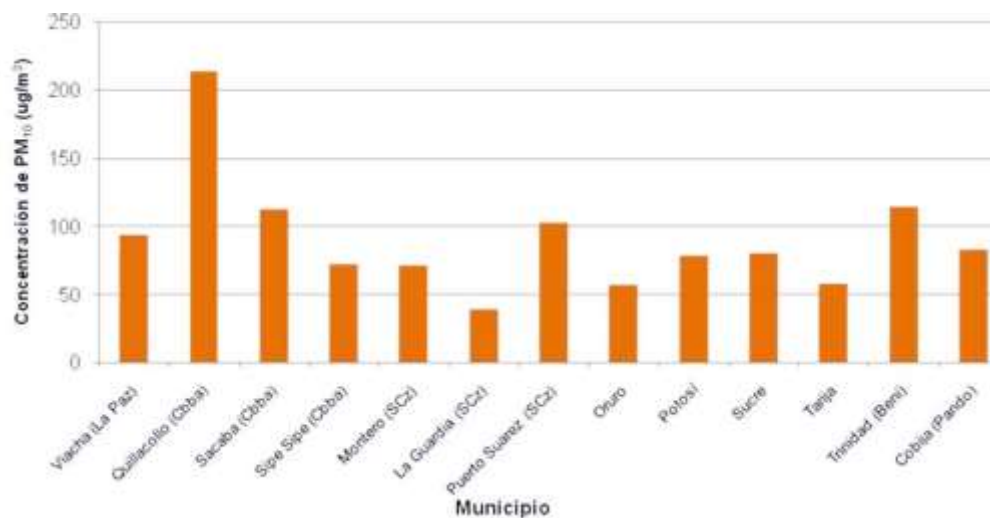
2.1.4.5. Comparación de los niveles de PM10 en las principales ciudades de Bolivia

En resumen, recopilando la información de la calidad del aire del año 2008 al 2010 se presenta a continuación una tabla comparativa de los parámetros monitoreados, en las redes de monitoreo existentes del eje troncal y las temporales de los demás municipios capitales de Departamento del país.

Esta tabla muestra sólo valores promedio por contaminante medido, que no representan significativamente el nivel de calidad del aire en estos municipios, ya que las concentraciones tienen una variación de mes a mes, de hora en hora en un día, y de un sitio a otro sitio de monitoreo. (MMAyA, 2011)

Figura 5

Comparación de concentraciones de PM₁₀ (2010-2011) en ciudades



Nota: MMAyA, 2011

2.1.4.6. Análisis de la situación actual de las PM₁₀ en Bolivia

De la literatura estudiada del 2011 se puede observar que los niveles de contaminación del aire se encuentran en mayores concentraciones en las ciudades del eje troncal de Bolivia; sin embargo, los niveles de contaminación están dentro de los parámetros de la normativa nacional en un rango promedio de 50 a 150 microgramos por metro cubico de aire, que se encuentra en límites tolerables para la salud.

En referencia al 2024 los niveles de contaminación superan los límites permisibles con un máximo de 250 microgramos por metro cubico de aire hasta el 15 de agosto del 2024

2.1.4.7. Discusión sobre los PM₁₀ en Cobija Pando

Existen algunas bibliografías de la Red MoniCA referentes a las gestiones 2010 al 2011 y la gestión 2024 de los niveles de contaminantes PM₁₀ en el municipio de Cobija y no existen otras investigaciones que permita comparar entre ellas y más aún todavía si nos enfocamos en tipos de partículas en específico

como ser el hollina o aserrín, del cual no se ha encontrado bibliografía al respecto y viene a ser un vacío total de conocimiento sobre los niveles de los interiores de las industrias de carpinterías.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Gestión Ambiental

La gestión ambiental nace en los años 70 del siglo XX, en sentido estricto, como reorientación de parte del pensamiento ambiental (ecodesarrollo y desarrollo sostenible) y como instrumento de diagnóstico y planificación (planes, programas y proyectos) para la resolución de los problemas ambientales, cada vez más agudos en los países industrializados. El conflicto crece como espuma en Norteamérica y en Europa y, por ende, los movimientos ambientalistas asumen un nuevo protagonismo en la esfera de lo político que hace que los partidos y el Estado asuman nuevas funciones en torno a la problemática planteada. (MURIEL, 2006)

La gestión ambiental es el conjunto de acciones y estrategias mediante las cuales se organizan las actividades antrópicas que influyen sobre el ambiente con el fin de lograr una adecuada calidad de vida previniendo o mitigando los problemas ambientales. Partiendo del concepto de desarrollo sostenible se trata de conseguir el equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y protección y conservación del medio ambiente. Es un concepto integrador que abarca no solo las acciones a implementarse sino también las directrices, lineamientos, y políticas para su implementación. Una adecuada gestión ambiental debería seguir los lineamientos de la Agenda 21. (Massolo, 2015)

La gestión ambiental abarca la preservación, conservación y mejora del medio ambiente, la importancia de la participación del hombre debido al impacto que ocasiona en éste, el papel prioritario de la nación y la dirección a cargo, el direccionamiento primordial hacia la protección de la calidad de vida de los seres vivos, garantizando por ende su desarrollo sostenible, así como el conjunto de herramientas a utilizar para su puesta en marcha (VIDAL & ASUAGA, 2021)

2.2.2 Ambiente

En los años sesenta se empezó a escuchar el término medio ambiente con mayor frecuencia, su origen tiene varias connotaciones, tiene como antecedente (Enciclopedia Jurídica Básica (1995) p. 4240) la palabra inglesa environment traducida como “los alrededores, modo de vida o circunstancias en que vive una persona”, también la palabra francesa environnement, que se traduce como “entorno”; además la palabra Alemana umwelt, que se traduce como “el espacio vital natural que rodea a un ser vivo o, simplemente ambiente” Para la academia Española, (Diccionario de la Lengua Española 2002).“ se refiere a las circunstancias que rodean a las personas o las cosas, este significado coincide con una de las acepciones de la palabra medio, lo que llevaría a afirmar que la palabra medio ambiente es redundante” (GAMBOA PINILLA, 2015)

2.2.3 Ley 1333, ley de Medio Ambiente

Referente a la ley 1333 del Medio Ambiente, se enfoca a realizar el uso sustentable de los recursos naturales, garantizando el mismo para las siguientes generaciones, además da los lineamientos sobre los instrumentos de regularización de alcance particular (dando las cuatro categorías de EIA) e instrumentos de regularización de alcance general, de los recursos naturales (renovables y no renovables), población y medio ambiente, salud ambiental, educación ambiental, ciencia y tecnología (Ley del Medio Ambiente, 1992).

2.2.4 Ley 1700, ley Forestal

La ley 1700, forestal y su reglamentación, da las pautas sobre el manejo sustentable de los recursos naturales maderables y no maderables (asaí, siringa, castaña, palmito, entre otros), en lo cual indica sobre el Plan General de Manejo, Plan de Gestión Integral del Bosques y Tierra, Plan de Manejo Integral de Bosques, entre otros, los cuales indican sobre tratos silviculturales, servidumbres ecológicas, semilleros, aprovechables, uso del suelo, entre otros para garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, tal como indica la ley de medio ambiente. Además, explica sobre las sanciones correspondientes por no aplicar las normas vigentes (Ley Forestal N° 1700, 1996).

2.2.5 Contaminación

Los contaminantes son emitidos por las fuentes de emisión que pueden ser naturales o artificiales. Las fuentes artificiales a su vez pueden ser estacionarias o fijas (por ejemplo, las industrias) o móviles (por ejemplo, el tráfico).

Estos contaminantes que son emitidos directamente por la fuente se conocen como contaminantes primarios y son emitidos con un flujo o nivel de emisión que es la velocidad a la que es emitido por la fuente y por tanto, tiene unidades de masa por unidad de tiempo. (Encinas Malagon, 2011)

Tanto en la actividad diaria como en las carpinterías de trabajo, puede existir la contaminación ambiental, la cual se define como aquella presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población. En el caso que nos ocupa será la presencia de estos agentes que puedan encontrarse en el ambiente laboral.

2.2.6 Contaminación del aire

La contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial. Está presente en todas las sociedades, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico, y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre la salud del hombre. El presente artículo de revisión define esta contaminación, sus principales fuentes, los agentes contaminantes y la importancia de los sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Enfatiza en la contaminación de ambientes exteriores y expone una síntesis de la manifestación histórica de este problema, que incluye la referencia de convenciones y eventos internacionales. También aborda su repercusión como problema de salud, a través de ejemplos en distintos países de América. (Romero Placeres, 2006)

Muchos de los residuos de las actividades humanas se liberan a la atmósfera en forma de gases y pueden permanecer suspendidos en ella unos pocos días (como en el caso del material particulado y el carbono negro; recuadro El carbono negro y la salud), por décadas (como los clorofluorocarbonos) o incluso siglos, tal como ocurre con algunos gases de efecto invernadero (el dióxido de carbono, por ejemplo).

Aunque algunos contaminantes pueden degradarse en la atmósfera, depositarse en el suelo o en los océanos, o integrarse en los ciclos biogeoquímicos, sus emisiones crecientes han sido la causa de algunos de los problemas ambientales más importantes que enfrentamos en la actualidad: la degradación de la capa de ozono estratosférico, el cambio climático y el deterioro de la calidad del aire en las zonas urbanas. La contaminación atmosférica es de vital importancia porque incide negativamente en la salud de la población, y de la biodiversidad en general, por lo que su efecto puede verse reflejado en la disminución en la calidad de vida, reducir la productividad y tener impactos no deseados en la economía. (SNIA, 2024)

La mala calidad del aire también tiene impactos en el ámbito económico, debido a que los problemas de salud de la población generan tanto la disminución de la productividad como un incremento del presupuesto que debe destinarse a los gastos en salud, afectando finalmente la competitividad de los países. El Banco Mundial ha estimado que el impacto al Producto Interno Bruto (PIB) en los países de América Latina como consecuencia de las afectaciones a la salud por la emisión de contaminantes a la atmósfera es de alrededor del 2% (Clean Air Institute, 2012)

Además de los efectos sobre la salud humana, la contaminación del aire también daña los bosques y los ecosistemas acuáticos. Esto se debe a la presencia de contaminantes que, al mezclarse con el agua en la atmósfera, causan el fenómeno conocido como lluvia o deposición ácida. Los impactos ambientales, sociales y económicos de la contaminación del aire hacen imprescindible tener el conocimiento no solo las concentraciones de los principales contaminantes, sino también sus fuentes y volúmenes de emisión.

2.2.7 Efectos de la contaminación atmosférica

La contaminación del aire es uno de los mayores riesgos ambientales que existen para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebro vasculares, cardiopatías, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma.

- “El 2019, el 99% de la población mundial vivía en lugares donde no se respetaban las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire.
- Los efectos combinados de la contaminación del aire ambiente y la del aire doméstico se asocian a 6,7 millones de muertes prematuras cada año.
- Se estima que en 2019 la contaminación del aire ambiente (exterior) provocó en todo el mundo 4,2 millones de muertes prematuras.
- El 89% de esas muertes prematuras se produjeron en países de ingreso bajo y mediano, y fue en las regiones de Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental de la OMS donde se registraron las cifras más elevadas.
- La adopción de políticas e inversiones de apoyo al uso de medios de transporte menos contaminantes, la mejora de la eficiencia energética de las viviendas, la generación eléctrica, la industria, y una mejor gestión de los desechos municipales permitirían reducir algunas de las principales fuentes de contaminación del aire exterior en las ciudades. El acceso a energía doméstica no contaminante también contribuiría enormemente a reducir la contaminación del aire ambiente en algunas regiones.” (OMS, 2022)

La contaminación del aire exterior representa un importante riesgo medio ambiental para la salud que afecta a todas las personas en los países de ingreso bajo, mediano y alto.

Según estimaciones de 2019 de la OMS, la contaminación del aire ambiente (exterior) en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4,2 millones de muertes prematuras; esta mortalidad se debe a la exposición a materia particulada fina, que causa enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como cánceres.

La OMS estima que en 2019 aproximadamente el 37% de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación del aire exterior se debieron a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, el 18% y el 23% de las muertes se debieron a enfermedades pulmonares obstructivas crónicas e infecciones

respiratorias agudas, respectivamente, y el 11% de las muertes se debieron a cáncer de las vías respiratorias.

Las personas que residen en países de ingresos bajos y medianos soportan desproporcionadamente la carga de la contaminación del aire exterior, ya que el 89% de los 4,2 millones de muertes prematuras ocurren en estas áreas. Las regiones de Asia Sudoriental y del Pacífico Occidental, según la OMS, registran la mayor carga. Las estimaciones más recientes sobre la carga de morbilidad resaltan el papel significativo que tiene la contaminación del aire en las enfermedades cardiovasculares y la mortalidad asociada.

2.2.8 Gestión de calidad del Aire.

Un Sistema de Gestión de la Calidad del Aire abarca una serie de actividades destinadas a mejorar la calidad del aire con el fin de proteger el bienestar y la salud humana, la salud de los animales, los ecosistemas, los materiales y la estética. Además, esta gestión debe considerar criterios de salud ambiental, establecer normas de calidad del aire y desarrollar estrategias para la implementación y operación de sistemas de medición.

La Gestión de la Calidad del Aire tiene varias etapas, las dos primeras etapas son paralelas y conciernen a la evaluación de la contaminación atmosférica y los daños causados; posteriormente, se realiza el monitoreo atmosférico paralelo a los estudios epidemiológicos, luego se elabora e implementa un Plan de Acción como respuesta a los resultados. Es importante reconocer que la gestión de la calidad del aire es un proceso cíclico de vigilancia y seguimiento que constantemente busca mejorar la calidad de este factor. (Carter, 2012)

La Gestión de la calidad del Aire es una tarea permanente, que incluye varios actores a nivel local y nacional. Fundamentalmente se trata de controlar las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes que provoquen daños a la salud de la población y al medio ambiente.

La contaminación atmosférica urbana se produce por varias fuentes de origen antropogénico, incluyendo combustión y calefacción al interior de los hogares, industria, agricultura, incendios forestales y la flota vehicular. Este último contribuye con emisiones de gases de escape, desgaste de llantas, evaporación del tanque y derrames de combustibles.

Suposiciones acerca del aporte de cada tipo de fuentes de contaminación pueden llevar la elección de medidas que no son costosas o cuyo impacto en la calidad del aire no es significativo; por lo tanto, es necesaria una aproximación sistemática para formular estrategias que realmente mejoren la calidad del aire.

La Gestión de la Calidad del Aire consiste en un conjunto de acciones estratégicas llevadas a cabo en una zona específica (región, municipio, área metropolitana o país) con el objetivo de medir, controlar y reducir los contaminantes liberados en la atmósfera, para proteger la salud de la población (Gobierno Autónomo Municipal de Cochabamba, 2022).

Para evaluar la calidad del aire, es crucial utilizar el monitoreo mediante metodologías especializadas basadas en la ciencia, ya que estas permiten realizar un diagnóstico fundamental para el desarrollo de políticas públicas eficaces. Además, es necesario evaluar los impactos en la salud a través de estudios epidemiológicos, los cuales permiten valorar el estado de salud de la población en general y en particular, de aquellos grupos vulnerables a la contaminación del aire, como los niños, las mujeres embarazadas y los ancianos.

Teniendo en cuenta estos aspectos, las diversas instancias de gobierno deben desarrollar Planes de Acción destinados a reducir la contaminación del aire. Estos planes deben incluir el establecimiento de límites máximos de contaminación, políticas de educación y sensibilización, así como un marco jurídico realista que defina las directrices básicas para mitigar la contaminación del aire.

2.2.9 Tipos de contaminantes

Contaminantes primarios; que son directamente generados por las actividades humanas y/o fenómenos naturales, los mismos que no sufren ninguna modificación química desde el momento de emisión. Dentro de este grupo se encuentran los óxidos de azufre de nitrógeno (SOx y NOx), óxidos de carbono (CO₂ y CO), hidrocarburos ligeros y partículas sólidas y líquidas.

Contaminantes secundarios; que se originan a partir de la reacción química entre contaminantes primarios, componentes naturales de la atmosférica y/o otros contaminantes. Entre estos están el ozono troposférico (O₃), ácido nítrico, ácido sulfúrico (HNO₃ y H₂SO₄), entre otros. (MMAyA, 2011)

Existen entre más de cien contaminantes del aire, entre primarios y secundarios, que pueden ser compuestos orgánicos e inorgánicos, sin embargo, en la mayor parte mundo se monitorean los llamados “contaminantes criterio”, nombrados a continuación. (Swisscontact, 2012)

- Ozono troposférico (O₃)
- Material Partículas (PM₁₀, PM_{2.5})
- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x)
- Dióxido de Azufre (SO_x)
- Plomo (Pb)

2.2.10 Partículas Menores a 10 Micras PM₁₀

PM significa material particulado (también llamado contaminación por partículas): el término aplica a una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas partículas, como el polvo, la suciedad, el hollín, o el humo, son lo suficientemente grandes y oscuras como para verlas a simple vista. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse mediante el uso de un microscopio electrónico.

Para entender que son micrómetros, se puede tomar como referencia un solo cabello de la cabeza, en promedio el cabello humano mide, aproximadamente, 70 micrómetros de diámetro, lo que lo hace 30 veces más grande que la partícula fina más grande.

Las partículas en suspensión que tienen un tamaño menos de $10\mu\text{m}$ se denominan PM_{10} , y pueden estar constituidas por multitud de contaminantes diferentes. Estas partículas permanecen de forma estable en el aire durante largos periodos de tiempo sin caer al suelo pudiendo ser trasladadas por el viento a distancias importantes.

La naturaleza química de las partículas depende del proceso que las haya originado. Destacan compuestos orgánicos, metales pesados, óxidos metálicos y compuestos de calcio, aluminio y silicio, procedentes del polvo del suelo.

El principal causante es el transporte, calderas, actividades agrícolas y ganaderas. También existe un componente no humano de difícil control que es la entrada de vientos con polvo sahariano.

Figura 6

Comparación de tamaño de las partículas de PM_{10}



Nota: EPA, 2023

2.2.11 Efectos de las PM10 sobre el Medio Ambiente

Las partículas presentan efectos nocivos ambientales al influir en la temperatura atmosférica por su capacidad de absorber o emitir radiación, alterar la cubierta nubosa y servir de medio para reacciones químicas. Intervienen en la fotosíntesis de las plantas perturbando el intercambio de CO₂.

Las partículas pueden ser sólidas o líquidas, esféricas o de formas irregulares, y pueden contener una mezcla interna de compuestos y fases o estar formadas exclusivamente por un solo compuesto químico.

Un aerosol contiene una gran variedad de partículas de todos los tipos y tamaños dentro de un ambiente gaseoso. Es muy común que para caracterizar un aerosol utilicemos un método de clasificación por agregados que incluye la concentración total en masa de partículas del aerosol que analicemos. (Valladolid, Ayuntamiento de, 2024)

El material particulado es emitido directamente a la atmósfera o se forma a partir de procesos físicos y químicos dentro de la propia atmósfera dando como resultado toda una variedad de tamaños y composiciones. Una gran parte de las partículas finas (la fracción comprendida entre 2,5 y 10 micras) tienen un origen secundario y su presencia en la atmósfera refleja la contribución de los gases precursores en los procesos atmosféricos.

El viento puede llevar las partículas a grandes distancias, y estas pueden luego depositarse en el suelo o el agua. Dependiendo de su composición química, los efectos de esta sedimentación pueden causar:

- Que los lagos y arroyos se vuelvan ácidos
- Cambio en el balance nutricional de las aguas costeras y de las grandes cuencas fluviales
- Reducción de los nutrientes del suelo
- Daño en los bosques sensibles y cultivos agrícolas
- Efectos perjudiciales sobre la diversidad de ecosistemas
- Contribución a los efectos de la lluvia ácida.

Las partículas en el aire afectan la transmisión de la luz en la atmósfera. La dispersión y absorción de la luz por estas partículas resultan en una degradación de la visibilidad, lo que reduce la distancia a la que podemos ver una imagen con buen contraste y color. Además, las partículas pueden dispersar la luz solar, causando que las imágenes parezcan lavadas y dando una apariencia brumosa, con un color y brillo característicos de una atmósfera sin bruma.

Para el público en general, estos efectos ópticos constituyen uno de los indicadores más absolutos de la presencia de contaminación en el aire. La visibilidad es también afectada por la nubosidad de origen natural, la niebla y la precipitación, pero nuestro objetivo se centra en la reducción de la visibilidad como resultado de la presencia de contaminantes en el aire.

La visibilidad obedece a la propagación de la luz en dirección horizontal, este mismo proceso de dispersión y absorción, sucede en dirección vertical y afecta al balance de la luz y el calor que recibe la tierra procedente del sol y al que a su vez desprende la tierra hacia el espacio exterior. El impacto de las partículas sobre este balance de radiación tiene una influencia decisiva sobre la meteorología y el clima.

Penachos o nubes de contaminación pueden reducir la visibilidad, especialmente cerca de su punto de emisión, debido a su transporte a distancias cortas. Los efectos locales en la visibilidad son principalmente causados por partículas primarias. La contaminación de carácter regional puede extenderse por cientos de kilómetros y, a menos que sea de origen natural, como en el caso de volcanes o tormentas de polvo, generalmente se origina a partir de partículas secundarias. En ambos casos, estas partículas pueden viajar desde decenas hasta cientos de kilómetros lejos de su fuente de origen y pueden permanecer en suspensión durante varios días.

2.2.12 Efectos de las PM₁₀ sobre la salud humana

La contaminación del aire exterior representa un importante riesgo medioambiental para la salud que afecta a todas las personas en los países de ingreso bajo, mediano y alto.

Depende del tamaño de las partículas, siendo los seres vivos más vulnerables a aquellas de menor tamaño, ya que presentan mayor capacidad de penetrar al interior del organismo por medio de las vías respiratorias produciendo irritación de las mismas y otros efectos de la exposición al material particulado se asocia de forma clara a una prevalencia incrementada de efectos adversos sobre la salud de las poblaciones humanas, principalmente por su incidencia en procesos cardíacos y respiratorios. Las estadísticas de morbilidad y mortalidad pueden facilitarnos información sobre qué ocurre con las condiciones de salud si las personas se encuentran frecuentemente expuestas a material particulado. (Valladolid, Ayuntamiento de, 2024)

El tamaño de las partículas se encuentra directamente vinculado con el potencial para provocar problemas de salud. Las partículas pequeñas de menos de 10 micrómetros de diámetro suponen los mayores problemas, debido a que pueden llegar a la profundidad de los pulmones, y algunas hasta pueden alcanzar el torrente sanguíneo.

La exposición a estas partículas puede afectar tanto a los pulmones como al corazón. Múltiples estudios científicos vincularon la exposición a la contaminación por partículas a una variedad de problemas, que incluye:

- Muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares
- Infartos de miocardio no mortales
- Latidos irregulares
- Asma agravada
- Función pulmonar reducida
- Síntomas respiratorios aumentados, como irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar.

- La exposición a la contaminación por partículas tiende a afectar en su mayoría a personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, niños y adultos mayores. (EPA, 2023)

Habitualmente la población más susceptible la forman niños y ancianos, que responden de manera más documentada a la exposición al material particulado que los adultos. Como resultado de los numerosos factores que intervienen se hace difícil establecer relaciones claras entre factores individuales y la exposición a material particulado de forma individual.

El contraste del grado de exposición personal al material particulado constituye uno de los retos del mundo científico al contar con información muy limitada al grado de exposición y mucho más en relación con la respuesta de las personas a esta exposición. Conociéndose muy poco sobre lo que ocurre desde que una partícula entra en el cuerpo humano, como se efectúa su retención, en que se convierte, y cuál es el grado de impacto final de esta partícula inhalada.

No obstante, las autoridades ambientales de la Unión Europea están conscientes del impacto que tienen estas partículas en la salud de las personas. Esto se ha evidenciado recientemente con la introducción de nuevas Directivas que establecen límites más estrictos para el material particulado, en comparación con los valores nacionales previos.

2.2.13 Buenas Prácticas para la gestión de riesgos por PM10

Debido a los problemas de salud relacionados con esos contaminantes, merece la pena seguir investigando sobre sus riesgos y las soluciones para su limitación. Las declaraciones de buenas prácticas para esos contaminantes, realizar mediciones sistemáticas de carbono negro y/o carbono elemental, Llevar a cabo inventarios de emisiones, evaluaciones de exposición y análisis de distribución. Adoptar medidas para reducir las emisiones de CN/CE desde la jurisdicción correspondiente y, cuando proceda, elaborar normas. (OMS, 2021)

2.2.14 Límites en la calidad del aire

Para comprender los valores límite de calidad del aire es importante aclarar primero la diferencia entre límites de emisión y de inmisión. los primeros se refieren al nivel de emisión que, de acuerdo con la legislación vigente, una fuente (fija o móvil) no debe superar, Mientras que el límite de inmisión se refiere a la calidad del aire que entra en contacto con los receptores (bióticos o abióticos) por lo cual, en este acápite se presentan y explican los límites de inmisión.

Es importante indicar que, se definen valores límite en diferentes periodos de tiempo (horarios, diarios y anuales) para cada contaminante, ya que los efectos nocivos que pueden tener los contaminantes dependen de la relación dosis/tiempo de exposición (Corey, 2011).

La legislación vigente en materia de contaminación atmosférica tiene como objetivo evitar, prevenir o mitigar los efectos nocivos potenciales que la presencia de ciertos contaminantes en el aire puede ocasionar en la salud de la población y el medio ambiente en su conjunto. Por ello, diferentes países establecen sus límites permisibles y también organizaciones internacionales definen valores guía.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece valores guía bajo el criterio de la salud humana; para ello, regularmente se evalúan resultados de investigaciones para la modificación y/o actualización de estos valores, como los establecidos durante el año 2005. Sin embargo, estos valores de la OMS son considerados sólo como guía para actualizar, establecer o revisar los límites permisibles y así aplicarlos en el marco legal contextualizado de cada país.

Por otro lado, existen valores límite internacionales que se toman en cuenta como los de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA; Environmental Protection Agency) que son respaldados por la Clean Air Act (Ley del Aire Limpio) la cual establece los estándares de la calidad del aire NAAQS (National Ambient Air Quality Standards) para contaminantes considerados peligrosos para la salud pública y el medio ambiente. Estos valores son estándares primarios que establecen límites de protección a la salud de la población, incluyendo población de riesgo como los asmáticos, las mujeres

embarazadas, los niños y niñas y las personas ancianas. Muchos límites permisibles establecidos coinciden en diferentes países, ya que en su mayoría son dispuestos sobre la base de la normativa EPA o de los Valores Guía de la OMS, de acuerdo al contexto nacional.

Así, Bolivia en su Ley del Medio Ambiente 1333 del 27 de abril de 1992 incluye el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA) que establece “...que toda persona tiene el derecho a disfrutar de un ambiente sano y agradable...mantener y/o lograr una calidad del aire tal, que permita la vida y su desarrollo en forma óptima y saludable”. En este Reglamento se definen los límites permisibles de calidad del aire (inmisión) y de emisión que obliga a cumplir los mismos a personas naturales, colectivas o privadas que desarrollen actividades industriales, comerciales, agropecuarias o domésticas que causen contaminación atmosférica.

Por otro lado, el año 2008 se aprobaron nuevas normas bolivianas sobre calidad del aire por el IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad) las cuales incluyen límites máximos permisibles de inmisión (NB 62011), contextualizados en base a información existente en el país, metodologías para la determinación de contaminantes criterio (de la NB 62012 a la 62017) y los índices de contaminación atmosférica (NB 62018).

Sin embargo, aún no son de aplicación legal vigente ya que la Ley 1333, con su reglamento específico, es el marco legal para la evaluación de la calidad del aire. De todas formas, para la interpretación y análisis de los monitoreos en Bolivia se consideran valores de la OMS, EPA y RMCA, que también han sido considerados en la norma NB 62011. Los valores presentados en esta Norma deben ser la base para la actualización de los límites de Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica.

Es importante tomar en cuenta que, los valores de la OMS son más bajos que los límites de los diferentes países y los valores límite de países de Europa son aún más estrictos sin embargo, los valores límite son referentes nacionales con los cuales se comparan los resultados de las mediciones realizadas. La definición de los valores límite debe incluir a diversos sectores para luego ser aplicados y, en el caso de

que se superen estos valores, las autoridades respectivas son responsables de efectuar acciones.
(MMAyA, 2011)

Tabla 2

Comparación de los diferentes valores máximos permisibles de diversos países y organizaciones internacionales

Contaminante	Periodo	OMS	EPA	EEA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bolivia	Perú
Dióxido de	1 año	40	100	30		100
nitrógeno	1 hora	200		200	400	200
(NO ₂)	24 horas			40	150	
Dióxido de	1 año		78		80	80
azufre (SO ₂)	24 horas	20	366	125	365	365
Monóxido de	8 horas		10000	10000	10000	10000
carbono (CO)	1 hora		40000		40000	30000
Ozono	1 hora				236	120
troposférico	8 horas	100	157	120		
(O ₃)	1 año	60				
Material	1 año	20	50	40	50	50
particulado						
(PM ₁₀)	24 horas	50	150	50	150	150

Nota: MMAyA, 2011

Finalmente, es necesario presentar los Índices de Contaminación Atmosférica de la Norma NB 62018, ya que esta escala de valores adimensionales e indicadores deben ser aplicados en el país para una mejor comprensión de la calidad del aire por la población en general. Estos índices se pueden verificar en la página web del Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIA, 2024)

Tabla 3

Interpretación del ICA (Índice de Contaminación Atmosférica) de la Norma Boliviana NB 62018

Valor	Color	Calificativo de la calidad del aire	Riesgo	Efectos y acciones recomendadas
0-50	Verde	Bueno	Muy bajo (adecuado para llevar a cabo actividades al aire libre)	Ninguna
51-100	Amarillo	Regular	Bajo (se puede llevar a cabo actividades al aire libre)	Acciones de precaución en grupos de riesgo (niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardio respiratorias)
101-150	Rojo	Malo	Moderado (afecta al grupo de riesgo)	El grupo de riesgo evitar ambientes abiertos (niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardio respiratorias) Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardio vasculares y/o respiratorias como el asma
151-300	Café-Marrón	Muy malo	Alto (alerta sanitaria)	El grupo de riesgo evitar ambientes abiertos y reducir actividades físicas (niños, adultos mayores y personas con enfermedades cardio respiratorias) Causante de mayores efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma

Mayor a 300	Negro	Extremadamente malo	Muy alto (población completamente afectada)	Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves y en los niños y adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. No exponerse al aire libre, mantenerse en ambientes cerrados como la casa, oficina, etc., y evitar actividades físicas
----------------	-------	------------------------	--	---

Nota: Norma Boliviana NB 62018.

2.2.15 Índice de Calidad del Aire

El Índice de Calidad del Aire se considera un indicador global de la calidad del aire en un momento determinado o día y en una estación de monitoreo en concreto. El ICA se ha de interpretar como un indicador orientativo de la calidad del aire enfocado al público en general. Los especialistas habrán de tener en cuenta otros factores a la hora de estudiar los niveles de contaminación cómo será la sinergia entre contaminantes, el efecto de sustancias no evaluadas, la presencia de compuestos no perjudiciales, pero sí molestos. (Santos, 2005)

2.2.16 Método de control de calidad del Aire

Existen 3 métodos de control de calidad del aire y son:

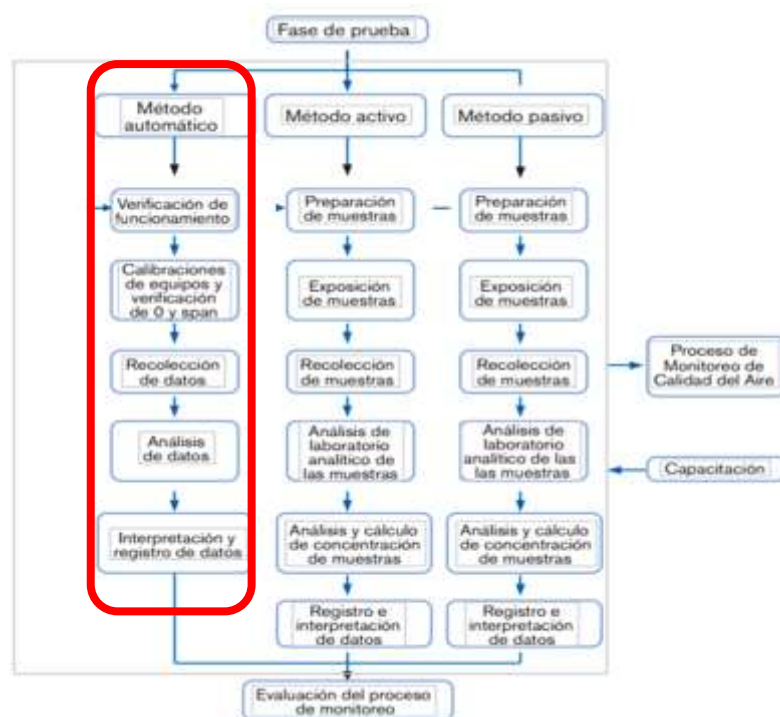
Activo y pasivo que requieren equipamientos sofisticados para la medición y realizan el pesaje de las micropartículas atrapadas en las estaciones de monitoreo y se requieren laboratorios especializados para la interpretación de los resultados.

Método automático que se utilizan equipos electrónicos que analizan el aire que ingresa en el equipo a través de refractómetros de luz al interior y analizan la información en tiempo real sin la necesidad de Laboratorios para la interpretación de los datos.

Para la presente investigación se utilizó un equipo automático de medición de partículas en suspensión que analiza los datos en tiempo real y no se necesitan estaciones fijas de monitoreo sino más bien es un equipo portátil que puede ser llevado en un maletín a diferentes lugares para realizar las mediciones.

Figura 7

Flujo de actividades para la operación de una red de monitoreo de calidad del aire



Nota: Vargas, 2012

2.2.17 Método de muestreo automático

El muestreo automático se realiza con equipos portátiles que miden automáticamente los niveles de contaminación y lo hacen en tiempo real, lo constituyen un conjunto de métodos optoquímicos, que aprovechan las propiedades físicas y/o químicas del contaminante, para determinar su concentración, traduciendo las señales fisicoquímicas en señales eléctricas. (Calvo, 2008)

Los analizadores automáticos pueden detectar la concentración de los contaminantes con resoluciones temporales altas, su frecuencia de registro de datos es programable y puede variar desde segundos hasta horas.

2.2.18 Equipos de medición de partículas PST, PM10, PM2.5

Según Galindo y Caicedo (2012), el crecimiento del sector industrial ha provocado la dispersión de material particulado permitiendo que cada vez tome más fuerza el monitoreo de la calidad del aire, proceso que consiste en evaluar en diferentes puntos estratégicos las concentraciones de partículas que están dispersas en el aire para ser comparado con los patrones establecidos de la calidad del aire y poder tomar estrategias.

Según Cobo y Arcos (2016), el monitoreo de la calidad es la operación de monitoreos en diferentes puntos críticos o estratégicos con contaminación para realizar mediciones y luego analizar las concentraciones obtenidas. Estos monitoreos muchas veces son por iniciativas sociales o realizadas por las instituciones fiscalizadores de cada gobierno.

Según Cedeño (2019), es un sistema o continuo monitoreo de factores ambientales en puntos críticos, usando equipos especiales con la finalidad de para capturar los valores de contaminantes que se encuentra dispersos en el ambiente para luego ser transformado en información y saber el estado del aire.

Finalmente, se presenta a continuación un resumen de las ventajas y desventajas del muestreo automático.

Tabla 4*Ventajas y desventajas de los analizadores automáticos*

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
• <i>Testeados debidamente</i> • <i>Alto rendimiento</i> • <i>Información en línea</i> • <i>Datos horarios</i>	• <i>Sofisticados</i> • <i>Costosos</i> • <i>Demandan personal especializado</i> • <i>Altos costos recurrentes</i>

Nota: Vargas, 2012

Los analizadores automáticos que miden gases presentan tres tipos de sistemas internos e interdependientes, electrónico, neumático y óptico. El sistema electrónico incluye un software de operación, controla el funcionamiento del analizador y realiza automáticamente los cálculos para el reporte de los resultados. El sistema neumático incluye la bomba de succión, líneas neumáticas y tuberías por donde circula la muestra del gas. Y el sistema óptico es donde se aplica el método de medición del analizador, mediante procesos químicos y/o físicos, dependiendo del gas contaminante a evaluar. (Vargas, 2012)

Tabla 5*Tipos de analizadores automáticos*

<i>Contaminantes Criterio</i>	<i>Método de medición</i>
<i>Ozono (O3)</i>	Fotometría ultravioleta (UV)
<i>Monóxido de carbono (CO)</i>	Fotometría infrarroja (IR)
<i>Dióxido de nitrógeno (NO2)</i>	Quimioluminiscencia en fase gaseosa
<i>Dióxido de azufre (SO2)</i>	Fluorescencia pulsante
<i>Material particulado (PM10, PM2.5)</i>	Atenuación de Radiación Beta

Nota: Vargas, 2012

2.2.19 Agentes Físicos

Los principales agentes físicos presentes en el ambiente laboral pueden ser: el ruido, la iluminación, la temperatura, la humedad y en ocasiones la vibración y las radiaciones.

2.2.20 Agentes Químicos

Los principales agentes químicos que pueden estar presentes son: los gases, vapores, aerosoles, y los metales.

2.2.21 Agentes biológicos

En cuanto a los contaminantes biológicos, se encuentran agentes representados por organismos vivos (la mayoría suelen ser microorganismos como bacterias, virus, hongos entre otros). (Instituto Nacional de Seguros, 2010)

2.2.22 Residuos

Se entiende por residuo todo material que es destinado al abandono por su productor o poseedor, pudiendo resultar de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza. Los residuos pueden clasificarse en sólidos, líquidos y gaseosos, de acuerdo a su estado físico. Agregándose

los residuos pastosos, que comúnmente aparecen como producto de las actividades humanas. (Barradas Rebolledo, 2009)

Residuo Sólido: Materia en estado sólido que resulta de la descomposición o destrucción de un material orgánico o inorgánico y que tiene condiciones para ser utilizada para otro fin. (CARE Internacional-Avina, 2012)

Residuo: material en estado sólido, semisólido o líquido generado en procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación, o tratamiento, cuyo generador, o poseedor decide o requiere deshacerse de este, que puede, ser susceptible de aprovechamiento o requiere sujetarse a procesos de tratamiento o disposición final. (Municipio de Cochabamba, 2015)

2.2.23 Madera

La madera es un tejido exclusivo de los vegetales leñosos, que como tales tienen diferenciados y especializados sus tejidos. Estos están formados por células que se pueden asemejar a tubos huecos, en el que la pared del tubo se correspondería con la pared celular y el interior hueco con el lumen de la célula. De forma simple y general se puede decir que la madera está formada principalmente por la unión de estas células; su tamaño, forma y distribución junto con otros elementos anatómicos, como los radios leñosos, la presencia de canales resiníferos o de vasos, etc. son los que dan lugar o definen las diferentes especies de madera (Infomadera, 2012)

La madera es un tejido biológico compuesto de células o traqueidas, y de paredes compuestas de lignina. Las traqueidas son vías de conducción, algo así como canales estrechos repletos de agua, que transportan la savia a lo largo del tronco. La densidad de madera de un árbol es una variable interesante porque informa sobre la cantidad de carbono que la planta destina al costo de construcción. La densidad de madera varía dentro de la planta, durante la vida de la planta y entre individuos de una misma especie. Además, las ramas y las partes exteriores del tronco tienden a presentar densidades de madera más bajas que la médula del tronco. (Chave, 2006).

CAPÍTULO III

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 HISTORICA

La contaminación del aire, especialmente por partículas en suspensión como las PM10, ha emergido como un problema creciente en las áreas urbanas de Bolivia. En Cobija, la situación se ha agravado debido a diversas actividades industriales y comerciales, incluidas las carpinterías, que son fuentes significativas de emisiones de material particulado. Las PM10, que son partículas menores a 10 micras, pueden penetrar en los pulmones y causar serios problemas de salud, como enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Munguia, 2024)

La importancia de esta investigación radica no solo en su contribución al conocimiento científico sobre la contaminación atmosférica en Bolivia, sino también en su potencial para informar políticas públicas que protejan la salud de los ciudadanos y mejoren la calidad del aire en la región

3.2 GEOGRÁFICA

La investigación se centró en el municipio de Cobija, la capital del departamento de Pando, situada en la región amazónica, es un núcleo urbano en expansión con una creciente actividad industrial, especialmente en el sector de carpintería. Este estudio se enfocó en áreas urbanas específicas dentro del municipio, donde se identificaron 55 carpinterías y se seleccionaron 32 carpinterías para la recolección de datos. Estas carpinterías están registradas ante la Autoridad de Bosques y Tierras (ABT) y representan una muestra significativa de las actividades industriales en la ciudad.

Cobija, con su contexto geográfico caracterizado por un clima tropical húmedo, experimenta desafíos ambientales particulares que pueden influir en la dispersión de contaminantes. La investigación abarcó áreas con distintas densidades de actividad industrial, permitiendo una evaluación comprensiva de cómo las emisiones de PM10 de las carpinterías afectan la calidad del aire, este enfoque geográfico asegura

que los resultados sean representativos de la situación ambiental en la región urbana de Cobija, facilitando la comprensión de los impactos locales sobre la salud y el medio ambiente.

3.3 SOCIOCULTURAL

La investigación se realizó en el municipio de Cobija, un área con una rica diversidad cultural y un entorno social específico que influye en la dinámica de las carpinterías y su impacto ambiental en Cobija, ubicada en la región amazónica de Bolivia, cuenta con una población diversa que incluye comunidades campesinas, indígenas y migrantes provenientes de distintas regiones del país. Esta diversidad cultural tiene implicaciones importantes para el estudio ya que las prácticas y actitudes hacia el medio ambiente y la salud pueden variar entre los distintos grupos sociales.

La carpintería, una actividad tradicionalmente arraigada en la economía local, juega un papel crucial en la vida de muchas familias y comunidades en Cobija. Sin embargo, el crecimiento de esta industria ha generado preocupaciones sobre su impacto en la calidad del aire y la salud pública.

La investigación evalúa la conciencia y el conocimiento de los propietarios y/o trabajadores de las carpinterías sobre los riesgos de contaminación y las normativas ambientales. Esta perspectiva sociocultural es crucial para desarrollar estrategias de mitigación que sean efectivas y culturalmente sensibles, promoviendo la participación activa de la comunidad en la mejora de la calidad del aire y la protección de la salud.

3.4 ECONÓMICA

La dimensión económica del estudio en Cobija refleja la importancia y el impacto de las carpinterías en la economía local, así como el efecto que las regulaciones ambientales podrían tener sobre ellas. Las carpinterías representan una fuente significativa de empleo e ingresos para muchos habitantes de Cobija, estas empresas contribuyen a la economía del municipio mediante la producción de muebles y productos de madera que son esenciales para la construcción y el diseño interior de viviendas.

Sin embargo, la actividad de las carpinterías también tiene implicaciones económicas en términos de costos asociados a la gestión de la contaminación, por tanto, el cumplimiento de las normativas ambientales puede requerir inversiones en tecnologías de control de emisiones y en la implementación de prácticas más limpias. Estas inversiones pueden representar un desafío económico, especialmente para las pequeñas empresas que operan con márgenes de ganancia más ajustados.

El estudio analiza cómo los costos de adaptación a las regulaciones ambientales pueden afectar la viabilidad económica de las carpinterías y su competitividad en el mercado local. Además, se considera el potencial impacto económico de las mejoras en la calidad del aire, que podría reducir los gastos asociados a problemas de salud relacionados con la contaminación y aumentar la calidad de vida en la comunidad. La investigación busca equilibrar las necesidades económicas de las empresas con los beneficios ambientales y de salud, proponiendo soluciones que sean económicamente viables y sostenibles para todos los actores involucrados.

3.5 AMBIENTAL

El estudio aborda el impacto de las carpinterías ubicadas en el área urbana de Cobija sobre la calidad del aire, enfocándose en la emisión de partículas PM10 de las carpinterías, al utilizar maquinaria como sierras circulares y lijadoras que generan partículas en suspensión que pueden contribuir significativamente a la contaminación atmosférica. Estas partículas, debido a su tamaño y composición, tienen el potencial de afectar la salud pública al ser inhaladas, así como de deteriorar la calidad del aire en el entorno urbano.

El estudio analiza la concentración de PM10 en el aire antes, durante y después del funcionamiento de las máquinas para evaluar el impacto de estas actividades sobre el ambiente, se busca determinar si los niveles de PM10 superan los límites establecidos por el RMCA, lo que podría indicar una necesidad de medidas de control de emisiones más estrictas.

Además, la investigación considera las implicaciones de la contaminación atmosférica en la salud de los trabajadores y residentes cercanos además de la implementación de prácticas más limpias podría mitigar estos impactos negativos, mejorando la calidad del aire y promoviendo un entorno urbano más saludable y sostenible.

3.6 LEGAL

Referente al tema legal del estudio se centra en el cumplimiento de los reglamentos RASIM, y RMCA principalmente aplicables a las actividades de las carpinterías en el área urbana de Cobija, por tanto se examinó cómo las emisiones de partículas PM10 generadas por las operaciones de estas carpinterías se comportan en relación con los límites establecidos por la legislación vigente en materia de contaminación atmosférica.

Las leyes y reglamentos ambientales locales, nacionales e internacionales, como el Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, definen los límites permisibles de concentración de PM10 en el aire y las responsabilidades de las industrias en cuanto a la reducción de emisiones.

La investigación analizó si las concentraciones de PM10 detectadas en las carpinterías exceden estos límites y evalúa la conformidad de las prácticas actuales de las carpinterías con estas normativas.

Además, se revisan las obligaciones legales de las empresas, medio ambiente del municipio de Cobija y departamental del Ministerio de Trabajo, en términos de monitoreo y reporte de emisiones, así como las posibles sanciones y medidas correctivas establecidas para el incumplimiento de las regulaciones.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 HIPÓTESIS

Hipótesis Alternativa (Ha): Las carpinterías en la ciudad de Cobija emiten niveles de partículas menores a diez micras (PM10) que superan los límites establecidos por las normativas ambientales, lo que contribuye a un deterioro significativo de la calidad del aire y afecta la salud pública.

Hipótesis Nula (Ho): Las carpinterías en la ciudad de Cobija no emiten niveles de partículas menores a diez micras (PM10) que superen los límites establecidos por las normativas ambientales, lo que indica que no hay un impacto significativo en la calidad del aire ni en la salud pública.

4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

¿Cuál es el nivel de emisión de PM10 en las carpinterías en el área urbana del municipio de Cobija?

4.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Es un proceso metodológico que consiste en descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; es decir que estas variables se dividen (si son complejas) en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices, ítems; mientras si son concretas solamente en indicadores.

Ahora bien, una variable es operacionalizada con la finalidad de convertir un concepto abstracto en uno empírico, susceptible de ser medido a través de la aplicación de un instrumento. Dicho proceso tiene su importancia en la posibilidad que un investigador poco experimentado pueda tener la seguridad de no perderse o cometer errores que son frecuentes en un proceso de investigación, cuando no existe relación entre la variable y la forma en que se decidió medirla, perdiendo así la validez, dicho de otro modo (grado en que la medición empírica representa la medición conceptual). La precisión para definir los términos tiene la ventaja de comunicar con exactitud los resultados.

En consecuencia, la operacionalización de las variables es el proceso a través del cual el investigador explica en detalle la definición que adoptará de las categorías y/o variables de estudio, tipos de valores (cuantitativos o cualitativos) que podrían asumir las mismas y los cálculos que se tendrían que realizar para obtener los valores de las variables cuantitativas. La operacionalización es un proceso que variará de acuerdo al tipo de investigación y de diseño. No obstante, las variables deben estar claramente definidas y convenientemente operacionalizadas.

En la presente investigación se empleará la siguiente variable:

a) Variable cuantitativa

Tabla 6

Variables cuantitativas: son aquellas cuyos valores pueden ser expresados numéricamente.

OBJETIVO	VARIABLE	INDICADO	OBJETIVO DEL INDICADO R	VARIABLE INDEPENDIENT E	VARIABLE DEPENDIENT E
Impacto ambiental de las partículas menores a diez micras emitidas por las carpinterías de la ciudad de Cobija	Emisiones de PM10 en las Carpinterías	Nivel de emisiones de PM10 en las Carpinterías	Verificar el impacto ambiental	Funcionamiento de las maquinas (antes, durante y posterior)	Nivel de PM10 en ug/m3

4.4 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se basó en investigación cuantitativa el cual implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados. Es concluyente en su propósito ya que trata de cuantificar el problema y entender qué tan generalizado está mediante la búsqueda de resultados proyectables a una población mayor. La recopilación de datos es uno de los aspectos más importantes del proceso de investigación cuantitativa.

La preparación de datos incluye determinar el objetivo de la recopilación de datos, métodos de obtención de información y secuencia de actividades de la recopilación de datos. Uno de los aspectos más importantes de este proceso es seleccionar la muestra correcta para recabar los datos.

4.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se empleará será descriptiva ya que utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras fuentes. Sirven para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Permiten detallar el fenómeno estudiando básicamente a través de la medición de uno o más de sus atributos.

De acuerdo con los objetivos planteados, el investigador señala el tipo de descripción que se propone realizar. Acude a técnicas específicas en la recolección de información, como la observación y los cuestionarios. La mayoría de las veces se utiliza el muestreo para la recolección de información, la cual es sometida a un proceso de codificación, tabulación y análisis estadístico.

Los estudios descriptivos se sitúan sobre una base de conocimientos más sólida que los exploratorios. En estos casos el problema científico ha alcanzado cierto nivel de claridad, pero aún se necesita información para poder llegar a establecer caminos que conduzcan al esclarecimiento de relaciones causales. El problema muchas veces es de naturaleza práctica, y su solución transita por el conocimiento de las causas, pero las hipótesis causales sólo pueden partir de la descripción completa y profunda del problema en cuestión.

La investigación descriptiva está siempre en la base de la explicativa. No puede formularse una hipótesis causal si no se ha descrito profundamente el problema.

4.6 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Modelo matemático para el estudio de nivel de PM10

Para realizar el estudio de los niveles de PM10 por actividades dentro de las carpinterías del municipio de Cobija se realizó la representación numérica de las variables cuantitativas en función de la variable cualitativa ordinal que es el nombre de la carpintería, entre tanto el nivel de PM10 está en función de cada carpintera de la ciudad del municipio de Cobija; en específico para este objetivo se utilizaron funciones matemáticas de dos variables de la siguiente manera:

$$F(x) = Y$$

Donde:

X= Carpintera de la ciudad del municipio de Cobija

Y = Nivel de PM10

Para la realización de la gráfica de los niveles de PM10 se utilizaron funciones lineales simples ya que los niveles de PM10 en las diferentes carpinterías del municipio de Cobija tiene cierta tendencia lineal más bien la fluctuación se adapta a un modelo de grafica simple, es decir variables no exponenciales.

El tipo de investigación es inferencial ya que busca inferir sobre los datos que se tienen en las diferentes carpinterías del municipio de Cobija para lo cual se estudiara de forma exploratoria un fenómeno que sucede en el área urbana de Cobija sobre el tema ambiental

Para la toma de datos se utilizarán dos tipos de fuentes de información:

a) Información primaria: Se realizaron cuestionarios a los propietarios y/o responsables de las carpinterías (de esta manera se tendrá información sobre el impacto ambiental) y se llevaron los equipos

de medición ambiental (contador de partículas) para EL levantamiento de información en áreas cercanas de trabajo.

b) Información secundaria: Se recolectó información como ser investigaciones pregrado, posgrado, u otras relacionadas en la presente investigación, ya sea de instituciones públicas y privadas. Las mediciones se compararon con el Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero y Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, evaluando si los parámetros cumplen los límites permisibles.

4.7 TÉCNICAS Y/O INSTRUMENTOS

4.7.1 Parámetros a utilizar para las evaluaciones

- **Estudios preliminares de evaluación de la calidad del aire:** La información generada por estudios realizados con anterioridad es fundamental, ya que proporciona una idea de los niveles de contaminación atmosférica a los que podría estar expuesta la población, así como de su distribución espacial. En situaciones en las que no se cuente con estudios específicos de calidad del aire, se puede considerar otras investigaciones que existan en la zona como fuente de información y también se realizaran mediciones antes del encendido de los equipos de trabajo para saber que niveles de contaminación existen sin la actividad realizada.
- **Epidemiología y exposición de la población:** Los diversos efectos que la contaminación atmosférica suele causar sobre la salud de la población pueden reflejarse en datos epidemiológicos, especialmente en cuanto a afecciones respiratorias se refiere, pudiendo enfocarse determinados grupos de riesgo en este caso los mismos trabajadores de las carpinterías que muchas veces no presentan medidas de seguridad y constituyen un grupo de riesgo.
- **Información demográfica también suele ser de utilidad,** ya que los diferentes contaminantes son emitidos en función de la magnitud y tipo de actividades que se realizan en cada área

específica. Para tal efecto se realizó un mapa de dispersión de las carpinterías para ver su ubicación geográfica dentro del radio urbano del municipio de Cobija.

- **Inventarios de emisiones:** Estos estudios se emplean para identificar las fuentes más importantes de emisión de contaminantes y sus medidas de control, determinando también las cantidades emitidas según los contaminantes de mayor impacto, pueden incluir una caracterización de las fuentes emisoras como serlos PM10 en las carpinterías.
- **Actividades en el área de estudio:** Se pueden realizar recorridos en las diferentes zonas del área de estudio para registrar y catalogar sus actividades industriales, comerciales, residenciales, etc. En el caso de las carpinterías se enfocará en las emisiones de PM10 generados en la sierra circular y lijadora, puesto que son las maquinarias de mayor uso y que también presentan una mayor generación de partículas en suspensión.

4.7.2 Planificación de la red de monitoreo de calidad del aire en carpinterías.

Para establecer el programa o proyecto de red, se debe definir los objetivos de la misma, tales como los descritos a continuación:

- **Determinar el nivel de línea base (background) de la contaminación atmosférica.** - Para determinar la línea de base se realizaron las mediciones del PM10 antes del funcionamiento de las maquinas.
- **Determinar las concentraciones más altas y representativas en áreas de alta densidad dentro del área de estudio.** - Para evaluar el pico más alto de contaminación por partículas PM10 en las carpinterías se realizó una evaluación al finalizar la actividad
- **Determinar el grado de contaminación atmosférica para evaluarlo frente a las normas legales vigentes.** - Se determinó cuál es el nivel más alto de contaminación con PM10 para evaluar si se adapta a la normativa nacional vigente y para evaluar el impacto ambiental que genera esta actividad en el municipio de Cobija.

- **Proporcionar información acerca de los riesgos de la contaminación del aire y sus posibles fuentes de emisión.** - A través de los datos obtenidos se conoció cuál es la peligrosidad de las partículas generadas por las carpinteras y se podrá determinar más a fondo las implicaciones que pueden conllevar sobre la salud y el medio ambiente.
- **Estimar los efectos de la contaminación del aire en la población y en otros elementos bióticos y abióticos.** – A través de las mediciones se determinó los efectos de las partículas para los trabajadores de las carpinterías y las consecuencias que puede traer si no se adoptan medidas de mitigación y prevención de riesgos.
- **Informar al público acerca de la calidad del aire.** – Una vez obtenidos los datos se socializó a los propietarios de las carpinterías sobre sus niveles de emisión de PM10 para que se tomen medidas referentes a ello.
- **Evaluar modelos de dispersión de contaminantes en el aire.** – Una vez obtenidos los datos se pudo conocer la dispersión de contaminante en las diferentes carpinterías evaluando cuales generan mayor o menor emisión de PM10.
- **Establecer bases científicas para definir medidas de mitigación y prevención.** – Se realizó la elaboración de medidas de mitigación y prevención de riesgos a través de los datos obtenidos en campo

4.7.3 Contaminante a ser evaluado

Uno de los pasos más importantes por cumplir en una red de monitoreo de calidad del aire es definir los contaminantes atmosféricos a medir. La presencia de estos contaminantes en la atmósfera en concentraciones y tiempo suficiente se constituye en episodios críticos de contaminación que pueden producir efectos en la salud de la población, en otras palabras, tanto el nivel de concentración como su tiempo de permanencia en la atmósfera son críticos al momento de evaluar el potencial daño que estos contaminantes pueden causar.

Los contaminantes atmosféricos pueden clasificarse en dos grandes grupos: los primarios o precursores que se emiten directamente desde de fuentes antropogénicas o naturales, en el caso del presente estudio el contaminante a ser evaluado son las PM10 generados por emisión en actividades de las carpinterías del municipio de Cobija.

4.7.4 Técnica de Muestreo

Para seleccionar el tipo y método de muestreo se pueden usar muestreos continuos o variables y su definición está en función de la disponibilidad de recursos económicos y humanos capacitados. Un muestreo continuo es una red de monitoreo sostenida en el tiempo para objetivos específicos que tienen las autoridades encargadas de velar por temas ambientales.

Para el caso de nuestro estudio y de acuerdo a nuestros objetivos se realizar un muestreo variable es decir al azar en las diferentes carpinterías del municipio de Cobija.

Existe una serie de parámetros técnicos y operacionales que deben ser considerados para evaluar la factibilidad y rendimiento de una técnica analítica o de un equipo de medición principalmente para analizadores automáticos, los cuales se mencionan a continuación (Ministerio del Ambiente, 2009).

Parámetros Técnicos:

- **Selectividad:** proporciona el grado de independencia de interferencias del método.
- **Especificidad:** indica el grado de interferencias en la determinación del límite de detección.
- **Sensibilidad:** indica la tasa o amplitud de cambio de la lectura del equipo con respecto a los cambios de los valores característicos de la calidad del aire.
- **Exactitud:** indica el grado acorde a la similitud entre el valor real y el valor medido. Depende de la especificidad del método como de la exactitud de la calibración y la calibración depende de la disponibilidad de estándares primarios.
- **Precisión:** o reproducibilidad de las medidas, indica el grado acorde o similitud entre los resultados de una serie de mediciones aplicando un método bajo condiciones predescritas y el valor medio de las observaciones.

- **Facilidad de verificación**, calibración y ajuste del instrumento: asociada a la disponibilidad de los recursos necesarios en el mercado y su aplicación en el monitoreo, así como la necesidad de frecuencia de su uso.
- **Disponibilidad de patrones de verificación, calibración y ajuste**: existencia de patrones primarios o secundarios.
- **Volumen de gas patrón necesario para la determinación de la cantidad**: depende del comportamiento de las concentraciones de las sustancias a medir.
- **Tiempo de respuesta del equipo**: se refiere al tiempo necesario para que el monitor responda a una señal dada, es decir, desde la entrada del contaminante hasta mostrar el valor medido.

Para el caso de nuestra investigación se utilizó un equipo que se adapta a todos los parámetros recomendados para la evaluación y toma de datos que es un equipo automático que mide los niveles en tiempo real.

El primer aspecto a considerar es la duración del programa o proyecto de monitoreo ya sea continuo o discontinuo. Se toma en cuenta la frecuencia de muestreo y el tiempo de la toma de muestra, que a su vez depende del tipo de tecnología y los objetivos de monitoreo (Ministerio del Ambiente, 2009).

- **Duración del programa**: es el espacio temporal que cubren las mediciones con la finalidad de recopilar la información necesaria para cumplir con los objetivos propuestos por el monitoreo.
- **Frecuencia**: Indica el número de muestras que se realizan, durante un intervalo de tiempo determinado, en un punto de monitoreo. Sirve para identificar los valores de calidad del aire en función a variaciones temporales como en el caso del presente estudio que se realizó las mediciones antes, durante y después de apagar los equipos
- **Tiempo de toma de muestra**: Está en función del tipo de tecnología de medición. En el caso de mediciones discontinuas, el tiempo corresponde al periodo necesario para la determinación de las concentraciones de los contaminantes. En las mediciones continuas, el periodo se establece según requerimiento de información para las comparaciones con límites permisibles

establecidos por la legislación y según los objetivos del monitoreo. En el presente estudio como pertenece a un monitoreo discontinuo se hicieron tomas de muestras al azar y durante un lapso de tiempo de dos minutos con el contador de partículas.

4.7.5 Equipo a utilizar en la toma de datos

El medidor de partículas PM_{2,5} PCE-MPC 10 con pantalla TFT de 2,0 pulgadas, proporciona rápidamente y fácilmente resultados de medición orientativos. A parte de la concentración de masa el PCE-MPC-TFT LCD indica fácil y rápidamente resultados de medición para orientarse.

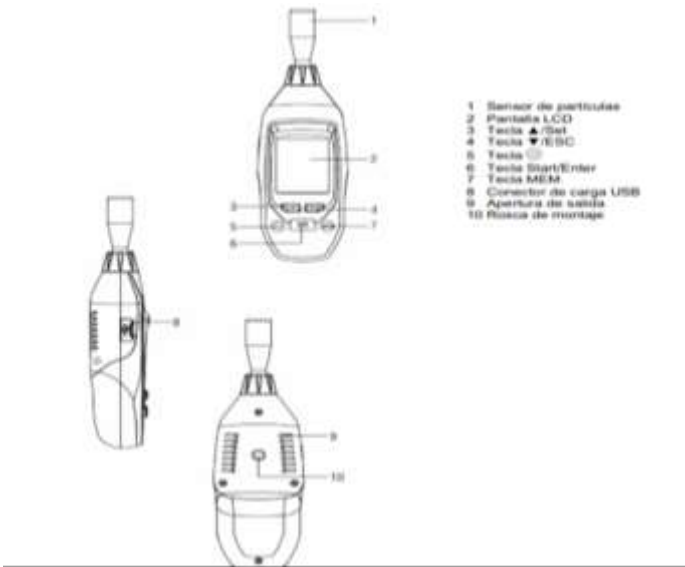
A parte de la concentración de masa, el PCE-MPC 10 mide también la humedad relativa y la temperatura del ambiente. El medidor de partículas es pequeño y manejable e indica los valores de medición en tiempo real en la pantalla a color, y los guarda en la memoria. El PCE-MPC 10 es especialmente útil en el área de protección del medio ambiente.

Características generales:

- Pantalla TFT LCD de 2 pulgadas
- 220 x 176 píxel
- Mide PM_{2,5} y PM₁₀ simultáneamente
- Mide temperatura ambiente y humedad ambiental relativa
- Indicación en tiempo real
- Diagrama de barras analógico
- Función de apagado automático (Auto Power Off)

Figura 8

Características del equipo PCE-MPC 10



Nota: PCE Instruments, 2017

Figura 9

Especificaciones técnicas del equipo de medición



Especificaciones técnicas	
Medición de partículas	
Canales	2,5 µm, 10 µm
Concentración de partículas	PM 2,5: 0 ... 2000 µg/m³ PM 10: 0 ... 2000 µg/m³
Resolución	1 µg/m³
Medición de temperatura y humedad	
Rango de temperatura	0 ... +50 °C
Resolución temperatura	0,1 °C
Precisión temperatura	±1 °C
Rango humedad	0 ... 100 % H.r.
Resolución humedad	0,1 % H.r.
Precisión humedad	±3,5 % H.r. (20 ... 80 H.r.) ±5 % H.r. (0 ... 20 % H.r. / 80 ... 100 % H.r.)

Nota: PCE Instruments, 2017

4.7.6 Procedimiento al momento del muestreo

En el procedimiento de toma de muestras, una vez definidos las carpinterías de muestreo se explicó al dueño y/o responsable del lugar sobre el trabajo de investigación.

Se realizaron las siguientes actividades:

✓ **Verificación de la ubicación de las máquinas: mesa circular y/o lijado.**

Primeramente, se verificó la ubicación de las máquinas para realizar la evaluación preliminar antes del encendido y funcionamiento de las máquinas.

Figura 10

Ubicación de la sierra circular



Figura 11

Ubicación de la mesa para amoladora



- ✓ **Toma de muestra testigo. - Se realizó antes de empezar a funcionar las maquinas.**

La toma de muestra antes de empezar el funcionamiento de las máquinas para conocer el valor de emisiones sin que se haya realizado las actividades y encendido de las maquinas previa coordinación con el propietario de la carpintería para saber el horario y poder realizar efectivamente el muestreo.

Figura 12

Toma de muestra antes del encendido de la amoladora

**Figura 13**

Toma de muestra antes del encendido de la sierra circular



✓ **Toma de muestras Durante el funcionamiento.**

Con el objetivo de conocer cuál es el nivel de PM10 en suspensión en el medio ambiente durante el funcionamiento y operación de las maquinas, que es la etapa en la que están más expuestos el personal de trabajo de las carpinterías, se realizó una medición a una altura de ubicación del equipo de 1.5 m, sobre el nivel del suelo, nivel cercano a la nariz del personal que está trabajando.

Figura 14

Toma de muestra durante el uso de la amoladora



Figura 15

Toma de muestra durante el uso de la sierra circular



Toma de muestras post funcionamiento. - Realizar posterior a 30 min después de apagado de máquinas.

Con el objetivo de conocer cuáles son los niveles de partículas en suspensión menores a diez micras luego de apagado las maquinas se realizó una medición posterior a 30 minutos del apagado de las mismas.

Figura 16

Toma de muestra después de 30 minutos de apagado de las maquinas



El día de la toma de muestras debe ser un día que se encuentre la sierra circular y/o lijadora que estén funcionando (a coordinar con el dueño y/o responsable) independientemente el horario. Si llovió no afectó en la toma de muestras.

Figura 17

Coordinación con los dueños de las carpinterías



Se realizó una planilla que indicó número de medición, datos de la carpintería, coordenadas, tipo de material, tipo de madera que trabaja normalmente, tipo de madera que está cortando a la hora de la muestra, cantidad de madera que trabaja anualmente (pt), cuales máquinas que están funcionando a la hora de la muestra entre otros.

Figura 18

Llenado de los formularios



- ✓ Posteriormente los datos fueron procesados en gabinete para verificar si están por debajo de los límites permisibles.

4.7.7 Gestión de los datos

Toda la información generada de las hojas de campo y los resultados obtenidos de los análisis de gabinete, se almacenó física y digitalmente.

Tabla 7

Modelo de ficha técnica de toma de datos en campo

DATOS TECNICOS		
FECHA		
MUESTREO N=		
AREA M2 TOTAL		
AREA M2 (TRABAJO)		
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA		
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR		
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL		
ALISO		
ROBLE		
CEDRO		
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT		
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA		
RESULTADO ug/m3		
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3		
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3		
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO		EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO		

4.8 UNIDAD DE ANÁLISIS

Cada carpintería dentro del radio urbano de Cobija registrado en ABT Autoridad de Bosques y Tierras corresponde a una unidad de estudio y servirá para la toma de datos y análisis posterior de acuerdo a los objetivos del Proyecto, en este caso se tuvieron 32 unidades de análisis evaluadas que se detallan más adelante en el mapa con su respectiva ubicación geográfica.

Figura 19

Toma de datos generales de las carpinterías



4.9 POBLACIÓN Y MUESTRA

La muestra debe lograr una representación adecuada de la población, en la que se reproduzca de la mejor manera los rasgos esenciales de dicha población que son importantes para la investigación. Para que una muestra sea representativa, y por lo tanto útil, debe de reflejar las similitudes y diferencias encontradas en la población, es decir ejemplificar las características de ésta. Por tanto, la presente investigación se realizó muestreo aleatorio simple, el cual es un procedimiento empleado es el siguiente: 1) se asigna un número a cada actividad y 2) a través de algún medio mecánico (bolas dentro de una bolsa, tablas de números aleatorios, números aleatorios generados con una calculadora u ordenador, etc.) se eligen tantos sujetos como sea necesario para completar el tamaño de muestra requerido. En caso alguna carpintería seleccionada no esté funcionando o niegue el acceso al trabajo se realizará un nuevo sorteo en referencia a las muestras faltantes.

En la presente investigación la muestra será finita, aproximadamente 55 carpinterías registradas ante ABT legalmente establecidas según ABT, en lo cual se realizó el cálculo de muestras con margen de

error de 10% y 90% de nivel de confianza, teniendo un resultado de 31 muestras a realizar, pero se aumentó una muestra para que sean pares las muestras de sierra circular y amoladora.

Figura 20

Tamaño de la muestra

Margen: 10%

Nivel de confianza: 90%

Poblacion: 55

Tamaño de muestra: 31

Ecuacion Estadistica para Proporciones poblacionales

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza deseado

p= Proporcion de la poblacion con la caracteristica deseada (exito)

q=Proporcion de la poblacion sin la caracteristica deseada (fracaso)

e= Nivel de error dispuesto a cometer

N= Tamaño de la poblacion

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

Tabla 8

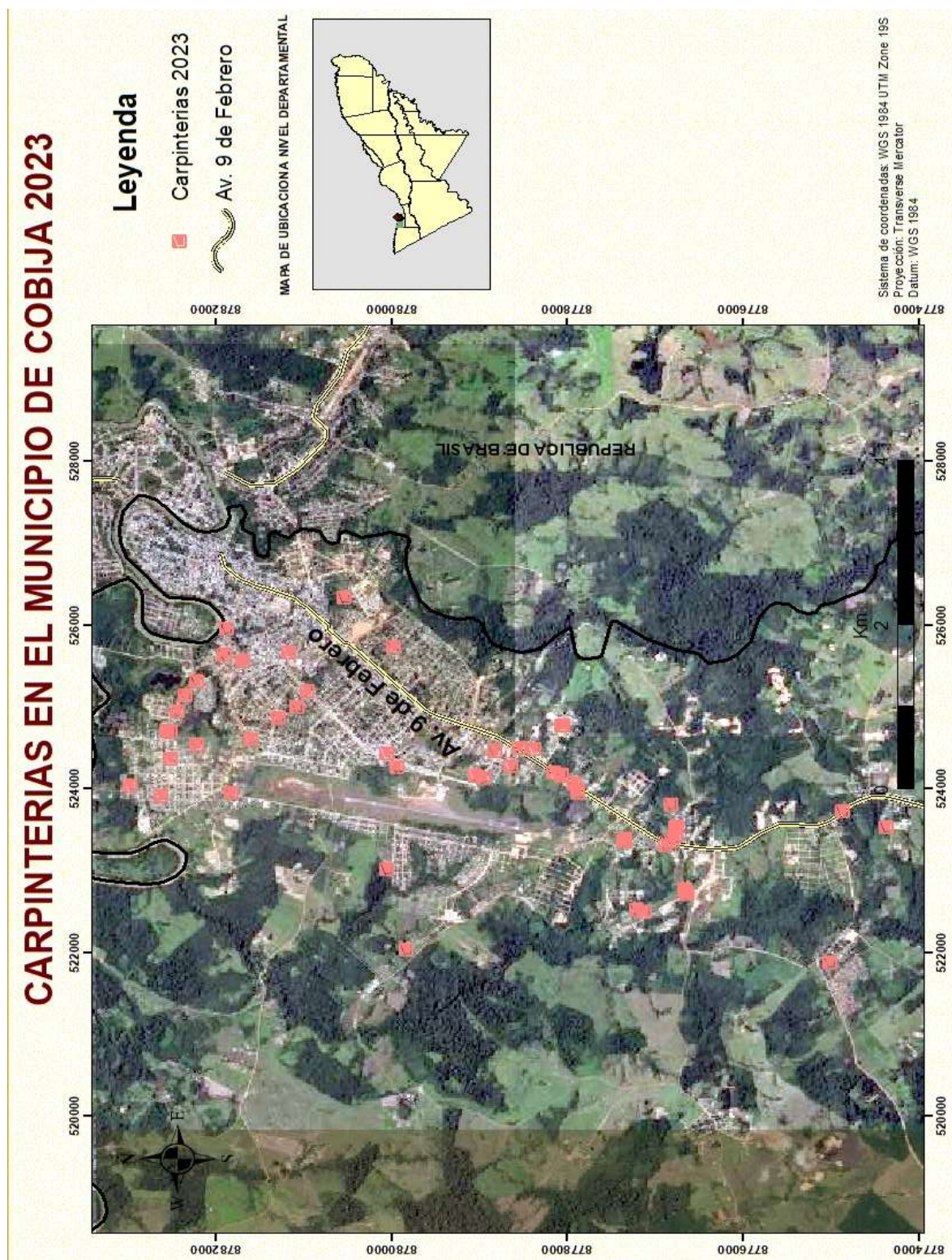
Lista de Carpinterías registradas ante la ABT 2023

N°	RAZON SOCIAL	N°	RAZON SOCIAL
1	ADALFGO EMPRESA INDUSTRIAL Y COMERCIAL	29	GABRIEL
2	ALIZ EVELIN	30	HEREDIA
3	AMAZONICA	31	JESUS MEDINA
4	ASERRADERO Y CARPINTERÍA LEONEDO DINO LIMACHI	32	JUAN PABLO VACA VASQUEZ IMPORT EXPORT
5	BARRACA CARPINTERÍA CARPIROL	33	LAS PALMAS
6	BARRACA CARPINTERÍA GONZALO JULIO NINA MAQUERA	34	LOPEZ
7	BARRACA CARPINTERÍA RG	35	LOS AROS

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 8 BARRACA Y MUEBLERÍA
CAMPOS | 36 MADE & ART |
| 9 CANDI | 37 MARCELO DAVID |
| 10 CARPINTERÍA BUTECO | 38 MARTINEZ |
| 11 CARPINTERÍA ARRATIA | 39 METAL MADERA ADAPTACIONES TECNICAS |
| 12 CARPINTERÍA CEPROIM | 40 MIGUELITO |
| 13 CARPINTERÍA DOÑA VICKY | 41 MOISES SUAREZ HURTADO |
| 14 CARPINTERÍA GOMEZ | 42 MUEBLERÍA PERCY |
| 15 CARPINTERÍA JOSE PARAISO | 43 YHONAEI |
| 16 CARPINTERÍA KRISTEL | 44 YOHAAN |
| 17 CARPINTERÍA MAJO | 45 CARMELO AÑEZ ROJAS |
| 18 CARPINTERÍA PATUJU | 46 CARPINTERÍA KEVIN JONATHAN MAMANI
GUARACHI |
| 19 CARPINTERÍA RANSEL | 47 CARPINTERÍA DOÑA MARIANA |
| 20 CARPINTERÍA DAVID | 48 CARPINTERÍA J.K.K. |
| 21 CARPINTERÍA GERSON ROCA | 49 CARPINTERÍA JEMALIK |
| 22 CARPINTERÍA MUEBLERÍA
ROLANDO | 50 CARPINTERÍA LA AMISTAD |
| 23 CARPINTERÍA REY JONÁS | 51 CARPINTERÍA SAN JOSE |
| 24 COFLA | 52 CARPINTERÍA DANY |
| 25 CUATRO PINOS | 53 CARPINTERÍA ERICK |
| 26 D. CAAR | 54 CARPINTERÍA SINAI |
| 27 DANIEL CHAVEZ SOLARES | 55 CARPINTERÍA Y MUEBLERÍA LA CARTERA |
| 28 FELIX HUISA INTIPAMPA | |

Figura 21

Mapa de ubicación de carpinterías en Cobija



CAPITULO V

RESULTADOS

El trabajo de campo se realizó en la gestión 2023 donde se pudo cumplir con la meta establecida de coordinar, visitar, realizar la toma de muestras comparar y sugerir medidas de mitigación de impactos ambientales a partir el trabajo de campo realizado en las 32 carpinterías del municipio de Cobija registradas ante la ABT, cumpliendo así con las actividades descritas en el marco metodológico.

La investigación es de tipo descriptiva, es decir que no se manipula las condiciones del medio ambiente a través de la experimentación en campo, sino que el objeto de estudio que son las carpinteras no se altera ni se introducen variables nuevas a través de diseño experimental por tanto se estudia un fenómeno que diariamente sucede en la ciudad de Cobija. En tal sentido cabe aclarar que no se sometieron los resultados a los métodos de discriminación experimental estadística, sino que más bien se realizó la interpretación de los datos a través de gráficos que reflejan el comportamiento del fenómeno estudiado a través del estudio de las variables dependientes en función de las variables independientes. Que se adapten mejor a nuestro modelo de investigación descriptiva.

Para la interpretación de los datos de acuerdo a los objetivos trazados en la tesis de investigación se trabajó sistemáticamente para cumplir con los objetivos específicos del proyecto:

- ✓ Evaluar el nivel de contaminación ambiental (aire PM10) de las carpinterías
- ✓ Comparar los niveles de contaminación ambiental
- ✓ Proponer medidas de mitigación ambiental

Primeramente, se realizó la toma de datos técnicos de las carpinterías en los referentes a los volúmenes de madera, tipo de madera, maquinaria que se utilizó, en donde se dividió en dos grupos las carpinterías las que usaron la amoladora y en otro grupo se midió los niveles cuando se utilizaron las sierras circulares. Los datos técnicos de las 32 carpinterías estudiadas se detallan en el recuadro a continuación:

Tabla 9*Datos técnicos de las 32 carpinterías estudiadas parte uno*

FECHA	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023
MUESTREO N=	1	2	3	4	5	6	7	8
ÁREA M2 TOTAL	1500	239	900	300	450	450	360	325
ÁREA M2 (TRABAJO)	300	120	600	96	150	360	144	120
CANTIDAD DE PERSONAL								
CALIFICADA	8	5	3	1	2	2	1	2
NO CALIFICADA		3			3	4		
MAQUINAS								
CIRCULAR	1	1	1	1	1	1	1	1
TABLEADORA		1	1					
AMOLADORA (LIJADORA)	1	1	1	1	1	1	1	1
OTROS	1	1	1	1	1	1	1	1
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA								
MARFIL	1	1	1	1	1	1	1	1
ALISO	1	1	1	1		1	1	
ROBLE	1	1	1	1	1	1	1	1
CEDRO	1	1	1	1	1	1	1	1
AMARILLON		1						
ITAUBA			1					
TAJIBO								
ALMENDRILLO								
OTROS			1					1
CANTIDAD DE MADERA								
ANUAL PT	2000	10000	3600	5720	3240	13500	10800	5000
MAQUINA FUNCIONANDO								
CIRCULAR	1	1	1			1		1
AMOLADORA (LIJADORA)				1	1		1	
TIPO DE MADERA	Marfil	Aliso	Marfil	Marfil	Marfil	Aliso	Marfil	Marfil

Tabla 10*Datos técnicos de las 32 carpinterías estudiadas parte dos*

FECHA	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023
MUESTREO N=	9	10	11	12	13	14	15	16
ÁREA M2 TOTAL	825	450	450	390	900	360	450	450
ÁREA M2 (TRABAJO)	250	150	180	60	450	150	200	170
CANTIDAD DE PERSONAL								
CALIFICADA	2	2	5	1	5	12	2	2
NO CALIFICADA			2			3		1
MAQUINAS								
CIRCULAR	1	1	1	1	1	1	1	1
TABLEADORA			1				1	1
AMOLADORA (LIJADORA)	1	1	1	1	1	1	1	1
OTROS		1	1					
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA								
MARFIL	1	1	1	1	1	1	1	1
ALISO	1	1	1		1	1		
ROBLE	1	1	1	1	1	1	1	1
CEDRO	1	1	1	1	1	1	1	1
AMARILLON	1	1	1		1			
ITAUBA	1	1						
TAJIBO								
ALMENDRILLO								
OTROS								
CANTIDAD DE MADERA								
ANUAL PT	3500	27000	2000	13500	21600	5400	16200	8100
MAQUINA FUNCIONANDO								
CIRCULAR	1		1		1	1		1
AMOLADORA (LIJADORA)		1		1			1	
TIPO DE MADERA	Aliso	Marfil	Cedro	Marfil	Marfil	Marfil	Marfil	Marfil

Tabla 11*Datos técnicos de las 32 carpinterías estudiadas parte tres*

FECHA	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023
MUESTREO N=	17	18	19	20	21	22	23	24
ÁREA M2 TOTAL	450	2060	360	3000	3000	1500	450	1400
ÁREA M2 (TRABAJO)	100	300	136	600	1000	300	375	420
CANTIDAD DE PERSONAL								
CALIFICADA	2	3	2	3	3	1	2	2
NO CALIFICADA				3	3	1	3	2
MAQUINAS								
CIRCULAR	1	1	1	1	1	1	1	1
TABLEADORA							1	
AMOLADORA (LIJADORA)	1	1	1	1	1	1	1	1
OTROS	1	1						
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA								
MARFIL	1	1	1	1	1	1	1	1
ALISO	1			1	1	1		1
ROBLE	1	1	1	1	1			
CEDRO	1	1	1	1	1		1	
AMARILLON	1							1
ITAUBA							1	1
TAJIBO				1				
ALMENDRILLO				1				
OTROS								
CANTIDAD DE MADERA								
ANUAL PT	27000	4050	4200	25000	6650	40000	12000	40000
MAQUINA FUNCIONANDO								
CIRCULAR		1		1				1
AMOLADORA (LIJADORA)	1		1		1	1	1	
TIPO DE MADERA	Marfil	Marfil	Marfil	Marfil	Cedro	Marfil	Cedro	Aliso

Tabla 12*Datos técnicos de las 32 carpinterías estudiadas parte cuatro*

FECHA	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023
MUESTREO N=	25	26	27	28	29	30	31	32
ÁREA M2 TOTAL	450	450	450	450	1200	450	450	450
ÁREA M2 (TRABAJO)	200	96	80	450	108	450	300	84
CANTIDAD DE PERSONAL								
CALIFICADA	1	2	1	3	2	2	3	2
NO CALIFICADA	1	1	1	2	1	1	2	1
MAQUINAS								
CIRCULAR	1	1	1	1	1	1	1	1
TABLEADORA						1		
AMOLADORA (LIJADORA)	1	1	1	1	1	1	1	1
OTROS								
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA								
MARFIL	1	1		1	1	1	1	1
ALISO			1		1	1	1	1
ROBLE						1	1	1
CEDRO	1	1			1	1	1	1
AMARILLON	1			1		1		
ITAUBA			1	1		1		
TAJIBO								
ALMENDRILLO			1			1		
OTROS			1					
CANTIDAD DE MADERA								
ANUAL PT	5320	13300	9000	9600	7980	13300	10640	2344
MAQUINA FUNCIONANDO								
CIRCULAR			1	1	1			
AMOLADORA (LIJADORA)	1	1				1	1	1
TIPO DE MADERA	Marfil	Marfil	Aliso	Marfil	Aliso	Aliso	Marfil	Marfil

De acuerdo al primer objetivo de estudio que determina evaluar el nivel de contaminación ambiental (aire PM10) de las carpinterías se utilizó la fórmula matemática de funciones lineales para interpretar en gráficos que puedan reflejar de una manera más entendibles los niveles de contaminación por PM10. Se realizó la gráfica a través de tres variables independientes y una variable dependiente de la siguiente manera:

Tabla 13

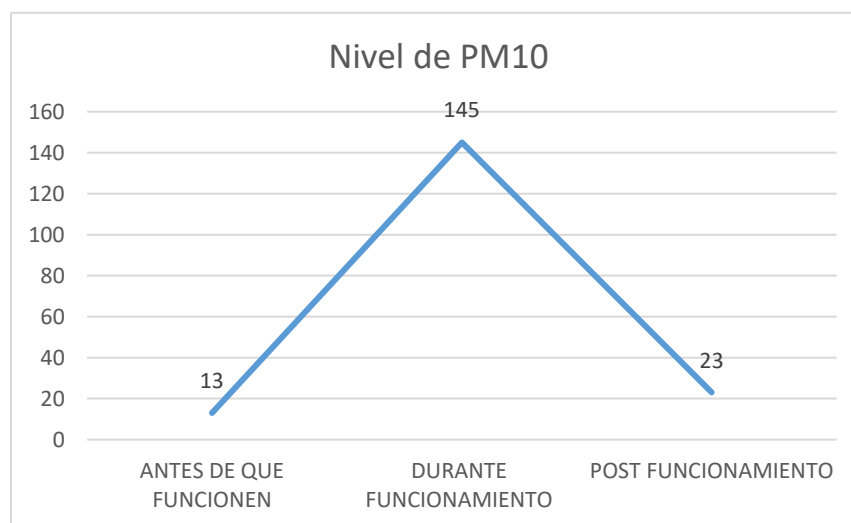
Variables de estudio

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN	Nivel de PM10 en ug/m3
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS	Nivel de PM10 en ug/m3
POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS	Nivel de PM10 en ug/m3

Para la interpretación se utilizó funciones logarítmicas lineales, donde el nivel de PM10 se encuentra en función del momento en que se toma la muestra ya sea antes, durante o después del funcionamiento de las maquinas, pudiendo ser la sierra circular o la amoladora, realizando la interpretación en gráficos de la siguiente manera:

Figura 22

Tipo de grafico para la interpretación de datos



5.1 NIVEL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL (AIRE PM10) DE LAS CARPINTERÍAS

Para determinar el nivel de contaminación de partículas PM10 provenientes de las actividades de procesamiento en las carpinterías se realizó la toma de muestras con el equipo antes del funcionamiento de las maquinas, durante y 30 minutos después del apagado de las máquinas para saber cuáles son los niveles de Partículas Menores a 10 micras suspendidas en el aire en unidades de Microgramos sobre metro cubico.

Para saber cuál es el nivel de PM10 se realizó la medición independientemente en cada carpintería y luego se sumó el total y se dividió entre el número de carpinterías evaluadas, es decir se obtuvo un promedio de las emisiones de PM10 de todas las carpinterías evaluadas.

Durante el trabajo de campo se tomaron datos en 16 carpinterías de emisiones de PM10 provenientes de la sierra circular y en otras 16 carpinterías se evaluó las emisiones provenientes de la amoladora.

A continuación, se muestra los resultados de las 16 carpinterías donde se midió las emisiones de PM10 antes, durante y después del uso de las sierras circulares.

Tabla 14*Emisiones de PM10 antes, durante y después del uso de la Sierra circular*

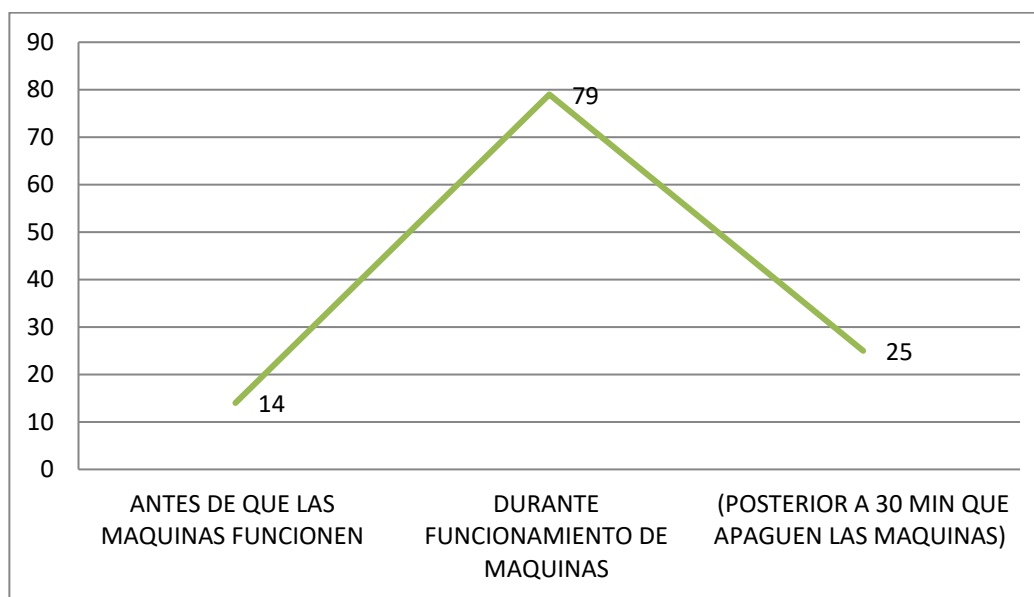
MUESTREO	1	2	3	6	8	9	11	13	14	16	18	20	24	27	28	29		
N=																		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN																		
RESULTADO ug/m3	19	20	26	16	14	15	15	21	15	12	9	12	7	6	4	7	14	Promedio
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS																		
RESULTADO ug/m3	71	94	54	92	39	75	91	47	30	99	21	53	162	92	126	113	79	Promedio
(POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)																		
RESULTADO ug/m3	33	35	34	31	18	24	32	29	21	26	11	28	22	31	11	12	25	Promedio

De las mediciones realizadas a las emisiones por el uso de la sierra circular se pudo establecer que el nivel más bajo es antes del encendido de las maquinas con un nivel de 14ug/m3, el nivel después de 30 minutos de apagado de las maquinas fue de 25ug/m3 y el nivel más alto fue durante el funcionamiento de las maquinas con un nivel promedio de 79 ug/m3 en las carpinterías.

La carpintería número 24 tuvo el valor más alto con un nivel de 162 ug/m³ seguido de la carpintería número 28 con un valor de 126 ug/m³ mientras que el valor más bajo lo tuvo la carpintería número 18 con un nivel de PM₁₀ de 21 ug/m³.

Figura 23

Mediciones promedio de la sierra circular de PM₁₀ en ug/m³



En la gráfica se puede evidenciar que los niveles de PM₁₀ por desechos de aserrín suben bastante por el uso de la sierra circular; sin embargo, solo en una de las 16 repeticiones se sobrepasan los niveles permitidos por la normativa nacional (RMCA) que es de 150 ug/m³ el nivel máximo permitido.

En la repetición número 24 se sobrepasa obteniendo un valor de 162 ug/m³, sin embargo, el nivel de subida es exponencialmente alto desde 14 hasta 79 ug/m³ lo que puede traer consecuencias y complicaciones sobre la salud de los trabajadores al largo plazo.

A continuación, se muestra los resultados de las mediciones en las carpinterías antes, durante y después del uso de las amoladoras.

Tabla 15*Emisiones de PM10 antes, durante y después del uso de las amoladoras*

Nivel de PM10 por emisiones de la amoladora en carpinterías																	
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)																	
RESULTADO ug/m3	27	32	28	9	16	14	14	5	7	5	9	7	5	6	8	13	Promedio
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)																	
RESULTADO ug/m3	180	158	174	231	180	364	196	106	71	181	159	337	109	588	252	219	Promedio
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)																	
RESULTADO ug/m3	41	35	26	19	28	27	22	19	16	25	11	3	10	15	10	20	Promedio

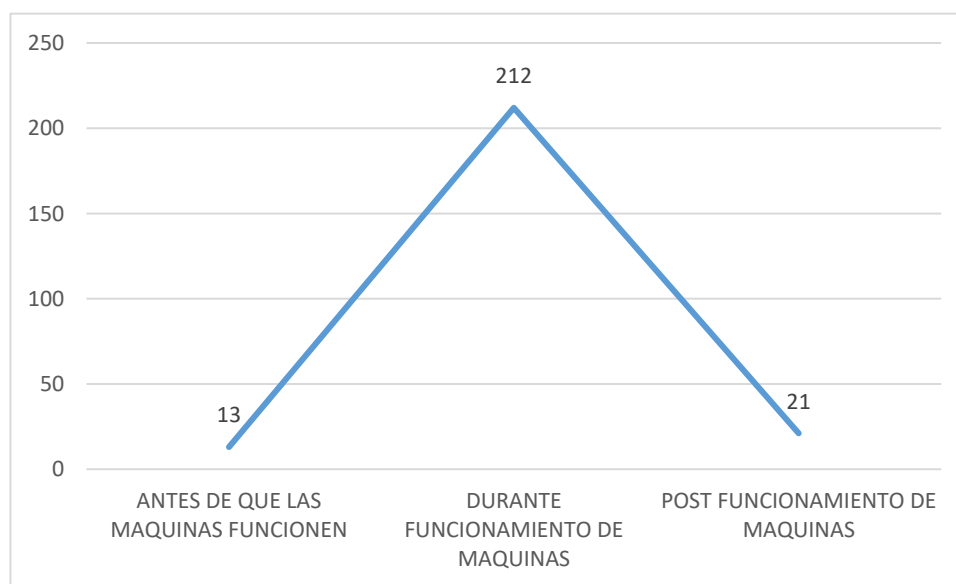
De las mediciones realizadas a las emisiones por el uso de la amoladora se pudo evidenciar que el nivel más bajo es antes del encendido de las maquinas con un nivel promedio de 13 ug/m³, el nivel después de 30 minutos de apagado de las maquinas fue de 21 ug/m³ y el nivel más alto fue durante el funcionamiento de las maquinas con un nivel promedio de 212 ug/m³ en las carpinterías.

La carpintería numero 31 tuvo el valor más alto con un nivel de 588 ug/m³ seguido de la carpintería número 26 con un valor de 337 ug/m³ mientras que el valor más bajo lo tuvo la carpintería número 22 con un nivel de PM10 de 71 ug/m³.

Los máximos permitidos según la normativa nacional de contaminantes por PM10 donde el 67% de las carpinterías evaluadas sobre pasan los niveles durante el uso, pero antes y después del uso los niveles no sobrepasan lo establecido.

Figura 24

Niveles de PM10 por el uso de la amoladora



En la gráfica se puede evidenciar que los niveles de PM10 por desechos de aserrín suben bastante por el uso de la amoladora en las que en un 67% de las mediciones realizadas durante el uso de los equipos se

sobrepasan los niveles permitidos por el RMCA que es de 150 ug/m³ el nivel máximo permitido con un promedio general de 212 ug/ m³ y un pico máximo de 588 ug/m³ que podrían causar daños gravísimos sobre la salud de los trabajadores de la carpintería.

El promedio de nivel de subida es exponencialmente alto desde 13 hasta 212 ug/m³ lo que puede traer consecuencias graves y complicaciones sobre la salud de los trabajadores al mediano y largo plazo.

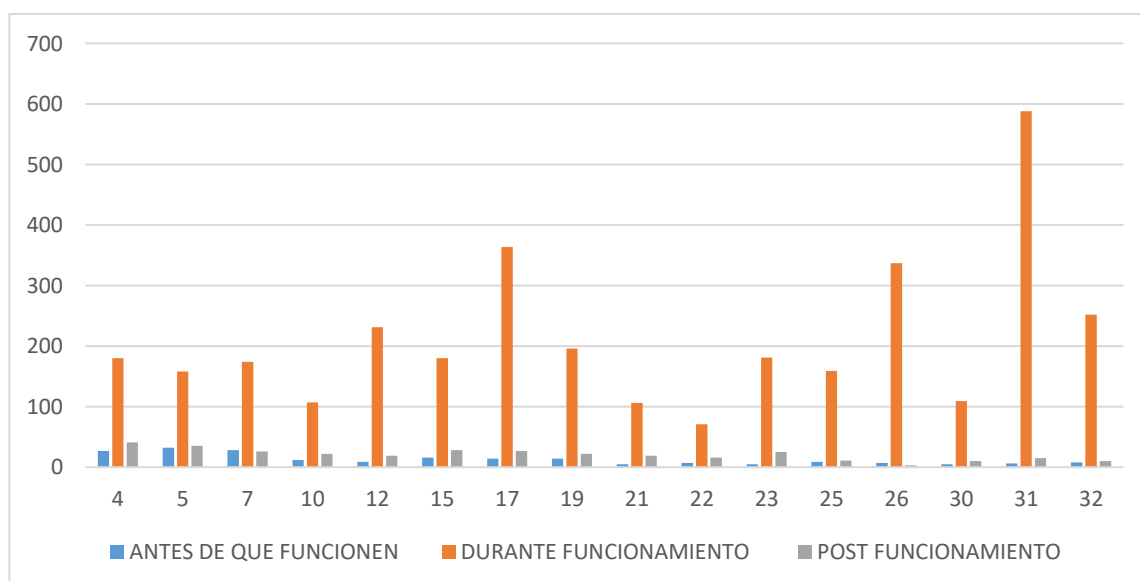
En lo que se refiere a los niveles de PM10 en suspensión en el aire post funcionamiento de treinta minutos después del funcionamiento de las maquinas bajan considerablemente hasta un nivel promedio de 21 ug/m³.

5.2 COMPARAR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Para determinar y comparar los niveles de contaminación se realizó de forma individual en cada una de las 32 carpinterías evaluadas para posteriormente realizar la comparación entre carpinterías y los niveles de contaminación por PM10 suspendidos en el aire. Una vez obtenidos los datos de todas las carpinterías se procedió a evaluar cuales son las diferencias de impacto ambiental entre todas ellas.

Figura 25

Comparación de PM10 entre las Carpinterías con uso de Amoladora

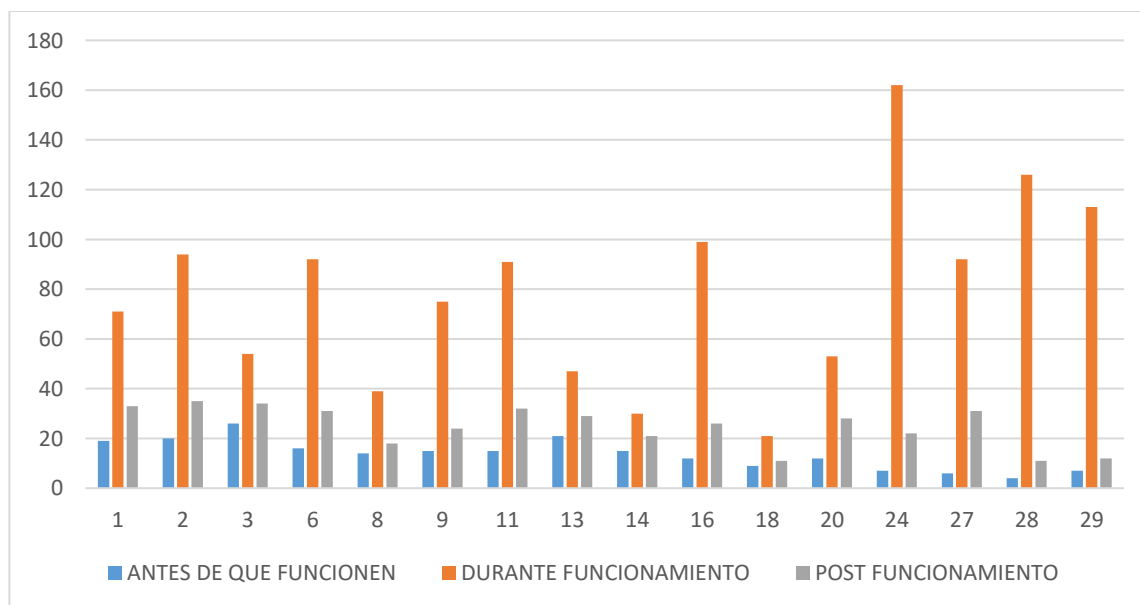


En la comparación de las 16 carpinterías evaluadas por el uso de amoladoras se puede observar que siempre el mayor pico se encuentra durante el uso de los equipos. Y existen diferencias significativas de una carpintería a otra que pueden darse por el tamaño y la potencia de los equipos, los volúmenes de procesamiento de madera, el tipo de madera que se procesa y las condiciones ambientales, por tanto se puede evidenciar diferencias significativas que pueden ser abordadas más a fondo a través de otros estudios en futuras investigaciones con la evaluación de estas variables y el establecimiento de los índices de correlación entre una variable de estudio y el nivel de PM10.

También se realizó la comparación entre las distintas carpinterías evaluando el uso de la sierra circular, y se obtuvieron los datos que se muestran en el siguiente recuadro y están numeradas conforme la metodología descrita, donde cada carpintería tiene asignado un numero de repetición y vienen a ser una muestra.

Figura 26

Emisiones de PM10 en Carpinterías por el uso de Sierra Circular

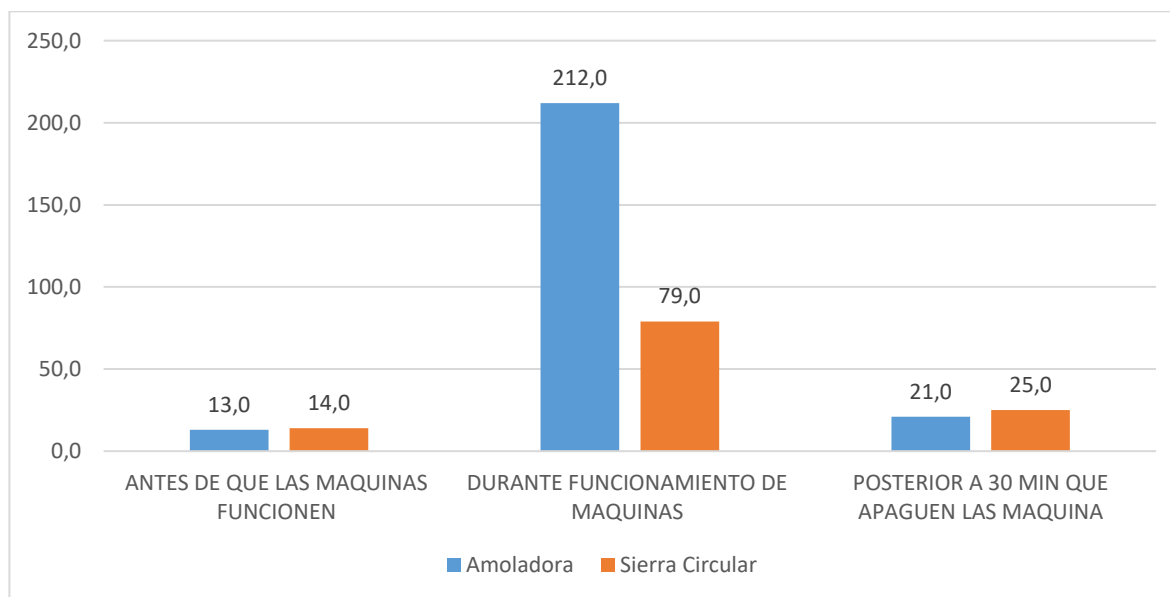


Como se observa existen diferencias significativas de una carpintería a otra que pueden darse por el tamaño y la potencia de los equipos, los volúmenes de procesamiento de madera, el tipo de madera que se procesa y las condiciones ambientales, por tanto, deben ser abordadas más a fondo a través de otros estudios en futuras investigaciones a través de la evaluación de estas variables y el establecimiento de los índices de correlación entre una variable de estudio y el nivel de PM10.

Sin embargo, en la mayoría de las repeticiones los niveles de emisión no superan lo establecido en las normativas nacionales en lo referente a los niveles máximos permitidos, pero no se descarta que pueda generar daños a la salud a mediano o largo plazo ya que estas partículas pueden llegar hasta los alveolos pulmonares y alojarse ahí donde pueden traer complicaciones irreversibles para la salud de los trabajadores.

Figura 27

Comparación de los niveles de PM10 con el uso de la amoladora y el uso de la sierra circular



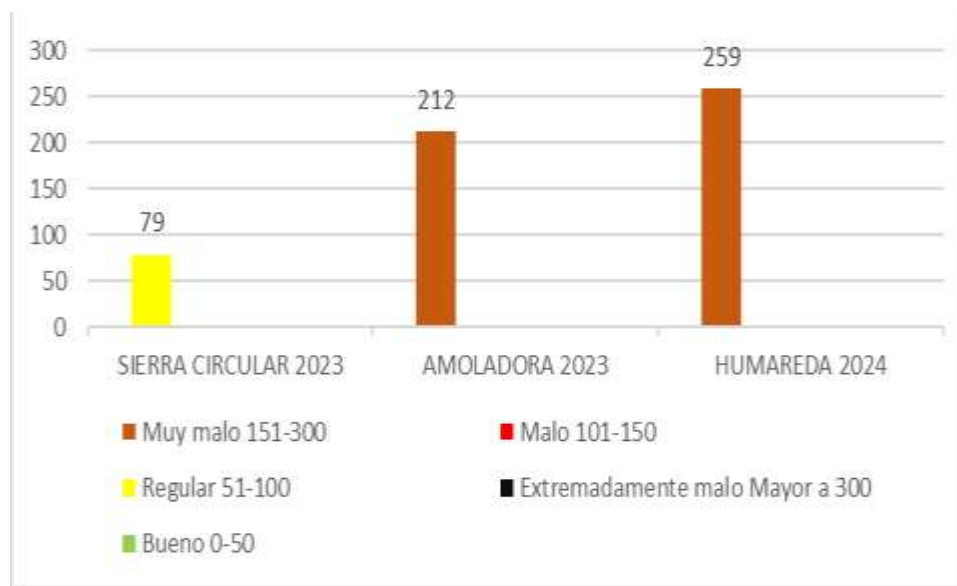
Como se puede observar en la gráfica existe una diferencia marcada de acuerdo al momento de la toma de muestra, pero más notoria se hace la diferencia dependiendo del equipamiento que se utiliza, como es el caso que se muestra en color azul durante el uso de la amoladora, en comparación con el color naranja que refleja el nivel de PM10 con el uso de la sierra circular.

De acuerdo a la representación gráfica de los niveles de PM10 antes y después del uso de las maquinarias no existe una diferencia significativa, incluso durante el uso de la sierra circular no se sobrepasa los niveles máximos permitidos de 150 ug/m3 sin embargo durante el uso de la amoladora se obtiene a un promedio de 212 ug/m3 que sobrepasa los niveles máximos permitidos por la normativa nacional.

Por tanto, una vez realizadas las evaluaciones se tiene por conveniente realizar y aplicar medidas de mitigación que puedan prevenir daños sobre el medio ambiente y la salud de los trabajadores de las carpinterías del municipio de Cobija de acuerdo a valores registrado hasta 15 de agosto del 2024 por el ICA se aclara que los datos son por humaredas.

Figura 28

Comparación de los niveles de PM10 entre las carpinterías (2023) y la humareda (agosto, 2024)



Como se evidencia el presente grafico entre datos de amoladora 2023 y humareda 2024, los rangos son clasificados en muy malo (151-300micras), los cuales presentan riesgo al medio ambiente, al personal que trabaja y alrededores de la industria

5.3 PROPONER MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL

Una vez realizado el estudio de análisis e interpretación de los resultados se pudo evidenciar que los niveles de contaminación ambiental por desechos del procesamiento de madera en suspensión en el aire PM10 sobrepasan los niveles máximos establecidos en las normativas nacionales y por tanto se hace necesario de manera imprescindible la utilización de medidas de seguridad en los establecimientos productivos para evitar daños a los trabajadores que se encuentran expuestos a la contaminación ambiental.

Se entiende por medidas de mitigación a todas las acciones que se realicen con el objetivo de disminuir o erradicar con los efectos ocasionados por la contaminación ambiental a la que se encuentran expuestos los trabajadores de las carpinterías.

Se ha realizado el análisis de los puntos críticos y se ha determinado que durante el uso de los equipamientos es el momento donde mayor contaminación ambiental se encuentra en el aire, sin embargo es difícil no exponer a los trabajadores al medio ambiente de trabajo ya que son trabajos manuales que se realizan, por tanto se sugieren medidas de mitigación para que estos puedan realizar normalmente las actividades sin recibir todo el impacto que se genera por la emisión de desechos en suspensión en el aire.

Para realizar un análisis de las medidas de mitigación para la contaminación del aire en recintos cerrados como ser las carpinterías se analizó la normativa y se realizaron las sugerencias para establecer acciones de mitigación, por tanto, se realizó un análisis normativo descrito a continuación:

Reglamento a la Ley 1333 de Medio Ambiente en su capítulo de contaminación atmosférica dice lo siguiente referente al monitoreo, control y mitigación de los efectos de la contaminación atmosférica:

5.3.1. Análisis del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica

Capítulo II, De la evaluación y control de la contaminación atmosférica en fuentes fijas

Tabla 16

Análisis del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica

Artículo 21°.- Las fuentes fijas no deben exceder los límites permisibles de emisión que especifiquen las Normas Técnicas de Emisión establecidas en el presente reglamento y a establecerse conforme a lo estipulado en la LEY y el Reglamento de Gestión Ambiental. En casos de emergencia y/o peligro de episodios de contaminación, la fuente fija deberá cumplir con los lineamientos que considere oportuno establecer la SSMA.	El gobierno autónomo municipal de Cobija a través de la unidad de medio ambiente, debe realizar los seguimientos correspondientes debido que los resultados sobrepasan los parámetros establecidos.
Artículo 22°.- En su instalación, funcionamiento, modificación, ampliación y/o traslado, las fuentes fijas deben cumplir con los respectivos requerimientos fijados en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental.	
Artículo 23°.- Toda fuente fija debe contar con instalaciones dotadas de los medios y sistemas de control para evitar que sus emisiones a la atmósfera excedan los límites permisibles de emisión.	
Artículo 24°.- La Secretaria Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente; en coordinación con la Secretaría Nacional de Energía, incentivará la utilización de combustibles que disminuyan la contaminación atmosférica en las fuentes fijas.	Actualmente todas las maquinarias de las carpinterías funcionan con energía eléctrica trifásica, que es provista por ENDE el mismo que funciona por Diesel y energía solar, por tanto no se incentivó la utilización de combustibles que disminuyan la contaminación atmosférica

Artículo 25°.- El MDSMA, en coordinación con los Organismos Sectoriales Competentes, los Prefectos y los Gobiernos Municipales, definirá los mecanismos que de acuerdo con los planes de ordenamiento urbano faciliten la reubicación de las fuentes fijas en áreas definidas como industriales. Un área industrial u otra área podrá ser considerada fuente fija unitaria por el MDSMA, tras los análisis correspondientes y según metodología a establecerse.	Hasta la fecha no se realizó el ordenamiento urbano de las carpinterías para su reubicación, debido que dichas actividades se instalan donde tenga las posibilidades el propietario.
Artículo 26°.- Las fuentes fijas deben realizar, por cuenta propia, monitoreos en fuente, para lo cual instalarán plataformas y puertos de muestreo en los ductos y/o chimeneas, de acuerdo con la normatividad correspondiente. Se utilizarán modelos matemáticos reconocidos por la SSMA para estimar las repercusiones, de las emisiones sobre la calidad del aire público. Para posibilitar la aplicación de dichos modelos, las fuentes fijas deben contar con aparatos para medir la dirección y velocidad del viento. Todos los resultados, deberán estar disponibles en cualquier momento para personal autorizado de la IADP respectiva y de la SSMA.	Las carpinterías en su mayoría son pequeñas y en precarias instalaciones, en lo cual que realicen sus propios monitoreos es difícil y no cumplen por motivos de costos.
Artículo 27°.- En todas las fuentes fijas, las emisiones fugitivas deben ser canalizadas a través de ductos y/o chimeneas, de acuerdo con la mejor práctica de cuidado ambiental. Cuando por razones técnicas no pueda cumplirse con esta disposición, debe presentarse al Prefecto un estudio justificativo elaborado por un perito reconocido por el MSDMA. La SSMA revisará dicho estudio y emitirá el dictamen correspondiente.	Todas las carpinterías estudiadas no tenían canalización de las partículas en suspensión por motivos de costos, las infraestructuras son de manera abierta
Artículo 28°.- A fin de facilitar el seguimiento del cumplimiento de los planes de adecuación previstos en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental, como también para verificar el desempeño tecnológico-ambiental de las fuentes fijas éstas deberán presentar, anualmente un Inventario de Emisiones al Prefecto correspondiente, bajo las	Solo algunas carpinterías tenían licencias ambiental (RASIM) pero en cuarta categoría así que están exenta de presentar Informe Ambiental Anual.

especificaciones que establezca la SSMA. Tal inventario deberá contener, entre otros: - Datos de la fuente - Ubicación - Descripción del proceso - Materias primas, insumos y/o combustibles utilizados - Emisiones de contaminantes atmosféricos - Equipos para el control de los contaminantes atmosféricos Los datos contenidos en los Inventarios de Emisiones deben ser incorporados por las Prefecturas al Sistema de Información Ambiental previsto por el Reglamento de Gestión Ambiental.	
Artículo 29°.- A fin de generar información y o efectuar estimaciones y evaluaciones respecto a las emisiones de las fuentes fijas, la SSMA utilizará tanto el Sistema Nacional de Información Ambiental como los datos técnicos contenidos en el Censo Industrial elaborado periódicamente por la Secretaría. Nacional de Industria.	No se realiza.
Artículo 30°.- Cuando la fuente fija se localice en zonas urbanas o suburbanas, colinde con áreas protegidas, o cuando pueda causar un impacto negativo en la calidad del aire por sus características de operación, por sus materias primas, por sus productos o subproductos, deberá llevar a cabo, por cuenta propia, un monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes bajo la supervisión de la SSMA o del Prefecto.	El tema del automonitoreo por motivos de costo es inviable porque son de bajos recursos o no lo hacen porque algunas son ilegales por tanto nadie les exige a realizar automonitoreo
Artículo 31°.- Los responsables de las fuentes fijas deben llevar un libro o cuaderno de registro de operación y de mantenimiento de sus equipos de proceso y de control; dicho libro o cuaderno de registro deberá ser aprobado por el Organismo Sectorial Competente y estar a disposición de la Autoridad Ambiental	De acuerdo a la inspección realizada no realizan dichas actividades, pero se aclara que realizan mantenimiento, pero no el registro.

Competente, y de la ciudadanía, con ajuste a lo establecido en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental.	
Artículo 32°.- En las zonas en las cuales se excedan los límites permisibles de Calidad del Aire establecidos en el Anexo 1 de este Reglamento, y/o en aquellas donde se superen las concentraciones tolerables de contaminantes específicos consignadas en el Anexo 2, las fuentes fijas deben elaborar un programa calendarizado de medidas para lograr niveles de emisión compatibles con los objetivos de calidad de aire.	No se realiza actualmente.
Artículo 35°.- La SNRNMA apoyará a la Secretaría Nacional de Agricultura en programas referentes a la reducción de la quema de bosques y matorrales.	Este artículo aplica por el PM10 por la humareda en el 2024 los cuales son rangos muy malos
Artículo 36°.- Queda prohibida la incineración y/o combustión a cielo abierto y sin equipo de control anticontaminación, de sustancias y/o materiales tales como llantas, aceites sucios y otros que especifique la SNRNMA, la cual establecerá también un listado de excepciones relacionadas con actividades familiares y/o recreativas.	Se evidenció que algunas carpinterías queman sus residuos principalmente aserrín, siendo que por normativa municipal también es prohibido quemar.
Artículo 37°.- Ningún propietario u operador podrá construir, edificar o usar cualquier artificio, dispositivo, equipo, sistema o proceso cuyo uso encubra una emisión que vulnere lo previsto en este Reglamento. Tal encubrimiento incluye, pero no se limita al uso de aire de difusión, sea este comprimido o no, al uso de oxígeno de una planta de oxígeno, entre otros.	Las industrias fueron implementadas donde los propietarios tenían posibilidades sin tomar en cuenta los parámetros de medio ambiente y seguridad ocupacional
Artículo 38°.- Toda persona natural o colectiva, pública o privada, que se considere afectada por emisiones provenientes de fuentes fijas, podrá presentar la denuncia respectiva ante la Autoridad Ambiental Competente según lo establecido por la Ley y el Reglamento de Gestión Ambiental.	Existe algunas quejas por parte de los vecinos tanto por ruido y PM10, las cuales en algunos casos reclaman ante la unidad de medio ambiente del municipio de Cobija el cual a veces son considerados y

	gestionan la mitigación de los impactos para la tranquilidad de los vecinos y en otros casos no realizan nada por la carencia de personal en la unidad de medio ambiente.
--	---

5.3.2. Análisis de la Ley general de higiene y seguridad ocupacional y bienestar

Tabla 17

Análisis de la Ley general de higiene y seguridad ocupacional y bienestar

• Facilidades para el aseo personal Art. 360° Todos los establecimientos dispondrán de instalaciones adecuadas para el aseo personal.	En la mitad de las industrias si cumplían, en todo el presente acápite el encargado de hacer cumplir es el Ministerio de Trabajo a través de las departamentales y caso no cumplan son derivados al juzgado de trabajo para la multa correspondiente.
Art. 361° Dichas instalaciones estarán: a) Separadas de los talleres; b) Convenientemente situadas para los trabajadores que hayan de utilizarlas; e) Conservadas en condiciones sanitarias; y d) Dotadas de agua corriente caliente y fría.	Se encontraban de manera mala a regular
Art. 362° En todo lugar de aseo de un centro de trabajo se debe dotar toallas individuales.	No existía
Art. 363° Se podrá instalar otros aparatos para secar las manos, si están aprobados por la autoridad competente.	No existía

Art. 364° Se dispondrá de jabón para el aseo personal de los trabajadores de acuerdo a las exigencias que se presenten.	En la mitad de las industrias si existía
Art. 365° Todos los establecimientos industriales dispondrán de instalaciones suficientes y apropiadas para guardar la ropa de los trabajadores, y situadas en locales separados de los talleres.	Existía de manera precaria o no existía
Art. 366° Se dispondrá de un vestuario separado para todos aquellos empleados cuyas ropas de trabajo estén expuestas a contaminación de sustancias venenosas, infecciosas o irritantes y también se dispondrá de guardarropía separadas para las ropas de trabajo y de calle.	No han implementado
Art. 367° Los vestuarios deben estar provistos de: a) Armarios individuales de 1,50 x 50 x 50 cm., como mínimo, con una división longitudinal, dotados de aberturas u otros elementos que faciliten su ventilación, contruidos preferentemente de metal y dotados de cerraduras; y b) Bancos y otros asientos adecuados.	No han implementado
Art. 368° Los vestuarios y armarios se conservarán limpios y se harán los arreglos convenientes para su desinfección, conforme a los requisitos establecidos por la autoridad competente de salubridad.	
• Ropas de trabajo Art. 371° Son ropas de trabajo las prendas de vestir que, además de cumplir con la función básica de toda vestimenta, son las más aptas para realizar determinados trabajos por razón de su resistencia o diseño. Ejemplo: overoles, pantalones reforzados, etc.	La mayoría no cumple trabajan de manera irregular con short, sin polera, descalzo, entre otros

• Normas para ropa de trabajo Art. 372° Las ropas de trabajo deben conformarse a normas respecto a diseño, talla, ajuste, mantenimiento, confección, resistencia del material, al uso, al fuego, a la degradación por el tiempo, con el objeto de que no se conviertan en riesgos inminentes de seguridad.	
• Equipo de protección personal (definición) Art. 374° Son todos los aditamentos o substitutos de la Ropa de Trabajo cuya función es estrictamente de protección a la persona contra uno o más riesgos de un trabajo específico, ejemplo, máscara, lentes, guantes, cascos protectores de oído, botas o zapatos de seguridad, etc.	
Art. 375° El suministro y uso de equipo de protección personal es obligatorio cuando se ha constatado la existencia de riesgos permanentes.	
Art. 376° El suministro y uso de equipo de protección personal debe regirse estrictamente a las normas nacionales y las reglamentaciones específicas, para asegurar que el equipo sea adecuado para proteger positivamente contra el riesgo específico para el que se lo usa.	
• Protección de la vista Art. 378° Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que puede poner en peligro sus ojos, dispondrán de protección apropiada para la vista.	Deberían usar por las partículas en suspensión pero solo una minoría ocupaba la protección de vista
• Protección del oído Art. 379° Los trabajadores expuestos a ruidos intensos y prolongados deben estar dotados de protectores auditivos adecuados.	Existían niveles fuertes de ruido pero en su mayoría no empleaban protectores auditivos

Art. 380° Si corrientemente se tienen que usar mandiles cerca de partes giratorias o de movimiento alternativo de máquinas, la falda del mandil debe estar separada del peto y ambos deben estar muy ligeramente ajustados al cuerpo, de manera que si el mandil es atrapado por una parte en movimiento pueda instantáneamente desprenderse.	En su mayoría no empleaban mandiles
Art. 381° Los mandiles para los trabajadores empleados cerca de llamas abiertas, fuego y objetos incandescentes o que manipulen metal fundido, serán confeccionados de material resistente al fuego y tendrán pecheras.	
• Protección para las extremidades superiores Art. 384° La protección de manos, antebrazos y brazos se hará por medio de guantes, mangas y mitones seleccionados para prevenir los riesgos existentes y para evitar la dificultad de movimientos al trabajador. Estos elementos de protección serán de goma o caucho, cloruro de polivinilo, cuero, amianto, plomo o malla metálica u otro material según las características o riesgos del trabajo a realizar.	En su mayoría no empleaban protección de extremidades superiores en algunos casos tiene pero por falta de costumbre y otros casos no tienen
Art. 385° No usarán guantes los trabajadores que operen taladros, prensas, punzonadores y otras máquinas en las cuales el guante pueda ser atrapado por partes en movimiento.	Dependiendo la situación, pero en su mayoría no utilizan guantes
• Protección para los miembros inferiores Art. 386° La protección de piernas, pies y muslos se hará por medio de calzados, botas, polainas, rodilleras, musleras seccionadas para prevenir los riesgos existentes y asegurar la facilidad de movimiento al trabajador. Los cuales se sujetarán a las siguientes especificaciones: a) Material de buena calidad y resistente a los riesgos a prevenir;	En su mayoría no utilizan puesto que utilizan short, chinela o descalzo.

b) Que puedan ser quitadas instantáneamente en caso de emergencia; y c) Inspeccionadas y mantenidas periódicamente.	
• Calzado Art. 387° Todo calzado de seguridad será obligatorio para las operaciones que impliquen riesgos de atrape o aplastamiento de los pies y dotados de punteras resistentes al impacto.	
• Protección del aparato respiratorio Art. 390° Los equipos protectores del aparato respiratorio tendrán las siguientes características: a) Serán de tipo apropiado al riesgo; b) Serán aprobados por la autoridad competente; c) Ajustarán lo mejor posible al contorno facial para reducir fugas; e) Se vigilará su conservación y funcionamiento con la necesaria frecuencia; f) Se limpiarán y desinfectarán después de su empleo; g) Llevarán claramente marcadas sus limitaciones de uso; h) Se almacenarán en compartimientos adecuados; i) Las partes en contacto con la piel deberán ser de material adecuado, para evitar la irritación de la piel.	De acuerdo a las inspecciones realizadas pocos usan protectores respiratorios en el mejor de los casos utilizan barbijos desechables
Art. 391° Los aparatos de protección respiratoria se usarán sólo en casos de emergencia o cuando la naturaleza del proceso no permita una alternativa de protección más cómoda para el trabajador.	

5.3.3. Medidas de mitigación sugeridas para las carpinterías en el municipio de Cobija

Una vez realizado el análisis de los niveles de contaminación atmosférica y de identificar la normativa nacional referente a las medidas de mitigación que deben adoptar las empresas se realizan las sugerencias que se ven necesarias de acuerdo a los riesgos que están expuestos los trabajadores y todo el personal de las carpinterías.

Las medidas de mitigación que pueden ser promovidas por el municipio y el ministerio de trabajo serían las siguientes:

Monitoreo y control: Implementar un sistema de monitoreo de las emisiones de PM10, con inspecciones periódicas tanto en empresas registradas como en aquellas sin registro (ilegales), para garantizar el cumplimiento de las normativas.

Sanciones y penalidades: Ejecutar sanciones para las empresas que no cumplan con las normativas ambientales y de seguridad ocupacional, incluyendo las que operan de manera ilegal.

Instalación de sistemas de extracción de polvo: Promover la instalación de sistemas de extracción de polvo eficientes en las carpinterías.

Infraestructura adecuada: Asegurar que las nuevas instalaciones y remodelaciones incluyan sistemas de canalización adecuados para controlar las emisiones de PM10.

Equipos de Protección Personal (EPP): Reforzar la obligatoriedad del uso de equipos de protección personal como: barbijos, gafas, guantes y ropa de protección, mediante capacitaciones y controles regulares.

Condiciones sanitarias: Mejorar las condiciones sanitarias en las instalaciones de las carpinterías, incluyendo la provisión adecuada de instalaciones sanitarias, como lavamanos, toallas y papel higiénico.

Planificación urbana: Desarrollar un plan de ordenamiento urbano que considere la reubicación de industrias contaminantes a áreas específicas, minimizando el impacto en las zonas residenciales.

Implementar estas medidas puede contribuir a una significativa mejora en la calidad del aire en las carpinterías de Cobija y proteger la salud y el bienestar de los trabajadores y la vecindad en general.

- **Instalación de sistemas de extracción de PM10**

De acuerdo a los niveles de contaminación atmosférica que se generan que, como se ha visto en algunas carpinterías alcanzan a 588 ug/m³, por tanto, de acuerdo al tamaño de la empresa y los volúmenes de procesamiento de madera se puede recomendar la instalación de extractores de PM10 (costo referencial de 3000bs), como se mencionó anteriormente en empresas que procesan mayor volumen de madera (referencial mayor a 50000 PT) y por tanto generan mayor cantidad de contaminación por desechos atmosféricos.

Los sistemas de extracción localizada captan los contaminantes en el lugar de origen, antes de pasar al ambiente de trabajo. Estos sistemas de extracción están constituidos, básicamente, por cubierta de polvo, conductos, motor y almacén.

- **Equipos de protección individual**

Se tiene que utilizar para la protección del personal trabajador y sólo se tiene que aplicar cuando todas las acciones anteriores hubiesen fracasado o sea imposible su aplicación.

La protección individual se tiene que considerar como una técnica complementaria de la protección colectiva, siempre que esta protección individual sea necesaria. Pero nunca la protección individual tiene que sustituir la protección colectiva.

Así pues, sólo se deben utilizar los equipos de protección personal (EPP) como última barrera que hay que interponer entre el riesgo y el personal trabajador o como complemento de las medidas de protección colectiva.

- **Uso de Barbijos**

Son los llamados equipos filtrantes, porque retienen los contaminantes y el aire con calidad respirable procedente de la atmósfera ambiental que rodea a la persona usuaria del equipo.

El material filtrante está constituido por un entramado de fibras plásticas que hacen que se retenga el contaminante.

El Respirador para Partículas 3M™ 9502+ N95 es un respirador desechable con pliegue plano vertical diseñado para ayudar a proporcionar una protección cómoda y confiable contra las partículas no aceitosas. El diseño ligero con pliegue plano vertical ayuda a ofrecer protección respiratoria confiable, conveniente y de calidad. 3M utiliza una variedad de tecnologías innovadoras y características que le ayudarán a satisfacer sus necesidades de protección respiratoria y confort. El respirador incorpora la tecnología patentada de 3M™ con avanzadas microfibras filtrantes cargadas electrostáticamente, diseñadas para facilitar la respiración. El forro interior suave y la banda tejida proporciona confort adicional mientras que el clip de nariz ajustable ofrece un sellado personalizado. (3M, 2024)

- **Gafas de Montura**

Para garantizar la seguridad del equipo que trabaja en las maquinarias se propone el uso de gafas de montura ya que las PM10 tienen un impacto sobre la salud visual de los trabajadores pudiendo ocasionar cataratas u otros tipos de enfermedades visuales, además de que son máquinas de alta revolución que pueden arrojar algún tipo de astilla peligrosa para la integridad física del personal de operación.

- **Ropa de protección**

Se sugiere de igual manera el uso de ropa de protección adecuada para la actividad realizada, como se ha mencionado anteriormente en las carpinterías se utilizan maquinarias de alta revolución y potencia que en cualquier momento pueden generar accidentes laborales y sus consecuencias sobre la integridad

física de los trabajadores por falta del uso de la indumentaria adecuada para prevenir o mitigar estos daños.

Además, los trabajadores deberán tener un ambiente para guardar sus equipos de protección individual y las instalaciones sanitarias para cambiarse y realizar el aseo personal antes y posterior a la jornada laboral.

Este apartado se recomienda de especial manera a los propietarios de los recintos de las carpinterías deben mitigar los efectos contaminantes sobre el medio ambiente y para prevenir otros tipos de riesgos laborales y de salud sobre el personal, debiendo hacerse exámenes de salud periódicos

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a la hipótesis alternativa (Ha) las carpinterías en la ciudad de Cobija emiten niveles de partículas menores a diez micras (PM10) que superan (las amoladoras) los límites establecidos por las normativas ambientales, lo que contribuye a un deterioro significativo de la calidad del aire y afecta la salud pública.

La presente investigación consiguió responder al objetivo de investigación general y objetivos específicos, a través de la metodología descrita y se llevaron a cabo todas las actividades de la investigación de tipo descriptiva.

6.1.1. Nivel de contaminación ambiental del aire (PM10) de las carpinterías

Los instrumentos de medición se utilizaron de acuerdo a las especificaciones técnicas de los equipos para la medición de PM10 y de acuerdo a la metodología descrita en los acápite anteriores, logrando evaluar los niveles de contaminación atmosféricas y posteriormente compararlos para su evaluación de impacto ambiental y elaboración de sugerencias de medidas de mitigación de impacto ambiental y de impacto sobre la salud de los trabajadores.

6.1.2. Comparar los niveles de contaminación atmosférica

Se concluye que los niveles de contaminación por partículas en suspensión en las carpinterías sobrepasan los niveles máximos permitidos por la normativa nacional RMCA cuando se utiliza la amoladora en los procesos productivos, siendo que el nivel máximo permitido de 150ug/m³/24horas

En el caso del uso de la sierra circular se ha podido evidenciar que el promedio no se sobrepasa el nivel máximo permitido de 150ug/m³/24horas. Sin embargo, no se descarta tomar medidas de prevención ya que los niveles suben considerablemente pudiendo ocasionar daños ambientales y sobre la salud a corto y largo plazo.

6.1.3. Proponer medidas de mitigación ambiental

Se pudo revisar el RMCA que los niveles máximos permitidos de PM10 en las fuentes fijas de emisión es decir en recintos de producción o ambientes donde se generen este tipo de desechos. También se pudo analizar la normativa referente a las medidas de prevención y mitigación de riesgos referentes a la calidad del aire y se verificó los puntos críticos para recomendar las medidas de mitigación.

Entre las principales medidas de mitigación se recomendó sobre la minimización de los riesgos para prevenir los efectos sobre los trabajadores de las carpinterías. Entre las cuales se recomienda la limpieza diaria, instalación de sistemas de extracción de aire, equipos de protección individual (uso de barbijos, gafas y ropa de protección) y otros que el propietario considere necesario para proteger la integridad física y la salud de los trabajadores que se encuentran más expuestos a los contaminantes

6.2. RECOMENDACIONES

6.2.1. Nivel de contaminación ambiental del aire (PM10) de las carpinterías

Se recomienda dar mayor importancia a los análisis de contaminación, porque se pudo evidenciar en este caso de las carpinterías que los trabajadores y/o propietarios que se encuentran expuestos a elevados niveles de residuos de partículas en suspensión sobre todo con la amoladora.

Sin embargo la investigación por sí sola no resuelve los problemas de la sociedad si no se realiza un proceso de socialización y concientización a los actores involucrados, en ese sentido se recomienda realizar más investigaciones que estudien los fenómenos ambientales que afectan diariamente a toda la población de la ciudad de Cobija no solo de PM10, sino también de otros tipos de moléculas que pueden ser muy nocivas para la salud y pueden estar no solo en el aire, también en los alimentos y en el medio ambiente, el cual no se tiene un registro de los niveles a los que estamos expuestos como habitantes de los centros poblados.

6.2.2. Comparar los niveles de contaminación atmosférica

Se recomienda socializar a los trabajadores, propietarios, administrativos y otros relacionados al sector de procesamiento de la madera sobre los niveles de desechos generados por partículas menores a 10 micras y los efectos que pueden tener sobre la salud de los trabajadores que están en exposición directa y sobre el colectivo de trabajadores de una empresa para que puedan adoptar las medidas de mitigación sugeridas y puedan adoptar las medidas necesarias para proteger su propia salud.

Se recomienda realizar mayores estudios sobre los niveles de PM10 sobre el medio ambiente y la salud en diferentes rubros de empresas para evitar la sobre exposición de parte de los trabajadores y vecinos de las industrias.

Se recomienda a los propietarios de todas las carpinterías evaluadas cumplir con las medidas de seguridad y mitigación propuestas en el presente manual y realizar programas de capacitación a sus operadores como también realizar como mínimo una vez por año las evaluaciones de PM10 de acuerdo a su capacidad económica.

Se recomienda hacer futuros estudios sobre PM10 por desechos de la industria de la madera realizando análisis comparativos tomando en cuentas más variables como ser el tipo de madera, la potencia de los equipos, y algunos factores ambientales como ser el viento, humedad, etc.

Al seguir estas recomendaciones, se espera reducir significativamente los niveles de contaminación por PM10 en las carpinterías de Cobija, mejorando así la salud y seguridad de los trabajadores y vecinos contribuyendo a un entorno laboral más limpio y seguro.

6.2.3. Proponer medidas de mitigación ambiental

Basado en los resultados obtenidos, es imperativo implementar medidas de mitigación para reducir la exposición a PM10. Estas medidas deben incluir el uso de equipos de protección personal para los trabajadores y la implementación de sistemas de extracción de polvo eficientes.

También es recomendable realizar monitoreos periódicos por parte del Gobierno Autónomo Municipal del Cobija y las propias empresas de los niveles de PM10 en las carpinterías para asegurar que se mantengan dentro de los límites permitidos y tomar acciones correctivas inmediatas si se detectan excedencias.

Se aclara que el presente estudio solo trabajó con las empresas legales registradas ante ABT, en lo cual existe otra cantidad de carpinterías sin registro denominadas ilegales las cuales están en peores condiciones ambientales, seguridad ocupacional y de aprovechamiento forestal de la madera. Por lo cual otros estudios podrían levantar los datos correspondientes.

Además, el municipio de Cobija tiene un inventario de las carpinterías que están legalmente establecidos a través de su licencia ambiental y licencia de funcionamiento y las demás funcionan de manera ilegal similar al registro de ABT.

6.2.3.1. Recomendaciones a la Unidad de Medio Ambiente dependiente del Gobierno Autónomo Municipal de Cobija

Es necesario llevar a cabo los seguimientos correspondientes debido que los niveles de PM10 superan los límites establecidos.

Las carpinterías que se instalaron en los espacios disponibles según las opciones del propietario, por lo tanto se debe realizar el ordenamiento urbano para la reubicación de las carpinterías.

Ante la ausencia de sistemas para la canalización de PM10 en las carpinterías, se recomienda apoyar y/o guiar en implementar sistemas de extracción localizada cerca de las fuentes de emisión, como máquinas de corte y lijadoras, para capturar el polvo en el punto de generación y métodos húmedos pueden minimizar la generación de polvo. También se debe establecer un programa de mantenimiento regular y una rutina de limpieza para prevenir la acumulación de polvo, así como capacitar al personal sobre las mejores prácticas para manejar el polvo y mejorar la salud ocupacional.

Se deben realizar evaluaciones y estimaciones necesarias sobre las emisiones de estas fuentes fijas.

El municipio debe realizar un inventario de emisiones para verificar que proporción es la contaminación de PM10 por parte de las carpinterías.

También se ha observado que algunas carpinterías queman sus residuos, especialmente aserrín, a pesar de que la normativa municipal prohíbe esta práctica, por lo que se recomienda capacitaciones.

6.2.3.2. Recomendaciones a la departamental del Ministerio de Trabajo.

Se recomienda implementar vestuarios para los trabajadores debido que eran inexistentes o estaban en condiciones precarias.

Las inspecciones deberán revisar la disponibilidad de EPP como: guantes, protectores respiratorios, protección ocular, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

3M. (5 de septiembre de 2024). 3M. https://www.3m.com.bo/3M/es_BO/p/d/v101222050/

Barradas Rebolledo, A. (2009). *Gestion integral de residuos solidos municipales*. Veracruz: Universidad Politécnica de Madrid.

Bascope, D. (Diciembre de 2001). *La Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Cochabamba (Red MoniCA)*. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892001000300008

Calvo. (2008). *Medida de inmisión de la contaminación atmosférica. Técnicas instrumentales*.

CARE Internacional-Avina. (2012). *“Fortalecimiento de capacidades de Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua y Saneamiento (OCSAS) en América Latina”*. Ecuador.

Carrales Campa, B., & Chairez Hernandez, I. (7 de Noviembre de 2019). METODOLOGÍAS PARA EL MUESTREO DE LA CALIDAD DEL AIRE. *Vidsupra visión científica*. <https://www.ciirdurango.ipn.mx/assets/files/ciirdurango/docs/VIDSUPRA/REVISTAS/VS-V11N1.pdf#page=11>

Carter, L. W. (2012). *Manual de evaluación de impacto ambiental*.

Chave, J. (2006). *MEDICIÓN DE DENSIDAD DE MADERA EN ÁRBOLES TROPICALES*. Francia: Lab. Evolution et Diversité Biologique.

Clean Air Institute. (2012). *La calidad del aire en América Latina: una visión panorámica*. E.E.U.U.

Corey, G. (2011). *Curso de auto instrucción. Evaluación del Riesgo Asociado a contaminantes del aire*. CEPIS.

Encimas Malagon, M. (2011). *Medio Ambiente y Contaminacion. Principios Basicos*. España.

EPA. (26 de Junio de 2023). *Agencia de Proteccion Estatal de los Estados Unidos*.
<https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>

GAMBOA PINILLA, L. L. (2015). *ANÁLISIS DE LOS CONCEPTOS AMBIENTE, EDUCACIÓN AMBIENTAL Y GESTIÓN AMBIENTAL DENTRO DE LA NORMA ISO 14001:2004*. . Bogota.

Gobierno Autónomo Municipal de Cochabamba. (31 de Mayo de 2022). *SUPERVISIÓN AMBIENTAL RELATIVA A LA GESTIÓN DE CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE COCHABAMBA*.
<http://snia.mmaya.gob.bo/web/modulos/PNGCA/publicaciones/items/15052023/Informe%20Anual%20Calidad%20de%20Aire%20-%20Gestion%202022.pdf>

Infomadera. (1 de Octubre de 2012). *infomadera*.
https://infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_2_Maderageneral.pdf

Instituto Nacional de Seguros. (2010). *Los Contaminantes Ambientales*. España: INS.

Ley del Medio Ambiente. (27 de Abril de 1992). LEY No. 1333 LEY DEL MEDIO AMBIENTE. Bolivia.

Ley Forestal N° 1700. (Junio de 1996). Ley Forestal. Bolivia.

Massolo, L. (2015). *Introducción a las herramientasde gestión ambiental*. Universidad de La Plata.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2012). *Programa Plurinacional de Gestion Integral de Residuos Solidos*. La Paz: MMAyA.

Ministerio del Ambiente. (2009). *Armonización de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire*. Peru.

- MMAyA. (2011). *Informe Nacional de la Calidad del Aire 2008-2009*. La Paz: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Municipio de Cochabamba. (2015). *Reglamento Municipal de Gestion Integral de Residuos Solidos del municipio de Cochabamba*. Cochabamba.
- MURIEL, R. (2006). *Gestion Ambiental Idea sostenible*. COLOMBIA.
- Nevers, N. d. (2000). *“Ingeniería de control de la contaminación de aire”*, Enero. Mexico: Edicion McGraw Hill.
- OMS. (2021). *Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire: partículas en suspensión (PM_{2.5} y PM₁₀), ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono*. Ginebra: Organizacion Mundial de La Salud.
- OMS. (19 de diciembre de 2022). *Contaminación del aire ambiente (exterior)*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- PCE Instruments. (6 de Octubre de 2017). Manual de instrucciones. Tobarra, España.
- Porto, J. P. (junio de 14 de 2021). *Medio ambiente - Qué es, elementos, definición y concepto*. Obtenido de <https://definicion.de/medio-ambiente/>
- Roa, N. Y. (2005). *Material particulado atmosférico y salud*. Bogota: Edicion Unidades.
- Romero Placeres, M. D. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista cubana de higiene y epidemiologia*, 44(2), 0-0.
- Saladie, M. (2019). *Trabajos con riesgo de inhalacion de contaminantes*. Barcelona: Direccion general de relaciones laborales.

- Santos, O. C. (2005). Contaminación atmosférica en el municipio Regla: Aplicación del índice de calidad del aire (ICA). *Revista Cubana de Meteorología*, 12.
- SNIA. (Febrero de 2024). *Sistema Nacional de Informacion Ambiental*.
<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap5.html>
- SNIA. (febrero de 2024). *Sistema Nacional de Informacion Ambiental*.
- Swisscontact. (2012). *Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo del Aire para ciudades de Bolivia*. Bolivia: Virgen Niña.
- Unidad de Medio Ambiente. (2024). *RED MONICA EN COBIJA*. Pando. Cobija: Municipio de Cobija.
- Valladolid, Ayuntamiento de. (15 de Febrero de 2024). *Ayuntamiento de Valladolid*.
<https://www.valladolid.es/es/rccava/contaminantes/material-particulado-pm10-pm2-5>
- Vargas, I. (2012). *Diseño, implementacion y monitoreo de redes de calidad del aire para ciudades de Bolivia*. La Paz: Proyecto Aire Limpio.
- Vasquez, R. (2016). *Diseño, Implementación y Operación de Redes de Monitoreo de Calidad del aire*. La Paz: Proyecto Aire Limpio - MMYA.
- VIDAL, A., & ASUAGA, C. (2021). GESTIÓN AMBIENTAL EN LAS ORGANIZACIONES: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 16.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AIRE: El aire es una mezcla gaseosa de suma importancia para la vida en la Tierra, ya que cumple funciones de protección de los rayos solares y de otros elementos foráneos como los meteoritos.

AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE: El Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente a nivel nacional, y la Prefectura a nivel departamental.

CALIDAD DEL AIRE: Concentraciones de contaminantes que permiten caracterizar el aire de una región con respecto a concentraciones de referencia, fijadas con el propósito de preservar la salud y bienestar de las personas.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA: Presencia en la atmósfera de uno o más contaminantes, de tal forma que se generen o puedan generar efectos nocivos para la vida humana, la flora o la fauna, o una degradación de la calidad del aire, del agua, del suelo, los inmuebles, el patrimonio cultural o los recursos naturales en general.

CONTAMINANTE ATMOSFÉRICO: Materia o energía en cualquiera de sus formas y/o estados físicos, que al interrelacionarse en o con la atmósfera, altere o modifique la composición o estado natural de ésta.

CONTROL: Aplicación de medidas o estrategias para la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera.

EMISIÓN: - Descarga directa o indirecta a la atmósfera de cualquier sustancia en cualquiera de sus estados físicos, o descarga de energía en cualquiera de sus formas.

EMISIONES FUGITIVAS: Toda emisión de contaminantes a la atmósfera que no sea descargada a través de ductos o chimeneas.

FUENTE: Toda actividad, proceso, operación o dispositivo móvil o estacionario que produzca o pueda producir emisiones contaminantes a la atmósfera.

FUENTE EXISTENTE: Aquélla que se encuentra instalada, o con autorización de instalación, a la fecha de entrada en vigencia del presente Reglamento.

FUENTE FIJA: Toda instalación o actividad establecida en un solo lugar o área, que desarrolle operaciones o procesos industriales, comerciales y/o de servicios que emitan o puedan emitir contaminantes a la atmósfera.

FUENTE MÓVIL: Vehículos automotores, vehículos ferroviarios motorizados, aviones, equipos y maquinarias no fijos con motores de combustión y similares, que en su operación emitan o puedan emitir contaminantes a la atmósfera.

INMISIÓN: Concentración de contaminantes en la atmósfera, medidos fuera de la fuente.

INVENTARIO DE EMISIONES: Informe cualitativo y cuantitativo de las emisiones de contaminantes atmosféricos generados por una o varias fuentes.

LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD DEL AIRE: Concentraciones de contaminantes atmosféricos durante un periodo de exposición establecido, por debajo de las cuales no se presentarán efectos negativos conocidos en la salud de las personas según los conocimientos y/o criterios científicos prevalecientes.

ANEXOS

ANEXO 1
CUESTIONARIOS A LAS CARPINTERIAS DE
MUESTREO

DATOS TECNICOS		
FECHA	5/6/2023	
MUESTREO-N°	1	
AREA M2 TOTAL	3500	
AREA M2 (TRABAJO)	300	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	8	
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR	3	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	1	
OTROS	1	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	2000	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	8:40	
RESULTADO ug/m3	19	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	71	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	33	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI	✓	
NO		EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		


 Ina Huanca Guzman
 RENCA: 192513
 SENSI/11 TOT/ALDIDENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	5/6/2023	
MUESTREO N°	2	
AREA M2 TOTAL	239	
AREA M2 (TRABAJO)	120	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	3	
NO CALIFICADA	3	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
AUSO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON	✓	
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	10000	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
AUSO		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	14:45	
RESULTADO ug/m3	20	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	44	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	35	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI	✓	
NO		EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		


 Ing. Tania Guzman
 CENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	6/6/23	
MUESTREO N°	3	
AREA M2 TOTAL	900	
AREA M2 (TRABAJO)	600	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	3	
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA	✓	
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS	✓	
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	3600	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	9:05	
RESULTADO ug/m3	26	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	59	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	39	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO, POR QUE MOTIVO NO USA? NO LE DOTAN
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

Ing. Mónica Guzmán
REG. 192513
CONSULTA AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	6/6/2023	
MUESTREO-N°	4	
AREA M2 TOTAL	300	
AREA M2 (TRABAJO)	96	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	1	
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARIILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	5720	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	11:13	
RESULTADO ug/m3	27	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	180	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	41	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA? INCOMODO
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

Ing. Jhony P. Pineda Guzman
 INEPA 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	9/6/23	
MUESTREO N°	5	
AREA M2 TOTAL	450	
AREA M2 (TRABAJO)	150	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA	3	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO		
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	3290	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	8:17	
RESULTADO ug/m3	32	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	358	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	35	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI	✓	
NO		EN CASO SEA NO, POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

Ing. Jhon Yancy Guzman
 RENC 00513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	9/6/23	
MUESTREO N°	6	
AREA M2 TOTAL	450	
AREA M2 (TRABAJO)	360	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA	4	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	13500	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
ALISO		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	10:42	
RESULTADO ug/m3	16	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	92	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	31	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA? NO LE DOTAN.
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

Ing. Jairo J. Agüero Guzmán
 RENC 192513
 COMISIÓN AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	9/6/23	
MUESTREO N°	7	
AREA M2 TOTAL	360	
AREA M2 (TRABAJO)	144	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	1	
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	10800	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	15:07	
RESULTADO ug/m3	28	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	174	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	26	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI	✓	
NO		EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

Ing. M. P. Guzman
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	10/6/23	
MUESTREO N°	8	
AREA M2 TOTAL	325	
AREA M2 (TRABAJO)	120	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
AUSO		
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	5000	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA		
RESULTADO ug/m3	14	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	39	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	18	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI	✓	
NO		EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

Ing. Juan Pablo Guzman
 INGENIERO 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	13/6/23	
MUESTREO N°	9	
AREA M2 TOTAL	825	
AREA M2 (TRABAJO)	250	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
AUSO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON	✓	
ITAUBA	✓	
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	3500	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
AUSO		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	9:17	
RESULTADO ug/m3	15	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	75	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	29	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA? NO TIENE COSTUMBRE
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

[Firma]
 Ing. Juan Pablo Placeres Garmen
 RENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	16/6/23	
MUESTREO N°	11	
AREA M2 TOTAL	450	
AREA M2 (TRABAJO)	180	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	5	
NO CALIFICADA	2	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON	✓	
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	2000	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
CEDRO		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	9:32	
RESULTADO ug/m3	15	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	91	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	32	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA? FALTA COSTUMBRE.
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO	✓	INCOMODO


 Ing. Juan Pablo Huanca Guzman
 RENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	19/6/23	
MUESTREO N°	12	
AREA M2 TOTAL	390	
AREA M2 (TRABAJO)	60	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	1	
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO		
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAIIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	13500	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	8:22	
RESULTADO ug/m3	9	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	231	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	19	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA? Incomodo
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

Ing. Jairo Guzmán Guzmán
C.R. 192515
CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	20/6/23	
MUESTREO N°	13	
AREA M2 TOTAL	900	
AREA M2 (TRABAJO)	450	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	5	
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON	✓	
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	21600	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	9:05	
RESULTADO ug/m3	21	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	47	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	29	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO, POR QUE MOTIVO NO USA? ASFIXIA
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

Ing. Jhon Pardo Valencia Guzman
R.M.A. 162513
CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	22/6/23	
MUESTREO N=	14	
AREA M2 TOTAL	360	
AREA M2 (TRABAJO)	150	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA	3	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	5400	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	8:18	
RESULTADO ug/m3	15	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	30	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	21	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA? INCOMODO
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO	✓	

ACOSTUMBRADO A TRABAJAR ASI

Ing. *[Firma]* Huanca Guzman
 INCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	22/6/23	
MUESTREO N°	15	
AREA M2 TOTAL	450	
AREA M2 (TRABAJO)	200	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO		
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	76200	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	14:21	
RESULTADO ug/m3	16	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	180	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	28	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA? INCÓMODO, NO DOTAN
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		


 Eng. Jhon Paulo Huadca Guzman
 RENCA: 192515
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	29/6/23	
MUESTREO N°	16	
AREA M2 TOTAL	450	
AREA M2 (TRABAJO)	170	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA	1	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO		
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	8100	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA		
RESULTADO ug/m3	12	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	99	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	26	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA? INCOMODO.
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO	✓	

NO ES OBLIGATORIO LA COSTUMBRE


 CENSA: 102513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS	
FECHA	04/07/2023
MUESTREO N°	17
AREA M2 TOTAL	450
AREA M2 (TRABAJO)	100
CANTIDAD DE PERSONAL	
CALIFICADA	2
NO CALIFICADA	
MAQUINAS	
CIRCULAR	1
TABLEADORA	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓
OTROS	✓
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA	
MARFIL	✓
ALISO	✓
ROBLE	✓
CEDRO	✓
AMARILLON	✓
ITAUBA	
TAJIBO	
ALMENDRILLO	
OTROS	
CANTIDAD DE MADERA	
ANUAL PT	27 000
MUESTRA	
MAQUINA FUNCIONANDO	
CIRCULAR	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓
OTROS	
TIPO DE MADERA	
marfil	
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)	
HORA	08:34
RESULTADO ug/m3	74
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)	
RESULTADO ug/m3	364
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)	
RESULTADO ug/m3	27
PERSONAL USA MASCARILLAS?	
SI	
NO	✓ EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO	Incomodo
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?	
SI	✓
NO	

Ing. Jh. Carlos Guzmán
 C.E.N.A. 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	13/07/23	
MUESTREO N=	25	
AREA M2 TOTAL	450	
AREA M2 (TRABAJO)	200	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	1	
NO CALIFICADA	1	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO		
ROBLE		
CEDRO	✓	
AMARILLON	✓	
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	5320	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
Marfil		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	08:30	
RESULTADO ug/m3	9	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	159	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	11	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO	No precisa, falta de Costumbre	
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO	✓	

Ing. *[Firma]* Denancia Guzman
 RENCÁ: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	12/07/23	
MUESTREO N=	24	
AREA M2 TOTAL	1400	
AREA M2 (TRABAJO)	420	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA	2	
MAQUINAS		
CIRCULAR	1	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE		
CEDRO		
AMARILLON	✓	
ITAUBA	✓	
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	40.000	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
ALISO		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	10:38	
RESULTADO ug/m3	7	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	162	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	22	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI	✓	
NO		EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO		


 Ing. Jh. Guzmán
 CENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS	
FECHA	11/07/23
MUESTREO N°	23
AREA M2 TOTAL	450
AREA M2 (TRABAJO)	375
CANTIDAD DE PERSONAL	
CALIFICADA	2
NO CALIFICADA	3
MAQUINAS	
CIRCULAR	✓
TABLEADORA	✓
AMOLADORA (LIJADORA)	✓
OTROS	✓
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA	
MARFIL	✓
AUSO	
ROBLE	
CEDRO	✓
AMARILLON	
ITAUBA	✓
TAJIBO	
ALMENDRILLO	
OTROS	
CANTIDAD DE MADERA	
ANUAL PT	12000
MUESTRA	
MAQUINA FUNCIONANDO	
CIRCULAR	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓
OTROS	
TIPO DE MADERA	
Cedro	
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)	
HORA	08:27
RESULTADO ug/m3	5
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)	
RESULTADO ug/m3	181
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)	
RESULTADO ug/m3	25
PERSONAL USA MASCARILLAS?	
SI	
NO	✓
EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?	
trucamento - no precisa	
OTRO	
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?	
SI	
NO	✓


 Ing. Juanca Guzman
 RENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS	
FECHA	08/07/23
MUESTREO N=	22
AREA M2 TOTAL	1500
AREA M2 (TRABAJO)	300
CANTIDAD DE PERSONAL	
CALIFICADA	1
NO CALIFICADA	1
MAQUINAS	
CIRCULAR	✓
TABLEADORA	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓
OTROS	/
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA	
MARFIL	✓
ALISO	/
ROBLE	
CEDRO	
AMARILLON	
ITAUBA	
TAJIBO	
ALMENDRILLO	
OTROS	
CANTIDAD DE MADERA	
ANUAL PT	40.000
MUESTRA	
MAQUINA FUNCIONANDO	
CIRCULAR	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓
OTROS	
TIPO DE MADERA	
Martil	
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)	
HORA	13:07
RESULTADO ug/m3	7
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)	
RESULTADO ug/m3	71
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)	
RESULTADO ug/m3	16
PERSONAL USA MASCARILLAS?	
SI	✓
NO	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO	
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?	
SI	
NO	


 Ing. Juan Carlos Guzman
 RENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	07/07/2023	
MUESTREO N=	21	
AREA M2 TOTAL	3000	
AREA M2 (TRABAJO)	1000	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	3	
NO CALIFICADA	3	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	6650	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
Cedro		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	10:07	
RESULTADO ug/m3	5	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	106	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	19	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI	✓	
NO	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?	
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

Ing. Jh. Guzmán Guzmán
 RENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS	
FECHA	06/07/2023
MUESTREO N=	20
AREA M2 TOTAL	3000
AREA M2 (TRABAJO)	600
CANTIDAD DE PERSONAL	
CALIFICADA	3
NO CALIFICADA	3
MAQUINAS	
CIRCULAR	✓
TABLEADORA	
AMOLADORA (LIADORA)	✓
OTROS	✓
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA	
MARFIL	✓
ALISO	✓
ROBLE	✓
CEDRO	✓
AMARILLON	
ITAUBA	
TAJIBO	✓
ALMENDRILLO	✓
OTROS	
CANTIDAD DE MADERA	
ANUAL PT	25000
MUESTRA	
MAQUINA FUNCIONANDO	
CIRCULAR	✓
AMOLADORA (LIADORA)	
OTROS	
TIPO DE MADERA	
Marfil	
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)	
HORA	11:30
RESULTADO ug/m3	12
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)	
RESULTADO ug/m3	53
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)	
RESULTADO ug/m3	28
PERSONAL USA MASCARILLAS?	
SI	
NO	✓
EN CASO SEA NO, POR QUE MOTIVO NO USA?	
OTRO	Costumbres
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?	
SI	✓
NO	

Ing. Jhon Carlos Guzmán
192513
CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	06/07/2023	
MUESTREO N=	19	
AREA M2 TOTAL	360	
AREA M2 (TRABAJO)	136	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA		
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO		
AMARILLON		
ITAUBA		
TAIIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	4200	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	1	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
Marfil		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	09:17	
RESULTADO ug/m3	14	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	196	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	22	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	
OTRO	Encomodo	
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		

Ing. Hugo Guzmán
 C.E.P.A. 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS	
FECHA	04/07/2023
MUESTREO N=	18
AREA M2 TOTAL	2060
AREA M2 (TRABAJO)	300
CANTIDAD DE PERSONAL	
CALIFICADA	3
NO CALIFICADA	
MAQUINAS	
CIRCULAR	1
TABLEADORA	
AMOLADORA (LIJADORA)	1
OTROS	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA	
MARFIL	✓
ALISO	✓
ROBLE	✓
CEDRO	✓
AMARILLON	✓
ITAUBA	
TAJIBO	
ALMENDRILLO	
OTROS	
CANTIDAD DE MADERA	
ANUAL PT	4050
MUESTRA	
MAQUINA FUNCIONANDO	
CIRCULAR	✓
AMOLADORA (LIJADORA)	
OTROS	
TIPO DE MADERA	
Marfil	
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)	
HORA	15:08
RESULTADO ug/m3	9
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)	
RESULTADO ug/m3	21
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)	
RESULTADO ug/m3	11
PERSONAL USA MASCARILLAS?	
SI	✓
NO	EN CASO SEA NO, POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO	
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?	
SI	✓
NO	

Ing. John Pineda Guzman
 B. 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	15/07/23	
MUESTREO-N=	26	
AREA M2 TOTAL	450	
AREA M2 (TRABAJO)	96	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA	1	
MAQUINAS		
CIRCULAR	1	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO		
ROBLE		
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	13300	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
Marfil		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	10:42	
RESULTADO ug/m3	7	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	337	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	3	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI	✓	
NO		EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO		


 Ing. Juan Guzman
 RENCH: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	18/07/23	
MUESTREO N°	27	
AREA M2 TOTAL	450	
AREA M2 (TRABAJO)	80	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	1	
NO CALIFICADA	1	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL		
ALISO	✓	
ROBLE		
CEDRO		
AMARILLON		
ITAUBA	✓	
TAJIBO		
ALMENDRILLO	✓	
OTROS	✓	
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	9000	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
Aliso		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	14:30	
RESULTADO ug/m3	6	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	92	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	31	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO, POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO	No precisa - trabajo al aire libre	
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO	✓	


 Juan Pablo Huancá Guzman
 RENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TÉCNICOS		
FECHA	20/7/23	
MUESTREO N=	25	
AREA M2 TOTAL	450	
AREA M2 (TRABAJO)	450	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	3	
NO CALIFICADA	2	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO		
ROBLE		
CEDRO		
AMARILLON	✓	
ITAUBA	✓	
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	9600	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	9:37	
RESULTADO ug/m3	4	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	126	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	11	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA? ASFIXIA, INCOMODO
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO	✓	

Ing. *[Firma]* Guzman
 ZRENCIA 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	22/7/23	
MUESTREO N°	29	
AREA M2 TOTAL	1200	
AREA M2 (TRABAJO)	108	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA	1	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE		
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	7980	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)		
OTROS		
TIPO DE MADERA		
ALISO		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	19:39	
RESULTADO ug/m3	7	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	113	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	12	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA? INCORRECTA ASFIXIA
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO	✓	


 Micaela Guzman
 RENC 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	25/7/23	
MUESTREO N°	30	
AREA M2 TOTAL	430	
AREA M2 (TRABAJO)	430	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA	1	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA	✓	
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON	✓	
ITAUBA	✓	
TAJIBO		
ALMENDRILLO	✓	
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	13300	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
ALISO		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	10:19	
RESULTADO ug/m3	5	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	109	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	10	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO, POR QUE MOTIVO NO USA? Falta costumbre
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO	✓	

Ing. *[Firma]* *[Firma]*
 RENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	28/7/23	
MUESTREO N=	31	
AREA M2 TOTAL	450	
AREA M2 (TRABAJO)	300	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	3	
NO CALIFICADA	2	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
ALISO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	10640	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	11:22	
RESULTADO ug/m3	6	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	388	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	15	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI	✓	
NO		EN CASO SEA NO. POR QUE MOTIVO NO USA?
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI	✓	
NO		


 Ing. Yohel D. Pineda Guzman
 RENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

DATOS TECNICOS		
FECHA	29/7/23	
MUESTREO N=	32	
AREA M2 TOTAL	250	
AREA M2 (TRABAJO)	84	
CANTIDAD DE PERSONAL		
CALIFICADA	2	
NO CALIFICADA	1	
MAQUINAS		
CIRCULAR	✓	
TABLEADORA		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS	✓	
TIPO DE MADERA QUE TRABAJA		
MARFIL	✓	
AUSO	✓	
ROBLE	✓	
CEDRO	✓	
AMARILLON		
ITAUBA		
TAJIBO		
ALMENDRILLO		
OTROS		
CANTIDAD DE MADERA		
ANUAL PT	2344	
MUESTRA		
MAQUINA FUNCIONANDO		
CIRCULAR		
AMOLADORA (LIJADORA)	✓	
OTROS		
TIPO DE MADERA		
MARFIL		
ANTES DE QUE LAS MAQUINAS FUNCIONEN (TESTIGO)		
HORA	16:08	
RESULTADO ug/m3	8	
DURANTE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 10 MIN DE TRABAJO)		
RESULTADO ug/m3	252	
POST FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS (POSTERIOR A 30 MIN QUE APAGUEN LAS MAQUINAS)		
RESULTADO ug/m3	10	
PERSONAL USA MASCARILLAS?		
SI		
NO	✓	EN CASO SEA NO, POR QUE MOTIVO NO USA? ASPIRA, FACTO COSTUMBRE
OTRO		
SI LE DOTARIAN EPP USARIA?		
SI		
NO	✓	

Ing. Juan Pablo Alvarado Guzman
 RENCA: 192513
 CONSULTOR AMBIENTAL

ANEXOS 2
CERTIFICADO DE CALIBRACION GESTIÓN 2023


LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Calle Ayllon N° 573, Edificio F. / NIT: 360646023

Consulta telefónica: +591 72479005

email: info@metrolab.com.bo / www.metrolab.com.bo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CAL-L-015-2/23

Fecha de emisión: 2023-01-25

 1. **SOLICITANTE** : JHON PAOLO HUANCA CHOQUE CONDE

Dirección : COBISA

Departamento : PANDO

 2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MONITOR DE PARTICULAS

Marca : PCE

Modelo : PCE-MPC 10

N° de serie : 200514334

Muestra concentración : 0 a 2000 ug/m3

Tamaño : PM 2,5 - PM 10

Tipo de indicación : Indicación Digital

Código de identificación : No Indica

 3. **FECHA DE LA CALIBRACIÓN** : 2023/01/20

 4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN** : Laboratorio METROLAB S.R.L.

 5. **PROCEDIMIENTO EMPLEADO:**

El presente instrumento ha sido calibrado de acuerdo con el PFC-01 "procedimiento de calibración de monitores de partículas PM"

 6. **TRAZABILIDAD:**

Las mediciones realizadas son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI), adicionalmente fueron utilizados instrumentos para medición de las magnitudes cuya trazabilidad al SI es garantizada a través de calibraciones realizadas de acuerdo con el programa de aseguramiento metrológico del laboratorio.

 7. **RESULTADOS:**

Los ensayos realizados se encuentra en la página 2 del presente documento.

 8. **OBSERVACIONES:**

- * Con fines de identificación, se ha colocado una etiqueta con la indicación "CALIBRADO"
- * Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a las unidades nacionales e internacionales, los cuales representan a las unidades físicas de medida en conformidad con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
- * Los resultados del Certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, no deben usarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- * No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados.
- * METROLAB S.R.L. no se responsabiliza por los errores que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Ing. Edwin Alcides Choque Conde

DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

NOTA: EL PRESENTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SE EMPLAZA A LOS CERTIFICADOS DE VERIFICACIÓN O CERTIFICADOS DE CONFORMIDAD SOLICITADOS POR AUTORIDADES FISCALIZADORAS Y REGULADORAS DE INSTRUMENTOS REGLAMENTADOS.

Sección de Agendas 1295, Cel.: (+591) 72479005 - El Alto, La Paz - Bolivia

Email: info@metrolab.com.bo - www.metrolab.com.bo



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Calle Ayllón N° 573 Edificio / Argen / N° 150646023

Consultas telefónicas: (+591) 72479005

email: info@metrolab.com.bo www.metrolab.com.bo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CAL-L-019-2023

Página: 2 de 2

9. CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN:

Temperatura Promedio: 18,6 °C ± 0,5 °C
 Humedad Relativa Promedio: 52,0 %HR ± 4,7 %HR

10. PATRÓN(ES) DE CALIBRACIÓN:

CÓDIGO	INSTRUMENTO	N° CERTIFICADO DE TRAZABILIDAD
FL-01	Calibrador de Flujo Primario, TSI-4146	001-5796/2022/IBMETRO
BAL-01	BALANZA ANALÍTICA/ METTLER/AX 205	CAL-01-2022/IBMETRO
TH-02	Termohigrómetro, Extech/50700(Modo Temperatura)	CCT-01-2022/IBMETRO
TH-02	Termohigrómetro, Extech/50700 (Modo Humedad)	P-CO-01-2022/IBMETRO
TH-02	Barómetro, Extech/50700 (Modo Presión)	LP-CO-01-2021/IBMETRO

11. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

TEST DE PARTICULAS (PM 2,5)

N	LECTURA DEL EQUIPO "DUT" ug/m3	NIVEL DE REFERENCIA ug/m3	ERROR ug/m3	TOLERANCIA ug/m3
1	0	0,0	0	0,01
2	21	20,7	0,3	1,06

TEST DE PARTICULAS (PM 10)

N	LECTURA DEL EQUIPO "DUT" ug/m3	NIVEL DE REFERENCIA ug/m3	ERROR ug/m3	TOLERANCIA ug/m3
1	0	0,0	0	0,01
2	64	63,5	0,5	3,21



DUT: Instrumento bajo calibración

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 3 mediciones.

El valor convencionalmente verdadero (VCV) resulta de la ecuación:

$$VCV = \text{Lectura del instrumento} - \text{Error}$$

12. INCERTIDUMBRE:

La incertidumbre expandida de medida se obtiene multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se determina conforme al documento EA-4/02. Se incluye los aportes del método y el comportamiento del instrumento en el momento de la calibración. No incluye términos que evalúen el comportamiento a largo plazo del mismo.

13. RECOMENDACIONES:

* Se recomienda la calibración no mayor a 1 año de acuerdo a los reglamentos vigentes.

* No resulta aconsejable realizar la corrección de calibración por la aplicación de este equipo, lo recomendable es utilizar la incertidumbre Maximizada, que cubriera la máxima corrección encontrada en la calibración, en valor absoluto:

$$U = U_{\text{máx}} + I_{\text{C máx}}$$

Fin del certificado

Calle San Agustín N° 1235 Cel.: (+591) 72479005 - El Alto, La Paz - Bolivia

Email: info@metrolab.com.bo - www.metrolab.com.bo

ANEXOS 3.
CERTIFICADO RENCA 2023



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE Y AGUA

La Paz, 10 de noviembre de 2021

MMaYA-VMABCCGDF-DGMACC-RENCA N° 192513/2021

A quien corresponda:



El Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Gestión y Desarrollo Forestal y la Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos dependientes del Ministerio de Medio Ambiente y Agua:

CERTIFICAN

A: JHON FACUNDO HUANCABUZMAN

Con C.I. 4201987-PD, de profesión Ingeniero Agrónomo, se encuentra en el Registro Nacional de Consultoría Ambiental (RENCA) con el N° 192513, Categoría Consultor Ambiental para la elaboración de Instrumentos de Regulación de Alcance Particular (IRAP's) de Actividades, Obras y Proyectos (AOP's) en el territorio nacional, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento RENCA, aprobado mediante la Resolución Administrativa VMABCCGDF N° 10/2019 de fecha 4 de abril de 2019.

Asimismo y de forma excepcional, podrá conformar y participar de equipos multidisciplinarios de empresas consultoras, asociaciones accidentales o cuentas de participación a fin de elaborar los IRAP's de acuerdo a lo establecido en el Reglamento RENCA.

Es cuanto certificamos para los fines consiguientes.



Datos del Certificado:
Elaborado por: E.R.
Trámite: Renovación
Fecha de emisión: 10/11/2021
Válido hasta: 10/11/2023
Código Certificado: 19632021

Para verificar la autenticidad del Certificado, escanee el código QR adjunto.

2021 - Año de la Recuperación del Derecho a la Educación

- Calle Potosí esq. Avenida No. 438, edificio Casa Grande del Pueblo, Piso 18
- Av. 14 de Septiembre No. 5397, esq. Calle 8 Obreros
- Teléfono: 591-224519966, 2118582
- www.mma.gov.bo