

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA CALERA “J&S HERMANOS” EN LA CALIDAD DEL AIRE Y LA SALUD DE LAS PERSONAS EN EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA

Para optar el Grado Académico de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

GIOVANNA MADELEYNE MARTÍNEZ MOLINA

Asesor:

M.CS. DAVID LARA ASCORBE

CAJAMARCA, PERÚ

2018

COPYRIGHT©. 2018 by
GIOVANNA MADELEYNE MARTÍNEZ MOLINA
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIAS MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS APROBADA:

IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA CALERA “J&S HERMANOS” EN LA CALIDAD DEL AIRE Y LA SALUD DE LAS PERSONAS EN EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

GIOVANNA MADELEYNE MARTINEZ MOLINA

Comité Científico

M.Cs. David Lara Ascorbe
Asesor

Dra. Consuelo Alvarado Plasencia
Miembro de Comité Científico

Dr. Marcial Mendo Velásquez
Miembro de Comité Científico

Dr. Nilton Deza Arroyo
Miembro de Comité Científico

CAJAMARCA, PERÚ

2018



Universidad Nacional de Cajamarca

Escuela de Posgrado

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

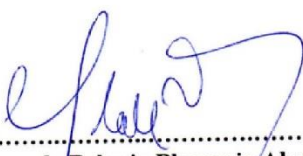
Siendo las 4:00 de la tarde del día 21 de noviembre de Dos Mil Dieciocho, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. MARCIAL IDELSO MENDO VELÁSQUEZ**, y como integrantes del Jurado Titular, **Dra. CONSUELO BELANIA PLASENCIA ALVARADO**, **Dr. NILTON EDUARDO DEZA ARROYO**; en calidad de Asesor el **M.Cs. DAVID MILTON LARA ASCORBE**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA CALERA “J&S HERMANOS” EN LA CALIDAD DEL AIRE Y LA SALUD DE LAS PERSONAS EN EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA”**, presentada por la **Bach. en Ciencias de Ingeniería Química GIOVANNA MADELEYNE MARTÍNEZ MOLINA**, con la finalidad de optar el Grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

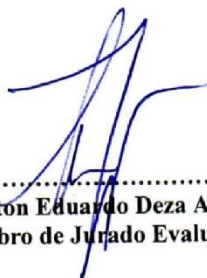
Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de DIECISIETE (17) la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bach. en Ciencias de Ingeniería Química GIOVANNA MADELEYNE MARTÍNEZ MOLINA**, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las 17:20 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Marcial Idelso Mendo Velásquez
Miembro de Jurado Evaluador


.....
M.Cs. David Milton Lara Ascorbe
Asesor


.....
Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado
Miembro de Jurado Evaluador


.....
Dr. Nilton Eduardo Deza Arroyo
Miembro de Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A mis hijas Daniela y Vania y a mi esposo por
ser mi motor de inspiración y soporte emocional
en cada uno de mis pasos,
gracias infinitas por ser parte de mi vida.

A mis padres por haberme enseñado lo más
Importante en la vida, la perseverancia
y constancia, son ejemplo de valores
que siempre me guían.

INDICE

RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I.....	12
INTRODUCCIÓN	12
1.1 Planteamiento del Problema.....	13
1.1.1 Contextualización:.....	13
1.1.2. Descripción del Problema	13
1.1.3 Formulación del problema.....	15
1.2. Justificación e importancia.....	15
1.3. Delimitación de la investigación	15
1.4. Limitaciones.....	16
1.5. Objetivos	17
1.5.1 Objetivo general	17
1.5.2 Objetivos específicos	17
1.6. Planteamiento de la Hipótesis.....	17
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes sobre Impacto Ambiental de las Caleras	18
2.2. La Minería No Metálica en el Perú	21
2.3. Producción de la Minería No Metálica en el Perú.	23
2.4. Marco Legal de la Minería No Metálica en el Perú	25
2.5. La Roca Caliza	27
2.5.1. Composición Química	28
2.5.2. Características Físicas.....	29
2.6. Principales derivados de la Caliza.....	30
2.7. Proceso de Producción de Cal	32
2.7.1. Etapas de Producción de la Cal.....	32
2.8. Impacto Ambiental.....	35
2.8.1. Definición del Impacto Ambiental.....	35
2.8.2. Impacto ambiental de explotación de minerales no metálicos	36
2.8.3. Medios Impactados:	37
2.8.4. Tipos de Impactos:	39

2.8.5.	Matriz de Leopold	40
2.8.6.	Partículas (PM)	43
2.8.7.	Efectos de la contaminación con partículas sólidas	44
2.8.7.1.	Polvo	44
2.8.7.2.	Efectos en la salud	45
2.9.	Definición de términos básicos	47
CAPÍTULO III		49
MATERIALES Y MÉTODOS		49
3.1.	Ubicación Geográfica de la Calera en Estudio	49
3.2	Equipos, materiales, insumos, etc.	49
3.2.1	Equipos	49
3.2.2.	Materiales.....	50
3.3.	Diseño de la Investigación	50
3.3.1.	Condiciones ambientales del entorno de la calera:	50
3.3.2.	Monitoreo de Partículas Sólidos, caracterización PM ₁₀ y PM _{2,5}	53
3.3.3.	Magnitud del impacto en la salud de las personas	57
3.4.	Métodos de la Investigación	57
3.5.	Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación	58
3.5.1.	Población.....	58
3.5.2	Muestra	59
3.5.3.	Unidad de Análisis	59
3.6.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	60
CAPÍTULO IV		61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		61
4.1	Caracterización de las condiciones ambientales del entorno de la Calera	61
4.1.1	Medio Físico	61
4.1.2	Medio Biótico	63
4.1.3	Medio socio Económico	64
4.2	Caracterización de las emanaciones de partículas de polvo PM₁₀ y PM_{2,5} que produce la actividad de la calera	67
4.3.	Magnitud del impacto sobre la salud de las personas	71
4.3.1.	Identificación y evaluación de impactos.....	71
CAPÍTULO V		87
CONCLUSIONES		87
CAPÍTULO VI		88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		88

CAPÍTULO VII	93
ANEXOS	93
GALERÍA FOTOGRÁFICA	107

Lista de Ilustraciones

Figuras

Fig. 1. Principales empresas explotadoras de minerales no metálicos	24
Fig. 2. Presentación de la roca caliza en la naturaleza (Gomez, E 2005).....	28
Fig. 3. Impacto ambiental y social (Häberer, 2000).	36
Fig. 4. Imagen satelital del área de influencia con la ubicación de los 5 puntos de monitoreo (círculos verdes) respecto al punto de Origen “Calera” (Cuadro rojo)	54
Fig. 5. Modelo y dimensiones de la placa receptora de CSS. (Roncal,2008)	55
Fig. 6. Porcentaje de los habitantes del Caserío La Victoria del Centro Poblado de Otuzco del Distrito de Baños del Inca que cuentan con agua potable.....	66
Fig. 7. Porcentaje según tipo de servicios higiénicos utilizados por los habitantes del Caserío La Victoria del Centro Poblado de Otuzco del Distrito de Baños del Inca.	66
Fig. 8. Porcentaje de los habitantes del Caserío La Victoria del Centro Poblado de Otuzco del Distrito de Baños del Inca que cuentan con el servicio de energía eléctrica.....	67
Fig. 9. Promedio del monitoreo comprendido en el periodo de junio a julio del 2016, de las Partículas Sólidas Sedimentables (PSS).	68
Fig. 10. Porcentaje de puntos de monitoreo de Partículas Sólidas Sedimentables (PSS), que se encuentran dentro y fuera del Límite Máximo Permisible de los puntos monitoreados durante junio y julio 2016, en el caserío La Victoria.	69
Fig. 11. Porcentaje de Tamaño de Partícula observado en un cuadrante de 1cm ² y en 100cm ² encontrados en los puntos monitoreados durante junio y julio 2016, en el caserío La Victoria.	69
Fig. 12. Producción de cal durante el año 2011 al 2015, de la calera en el caserío La Victoria.	80
Fig. 13. Relación entre la producción de la calera “J & S Hermanos” y los casos de personas con IRAS reportados, en Baños del Inca.	82
Fig. 14. Casos reportados de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) presentes en los niños durante el año 2011 al 2015.	83
Fig. 15. Casos reportados de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) presentes en los adolescentes durante los años 2011 al 2015	84
Fig. 16. Casos reportados de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) presentes en los adultos durante el 2011 al 2015.....	84
Fig. 17.Principales afecciones y casos reportados de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) presentes en el adulto mayor atendidos en el puesto de salud del centro poblado de Otuzco, Baños del Inca, durante el 2011 al 2015.	85
Fig. 18. Principales causas de mortalidad en el adulto mayor durante el 2011 al 2015.	86
Fig. 19. Zona alta del Caserío la Victoria.....	108
Fig. 20. Recurso hídrico del caserío la Victoria (río Chonta)	108
Fig. 21. Recurso hídrico del caserío la Victoria de otuzco (Santa Rita)	108
Fig. 22. Capuli (<i>Eugenia uniflora</i>).....	109
Fig. 23. Eucalipto (<i>Eucalyptus globosus Labill</i>)	109
Fig. 24. Ciprés (<i>Cupressus sempervirens</i>)	110
Fig. 25. (a,b) Especies arbustivas	110
Fig. 26. Alfalfa (<i>Medicago Sativa</i>).....	110

Fig. 27. Grandes extensiones de pastizales.....	111
Fig. 28. (a)Porcino (<i>Sus scrofa</i>). (b)Ganado vacuno (<i>Bos taurus</i>). (c)Equinos (<i>Equus caballus</i>).....	111
Fig. 29. Vista Panorámica del caserío la victoria de Otuzco	112
Fig. 30. (a)(b). Viviendas del Caserío La victoria de Otuzco, construidas de adobe	112
Fig. 31. Viviendas construidas con material noble.....	112
Fig. 32 Calera ubicada en el caserío La Victoria Centro Poblado de Otuzco	113
Fig. 33. (a)(b). Vista del impacto por polvo de la cal en pinos..	113
Fig. 34. Vista del impacto por polvo de la cal en pinos.....	114
Fig. 35. Entrevista a las familias de la área de la influencia	114
Fig. 36. Instalación de placas receptoras	114
Fig. 37. (a)(b)(c) Vista microscópica de partículas de polvo obtenidas en el estudio)5.....	115

Tablas

Tabla 1. Estándares de Calidad Ambiental para Aire	27
Tabla 2. Composición química de la caliza	29
Tabla 3: Valoración para la magnitud e importancia del impacto	42
Tabla 4: Valoración para las características de la evaluación del impacto	43
Tabla 5. Puntos de monitoreo de Partículas Sólidas Sedimentables	55
Tabla 6: Tipificación de la investigación según distintos criterios	58
Tabla 7: Valores Registrados en la Estación meteorológica SENAMHI.....	61
Tabla 8: Frecuencia y porcentaje de las actividades realizadas por los habitantes del Caserío La Victoria del Centro Poblado de Otuzco del Distrito de Baños del Inca.	64
Tabla 9. Frecuencia y porcentaje del grado de instrucción por los habitantes del Caserío La Victoria del Centro Poblado de Otuzco del Distrito de Baños del Inca.	65
Tabla 10: Promedios de los pesos de las partículas sólidas sedimentables obtenido del análisis gravimétrico	68
Tabla 11: Magnitud e importancia del impacto generado en la alteración de los niveles de ruido y la calidad de aire por la actividad de la calera.	74
Tabla 12: Magnitud e importancia del impacto generado en la calidad del aire por la actividad de la calera, durante junio y julio del 2016, en el caserío La Victoria.	78
Tabla 13: Magnitud e importancia del impacto generado en el aspecto económico: por la actividad de la calera, durante junio y julio del 2016, en el caserío La Victoria.....	79
Tabla 14: Casos reportados de infecciones respiratorias agudas de los centros de salud de Jesús y el puesto de salud del centro Poblado de Otuzco, durante el 2011 al 2015.	82

RESUMEN

La presente investigación constituye un estudio de caso, cuyo objetivo es estimar el impacto ambiental causado por la producción de la Calera “J & S Hermanos” sobre la calidad del aire y la salud de las personas, al generar emanaciones de partículas de polvo, en el caserío la Victoria, del Centro Poblado de Otuzco, distrito de Baños del Inca, Cajamarca. Se evaluó las características físicas y demográficas del entorno de la calera, el polvo fue caracterizado por gravimetría a través de muestras de partículas sólidas concentrado en placas receptoras que fueron ubicados en distintos puntos; asimismo se determinó la magnitud e importancia del impacto ambiental sobre la calidad del aire mediante la matriz de Leopold. Los resultados mostraron que el 53% de muestras tomadas superan los límites máximos permisibles ($5t/km^2/mes$) establecidos por la OMS, asimismo las partículas de polvo $PM_{2,5}$ y PM_{10} son las que presentan la concentración más alta con un 36% y 45% respectivamente, siendo estas las partículas más peligrosas ya que causan afecciones respiratorias en la salud de las personas. Así mismo la población no percibe como fuente contaminante la actividad de la calera y su relación con las enfermedades respiratorias agudas (IRAS). Además el análisis del coeficiente de correlación Spearman muestra una correlación altamente significativa entre la producción de cal y el aumento de casos reportados de IRAS, lo que permitiría suponer que la actividad productiva de cal afecta en la salud de las personas que viven en la zona de influencia.

Palabras clave: Minería no metálica, caliza, impacto ambiental

ABSTRACT

The present research constitutes a case study, whose objective is to estimate the probable environmental risk caused by the production of the Calera "J & S Hermanos" on the air quality and the health of the people, generating dust particles, in La Victoria, from the Otuzco Village Center, district of Baños del Inca, Cajamarca. The physical and demographic characteristics of the environment of the calera were evaluated, the dust was characterized by gravimetry through concentrated air samples and receiver plates that were located in different points; The magnitude and importance of the environmental impact on air quality was also determined through the Leopold matrix. The results showed that 53% of samples taken exceed the LMP (5t / km² / month) established by WHO, also dust particles PM_{2.5} and PM₁₀ are those that present the highest concentration with 36% and 45% respectively, these being the most dangerous particles since they cause respiratory affections in the health of people. Likewise, the population does not perceive the activity of the calera and its relationship with acute respiratory diseases (IRAS) as a contaminating source. In addition, the analysis of the Spearman correlation coefficient shows a highly significant correlation between the production of lime and the increase in reported cases of IRAS, which would allow to assume that the lime productive activity affects the health of people living in the area of influence of the productive activity of lime.

Keywords: Non-metallic mining, limestone, environmental impact

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Caserío la Victoria, se encuentra ubicado en el Centro Poblado Menor de Otuzco, en el distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca. Su ubicación es accesible a la ciudad de Cajamarca. El acceso al Caserío la Victoria puede realizarse a través de la carretera Otuzco, encontrándose vías afirmadas que unen directamente a Baños del Inca.

Por las características geográficas de la zona que presenta roca calcárea, se ubican aproximadamente en el distrito de Baños del Inca hasta, 5 caleras que se vienen explotando. El principal componente de la calera son los depósitos de roca calcárea que se explota, por lo que la calera estudiada desarrolla el beneficio del mineral mediante métodos de procesamiento convencional de cuarteado, quemado y molienda en hornos con una capacidad nominal de 25 toneladas por día/horno (t/d/h), contando esta calera con dos hornos, lo que permite procesar el contenido mineral de 50 toneladas/día de óxido de calcio (cal) que es transportado hacia la ciudad de Cajamarca para su comercialización.

El hombre en el afán de satisfacer necesidades básicas individuales y colectivas, ha venido utilizando los recursos naturales como fuente de materias primas y a su vez ha adquirido hábitos de consumo inapropiados causantes de los graves problemas de contaminación por las emanaciones de partículas, sin importar el daño que puedan estar causando indirectamente a las personas que viven en las zonas aledañas a las caleras.

El presente trabajo, busca determinar la magnitud del impacto causado por las partículas de polvo que produce la calera y su efecto sobre la salud de las que habitan en el entorno de esta actividad.

1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1 Contextualización:

La expansión que durante los últimos años registra en el mundo la explotación de minerales no-metálicos, es un hecho que marca una tendencia económica de evidente importancia, fundamentalmente en las cercanías a zonas urbanas (MEM, 2005).

La roca caliza es una roca sedimentaria compuesta principalmente por carbonatos de calcio, carbonatos de magnesio e impurezas. El carbonato más abundante en la roca caliza es el carbonato de calcio (CaCO_3), que se halla en diferentes formas como calcita, aragonita que es una variación de la calcita (Montaluisa & Tipan, 2008).

La cal es el más ancestral y al mismo tiempo el más actual de los productos químicos conocidos y utilizados por el hombre en todo el mundo (Montaluisa & Tipan, 2008).

1.1.2. Descripción del Problema

Toda actividad minera genera riesgos ambientales, en especial si dicha actividad se desarrolla dentro de zonas de expansión urbana, por cuanto, dichas áreas son altamente vulnerables, y ponen en peligro el equilibrio del ecosistema, el cual será empleado en un futuro para proyectos de desarrollo urbano (Ministerio de Energía y Minas, 2016).

En la región de Cajamarca los recursos mineros se estiman aproximadamente en setecientas mil hectáreas, incluyendo denuncios mineros metálicos y no metálicos, como la caliza, de la cual se cuenta con una gran cantidad de yacimientos. Actualmente, existe un número de 76, ocupadas por pequeñas empresas de extracción de roca caliza llamadas “caleras” las cuales con sus campos, extracción y caminos polvorientos avanzan en sus actividades sin percatarse del gran daño ambiental y forestal que están causando con sus actividades (Ministerio de Energía y Minas, 2016).

La actividad realizada por las caleras generalmente no posee un estudio de impacto ambiental, además no ejecutan acciones que mitiguen el impacto ambiental producido. El impacto más relevante que causan las caleras por las emanaciones de partículas de polvo, es sobre el aire, de este modo se degrada gradualmente la calidad del aire, generando un impacto en la salud, porque causa daño al sistema respiratorio, pudiendo agravar enfermedades como el asma y aparición de enfermedades cardiovasculares, además de alteraciones físicas y psicológicas debido al ruido generado. Así mismo, las operaciones de las caleras producen residuos y humo como producto de la quema de la roca caliza (Ajhuacho, 2009).

En el distrito de Baños del Inca, existen aproximadamente 5 caleras, entre formales e informales, las cuales probablemente están causando un efecto ambiental considerable, por las emanaciones de partículas de polvo. Sin embargo, no existen estudios de medición de los impactos, de modo que se puedan proponer medidas de corrección o mitigación. En este sentido, en la presente investigación se realiza un estudio de caso, sobre una calera, cuyos

resultados pueden servir de referente sobre el impacto que podría estar generando esta actividad.

1.1.3 Formulación del problema

¿Cuál es el impacto ambiental de la producción de la calera “J&S Hermanos” sobre la calidad del aire y la salud de las personas, caserío la Victoria del centro poblado de Otuzco, distrito de Baños del Inca?

1.2. Justificación e importancia

En el departamento de Cajamarca, se cuenta con grandes extensiones de roca caliza que es materia prima para las caleras, las cuales, en su mayoría, usan hornos artesanales con tecnología tradicional y sin asesoramiento profesional. Esto conlleva a que los impactos ambientales sean aún mayores. En esta situación es necesario que los propietarios de las caleras conozcan los impactos ambientales que ocasionan con sus explotaciones y tiendan a mejorar su tecnología. Así mismo, es necesario que se respeten las normas ambientales y se pongan en práctica las medidas de prevención, corrección y mitigación establecidas.

1.3. Delimitación de la investigación

La investigación se realizó en la calera “J & S Hermanos”, ubicada en el Caserío la Victoria del centro Poblado de Otuzco, distrito de Baños del Inca, Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca, con una capacidad de Producción de 40 t/día, contando con 20 trabajadores.

La ejecución de la investigación fue de abril 2011 agosto 2016.

Sólo se analizó el impacto producido por el polvo que emana la calera, en el proceso de producción y transporte.

1.4. Limitaciones

Los pobladores del caserío se niegan a brindar la información, así como el personal del puesto de salud para realizar las encuestas lo que dificultaría el recojo de información.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Estimar el impacto ambiental causado por la producción de la Calera “J & S Hermanos” sobre la calidad del aire y la salud de las personas, en el caserío la Victoria, del Centro Poblado de Otuzco, distrito de Baños del Inca, Cajamarca,

1.5.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las emanaciones de partículas de polvo que produce la calera “J & S Hermanos”.
- Caracterizar las condiciones meteorológicas de temperatura, humedad relativa, periodos de precipitaciones, velocidad del viento, del entorno del proyecto, en el caserío la Victoria del Centro Poblado de Otuzco, distrito de Baños del Inca Cajamarca, en los meses de mayo a septiembre del año 2016.
- Establecer la relación de la producción de la calera con la salud de las personas en casos de IRAS reportados.

1.6. Planteamiento de la Hipótesis

La producción de la calera “J & S Hermanos” causa impacto ambiental negativo sobre la calidad del aire y en la salud de las personas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes sobre Impacto Ambiental de las Caleras

En Inagua, Guantánamo, Cuba, evaluaron el impacto ambiental que produce la explotación del yacimiento de calizas La Inagua, utilizando metodologías de evaluación de impacto ambiental que integra distintas propuestas de otros investigadores. Identificando impactos ambientales producidos por las acciones de desbroce, destape y extracción de materia prima, perforación y voladura, excavaciones, transportación, procesamiento de materia prima y su almacenamiento, así como la interacción de estas acciones y los componentes del medio como suelo, aire, agua, flora, fauna, paisaje, infraestructura y economía. Estableciendo que los impactos más significativos ocurren durante el desbroce y destape, y los componentes más afectados son el suelo, aire, el agua y la economía. Se identificó que el impacto en el aire es el más afectado por el nivel de ruido por los trabajos de perforación y voladura, transportación y sobre todo la contaminación de gases y polvo. De la emisión de polvo se mencionan los impactos sobre la salud humana y calidad de vida de los núcleos habitados próximos. Es un impacto permanente mientras funcione la explotación. La estrategia ambiental cubana exige que las empresas contabilicen los gastos derivados de eliminar o disminuir los impactos ambientales que generan y rehabilitar o evitar daños ambientales para legar a las generaciones futuras un medio ambiente de calidad. (Hernández et al 2014).

La actividad minera del departamento de Sucre en Colombia, está basada en la extracción de piedra caliza arcillas y otros materiales básicos para la construcción, se desarrolla principalmente en el municipio de Toluviejo, donde actualmente se encuentran alrededor de 32 empresas dedicadas a esta actividad, por lo que se considera la mayor fuente de ingresos en el municipio. Aunque en el sector existen algunas empresas grandes, en su mayoría son pequeños mineros y asociaciones informales que extraen la piedra caliza de manera artesanal y cuyas técnicas muy rudimentarias, de alto riesgo, que afectan la salud humana y causan deterioro ambiental. La empresa Trituradora San José , dedicada a la explotación y trituración de piedra caliza, realizan esta actividad de forma mixta, mediante detonación artesanal y perforación tecnificada, liberando grandes cantidades de material particulado al ambiente y ocasionando fuertes movimientos vibratorios, como consecuencia de esto los residuos generados en forma de material particulado en estos procesos terminan asentados en la zona, lo que se aprecia en el suelo y cuerpos de agua, flora e incluso en viviendas totalmente cubiertos del residuo liberado al ambiente. Los habitantes aledaños manifiestan que el material particulado afecta su salud debido a que han presentado casos de afecciones pulmonares en la población infantil. (Romero & Sevilla, 2017)

En Bolivia en el departamento de Sucre, se realizó un diagnóstico ambiental de las industrias de producción de cal en el municipio de Sucre el año 2009, donde se concluye que la mayoría de caleras utilizan tecnología convencional artesanal; de las encuestas que realizaron a las familias detectan que perciben principalmente la contaminación por el polvo (partículas sólidas) y solamente a la mitad de familias le interesa contar con información para ver

si esta contaminación puede dañar su salud; del muestreo y medición de concentración de contaminantes, dedujeron que la concentración de PST (partículas sólidas totales), así como las PM_{10} , exceden los límites permisibles, causando contaminación atmosférica y efectos a la salud principalmente respiratoria; concluyendo que es necesaria la difusión de información, relativa a la contaminación de este tipo de industrias y sus recomendaciones ambientales mediante un programa de Educación con Spot, jingle, trípticos, resumen informativo y la presentación de la propuesta del Plan Estratégico de Gestión orientado a la reducción de contaminantes y adecuación ambiental de estas industrias (Ajhuacho 2009).

En Ecuador, se determinó el impacto ambiental de la operación minera en minas no metálicas Catajo, identificándose la alteración de aire por emisión de partículas sólidas al ambiente, proveniente de toda la operación minera. El viento cargado de polvo se encauza en el talud formado al pie de la cordillera, adentrándose por las vertientes, punto donde el polvo alcanza su mayor penetración hacia la cordillera. Los polvos más nocivos a la salud son los que tienen un alto porcentaje de SiO_2 con respecto a su composición química y los polvos cuyas partículas oscilen entre 0,25 a 5 micras. Los polvos en general emitidos por las operaciones de la mina son calificados como 4, y por su concentración es calificado como 7, dentro de un rango del 1 al 10 de nocividad, en orden ascendente. Los factores ambientales más afectados son la salud y seguridad el cual se ve afectado negativamente por la concentración y composición del polvo, la calidad de la atmósfera afectado negativamente por las emisiones de las partículas sólidas al ambiente. Los mayores focos emisores de polvo son los puntos de transferencia y manipulación del mineral y las vías

de transporte interno. Se deben realizar exámenes médicos especialmente del sistema respiratorio, a todos los trabajadores que constantemente estén expuestos a niveles considerables de concentración de polvo (Loor, 1992).

En España para disminuir los índices de contaminación ambiental se han recurrido a tecnologías más modernas, la mejora continua de las instalaciones para reducir el consumo energético y las emisiones de partículas y gases a la atmósfera. Actualmente una parte de la cal se vende micronizada. La utilización de hornos verticales permite obtener la calidad adecuada para industria siderúrgica su principal cliente y la utilización de gas natural como combustible y la instalación de sistemas de filtración que captan las partículas sólidas de los gases de escape contribuyen a la mejora medioambiental de las plantas de calcinación. No obstante, se está realizando un importante esfuerzo para la sensibilización y formación sobre las tendencias medioambientales actuales, de tal forma que el sector participe activamente en los foros donde se discuten y negocian las futuras líneas de actuación en materia de legislación medioambiental, tanto a nivel europeo como a nivel nacional, para garantizar la adecuación del sector y la mejora continua del mismo, al mismo tiempo que se produce más y mejor cal y más respetuosa con el medio ambiente (Blázquez, 2009).

2.2. La Minería No Metálica en el Perú

El Ministerio de Energía y Minas indica que la minería no metálica, el año 2017 Perú produjo en total 47,8 millones de toneladas de mineral no metálico, registrando un incremento del 0,8 % respecto al año 2016. Siendo los principales minerales no metálicos extraídos son la caliza y la dolomita,

representando el 40,6% del total, con 19,4 millones de toneladas. Es importante destacar que las principales regiones de extracción son Junín, Lima y Cajamarca, siendo que esta última desplazó a Arequipa como la tercera Región con mayor producción de dichos minerales. (Ministerio de Energía y Minas, Anuario Minero, 2017).

Sin embargo, no obstante, el éxito manifiesto del sector no metálico en el Perú asociado a la construcción y al aumento de la demanda interna, la minería e industria no metálica debería apostar por generar valor agregado en los productos actualmente demandados a nivel internacional para consumo industrial, apuntando en ese sentido al sector externo e invirtiendo en plantas de beneficio que agregan valor a lo extraído (Pro Inversión 2007).

Durante el periodo 2011-2015 la producción de minerales no metálicos presentó una tasa de crecimiento acumulada de 76,3%; sin embargo, en dicho periodo la producción se fue desacelerando hasta disminuir en el 2016, en el mismo año la producción minero no metálica alcanzó 48 millones de toneladas métricas (tm), 13,6% menor a la producción del año anterior (55,6 millones de tm). Ello debido principalmente a la caída del sector construcción (-3,1%) cuyo principal insumo es la caliza; (Ministerio de Energía y Minas, 2017). Al 2016, la producción (en tm) de caliza/dolomita (38,8%), fosfatos (22%) y hormigón (10,5%), representaron en conjunto el 71,3% de la producción total de productos mineros no metálicos (Banco Central de Reservas del Perú, 2017).

2.3. Producción de la Minería No Metálica en el Perú.

Los productos mineros no metálicos con mayor volumen de producción (más de 100 mil toneladas) en el Perú son: caliza, hormigón, sal común, arena, arcilla, puzolana y boratos (incluyendo ulexita); de los minerales que conforman este grupo, Caliza y dolomita: la producción de estos minerales no metálicos, usados principalmente en la fabricación de cemento, totalizó los 18,6 millones de tm, 24,4% inferior al 2015. La producción de fosfatos: utilizados principalmente en la agricultura y la industria química. Su producción alcanzó un volumen de 10,6 millones de tm, 5,4% menor respecto al año previo. La producción de hormigón, este mineral no metálico, usado en la industria de la construcción, sumó 5 millones de tm, 28,3% menor a la producción del año previo. Por otro lado, con participaciones menores en el total de la producción se encuentran los siguientes productos: piedra, calcita, arena, sal, arcillas, conchuelas, puzolana y andalucita, los cuales fueron producidos en distintas regiones del país (Osinermin, 2016).

Las cinco empresas más importantes de explotación de minerales no metálicos en el Perú son: Cementos Lima S.A., con un volumen de producción aproximado de 4 millones de toneladas explotando principalmente caliza, puzolana y yeso; Unión de Concreteras S.A. (1,3 millones de toneladas) especializándose en la explotación de hormigón; Cemento Andino S.A. (1,2 millones de toneladas) que explotó básicamente caliza y yeso; YURA S.A. (850 mil toneladas) que explotó caliza, puzolana, pizarra y yeso y Cementos Pacasmayo (835 mil toneladas) que explotó arcilla, arena gruesa y fina y caliza (Pro Inversión, 2007; (Osinermin, 2016).

Las tres empresas más importantes de explotación de caliza en el Perú en el 2005 fueron: Cementos Lima S.A., con un volumen de producción que asciende a 3,9 millones de toneladas, seguido de Cemento Andino (1,2 millones de toneladas) y Cementos Pacasmayo con alrededor de 700 mil toneladas. (Pro Inversión, 2007), sin embargo para el año 2015 la extracción de este mineral no metálico se concentró mayoritariamente en Junín (54,3% del total de la producción), Lima (23,5%) y Arequipa (14,5%) (Osinergrmin, 2016).

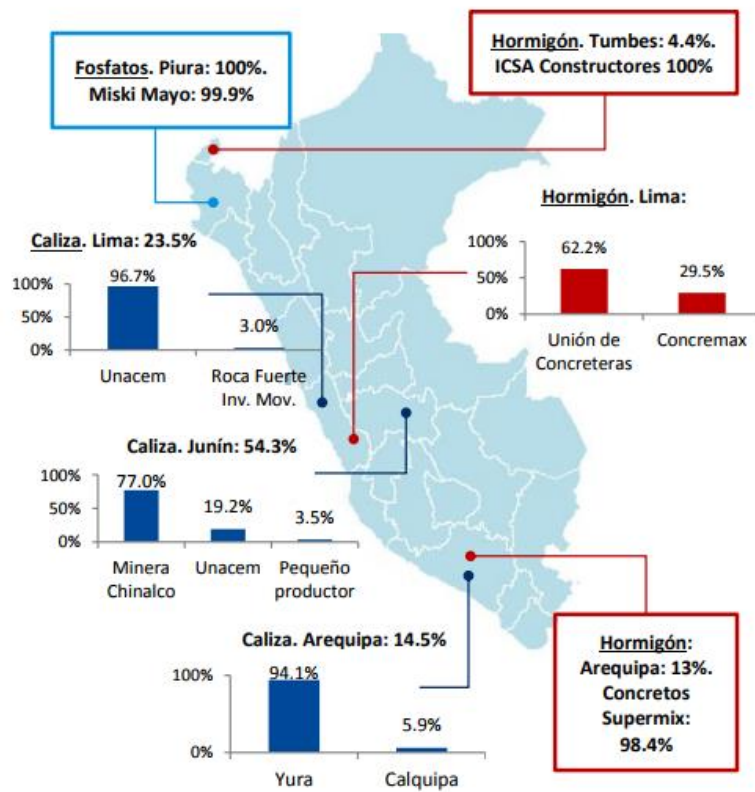


Fig. 1. Principales empresas explotadoras de minerales no metálicos

Fuente: Ministerio de Energía y Minas-Osinergrmin. (2016)

2.4. Marco Legal de la Minería No Metálica en el Perú

- **Constitución Política del Perú.**

El Artículo 2°, inciso 22 declara el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

Según el Artículo 66° de la Constitución Política, los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Mediante la Ley Orgánica (Ley N° 26821) para el Aprovechamiento Sostenido de los Recursos Naturales, se fijan condiciones para su uso y cesión a particulares.

El Artículo 67° manifiesta que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

- **Ley N° 28611 Ley General del Ambiente.**

La Ley General del Ambiente, en su artículo I señala que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

Es importante señalar el numeral 31.1 del artículo 31, de la ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua y suelo, en condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; así mismo en el numeral 31.2 del artículo 31, de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas y es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. (Normas Legales. El Peruano 2017)

Mediante el Decreto supremo N°003-2017-MINAM, se aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire; los mismos que son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios.

El ECA para Aire, como referente obligatorio, son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios. Se aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, el cual tiene por objeto establecer los ECA para aire y los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente (Normas Legales. El Peruano 2017).

Tabla 1. Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Período	Valor (ug/m ³)	Criterios de Evaluación	Método de Análisis
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación Inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación Inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg)	24 horas	2	No exceder	Espectrofotometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	10000	Media aritmética móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método Automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces/año	Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media Aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)

Fuente: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad ambiental de Aire (N°003-2017-MINAM).

2.5. La Roca Caliza

La Roca caliza es una roca de origen sedimentario, es una roca monomineral de calcita (CaCO₃), que puede representar hasta el 95% de la misma compuesta principalmente de carbonatos de calcio, carbonatos de magnesio e impurezas. Son componentes secundarios, la dolomita, la siderita,

el cuarzo y minerales arcillosos, los componentes accesorios causan el color de las calizas. Las calizas casi puras son de color blanco (Schumann, 2004).



Fig. 2. Presentación de la roca caliza en la naturaleza (Gomez, E 2005)

2.5.1. Composición Química

La caliza es una roca que tiene un origen químico y orgánico. La caliza químicamente pura, consiste en un 100% en calcita y/o aragonito, compuesta principalmente por carbonato de Calcio CaCO_3 (56,2% CaO , 43,8% CO_2). La mayoría de calizas usadas en la industria tienen un contenido de CaCO_3 de 70 -80% y muchas de más del 90%. Cantidades grandes de caliza se aplican como roca natural (áridos, sillares) y para la fabricación de cemento y cal viva. (Valdivieso y Ramírez 2009)

La caliza está formada de una serie de compuestos químicos, en el que la presencia de los carbonatos de calcio y de magnesio es más significativa, a continuación, se presente los principales componentes de la caliza: (Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009)

Tabla 2. Composición química de la caliza

Componentes	%
CaCO ₃	97,8
MgCO ₂	1,25
Fe ₂ O ₃	0,095
SiO ₂	0,56
Al ₂ O ₃	0,23
Ni	<0,002
Cr ₂ O ₃	<0,001
SrO	0,03
MnO	<0,01

Fuente: Compendio de Rocas y Minerales Industriales en el Perú. Ingemmet, Geología Económica 2009.

2.5.2. Características Físicas

Color: La coloración de las calizas ricas en calcio y de las calizas dolomíticas es blanco cuando son puras, pero cambia de color entre el gris y el negro a consecuencia de las impurezas carbonosas que contienen. Así, el óxido férrico le da un color amarillento, rojo, pardo; los sulfuros tales como la pirita, la marcasita y la siderita alteran el color superficial de la roca al oxidarse bajo la influencia de los agentes atmosféricos, dando un color rojizo. (Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009)

Resistencia: La resistencia de la caliza es una propiedad importante a la compresión, al aplastamiento que oscila entre 98,4 y 583,5 kg/cm². La

resistencia a la tracción no es tan importante y es más difícil de determinar, su variación es de 26 a 63 kg/cm². (Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009)

Densidad: La densidad bruta de la caliza es el peso de un decímetro cúbico, que varía según el contenido de humedad, la textura y la porosidad de la roca. La caliza comercial secada al aire en condiciones ordinarias tiene una densidad de 1,922 kg/dm³. En condiciones de humedad, la densidad bruta puede ser de 2,242 kg/dm³. La densidad real prescindiendo de los poros llenos de aire oscila entre 2,2 y 2,9 kg/dm³. La caliza rica en calcio tiene una densidad de 2,65 a 2,75 kg/dm³, y las calizas dolomíticas de 2,8 a 2,9 kg/dm³. (Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009)

Otras características son:

Absorción de agua: 2 a 8% en peso.

Desgaste al rozamiento: 30 a 40 cm³ y al chorro de arena de 7 a 10 cm³. Las características físicas están en función de los porcentajes de carbonatos, impurezas, etc; presentes en la roca caliza. (Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009)

2.6. Principales derivados de la Caliza

El principal derivado de la caliza es la cal, que es el producto que se obtiene calcinando la piedra caliza por debajo de la temperatura de descomposición del óxido de calcio. (Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009)

Cal: La cal es el producto que se obtiene calcinando la piedra caliza por debajo de la temperatura (903 °C) de descomposición del óxido de calcio. En ese estado se denomina cal viva (óxido de calcio) y si se apaga sometiéndola al tratamiento de agua se le llama cal apagada (hidróxido de calcio). Cien kilos de caliza pura producen 56 kilos de cal. (Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009).

En el mercado se comercializan mayormente 3 tipos de cal:

- Cal viva: Material obtenido de la calcinación de la caliza que al desprender anhídrido carbónico se transforma en óxido de calcio. La cal viva debe ser capaz de combinarse con el agua, para transformarse de óxido a hidróxido y una vez apagada (hidratada) se aplique en la construcción, principalmente en la elaboración del mortero de albañilería. (Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009)
- Cal apagada: Se conoce con el nombre comercial de cal hidratada a la especie química de hidróxido de calcio, la cual es una base fuerte formada por el metal calcio unido a dos grupos hidróxidos. El óxido de calcio al combinarse con el agua se transforma en hidróxido de calcio. (Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009)
- Cal hidráulica: Cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio, sílica (SiO_2) y alúmina Al_2O_3) o mezclas sintéticas de composición similar. Tiene la propiedad de fraguar y endurecer incluso debajo del agua. (Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009)
- Cal hidratada: Se conoce con el nombre comercial de cal hidratada a la especie química de hidróxido de calcio, la cual es una base fuerte formada por el metal calcio unido a dos grupos hidróxidos. El óxido de

calcio al combinarse con el agua se transforma en hidróxido de calcio.

(Valdivieso, A y Ramírez, J. 2009)

2.7. Proceso de Producción de Cal

Para la obtención de la cal es necesario que la caliza pase por un proceso termoquímico, el cual consta de combustión de combustible, transferencia de masa y de calor y la transformación química de la materia prima.

2.7.1. Etapas de Producción de la Cal

Los procesos para la obtención de la cal están descritos brevemente a continuación:

- **Extracción:** Se desmonta el área a trabajar y se lleva a cabo el descapote, posteriormente se barrena aplicando el plan de minado diseñado, se realiza la carga de explosivos y se procede a la voladura primaria, monitoreo, tumba y rezagado, carga y acarreo de la roca caliza extraída hacia la planta de trituración (Ajhuacho, 2009).
- **Trituración:** En la etapa de trituración la roca caliza es fragmentada de forma manual utilizando combos, en trozos de distintos tamaños principalmente grandes y pequeños, esta operación se realiza aproximadamente durante cuatro días. Es fragmentada de esta forma con la finalidad de garantizar la calcinación total de la materia prima (Ajhuacho, 2009).
- **Calcinación:** La etapa de calcinación es la etapa más importante para obtener la cal viva, luego de ser fragmentada, la roca caliza es introducida en un horno donde el CaCO_3 se descompone por la acción del calor a una

temperatura de cocción o calcinación en promedio de 980 °C, dando como resultado anhídrido carbónico CO₂ que es un gas que se desprende junto con los otros gases del combustible, quedando como producto el óxido de calcio (CaO) o cal viva, esta etapa dura en promedio 50 horas (Ajhuacho, 2009).

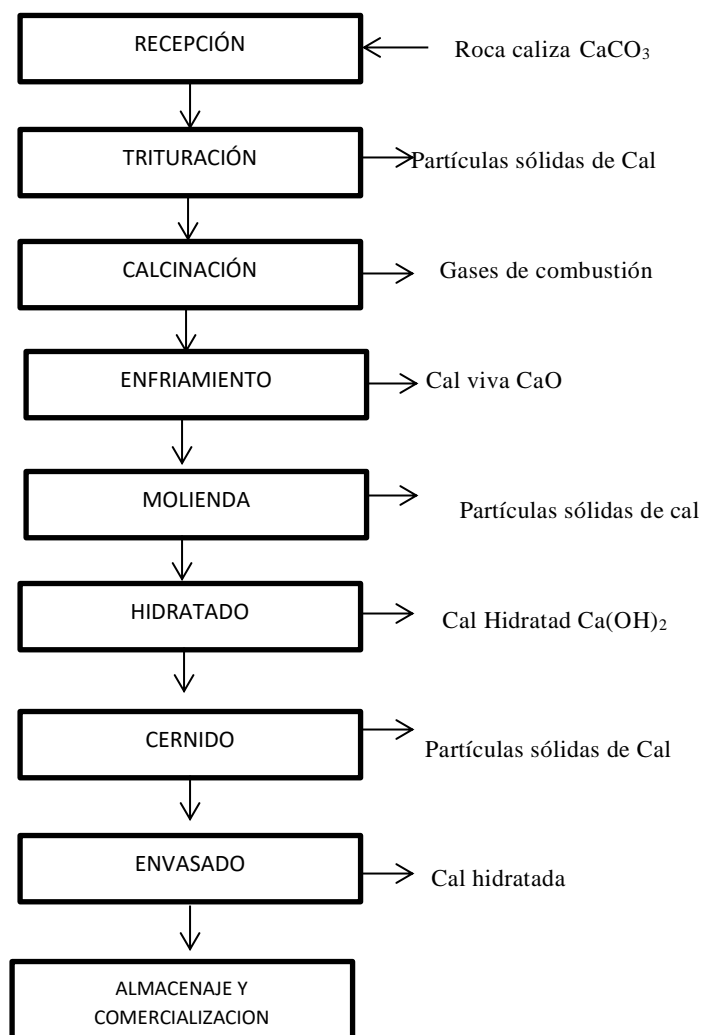
- **Enfriamiento:** La etapa de enfriamiento se realiza luego de la calcinación; la cal viva se enfría en el mismo horno por un tiempo de 2 a 3 días, pues al cocer a temperaturas tan altas es imposible retirarlo inmediatamente (Ajhuacho, 2009).
- **Molienda:** En esta etapa la cal viva es introducida a una máquina de molienda para reducir los trozos cocidos de cal a un tamaño mínimo y uniforme. Esta etapa se hace de forma continua hasta terminar de moler toda la cal viva obtenida con una duración promedio para cada carga de 10 min (Ajhuacho, 2009).
- **Hidratación:** La etapa de hidratado se realiza con la finalidad de obtener cal apagada o hidratada y se realiza de la siguiente manera:

Se colocan los terrones de cal viva en una máquina mezcladora, primero se introduce la cal viva molida e inmediatamente se agrega agua y ambas son mezcladas mecánicamente por un tiempo aproximado de 15 min. Esta operación es continua y se realiza hasta terminar con toda la cal viva sacada del horno (Ajhuacho, 2009).
- **Cernido:** Una vez hidratada la cal pasa al proceso de cernido o tamizado, realizado de forma manual cargando la cal con palas a la cernidora, con

el fin de obtener un tamaño uniforme y fino que será el producto final de la cal hidratada, esta operación es continua hasta terminar con toda la cal hidratada (Ajhuacho 2009).

- **Envasado:** El envasado es la etapa final del proceso, se realiza anualmente de la siguiente manera: el operario llena con cal hidratada las bolsas, luego las pesa y las cierra, almacenándolas hasta el momento de su comercialización (Ajhuacho 2009).

Flujograma de Producción de Cal



2.8. Impacto Ambiental

2.8.1. Definición del Impacto Ambiental

La locución de “impacto ambiental” se encuentra con frecuencia en la prensa y en la vida cotidiana, la mayoría de las veces el sentido común la asocia con algún daño a la naturaleza (Sanchez, L. 2010).

En la literatura técnica hay varias definiciones de impacto ambiental, el término impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su “entorno”, interpretada en términos de “salud y bienestar humano”, o más genéricamente, de calidad de vida de la población; por entorno se entiende la parte del medio ambiente (en términos de espacio y de factores) afectada por la actividad, o más ampliamente que interacciona con ella. Por tanto, el impacto ambiental se origina en una acción humana y se manifiesta según tres facetas sucesivas: (Gomez, D y Gomez M. 2013)

- La modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema ambiental. (Gomez, D y Gomez M. 2013)
- La modificación del valor del factor alterado o del conjunto del sistema ambiental. (Gomez, D y Gomez M. 2013)
- La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones, y el último término, para la salud y bienestar humano. Esta tercera faceta está íntimamente relacionada con la anterior ya que el significado ambiental de la modificación del valor no puede desligarse del significado ambiental del valor de que se parte. (Gomez, D y Gomez M. 2013)

La industria minera como causante de alteraciones en el medio ambiente, debido a su naturaleza extractiva, se ve obligada a cambiar y modificar las condiciones primitivas de la tierra; cambio que en oportunidades puede tener apariencia negativa para el medio ambiente natural y social. (Häberer, 2000).

2.8.2. Impacto ambiental de explotación de minerales no metálicos

Del conjunto de minerales producidos en el Perú, el volumen de producción de los minerales no metálicos excede largamente la de los minerales metálicos, no obstante, su valor unitario es mucho más bajo, situación que es poco conocida en el país, de ahí la importancia del impacto ambiental de la minería no metálica; la fig. 2 se muestra el contexto y formas de interacción de la minería no metálica con el medio ambiente y el entorno social (Häberer, 2000).

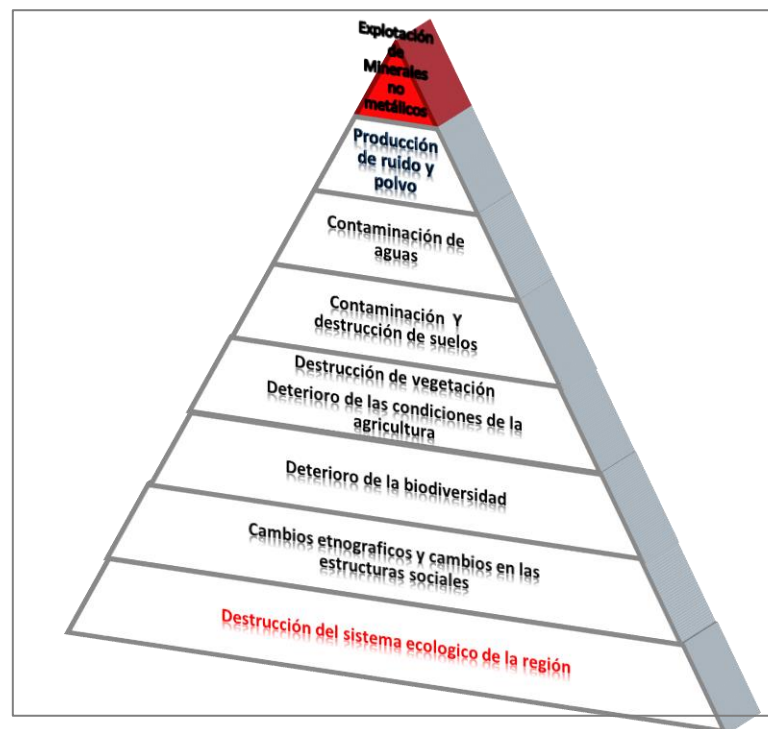


Fig. 3. Impacto ambiental y social (Häberer, 2000).

Sin ser limitativa, en la siguiente lista se presentan los grupos más importantes de minerales no metálicos en el país:

- Materiales de construcción: arenisca, sillar, piedra y cascajo
- Arcillas para la producción de ladrillos
- Agregados calcáreos: calizas, yeso, puzolana
- Rocas ornamentales: mármol, travertino, granitos, ónix
- Minerales industriales: sílice, diatomita, bentonita, zeolitas, caolín, boratos, feldspatos, abrasivos, gránate (Häberer, 2000).

2.8.3. Medios Impactados:

- **Paisaje**

Daños y alteraciones causados por la actividad minera (por ejemplo, derrumbes, destrucción de la vegetación) que afectan el paisaje de una zona y normalmente se traducen en un deterioro no reversible. (Häberer, 2000).

- **Flora**

Destrucción o reducción de las especies vegetales, especialmente los árboles. (Häberer, 2000).

- **Fauna / ambiente humano**

Efectos que dañan las condiciones de vida de los animales y el ser humano, afectando de esta manera la biodiversidad. (Häberer, 2000).

- **Aguas superficiales**

La contaminación y consumo indiscriminado de aguas superficiales por la actividad minera y/o deposición de residuos representa un

peligro para la calidad de aguas superficiales y la vida acuática. (Häberer, 2000).

- **Aguas subterráneas**

Contaminación y sobre explotación de aguas subterráneas ocasionados por la actividad minera y/o deposición de residuos. Las alteraciones en el acuífero afectan a los pozos de agua potable y la fertilidad de cultivos. (Häberer, 2000).

- **Suelo**

Destrucción (erosión), consumo por remoción y contaminación de suelos causada por combustibles y demás sustancias químicas. (Häberer, 2000).

- **Aire**

Contaminación del aire por polvo y emisiones. (Häberer, 2000)

- **Clima**

Efectos negativos sobre el clima de la región, causados por la deforestación y alteración de los patrones hidrológicos. (Häberer, 2000).

- **Bienes materiales**

Efectos negativos para grupos sociales afincados en áreas cercanas al área de operaciones mineras. (Häberer, 2000).

- **Patrimonio cultural**

Destrucción de monumentos arqueológicos e históricos (Häberer 2000)

2.8.4. Tipos de Impactos:

- **Consumo de superficie:** Destrucción de tierras agrícolas, destrucción de biotopos y destrucción del paisaje. (Häberer 2000).
- **Instalaciones e infraestructura:** Estas causan problemas a la población debido al crecimiento de tráfico, aumentando el riesgo de contaminación del aire y agua. (Häberer 2000).
- **Ruido:** El ruido causado por las actividades en la Mina/cantera es una de las más graves molestias para la población. (Häberer 2000).
- **Emisiones:** La actividad minera y el procesamiento de minerales causan contaminación por efecto de gases. (Häberer 2000).
- **Efluentes:** La actividad necesita grandes cantidades de agua. Esto causa una contaminación de aguas superficiales y aguas subterráneas. (Häberer 2000).
- **Polvo:** Las actividades en la cantera y el tratamiento subsecuente (por ejemplo, trituración) producen mucho polvo. (Häberer 2000).
- **Residuos:** La falta de control en la forma de disposición de los residuos generados directa e indirectamente por la operación

minera, puede conducir a la proliferación de botaderos. (Häberer 2000).

- **Hundimientos:** La actividad minera puede producir por su forma de explotación hundimientos que resultan en daños para edificios y carreteras (Häberer 2000).

2.8.5. Matriz de Leopold

Para evaluar los Impactos mediante la matriz de Leopold se consideran las siguientes características:

MAGNITUD: o grado de importancia, informa de su extensión y representa las “cantidad e intensidad del impacto”. Esta característica indica cuánto ha sido alterado el ambiente. ¿Cuáles son los volúmenes de contaminantes o porcentaje de superación de una norma?

IMPORTANCIA: es la trascendencia del impacto y/o su peso con relación a los demás. Para determinar la importancia del impacto se deben considerar lo siguiente:

Reversibilidad: es la capacidad que tiene el medio de auto regenerarse.

Recuperabilidad: es la posibilidad de regenerar el medio mediante la aplicación de medidas de corrección.

Temporalidad o duración: es el tiempo que el impacto estará presente, se consideró su continuidad y regularidad.

Aparición temporal: indica la relación entre varios impactos, pudiendo clasificarse en:

- Simple (si ocurre aisladamente);
- Sinérgico (cuando la aparición de dos impactos produce efectos mayores a la suma de los mismos); o,
- Acumulativo (cuando el impacto identificado se va haciendo más intenso a medida que pasa el tiempo).

Percepción social: o la forma en que la sociedad, afectada directa o indirectamente por la aparición del impacto, percibe esa presencia.

Localización: se refiere a la cercanía o lejanía de la aparición del impacto con respecto a un área de interés.

Para la importancia, Leopold también se diseñó una escala entre 1 y 5, en la que la menor se señala con el dígito 1 y la mayor con el 5. Adicionalmente, a cada dígito se asigna un signo: positivo (si el impacto es beneficioso) o negativo (si el impacto es adverso).

Para establecer si el impacto es positivo o negativo, se preguntó: *¿Es deseable que ocurra ese impacto?* Si la respuesta es afirmativa, se deberá asignar un signo positivo, en caso contrario uno negativo.

Para utilizar correctamente la matriz de Leopold, se debe proceder con la reducción de la matriz original para lo cual, de la lista “Acciones” (filas) se escogen aquellos cambios que, como consecuencia del funcionamiento de la calera, se consideran importantes. A continuación,

se escogen de la lista “Factores ambientales” (columnas) aquellos que se considere serán afectados por el funcionamiento de la Calera.

Finalmente, se estableció la relación de causalidad entre las acciones y los factores ambientales seleccionados, confrontando a cada fila de la matriz (acciones) con cada una de las columnas (factores), si se determina que existe dicha relación entre los dos.

Se asigna el valor numérico de la magnitud e importancia; y como ya se indicó anteriormente el área de influencia potencialmente afectada se limitaría al área local donde se localiza la calera; de la evaluación se concluye que el impacto aparecerá por un tiempo medio, motivo por el cual se pueden asignar únicamente los primeros cinco valores numéricos de la tabla como se indica a continuación:

Tabla 3: Valoración para la magnitud e importancia del impacto

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Calificación	Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia
1	Baja	Baja	1	Temporal	Puntual
2	Baja	Media	2	Media	Puntual
3	Baja	Alta	3	Permanente	Puntual
4	Media	Baja	4	Temporal	Local
5	Media	Media	5	Media	Local

Para evaluar la importancia del impacto también es necesario evaluar las siguientes características:

Tabla 4: Valoración para las características de la evaluación del impacto

Calificación	Reversibilidad	Recuperabilidad	Aparición temporal	Percepción social	Complejidad del Impacto
1	Alta	Alta	Largo Plazo	Débil	Simple
2	Alta	Alta	Largo Plazo	Débil	Simple
3	Alta	Alta	Largo Plazo	Débil	Simple
4	Media	Media	Mediano Plazo	Media	Sinérgico
5	Media	Media	Mediano Plazo	Media	Sinérgico

La identificación y evaluación de impactos, se realizó mediante la aplicación de la Matriz de Leopold.

2.8.6. Partículas (PM)

Las PM (Materia Particulada) son un indicador representativo común de la contaminación del aire. Afectan a más personas que cualquier otro contaminante. Los principales componentes de las PM son los sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro de sodio, el hollín, los polvos minerales y el agua. Consisten en una compleja mezcla de partículas sólidas y líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire. Si bien las partículas con un diámetro de 10 micrones o menos (\leq PM10) pueden penetrar y alojarse profundamente dentro de los pulmones, existen otras partículas aún más dañinas

para la salud, que son aquellas con un diámetro de 2,5 micrones o menos (\leq $PM_{2.5}$). Las $PM_{2.5}$ pueden atravesar la barrera pulmonar y entrar en el sistema sanguíneo. La exposición crónica a partículas contribuye al riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como cáncer de pulmón. Generalmente, las mediciones de la calidad del aire se notifican como concentraciones medias diarias o anuales de partículas PM_{10} por metro cúbico (m^3) de aire. Las mediciones sistemáticas de la calidad del aire describen esas concentraciones de PM expresadas en microgramos ($\mu g/m^3$). Cuando se dispone de instrumentos de medición suficientemente sensibles, se notifican también las concentraciones de partículas finas ($PM_{2.5}$ o más pequeñas). (OMS 2016)

2.8.7. Efectos de la contaminación con partículas sólidas

2.8.7.1. Polvo

Son partículas contaminantes en estado sólido su naturaleza depende del material primitivo. Se produce por acción del viento sobre superficies excavadas, escambreras, transporte de minerales, tráfico de vehículos, etc.

Por la importancia que tiene el polvo para la salud pública, se lo ha clasificado de la siguiente manera:

1) Según su composición

- a. **Orgánicos.** - Pueden ser de origen vegetal, y comprenden el algodón, la madera, tabaco, azúcar, harina y bagazo de caña y de origen animal que comprenden, los huesos, lana y cuero. (Campoverde, 2002).
- b. **Inorgánicos.** - Se clasifican a su vez en sintéticos (plásticos, plaguicidas y fertilizantes), metálicos (hierro, cobre, plomo y

manganeso) y minerales (asbesto, cuarzo y mica). (Campoverde, 2002)

2) Según el tamaño de las partículas:

- a. Mayores a 10 micras, se observan a simple vista
 - b. De 0,25 a 10 micras, se observan en microscopio
 - c. Menores a 0,25 micras, son visibles en microscopio electrónico.
- (Campoverde, 2002)

3) Según las partículas pueden fijarse o no en los pulmones

- d. Las menores de 0,25 micras, llegan a los pulmones, pero pueden ser expulsadas por la respiración.
- e. Las de 0,25 micras a 5 micras, son las partículas causantes de las neumoconiosis, y se encuentran casi siempre en los pulmones.
- f. Las de 5 a 10 micras penetran muy rara vez en los pulmones.
- g. Las 10 a 50 micras, casi nunca se encuentran en los pulmones, quedan en las vías respiratorias superiores (Campoverde, 2002)

2.8.7.2.Efectos en la salud

Cuando se inhala, se respira aire junto con cualquier partícula que se encuentre en él y ambos pasan a través del sistema respiratorio (vías respiratorias o más profundamente a los pulmones). Las partículas PM_{10} (grandes) y $PM_{2,5}$ (pequeñas) pueden causar problemas a la salud principalmente de tipo respiratorio, sin embargo, las partículas finas $PM_{2,5}$ tienen mayores efectos en la salud que las gruesas, porque pueden penetrar los pulmones con más profundidad y, por ende, provocar más daño que las partículas más grandes; si sobrepasa los límites máximos permisibles los

efectos de las PM₁₀ (fracción respirable), de las cuales sólo cerca de un tercio penetran hasta los pulmones, y pueden producir irritación de las vías respiratorias, agravar el asma y favorecer las enfermedades cardiovasculares, en corto plazo la contaminación por PM₁₀ puede causar el deterioro de la función respiratoria (OMS, 2005).

Numerosos estudios han encontrado relación entre las partículas y la agravación de enfermedades cardíacas y respiratorias, como asma, bronquitis y enfisema. (OMS, 2005).

Visibilidad. La reducción de la visibilidad es una de las pruebas más evidentes de la contaminación por partículas sólidas de cal hidratada, principalmente dentro del área de trabajo. Visibilidad que se ve reducida notablemente por la cantidad considerable de polvo generado en las etapas de hidratado, cernido y embolsado (EPA, 2004).

Clima. Un efecto indirecto es que las partículas reflejan y absorben parte de la energía solar, lo cual provoca un decremento de la temperatura en el planeta tierra.

Ecosistema. Otro efecto indirecto es que las partículas y otros contaminantes del aire son causantes de la alteración de los elementos típicos del suelo. Las partículas pueden absorber gases como los óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, los cuales reaccionan con la humedad del entorno y forman partículas de ácido sulfúrico o nítrico denominada lluvia ácida. Que provoca un deterioro y alteración del ecosistema de la zona afectada (Ching *et.al.*, 2008).

Normas Permisibles del Polvo

Según el ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA, pone al servicio del Perú el reglamento de valores límite permisible de agentes químicos (Decreto supremo 015-2005).

Valor Limite Permisible: Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree que, basándose en los conocimientos actuales, la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud. Los valores límites permisibles se establecieron teniendo en cuenta información disponible procedente de la analogía físico – química de los agentes químicos de los estudios de experimentación animal, y humana de los estudios epidemiológicos y de la experiencia industrial. Los valores límites permisibles sirven exclusivamente para la evaluación y control de los riesgos por inhalación de los agentes químicos (OMS 2005).

2.9. Definición de términos básicos

Roca Caliza: La roca caliza es una roca sedimentaria compuesta principalmente de carbonatos de calcio, carbonatos de magnesio e impurezas.

Cal Viva: Es el material obtenido de la calcinación de la roca caliza que al desprender anhídrido carbónico a 1000°C aproximadamente, se transforma en óxido de calcio. La cal viva debe ser capaz de combinarse con el agua, para transformarse de óxido a hidróxido y una vez apagada (hidratada), se aplique en la construcción, principalmente en la elaboración del mortero de albañilería.

Cal Hidratada: Se conoce con el nombre comercial de cal hidratada a la especie química de hidróxido de calcio, la cual es una base fuerte formada por el metal calcio unido a dos grupos hidróxidos. El óxido de calcio al combinarse con el agua se transforma en hidróxido de calcio.

Cal Hidráulica: Cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio, Silica (SiO_2) y alúmina (Al_2O_3) o mezclas sintéticas del agua.

Polvo: Son partículas contaminantes en estado sólido su naturaleza depende del material primitivo. Se produce por acción del viento sobre superficies excavadas, escombreras, transporte de minerales, tráfico de vehículos, etc.

Impacto ambiental: Se entiende por impacto ambiental el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos yendo en contra de los procesos naturales. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base, debido a la acción antrópica o a eventos naturales. Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social.

Valor Limite Permisible: Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree que, basándose en los conocimientos actuales, la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación Geográfica de la Calera en Estudio

El distrito de los Baños del Inca se encuentra en la provincia de Cajamarca, limita al sur con los distritos de Namora y Llacanora, al este con el distrito de Encañada y la oeste con el distrito de Cajamarca. Al Noreste de la Ciudad de Cajamarca a 8 km de la Plaza de Armas ubicamos el Centro Poblado de Otuzco al Norte del Distrito de Baños del Inca.

El caserío La Victoria pertenece al centro poblado de Otuzco del distrito de Los Baños del Inca; para llegar se sigue por la ruta del viaducto hasta la vía asfaltada que une a Otuzco - Combayo, ingresando por el puente carrozable para cruzar el río chonta, luego continuando por la trocha carrozable se llega al caserío La Victoria. La principal actividad económica de los pobladores es la ganadería y agricultura, en los terrenos de la parte baja se cultiva principalmente pasto para alimentación del ganado para lo cual cuentan con agua para riego y en la parte alta se siembra mayormente papa y maíz en época de lluvia obteniendo un ingreso mensual aproximado de S/. 500 nuevos soles.

3.2 Equipos, materiales, insumos, etc.

3.2.1 Equipos

- Balanza analítica OHAUS, precisión 0,0001g
- Cámara fotográfica
- Microscopio trinocular campo claro digital 5 mega pixeles

3.2.2. Materiales

- Vaselina
- Placas de polietileno
- Guantes de nitrilo
- Libreta de Campo
- Espátula
- Regla
- Tijeras
- Chinchas
- Cinta maskin tape
- Martillo
- Plumón indeleble
- Escalera

3.3. Diseño de la Investigación

El presente trabajo se realizó en la unidad territorial en donde se encuentra la calera, de esta manera todos los datos generales fueron obtenidos del Centro Poblado de Otuzco y los específicos del caserío La Victoria. Para dar respuesta al problema planteado se desarrollaron tres etapas en el proceso de investigación

3.3.1. Condiciones ambientales del entorno de la calera:

Para determinar las condiciones ambientales del entorno de la calera se elaboró un diagnóstico de la zona de influencia de la calera con el propósito de conseguir información y facilitar la evaluación de los impactos causados por la calera.

Para caracterizar el medio ambiente debemos conocer la naturaleza física, biológica y sociocultural, como por ejemplo el aire que se determina por el

tiempo meteorológico y clima, fuentes de agua, uso de agua, los suelos, la flora, la fauna, los recursos minerales, energéticos y biológicos, dinámicas de las poblaciones humanas, actividades económicas y culturales, niveles de calidad de vida.

El diagnóstico elaborado nos permitió conocer el área de influencia directa e indirecta. Adicionalmente, se empleó el método de Leopold, quien basa su trabajo en la utilización de una matriz que resume acciones y factores, identificadas.

Determinación del Área de Influencia y Áreas Sensibles

Para determinar las áreas de influencia se consideró las áreas que colindan con la calera a la vez se consideró como son afectados en cada una de las etapas en el proceso de producción, de esta manera se determinó el área de influencia con el fin de evaluar en donde los impactos serán de mayor magnitud.

Determinación del área de influencia directa:

Está enmarcado dentro de las áreas colindantes del perímetro en el cual se encuentra la calera y se ha tomado en función de impactos puntuales en la fase de operación.

Determinación del área de influencia indirecta:

Para delimitar el área de influencia indirecta se ha tomado como criterio los aspectos físicos, ecológicos, socioeconómicos que afectan al entorno, según las visitas de campo y las fotografías 14 y 15 que indican el área de influencia se detecta que en el sector de la calera se encuentra en una zona rural que es el caserío La Victoria en el centro poblado de Otuzco, en el distrito de Baños del

Inca donde se identifican viviendas y construcciones, terrenos dedicados al pastizal para ganado vacuno.

Se determinó el área de influencia con el fin de evaluar en donde el impacto por el polvo fue de mayor magnitud.

Actividades de gabinete

Estas tareas enmarcaron varios aspectos:

- Obtención de datos, mediante consultas bibliográficas, digitales e interactivas.
- Análisis de información.
- Transcripción de datos obtenidos, una vez que hayan sido depurados, corregidos o complementados con la información obtenida en actividades de campo.
- Elaboración del documento final

Actividades de Campo

Las tareas de campo implicaron visitas de inspección a la zona donde se encuentra la calera, y englobaron el desempeño de las siguientes actividades:

- Técnicas de observación visual, que permitieron detectar características específicas del sector;
- Entrevistas (anexo 2 y 3) y encuestas (anexo 1) con moradores del sector, para conocer datos específicos de las actividades socioeconómicas que son desempeñadas por los pobladores (uso del suelo, actividades predominantes, entre otros), tipo de vegetación y especies existentes, e información de centros de aglomeración humana (estadios, iglesias, centros de salud, escuelas, etc.)

3.3.2. Monitoreo de Partículas Sólidas, caracterización PM₁₀ y PM_{2,5}

Para el monitoreo de las partículas sólidas, se ubicaron los puntos de muestreo donde se observó mayor concentración de partículas de polvo, por la afluencia de vehículos que transportan la cal, en cada de uno de estos puntos se colocaron las placas receptoras cerca de las viviendas aledañas, que se consideran más vulnerables por el riesgo de contraer enfermedades respiratorias, debido a la exposición de partículas sólidas (polvo). Se preparan las placas receptoras de polietileno, diagramado la cuadrícula de evaluación y la identificación respectiva se detalló, el número de punto, la dirección de ubicación y la fecha de instalación. Luego se aplicó el adherente (vaselina) para atrapar las partículas de polvo y se procedió a pesar la placa en una balanza analítica calibrada marca OHAUS de capacidad máxima 210 g, división de escala 0,0001g, división de verificación 0,001g, según certificado de calibración (anexo 7); el peso inicial de cada muestra, tienen que ser comparados con los del peso final. Finalmente se procedió a determinar el tamaño del diámetro de las partículas sólidas haciendo uso de un microscopio electrónico trinocular. (Roncal, 2008).

- Obtención de fotografías que corroboran la información asentada a lo largo del Estudio

A. Ubicación de los Puntos de Muestreo

Se ubicó la zona más vulnerable y expuesta a mayor contaminación de óxido de calcio producido por la calera, se consideró además colocar las placas colectoras cerca de las zonas pobladas, ya que ahí vive parte importante de la población del caserío la Victoria, la cual está expuesta a Partículas Sólidas Sedimentables (PSS) con un alto riesgo de contraer alguna enfermedad respiratoria. Se eligieron 5

puntos estratégicos que fueron identificados como vulnerables para realizar el monitoreo, los que fueron distribuidos a partir de un punto de origen el cual consideramos la calera, a partir de ella establecieron distancias y orientaciones de la siguiente manera:



Fig. 4. Imagen satelital del área de influencia con la ubicación de los 5 puntos de monitoreo (círculos verdes) respecto al punto de Origen “Calera” (Cuadro rojo)

Fuente: Google Earth – 2016

Tabla 5. Puntos de monitoreo de Partículas Sólidas Sedimentables

Punto de Monitoreo	Ubicación
A	2 km Norte 5° Este
B	1 km Este 8° Norte
C	1.5 km Sur 7° Oeste
D	1.5 km Oeste
E	5 km Oeste 2° Norte

B. Preparación de placas receptoras

Se utilizaron placas receptoras de polietileno de 20 x 15 cm, se diagramó la cuadrícula de evaluación de 10 x 10 cm, y la identificación respectiva detalló el número de punto, la ubicación. Luego se aplicó el adherente (vaselina neutra) para atrapar a las partículas sólidas sedimentables y se procedió a pesar la placa en una balanza analítica calibrada; el peso inicial, fue anotado en la libreta de campo. Este paso es imprescindible, debido a que al finalizar cada mes de monitoreo, los datos de peso inicial de cada muestra, tienen que ser comparados con los del peso final. Es importante recomendar la instalación inmediata de las placas receptoras, el mismo día que se realice el pesaje, con la finalidad de no afectar los resultados (Roncal, 2008).

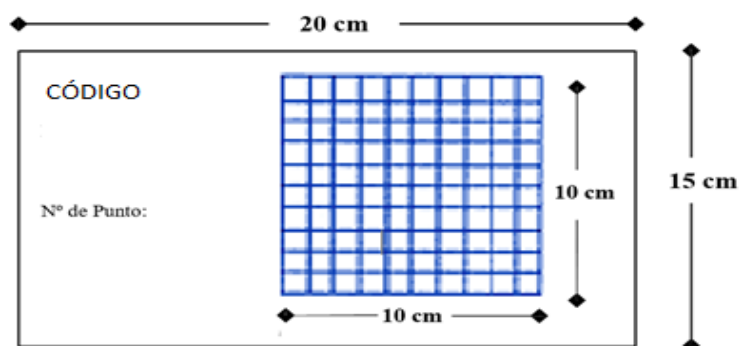


Fig. 5. Modelo y dimensiones de la placa receptora de CSS. (Roncal,2008)

C. Instalación de placas receptoras

Con la ayuda de una escalera, chinchas, cinta maskin tape y un martillo, se dispuso a colocar las placas receptoras a 2 m y 3 m de la superficie del suelo; protegiéndolas y ubicándolas de manera estratégica para que la recolección de las partículas sólidas sedimentables sea la más óptima.

- **Recolección y pesado de placas receptoras**

Después del tiempo de muestreo, se hizo la recolección de las placas, teniendo cuidado de no tocar la cuadrícula que tiene el adherente impregnado con las partículas sólidas sedimentables. En el laboratorio de Química de la Universidad Privada del Norte, se realizó el pesado final de las placas receptoras.

D. Análisis de datos

Por cada punto de monitoreo, se utilizaron el peso inicial y final de cada placa. El indicador de partículas sólidas sedimentables se determinó a través de:

$$Dp(g) = Pf(g) - Pi(g) \quad (1)$$

Donde:

Dp: diferencia de pesos (g)

Pf: peso final (g)

Pi: peso inicial (g)

Luego, se hace la siguiente relación:

$Dp(g) \text{ --- --- --- --- } 100 \text{ cm}^2$ (Área de la cuadrícula de 10x10cm)

$X(g) \text{ --- --- --- --- } 1 \text{ Km}^2 [10^{10} \text{ cm}^2]$ (Área para encontrar la relación con los LMP)

Se convierten los cm^2 a Km^2 ; luego, el valor de X, que está expresado en g, tiene que ser convertido a tm, para hallar la relación con el Límite Máximo

Permisible que establece la OMS para Partículas Sólidas Sedimentables (Roncal, 2008).

3.3.3. Magnitud del impacto en la salud de las personas

La identificación y evaluación de impacto, por la emanación de partículas de polvo se realizó mediante la aplicación de la Matriz de Leopold. Para esto, en primer lugar, se determinaron la concentración de la emanación de partículas de polvo y el diámetro de dichas partículas, en la etapa de producción y traslado de material.

Teniendo los resultados del análisis gravimétrico y caracterización de las partículas de polvo emitido por la calera, podemos afirmar o no que está causando un impacto sobre la salud de las personas; para conocer si las familias son conscientes del impacto que está causando el polvo sobre su salud, se realizaron encuestas a las familias del área de influencia directa e indirecta, así mismo entrevistas al personal del puesto de salud de Otuzco, quienes brindaron la información sobre los índices de morbilidad y mortalidad en niños, jóvenes y adultos.

3.4. Métodos de la Investigación

El presente estudio corresponde al método hipotético deductivo e inductivo, por el procedimiento o camino que se sigue en la investigación tiene varios pasos esenciales, que se utilizaron: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias y proposiciones más elementales y verificación o comprobación de la verdad comparándolos con la experiencia.

Tabla 6: Tipificación de la investigación según distintos criterios

Criterio	Investigación
Finalidad	Aplicada
Estrategia o Enfoque Teórico metodológico	Cuantitativa y cualitativa
Objetivos (alcances)	Descriptiva - Explicativa
Fuente de Datos	Primaria y secundaria
Control de diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Contexto donde se realizará	Campo
Intervención Disciplinaria	Unidisciplinaria

Fuente: Según Vieytes (2004), Estrada (1994); Ruíz-Rosado (2006)

3.5. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

3.5.1. Población

El presente estudio tiene como población a las familias del caserío la Victoria del Centro Poblado de Otuzco y estas fueron 130 familias.

3.5.2 Muestra

Para determinar la muestra se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

En donde:

Z = nivel de confianza.

N = Universo

p = Probabilidad a favor.

e = error de estimación.

q = Probabilidad en contra.

n = tamaño de la muestra

$$n = \frac{1.96^2(0.5)(0.5)(130)}{(0.08)^2(130 - 1) + (1.96)^2(0.25)}$$

$$n = \frac{124.852}{1.786}$$

$$n = 69.91$$

3.5.3. Unidad de Análisis

El estudio se realizó en la calera “J & S Hermanos”, se consideró el área de influencia directa o familias afectadas por el impacto probable causado por las partículas de polvo, así mismo se realizó el estudio gravimétrico de las partículas de polvo suspendidas para conocer si las emisiones producidas se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, verificando el impacto probable que puede estar causando, también se realizaron encuestas a familias que se encuentran dentro del área de influencia directa.

3.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Para el análisis de datos se utilizó la estadística descriptiva en inferencia y para el procesamiento de los datos el paquete estadístico SPSS 15.

Para el análisis de las características físicas del polvo de la cal se utilizó el protocolo de Análisis Gravimétrico, para determinar si las emanaciones de partículas de polvo en los puntos monitoreados, superan el Límite Máximo Permisible de $5 \text{ t/km}^2/\text{mes}$ que nos da la Organización Mundial de la Salud (OMS), entidad que establece los límites máximos permisibles de la calidad del aire y su impacto sobre la salud de las personas (OMS, 2005).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de las condiciones ambientales del entorno de la Calera

4.1.1 Medio Físico

a) Clima

La caracterización climática se realizó mediante los valores registrados en la Estación Climatológica Map. Augusto Weberbauer del SENAMHI, los parámetros considerados en la tabla 8 nos muestran los valores obtenidos durante el estudio que permitieron determinar la dirección del viento y por consiguiente el movimiento de las partículas sólidas emanados por la calera.

Tabla 7: Valores Registrados en la Estación meteorológica SENAMHI

CARACTERIZACIÓN	PARÁMETROS
Latitud	7°10'03'' SUR
Longitud	78°19'35'' OESTE
Altitud	2536 msnm
Temperatura máxima	17,8 °C
Temperatura mínima	8,8 °C
temperatura media	13,3 °C
humedad relativa	70,5%
Precipitaciones	700,7mm/año
Periodo seco	Mayo-setiembre
Periodo húmedo	Octubre – Abril
Velocidad del viento	0,7 m/s
Dirección del viento predominante	SUR ESTE

Fuente: Estación climatológica Map. Augusto Weberbauer Enero-Julio - Diciembre 2016

b) Atmósfera:

La zona de estudio presenta dos etapas muy marcadas de clima asociadas a la atmósfera, siendo esta seca durante los meses de Mayo a Setiembre como lo reporta la Estación Climatológica Augusto Weberbauer (Tabla 7) favoreciendo que la cantidad de polvo emanado por la calera sea mayor, lo cual aumenta el riesgo de desarrollar problemas de salud en las familias aledañas, así mismo en la época verano las precipitaciones son abundantes, de tal manera que contribuyen a que las emanaciones de partículas de polvo disminuyan tanto durante el proceso de producción y transporte. Estos datos son muy importantes ya que permitió determinar los meses donde se podían tomar las muestras.

c) Geología y Geomorfología

La geología de la zona, está determinada por la existencia de afloramientos de rocas sedimentarias, compuestas por calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas nodulosas con calizas frescas gris parduzcas. Es por ellos la presencia de varias caleras en el distrito de la zona de estudio.

d) Hidrología

Su principal componente hidrográfico es el río Chonta y Mashcón. Se debe tener en cuenta que el Caserío La Victoria cuenta con servicio de Agua Potable cuyo caudal es de 0,4 L/s, es importante saber que todas las familias cuentan con sistema de agua potable, para poder descartar casos de morbilidad por carencia de la misma.

4.1.2 Medio Biótico

a) Vegetación

En la zona de estudio se encontraron especies exóticas como el eucalipto, pino radiata, ciprés, además de especies oriundas como son, el sauco (sambucus) y el capulí (prunus salicifolia), y especies arbustivas como la retama (r.sphaerocarpa), mutuy (senna), lloque (Kageneckia lanceolata), ishpingo, penca (Cynara scolymus), shirac, zarsa (Rubus), mora (Rubus), tuna (Opuntia ficus-indica). Los principales cultivos de pan llevar que se observan en la zona es el maíz (Zea mays), trigo (Triticum) y papa (Solanum tuberosum). Las especies vegetales ubicadas en cercanías a las caleras se encontraron cubiertas por la cal proveniente de las emanaciones durante los procesos de producción. Tal como se puede apreciar en las fotografías N°30 a y 30 b, esto afecta a las especies vegetales de la zona.

b) Fauna.

Está constituida por especies de fauna silvestre como doméstica, entre las cuales se registraron: reptiles: lagartija, serpiente; los mamíferos silvestres presentes son el zorro y la vizcacha, las aves que encontramos en la zona son el zorzal, huanchaco, gorrión, santa rosa, quinde, tortola, gallinazo, zaparilla, pato silvestre. Así mismo los pobladores desarrollan la crianza de animales domésticos. Estas especies se ven afectados sus hábitad por el constante movimiento de vehículos que trasladan el material y ruido en el proceso de producción de cal.

4.1.3 Medio socio Económico

a) Población:

El centro poblado de Otuzco cuenta con 10 380 habitantes (INEI 2012) y el caserío La Victoria tiene una población de 130 familias, que son afectados por las emanaciones de polvo que generan las caleras que se encuentran en el centro poblado, toda esta población afectada por la emanaciones de polvo se atiende en el Centro de Salud de Otuzco, de allí los reportes de IRAS registrados.

b) Aspecto económico

El ingreso de las familias depende principalmente de la agricultura de autoconsumo y el excedente es comercializado en el mercado, como actividad secundaria se dedican al comercio, confección de papas, es importante destacar que las caleras les generan una fuente de ingreso al contratarlos como obreros, generando un impacto positivo en su economía (Tabla 8), el ingreso mensual es de aproximadamente S/. 500,00.

Tabla 8: Frecuencia y porcentaje de las actividades realizadas por los habitantes del Caserío La Victoria del Centro Poblado de Otuzco del Distrito de Baños del Inca.

	Frecuencia	Porcentaje
Comerciante	15	20,0
Agricultor	20	30,0
Ama de casa	20	30,0
Otro (obrero, Explotación de Cal)	15	20,0
Total	70	100,0

c) Grado de Instrucción

La mayoría de las personas encuestadas tienen un grado de instrucción de primaria completa representando un 58 %, sin instrucción un 20% al igual que los que cuentan con primaria incompleta, solamente un 2% tiene grado de instrucción superior como se observa en la tabla 9, de acuerdo a estos resultados podemos afirmar que por el nivel de instrucción que tiene la mayor parte de la población con la consecuente carencia de conocimiento, los pobladores no perciben que las presencias de las caleras generan un impacto sobre su entorno, el cual representan un peligro para su salud (Cáceres, 2015).

Tabla 9. Frecuencia y porcentaje del grado de instrucción por los habitantes del Caserío La Victoria del Centro Poblado de Otuzco del Distrito de Baños del Inca.

	Frecuencia	Porcentaje
Sin instrucción	15	20,0
Primaria completa	39	58,0
Secundaria incompleta	15	20,0
Superior	1	2,0
Total	70	100,0

d) Servicios Básicos

Toda la población del caserío La Victoria cuentan servicio de electricidad (Fig. 8) y con red de agua potable, interconectada a la vivienda y esta es tratada cada tres meses, además de darle el respectivo mantenimiento, pagando cuotas para su mantenimiento según se observa el (Fig. 6); así mismo la mayoría de las familias poseen letrina que les fue construida conjuntamente con el proyecto de agua potable, el 30% de los encuestados poseen pozo ciego (Fig.7). Estos

resultados demuestran que las familias cuentan con todos los servicios básicos, siendo un factor importante para disminuir los casos de morbilidad de los niños.

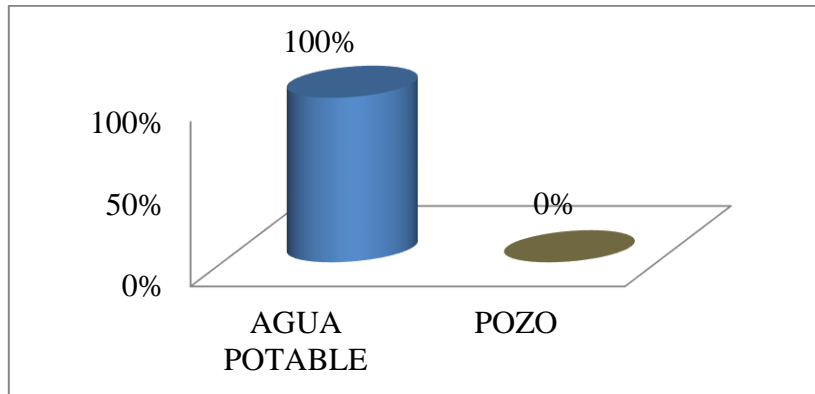


Fig. 6. Porcentaje de los habitantes del Caserío La Victoria del Centro Poblado de Otuzco del Distrito de Baños del Inca que cuentan con agua potable.

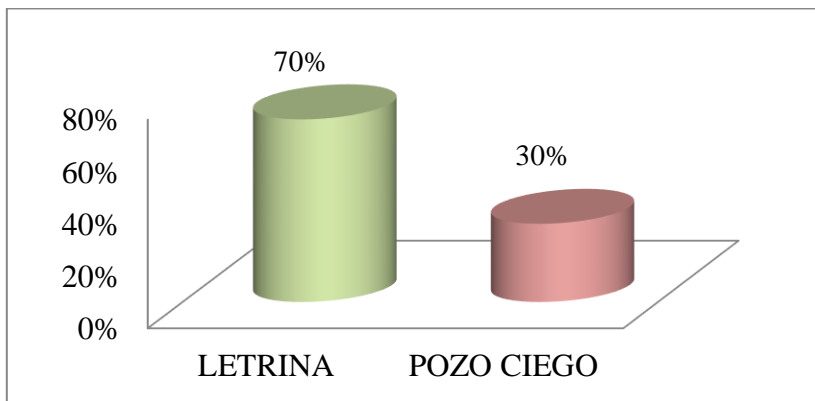


Fig. 7. Porcentaje según tipo de servicios higiénicos utilizados por los habitantes del Caserío La Victoria del Centro Poblado de Otuzco del Distrito de Baños del Inca.

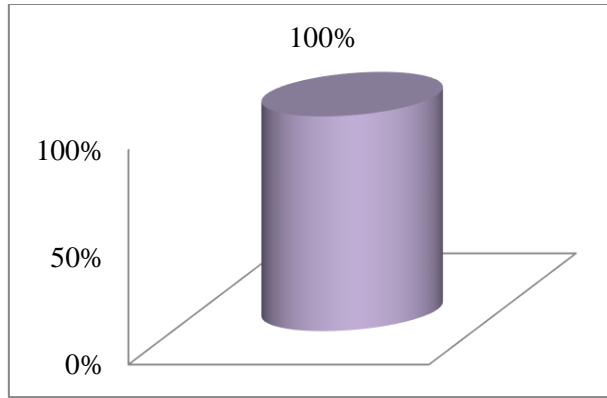


Fig. 8. Porcentaje de los habitantes del Caserío La Victoria del Centro Poblado de Otuzco del Distrito de Baños del Inca que cuentan con el servicio de energía eléctrica

4.2 Caracterización de las emanaciones de partículas de polvo PM_{10} y $PM_{2,5}$ que produce la actividad de la calera

Las actividades para la producción de cal deterioran la calidad del aire del caserío La Victoria del Centro Poblado Otuzco, distrito de Baños del Inca, están afectando la salud de la población, puesto que el monitoreo de partículas sólidas sedimentables, entre los meses de junio y julio del 2016, dio como resultado cuatro de los puntos monitoreados superan el Límite Máximo Permisible de $5 \text{ t/km}^2/\text{mes}$ establecido por la Organización Mundial de la Salud como se observa en la tabla 10, podemos observar los promedios de los pesos de los puntos monitoreados donde:

D_p = Diferencia de Peso (g)

$X(g)$ = cantidad de gramos en un km^2

$X(t)$ = cantidad de toneladas en un km^2

Tabla 10: Promedios de los pesos de las partículas sólidas sedimentables obtenido del análisis gravimétrico

Punto de Monitoreo	Dp (g)	X (g)	X (t)
A	0,0543	5 433 333,00	5,433
B	0,0535	5 350 000,00	5,350
C	0,0438	4 375 000,00	4,375
D	0,0787	7 866 666,00	7,867
G	0,0506	5 060 000,00	5,060

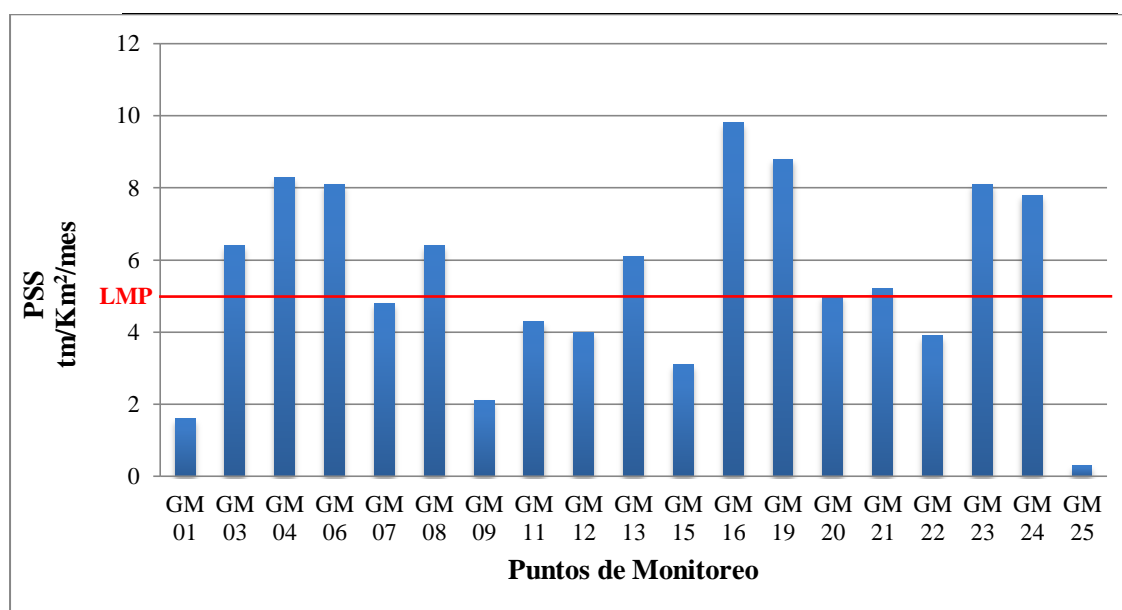


Fig. 9. Promedio del monitoreo comprendido en el periodo de junio a julio del 2016, de las Partículas Sólidas Sedimentables (PSS).

La Fig. 9 muestra que varios de los puntos de monitoreo sobrepasan el límite máximo permisible, entre estos resultados obtenidos el punto GM 16 supera las 9 t/km²/mes, valor que casi duplica lo establecido por la OMS, el 53% de los puntos monitoreados superan los valores referenciales del Límite Máximo Permisible (LMP) para las partículas Sólidos Sedimentables, recomendados por la Organización Mundial de la

Salud (OMS, 2015), y el 47 % de los puntos monitoreados, no exceden el LMP (Fig. 10), al superar los LMP se está generando un impacto negativo sobre la calidad del aire.

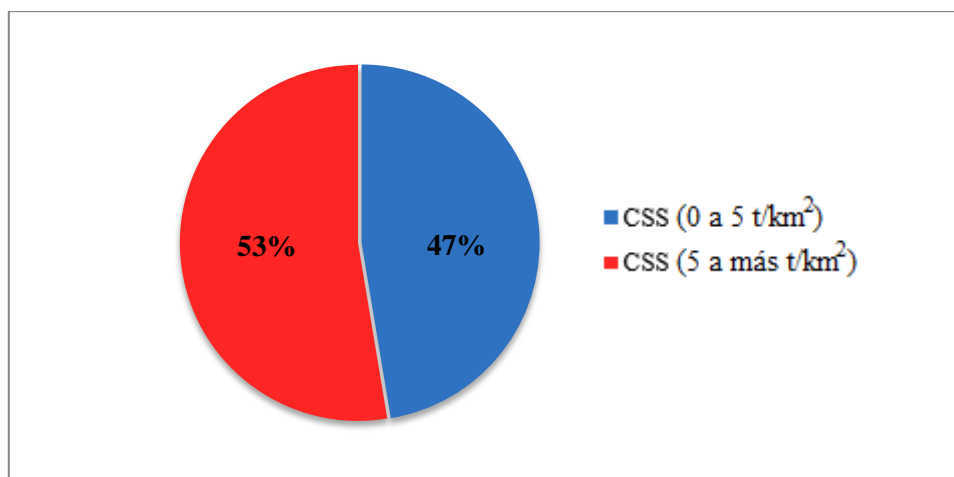


Fig. 10. Porcentaje de puntos de monitoreo de Partículas Sólidas Sedimentables (PSS), que se encuentran dentro y fuera del Límite Máximo Permisible de los puntos monitoreados durante junio y julio 2016, en el caserío La Victoria.

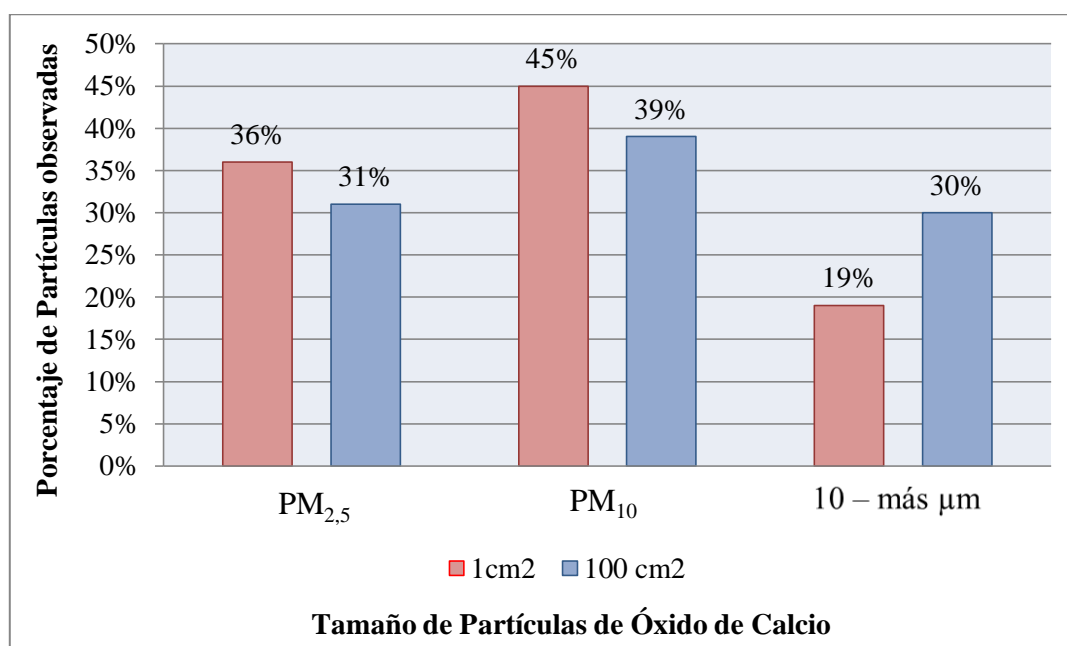


Fig. 11. Porcentaje de Tamaño de Partícula observado en un cuadrante de 1cm² y en 100cm² encontrados en los puntos monitoreados durante junio y julio 2016, en el caserío La Victoria.

La Fig. 11 muestra que en un área de 1cm^2 el 36% de partículas tienen un diámetro de $2,5\ \mu\text{m}$, el 45% de partículas presentan un diámetro de $10\ \mu\text{m}$ y un 19% entre 10 – a más micras, siendo las partículas de $\text{PM}_{2,5}$ y PM_{10} las que se presentan en mayor abundancia como partículas sólidas sedimentables (PSS), siendo estas las de mayor importancia, puesto que deterioran la calidad del aire para la población ya que son los principales generadores de afecciones al sistema respiratorio en las personas (Romero, M 2006).

Los resultados obtenidos en las placas de 100cm^2 muestran que el 31% de partículas tienen un diámetro de $2,5\ \mu\text{m}$, el 39% de partículas un diámetro de $10\ \mu\text{m}$ y un 30% entre 10 a más micras de tamaño.

El tamaño de las partículas sólidas sedimentables es de vital importancia ya que la caracterización del tamaño está íntimamente relacionada a la capacidad de generar afecciones del tipo respiratorio, de esta manera aquellas partículas que presentan tamaños menores a 2,5 micras, llegan a los pulmones, pero a la vez pueden ser expulsadas durante la espiración, por otro lado un 30% de las partículas caracterizadas se encuentran en el rango de tamaño de 10 a más micras (Fig. 11), sin embargo el tamaño de estas partículas no penetran hacia los pulmones, quedándose en las vías respiratorias superiores, ya que cuando el aire ingresa es filtrado permitiendo de esta manera que estas partículas queden atrapadas sin continuar el trayecto a lo largo de la vía respiratoria que llega al parénquima pulmonar (Romero, M 2006).

Las partículas de 2,5 a 10 micras de tamaño son partículas pequeñas y finas siendo las más importantes en cuanto sus efectos en la calidad de aire respirable y el impacto en la salud, de acuerdo a nuestros resultados como se observa en la Fig. 11, son estas partículas las que se encuentran en mayor porcentaje en el entorno de la

población del caserío La Victoria, representando aproximadamente un 70% las cuales son caracterizadas como PM_{2,5} y PM₁₀ y de acuerdo a la OMS (2005) estas partículas son causantes de problemas en el sistema respiratorio ya que se encuentran casi siempre en los pulmones al quedar atrapadas en este tejido, son las PM_{2,5} y PM₁₀ las que tienen mayores efectos en la salud de las personas ya que generan infecciones respiratorias agudas (IRAS) entre ellas la neumoconiosis y de acuerdo al tiempo de exposición de las personas, estas pueden agravarse dando lugar a otras afecciones, la actividad generada por la calera produce polvo en sus diversos procesos el cual se dispersa en toda el área de influencia, de tal manera que la población se ve afectada directamente por esta actividad, por lo cual la generación de estas partículas sólidas sedimentables pueden generar las afecciones respiratorias que se han presentado a lo largo de los años en la población, según lo observado en el alto porcentaje de pacientes que ingresan al puesto de salud por enfermedades relacionadas al sistema respiratorio (Infecciones Respiratorias Agudas - IRAS)(Fig. 14, 15, 16, 17, 18).

4.3. Magnitud del impacto sobre la salud de las personas

Se identificó y evaluó los impactos causados en el proceso de Operación de la Calera, que fue contrastado con la percepción de las familias sobre su afectación en su salud, las entrevistas realizadas al personal de salud y finalmente toda la información fue corroborada con los índices de morbilidad y mortalidad facilitados por el puesto de salud Otuzco.

4.3.1. Identificación y evaluación de impactos

4.3.1.1 Ambiente Físico

- **Modificación del relieve**

La Modificación del relieve es el impacto más común en las operaciones mineras de tajo abierto, debido a la cantidad de material removido en la etapa

de extracción. Este tipo de impacto tiene un efecto negativo, influencia puntual, efecto negativo, magnitud media, tendencia decreciente, corta duración, baja probabilidad de ocurrencia.

- **Generación de Polvo**

La generación de polvo (material particulado) se da en la etapa de extracción y producción de la Cal, así como durante el transporte de y Carga del óxido de Calcio a los vehículos. Este impacto es negativo, de área de influencia local; el efecto será negativo, área puntual magnitud Alta.

- **Generación de gases**

En las operaciones se emplean vehículos en la etapa de extracción, se generará gases en la etapa de calcinación proveniente de los hornos, esporádicamente cuando se produzca Cal hidratada y durante el transporte de material final. Se generarán gases, el efecto será negativo, en área local, probabilidad de ocurrencia moderada, magnitud baja.

- **Generación de Ruido**

La Generación de ruido se producirá en las etapas de extracción, cuarteamiento de rocas, chancadoras y carguío. El efecto es negativo, de influencia puntual, magnitud baja.

- **Posible contaminación de los cursos de agua y suelos por hidrocarburos**

Como posibles fuentes de contaminación deben considerar de los posibles derrames de combustibles, aunque este tiene una baja probabilidad de ocurrencia.

4.3.1.2 Ambiente Biológico

- **Pérdida de Cobertura vegetal**

Durante los trabajos de extracción en el tajo se remueve la escasa vegetación, pues en la zona donde se ubica la calera existe una escasa vegetación, el efecto negativo es mínimo, influencia puntual, magnitud baja.

- **Posible migración de especies animales terrestres**

La alteración del relieve, presencia constante humana, maquinaria y sobre todo el incremento de ruido alejará la fauna terrestre localizada en el área donde se ubica la calera. El impacto es negativo, puntual temporal.

4.3.1.3 Ambiente Social Económico

- **Generación de Mano de Obra**

La calera genera mano de obra no calificada, la mayoría de los obreros son de la zona, el impacto es positivo, influencia puntual, magnitud baja.

- **Dinamización del comercio y servicios**

La generación de puestos de trabajo y demanda de bienes y servicios generados por la Calera tienen un efecto positivo indirecto sobre la actividad comercial y de servicios de la zona.

4.3.1.4 Identificación de Impactos en la calidad del Aire

a) Etapa de Producción

Tabla 11: Magnitud e importancia del impacto generado en la alteración de los niveles de ruido y la calidad de aire por la actividad de la calera.

Impacto	Aspecto	MAGNITUD		IMPORTANCIA	
		Intensidad	Afectación	Duración	Influencia
RUIDO	Por el funcionamiento de maquinaria y herramientas (mantenimiento eventual)	Baja	Media	Temporal	Puntual
	Entrada y salida de vehículos de transporte de Cal	Baja	Media	Temporal	Puntual
AIRE	Se generará material particulado (polvo)	Media	Media	Media	Local

El impacto es negativo (-) ya que es una fuente contaminante del aire, por el ruido ocasionado por el uso de maquinaria y la entrada y salida de vehículos para transportar la Cal, la calificación para este impacto en MAGNITUD (2), Importancia (1), de una escala de 1 al 5, esta calificación se desprende de las encuestas realizadas a las familias donde indicaban que el ruido que generan no les molesta, ya que se dan en horas puntuales, no permanente; las generaciones de sólidos contaminantes superan los límites máximos permisibles en 53 % de puntos de muestreo y el tamaño de las partículas generadas consideradas más peligrosas para la salud son las PM₁₀ y PM_{2,5}, en vista que en las muestras estas son las que representan el mayor porcentaje de concentración 45% afectan indudablemente en la salud de las personas, así mismo el impacto es negativo (-) con MAGNITUD (5), IMPORTANCIA (5).

La Tabla 11 muestra la valoración obtenida por observación directa y entrevista a familias como es el impacto de la calidad del aire en cada una de las etapas de producción de la cal (óxido de Calcio).

- **Etapas de extracción:** en esta etapa el polvo que se levanta en el proceso de extracción es alto, por lo tanto, impacto es negativo (-) MAGNITUD (4), IMPORTANCIA (2); el ruido producido por la maquinaria y por los explosivos utilizados también afecta e incómoda a las familias y la calidad del aire por lo tanto el impacto es negativo (-) MAGNITUD (2), IMPORTANCIA (2). (Tabla 12)
- **Etapas de Trituración:** el impacto causado en esta etapa es negativo (-), el polvo que se levanta en el proceso de trituración afecta al personal que está trabajando en la calera, parte de este polvo es trasladado por el viento a las áreas de influencia directa e indirecta MAGNITUD (4), IMPORTANCIA (3), el ruido que genera las máquinas incomoda a las familias según las respuestas de sus entrevistas. MAGNITUD (4), IMPORTANCIA (3). (Tabla 12)
- **Etapas de Calcinación:** Durante el proceso de calcinación el impacto es puntual, el polvo emanado se produce al cargar los hornos con la roca triturada, MAGNITUD (3), IMPORTANCIA (2). (Tabla 12)
- **Etapas de Molienda:** el impacto que se produce en la etapa de molienda también es negativo (-), ya que la emanación de polvo afecta al área de influencia directa MAGNITUD (4), IMPORTANCIA (3). (Tabla 12)
- **Etapas de Hidratado:** En el proceso de hidratación el impacto es negativo (-) debido a las emanaciones de partículas de polvo

MAGNITUD (3), IMPORTANCIA (4) y gases generados también el impacto es negativo (-) este es percibido por las familias, en las encuestas realizadas, ellos manifiestan que hay momentos que perciben el polvo y gases que se emana la Calera en grandes cantidades, pero es esporádicamente. MAGNITUD (4) IMPORTANCIA (4) (Tabla 12).

- **Etapa de Cernido:** En el proceso de cernido la emanación de polvo es alta ya que los vientos arrastran los sólidos suspendidos a las áreas de influencia directa e indirecta. MAGNITUD (5), IMPORTANCIA (4). (Tabla 12)
- **Etapa de Envasado:** En la etapa de envasado también las emanaciones de partículas de polvo son altas afectando no sólo a los trabajadores, si no a las familias aledañas a la Calera. MAGNITUD (5), IMPORTANCIA (4) (Tabla 12).
- **Etapa de Almacenaje:** Durante el almacenaje y la comercialización el impacto que se produce en esta etapa es bajo, la emanación de polvo que se produce es mínima., MAGNITUD (3), IMPORTANCIA (1) para el almacenaje y el polvo emanado durante el carguío, no es significativa (Tabla 12).
- **Etapa de Comercialización:** La afectación es mayor es en la entrada y salida de vehículos, que levantan polvo por los caminos afirmados. MAGNITUD (3), IMPORTANCIA (3) (Tabla 12).

En relación con el aspecto económico, la generación de fuentes de empleo es un impacto positivo (+) pero menos del 20% de encuestados se dedican a esta actividad,

lo que beneficia a unas pocas familias MAGNITUD (3), IMPORTANCIA (3), sobre la alteración de la calidad de vida el impacto es negativo (-) por que la contaminación por polvo es alta, MAGNITUD (5), IMPORTANCIA (5) (Tabla 13).

La afectación a la salud de los habitantes de la zona, es inminente por los datos obtenidos en el proceso de investigación podemos afirmar que al haber el 53% de muestras que se tomaron superan los LMP que nos brinda la OMS y habiendo muchas familias afectadas y podemos corroborarlo, con las entrevistas al personal de salud y datos obtenidos de este centro de salud de Otuzco.

Tabla 12: Magnitud e importancia del impacto generado en la calidad del aire por la actividad de la calera, durante junio y julio del 2016, en el caserío La Victoria.

Impacto	Actividad	Aspecto	MAGNITUD		IMPORTANCIA	
			Intensidad	Afectación	Duración	Influencia
CALIDAD DE AIRE	Extracción	El polvo que se levante por las operaciones que se realizan de Extracción.	Media	Baja	Media	Puntual
		El ruido que se produzca por la utilización de la maquinaria y explosivos.	Baja	Media	Media	Puntual
	Trituración	El polvo que se levante por las operaciones que se realizan de trituración.	Media	Baja	Permanente	Puntual
		El ruido que se produzca por la utilización de la maquinaria	Media	Baja	Permanente	Puntual
	Calcinación	El polvo que se levante por las operaciones de carga de la roca triturada hacia los hornos, para su calcinación	Baja	Alta	Media	Puntual
	Molienda	El polvo que se levante en el molino, durante la operación de molido	Media	Media	Permanente	Puntual
	Hidratado	El polvo que se levante durante la operación de Hidratación	Baja	Alta	Temporal	Local
		Los gases que se generan, al hidratar la cal	Media	Baja	Temporal	Local
	Cernido	El polvo que se levante durante la operación de cernido	Media	Media	Temporal	Local
	Envasado	El polvo que se levante durante el envasado.	Media	Media	Temporal	Local
	Almacenaje	El polvo que se levante durante la apilación de los costales, conteniendo la cal.	Baja	Alta	Temporal	Puntual
	Comercialización	El polvo que se levante durante el carguío a los volquetes	Baja	Alta	Permanente	Puntual
		Entrada y salida de vehículos de transporte de cal.	Media	Baja	Permanente	Puntual

Tabla 13: Magnitud e importancia del impacto generado en el aspecto económico: por la actividad de la calera, durante junio y julio del 2016, en el caserío La Victoria.

Impacto	MAGNITUD		IMPORTANCIA	
	Intensidad	Afectación	Duración	Influencia
Generación de Fuentes de empleo y ocupación de mano de obra de la zona	Baja	Alta	Permanente	Puntual
Alteración o deterioro de la calidad de vida de los habitantes del sector por el polvo, ruido o gases.	Media	Media	Media	Local
Afección a la salud de los trabajadores de la calera y habitantes de la zona.	Media	Media	Media	Local
Peligro de accidentes de trabajo y laborales a terceros	Media	Baja	Media	Puntual

Los resultados de la presente investigación, nos indican que el material particulado sobrepasa los límites máximos permisibles por lo que está afecta a la salud de los pobladores y por el tamaño encontrado el 45% son partículas pequeñas y finas que pueden penetrar a los pulmones y causar más daño que las partículas grandes, producen irritación de las vías respiratorias, agravar el asma y favorecen a las enfermedades cardiovasculares.

De acuerdo con la investigación realizada y los datos obtenidos del Puesto de salud de Otuzco, la principal causa de morbilidad son las IRAS en cada una de las etapas de vida de las personas, podemos suponer que una de las causas principales es el estar expuestos al polvo de las Caleras presentes en la zona.

Las entrevistas al personal de salud, al responder a la primera interrogante sobre la problemática de la contaminación por el polvo emitido por las caleras, se indica que estas empresas deben tomar medidas de mitigación para reducir el efecto en la salud de

los pobladores, ya que para varios de ellos es una fuente de ingreso y esta información está plasmado en el Análisis del Sistema de Salud Integral (ASIS), manifiesta también que con frecuencia atiende las IRAS problemas bronquiales. Cabe resaltar que en el año 2012 se ha reportado 2 casos de cáncer al pulmón, una causa podría ser esta afectación por la contaminación por el polvo provocado por las caleras.

Un dato importante que podemos resaltar por las entrevistas al personal del Puesto de salud de Otuzco, es que se puede apreciar una disminución de las enfermedades respiratorias en los tres últimos periodos, indicándonos que hubo Caleras que han dejado de operar o las que aún están operando no producen como lo hacían antes, hecho que fue verificado por una visita por la localidad, pero de todas maneras manifiestan que estas caleras afectan enormemente a la salud de los niños, adultos y ancianos; la Fig. 12 muestra la disminución en la producción de cal desde el año 2011 hasta la actualidad, en el año 2011 la producción era de 25 t/día/horno y la Calera contaba con dos hornos, ahora su producción es de 9 t/día/horno.

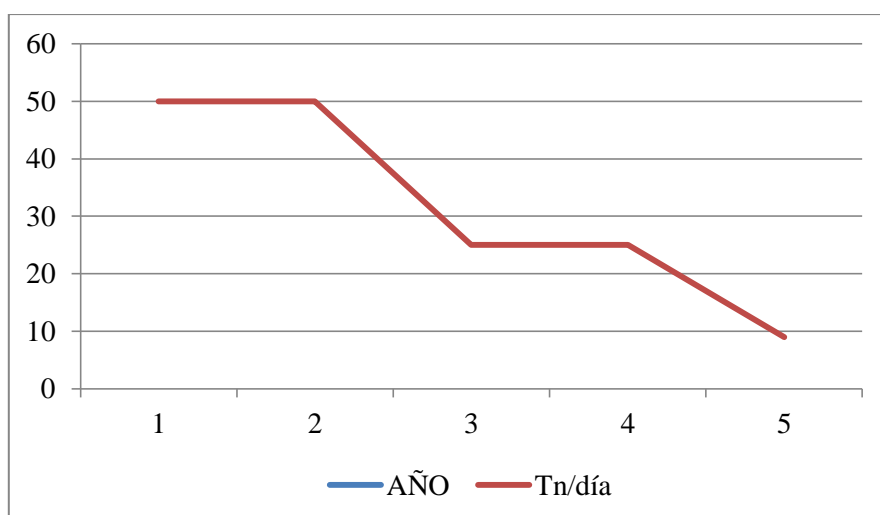


Fig. 12. Producción de cal durante el año 2011 al 2015, de la calera en el caserío La Victoria.

Las principales causas de morbilidad reportados en el puesto de salud del centro poblado de Otuzco que atiende a la población del caserío La Victoria en cada una de las etapas de vida tiene como factor predominante a la desnutrición, seguida de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS), las cuales se presentan con altos casos reportados para la población del caserío La Victoria y el centro poblado de Otuzco que se encuentra bajo la influencia de la actividad de producción de cal (Tabla N°14), la cual está directamente relacionada como factor contribuyente al incremento de IRAS en esta población, la Fig. 13 muestra los resultados estadísticos donde el Coeficiente de Correlación de Spearman ($r= 0,894$) indica que existe relación entre la producción de la calera “J & S Hermanos” y los casos reportados de personas con IRAS en esta población, la cual se puede definir como una alta correlación directa positiva, es decir si en algún momento se produce un aumento en la actividad productiva de la calera, esta repercutirá en el aumento de casos de IRAS, asimismo al hacer el comparativo con los casos reportados de IRAS en una población que no tiene influencia de la actividad productiva de cal como es el caso del distrito de Jesus, que cuenta con una población mayor (15 020 hab) se observa que los casos de IRAS son menores en cuanto a los observados en el puesto de salud de Otuzco (10 380 hab), donde se atienden las familias del caserío La Victoria durante los años 2011 al 2015 (Tabla. 14).

Tabla 14: Casos reportados de infecciones respiratorias agudas de los centros de salud de Jesús y el puesto de salud del centro Poblado de Otuzco, durante el 2011 al 2015.

CASOS REPORTADOS DE IRAS		
Año	POBLACIÓN DE JESUS	POBLACIÓN DE OTUZCO
2011	741	3 056
2012	87	3 913
2013	270	941
2014	114	926
2015	410	971
Total	324	1 961

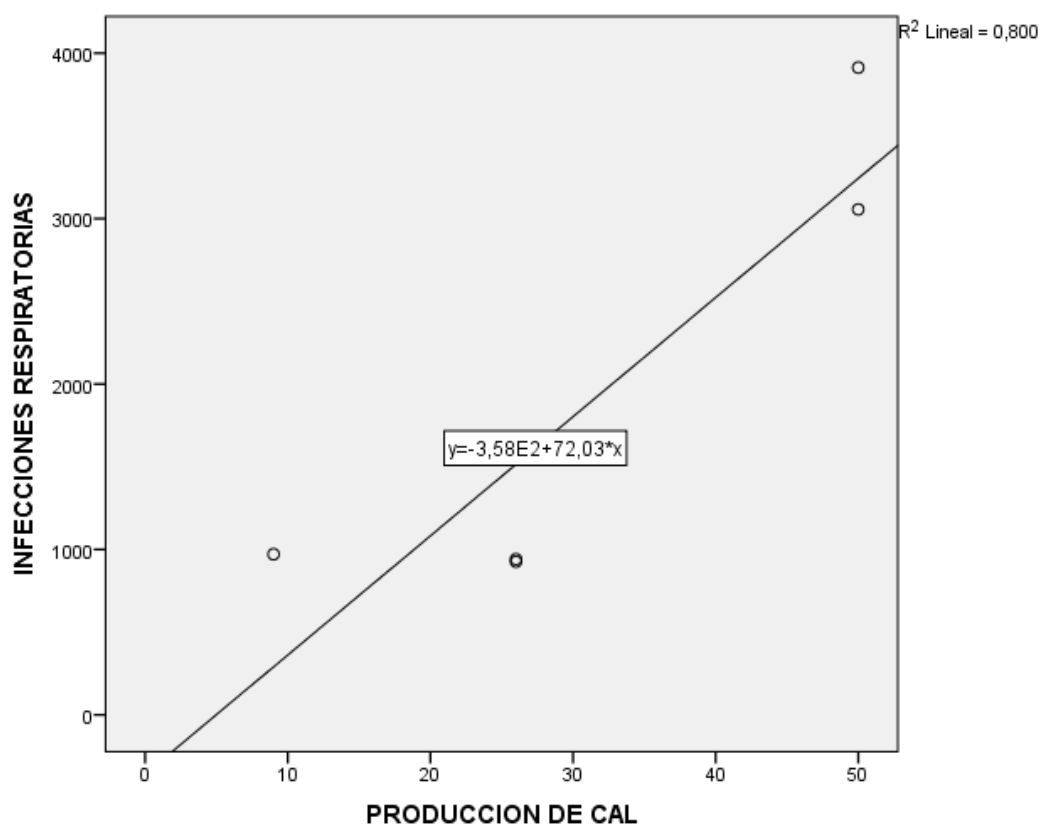


Fig. 13. Relación entre la producción de la calera “J & S Hermanos” y los casos de personas con IRAS reportados, en Baños del Inca.

Durante la etapa de vida Niño y Adolescente, el segundo factor de morbilidad más importante son las IRAS; en las Fig. 14 y 15 se observan que durante el año 2011 al 2012 se presentaron más casos de afecciones por problemas respiratorios, sin embargo durante los siguientes años los casos de IRAS disminuyen, al corroborar la actividad de producción por las caleras durante estos periodos, se observa que existe una correlación entre estos dos factores teniendo una tendencia a la disminución en las afecciones respiratorias al disminuir la producción (Fig. 12), la caída en la producción se debió al cierre del sector minero en Cajamarca, por lo menos dos caleras dejaron de producir cal y las que aún están operando bajaron su producción.

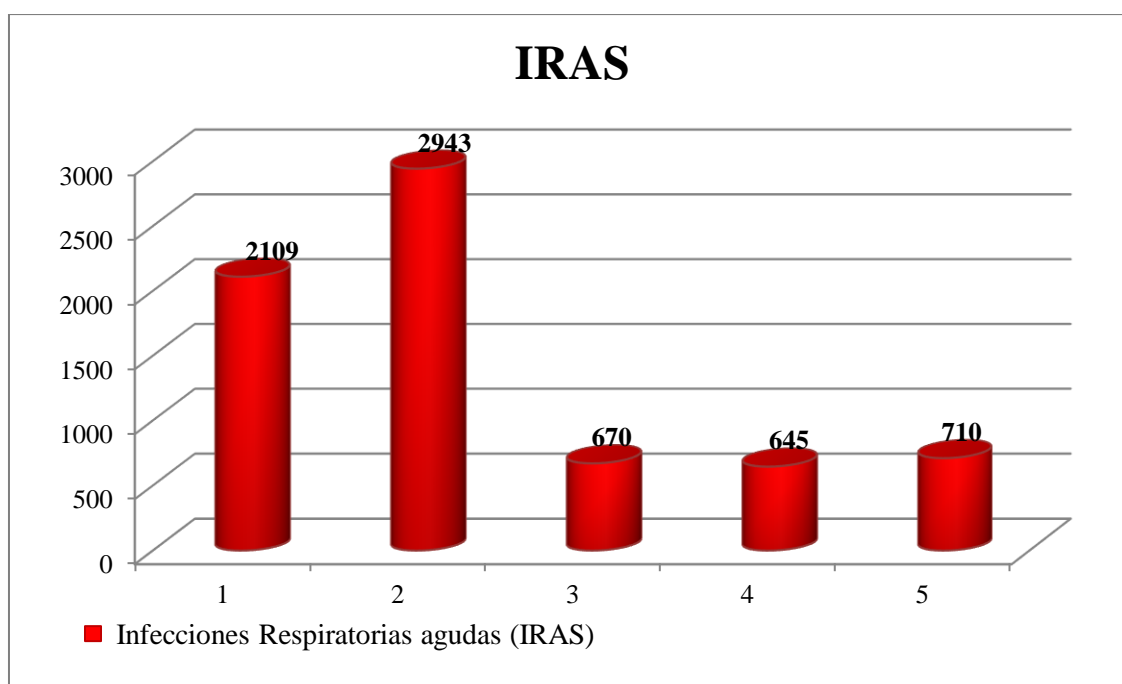


Fig. 14. Casos reportados de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) presentes en los niños durante el año 2011 al 2015.

Fuente: Asis 2015, Puesto de Salud Otuzco

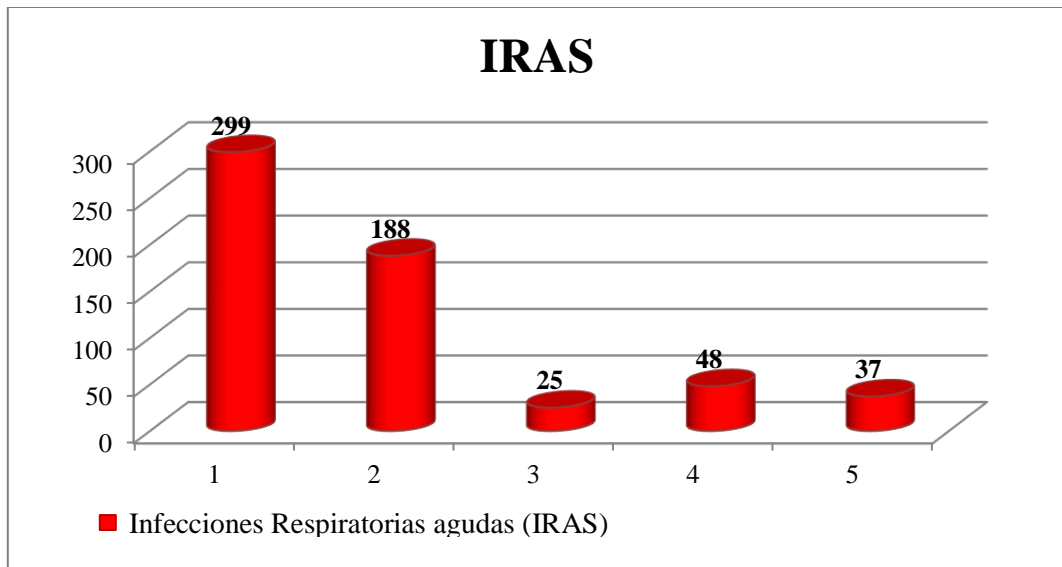


Fig. 15. Casos reportados de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) presentes en los adolescentes durante los años 2011 al 2015

Fuente: Asis 2015, Puesto de Salud Otuzco

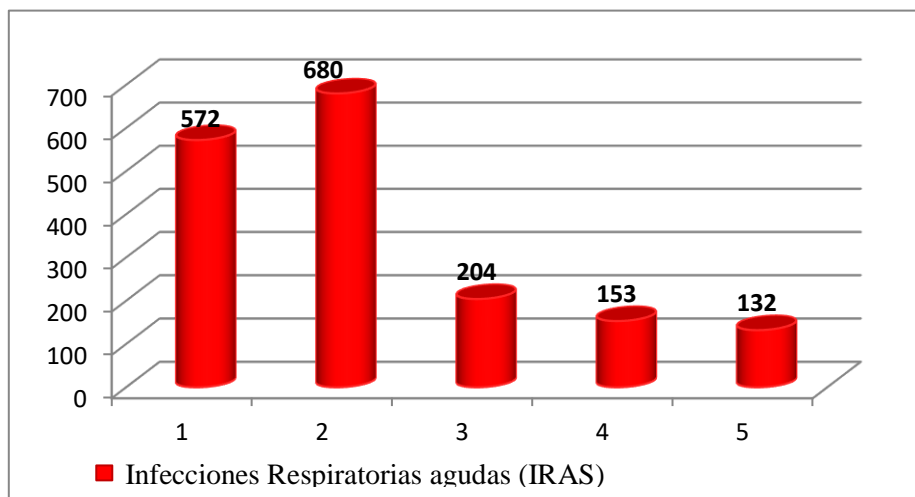


Fig. 16. Casos reportados de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) presentes en los adultos durante el 2011 al 2015.

Fuente: Asis 2015, Puesto de Salud Otuzco

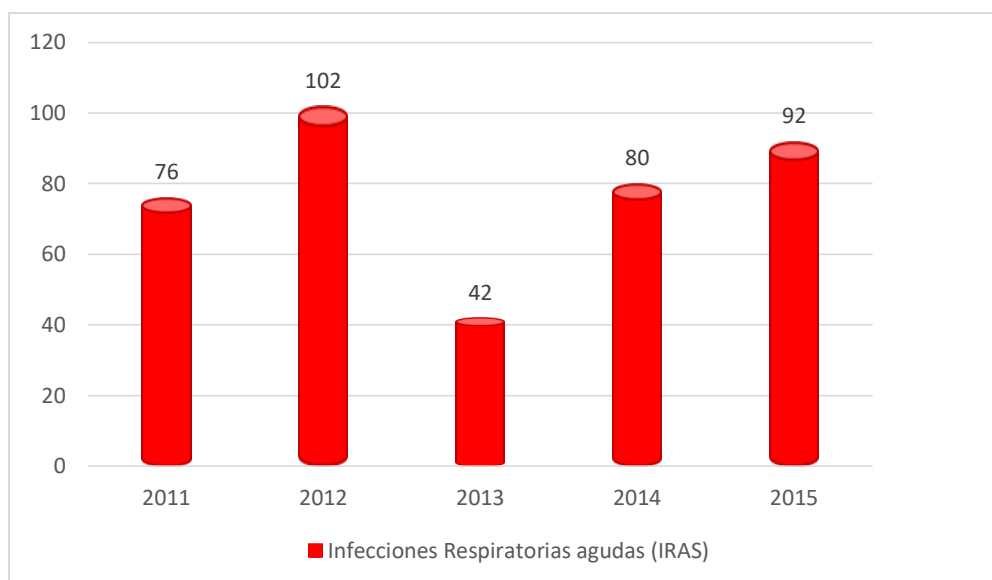


Fig. 17. Principales afecciones y casos reportados de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) presentes en el adulto mayor atendidos en el puesto de salud del centro poblado de Otuzco, Baños del Inca, durante el 2011 al 2015.

Fuente: Asis 2015, Puesto de Salud Otuzco

Según los resultados sobre la morbilidad del adulto podemos observar que la principal causa son las IRAS y estas afecciones también tiene una tendencia a disminuir en el transcurso de los años; podemos apreciar rango bastante alto de disminución de las IRAS entre el año 2011 y 2012, en comparación al año 2013 la disminución de las IRAS es bastante alto (Fig.16).

En el caso de la morbilidad del adulto mayor, podemos apreciar que el segundo caso de morbilidad son las IRAS, pero en este caso solo disminuye en el año 2013 para luego incrementarse en el año 2014 y 2015, podríamos indicar que al tratarse de adulto mayor ellos ya tienen enfermedades crónicas, por el tiempo de exposición del contaminante, se llega a esta conclusión de las entrevistas realizadas al personal de salud (Fig. 17).

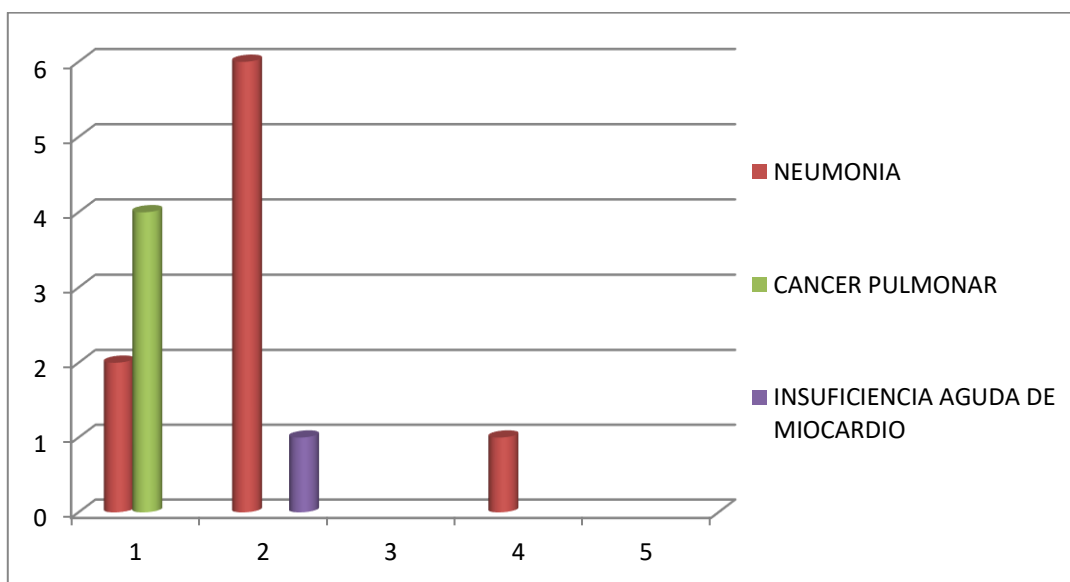


Fig. 18. Principales causas de mortalidad en el adulto mayor durante el 2011 al 2015.

Fuente: Asis 2015, Puesto de Salud Otuzco

Es necesario mencionar que en el caso de mortalidad del adulto mayor, una de las principales causas son los paros respiratorios, en segunda instancia las neumonías, que como sabemos estas se deben a que el adulto mayor ya tienen problemas respiratorios y son propensos a una complicación como la neumonía; por lo que se aprecia esta se ubica en segundo lugar, es importante resaltar también que se han detectado casos de cáncer al pulmón el año 2012, cuando la producción de cal era mayor, no podemos descartar que estas partículas sólidas producidos por las caleras que se encuentran en este distrito han afectado enormemente en la salud de los pobladores (Fig. 18).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- El impacto ambiental es negativo en relación a la calidad del aire, ya que un 53% de puntos monitoreados sobrepasan los límites máximos permisibles
- Se estableció que existe una correlación de spearman altamente significativa ($r=0,89$) entre la producción de la Calera con la salud de las personas.
- En las emanaciones de polvo se encontraron partículas $PM_{2,5}$ y PM_{10} con un 36% y 45% de abundancia respectivamente, y el 19% de las partículas tenían un tamaño mayor a $10 \mu m$.
- Se caracterizó las condiciones meteorológicas durante los meses de mayo a septiembre del 2016, donde la zona de estudio presentó temperaturas máximas y mínimas de $17,8 \text{ }^{\circ}C$ y $8,8^{\circ}C$ respectivamente, presentando un período seco, con una velocidad del viento de $0,7 \text{ m/s SE}$, aumentando el riesgo de desarrollar problemas de salud en las familias aledañas.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajhuacho, IC. 2009. Diagnóstico Ambiental de las Industrias de producción de Cal en el Municipio de Sucre. En respuesta al Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero – RASIM. Molina, E .Lidema .La Paz Bolivia. 102 p.
- Banco Central de Reserva del Perú 2017. Reporte de Inflación – Marzo 2017. Recuperado el 14 de Noviembre 2017, de:
- Blázquez, M. 2003. Curso de Evaluación de impacto ambiental – Inventario ambiental. España.
- Caceres Mejía, Brenda. 2015 Desarrollo de neumoconiosis y trabajo bajo la modalidad tercerización en trabajadores peruanos del sector minero. Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC); Repositorio Académico – UPC, Recuperado el 05 de Febrero 2018 de: <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/handle/10757/621763>
- Campoverde, RX. 2002. Impacto ambiental de la Operación minera Minas No Metálica a Tajo Abierto. Cantera de caliza y su Planta de Proceso. Emisiones de Partículas Sólidas Generadas por la cantera y la Planta. Tesis Ingeniero. Guayaquil – Ecuador. Escuela Superior Politécnica del litoral. 138 p.
- Chin M., Khan R., Remer L., Yu H., Rind D., Feingold G., Quinn P., Schwartz S., Streets D., Halthore, R y DeCola P. 2008, “Aerosol Properties and Their Impacts on Climate”. Synthesis and Assessment Product 2.3. U.S. Climate Change Science Program. National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C., USA.

Cicerone, D. 2006. Contaminación y Medio Ambiente. 1ª Ed. Edit. Eudeba. Buenos Aires. Argentina. 210 pág.

Congreso de la Republica. Constitución política del Perú 1993.

De Nevers, N. 1998. Ingeniería y Control de la Contaminación del Aire. 1ª Ed. Edit. McGraw-Hill. México D.F. 546 pág.

Shumann, W 2004. Guía de Rocas y Minerales. Ed. Omega. Barcelona. 280 pág.

Environmental Protection Agency (EPA). 2004, “Air Quality Criteria for Particulate Matter”. Recupera el 23 de Diciembre 2017 de: https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=87903

GRUPO TÉCNICO LOCAL DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE CAJAMARCA. 2007. Informe mensual del monitoreo de Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la ciudad de Cajamarca. 02 pág.

Häberer, H. 2000. Guía de Manejo Ambiental Para Minería No Metálica. Lima – Perú. Recuperado el 06 de Junio de 2005. De: <http://www.elaw.org/system/files/pe.guia+ambiental+mineria+no+metalica.pdf>

http://minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=1&idPublicacion=543

<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2017/marzo/reporte-de-inflacionmarzo-2017.pdf>.

http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/RAES/RAES-Mineria-Diciembre-2016-GPAE-OS.pdf

INEI. 2005. Informe Técnico N° 05 (Mayo del 2005) - Estadísticas Ambientales. 39 pág.

- Loor C. 1992. Impacto ambiental de la operación minera, cantera de caliza y su planta de proceso. Guayaquil: ESPOL.
- MEM (Ministerio de Energía y Minas – Perú). 2005. Guía Minera Minería No Metálica. 35 p.
- MEM (Ministerio de Energía y Minas –Perú) 2017. Anuario Minero .75 p.
- Mihelcic, J. 2004. Fundamentos de Ingeniería Ambiental. 1ª Ed. Edit. Limusa. Mexico D.F. 382 pág.
- MINAM (Ministerio Nacional del Ambiente). 2005. Ley General del Ambiente. Ley N° 28611
- Ministerio de Energía y Minas 2017. Perú 2016: Anuario Minero. Recuperado el 13 de Noviembre 2017, de:
- MINSA (Ministerio de Salud), DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). PN (Panamericana de la Salud). 2005. Manual de Salud Ocupacional. Lima – Perú. Perú Graff Impresores. 102 p.
- Sanchez, Luis 2010. Evaluación de Impacto Ambiental conceptos y métodos. ECOE Ediciones. Brazil 2010 27p.
- Montaluisa, ER. Tipan Ch, HG. 2008. Diseño de un Horno para la producción de Cal Viva y Cal Hidratada de 120 toneladas de Producción Diaria. Tesis Ingeniero. Quito – Ecuador, Escuela Politécnica Nacional. 194 p.
- Organización Mundial de la Salud. 2005. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Recuperado el 14 de Agosto del 2017 de:http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/78657/E88189.pdf

- Organización Mundial de la salud 2016. Calidad de aire y salud.
[http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Osinermig. 2016. Reporte de Analisis Socioeconómico Sectorial Minería. Gerencia de Políticas y Analisis Economico. Recuperado el 20 de Noviembre del 2017,
- Pro Inversión. 2007. Agencia de Promoción de la Inversión Privada – Perú. La Minería No Metálica en el Perú, 2007.
- Roncal, M. 2008. Monitoreo de Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la ciudad de Celendín durante el periodo Abril - Junio del 2008. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental – Celendín. Universidad Nacional de Cajamarca.
- SENAMHI. 2008. Boletín hidrometeorológico del Perú – Evaluación de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Lima-Callao. 25 pág.
- Spiropoulos, J. 1985 Scale Production of Lime for Building. Deutshe Gesellschaft. Germany, Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien. Recuperado el 07 de Mayo del 2005, de:
http://humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/GATE_SmallScaleProductionLime.pdf
- Hernández-Jatib, N., & Ulloa-Carcasés, M., & Almaguer-Carmenate, Y., & Ferrer, Y. 2014. *Evaluación Ambiental Asociada a la Explotación del Yacimiento de Materiales de Construcción la Inagua, Guantánamo, Cuba*. Revista Luna Azul,(38), 146-158.

- Gómez, Domingo, Gomez M^a Teresa. 2013 *Evaluación de Impacto Ambiental*,
Barcelona, España. Ediciones Mundiprensa.
- Romero, F. Sevilla, K. 2017. “Evaluación del impacto ambiental generado por la extracción y procesamiento de piedra caliza en la trituradora San José en el Municipio de Toluviejo, departamento de Sucre, Colombia. Tesis Ingeniería Industrial. Corporación Universitaria del Caribe –CECAR. 107 P.
- Valdiviezo Dias, Alejandra y Ramirez Carrión, José 2009 “Rocas Cálizas”. Compendio de Rocas y Minerales Industriales en el Perú. Ingemmet, Geología Económica, pp. 217
- Romero Placeres, Manuel, Diego Olite, Francisca, & Álvarez Toste, Mireya. 2006 La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2).

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POST GRADO

**IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LA CALERA “J&S
HERMANOS” EN LA CALIDAD DEL AIRE Y LA SALUD DE LAS
PERSONAS EN EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA**

**FICHA DE DATOS SOCIOECONÓMICOS DE LA POBLACIÓN CASERÍO LA
VICTORIA DE OTUZCO**

I. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

Nombre y apellidos del encuestado

.....

Edad.....

Grado de instrucción.....

1.1 Número de personas que ocupan la vivienda (edad)

HOMBRES		MUJERES	
EDAD	GRADO DE INSTRUCCIÓN	EDAD	GRADO DE INSTRUCCIÓN

1.2 ¿Cuántos hijos nacidos vivos ha tenido en total?

.....

1.3 Su estado civil es:

- a) Conviviente b) Casada c) Soltera d) Divorciada e) Madre soltera

1.4 ¿Cuál es su religión?

- a) Católica b) Evangélica c) Otro

1.5 ¿Cuál es su actividad principal que realiza?

- a) Comerciante b) Agricultor c) Ama de casa d) otro

1.6 ¿Cuál es su actividad secundaria?

.....

1.7 ¿Cuál es su actividad principal de su conyugue?

- a) Comerciante b) Agricultor c) Ama de casa d) otro

1.8 ¿Cuál es su actividad secundaria?

.....

1.9 ¿Qué tipo de Cultivo siembra usted?

.....

II. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

2.1 ¿Cuál es el material que predomina en la vivienda?

- A) Adobe b) Tapial c) Quincha d) Piedra con barro e) Cemento

2.2 ¿Cuál es el material que predomina en el techo?

- a) Teja b) Calamina c) Concreto

2.3 ¿Cuántas habitaciones tiene la vivienda?

.....

2.4 ¿Cuántas utiliza para dormir?

.....

2,5 La vivienda es

- a) Propia b) Alquilada

2.6 ¿Tiene su vivienda título de propiedad?

- a) Si b) No

2.7 El abastecimiento de agua de su vivienda es

- a) Agua potable b) Agua entubada c) Pozo d) Manantial e) Otro

2.8 El servicio higiénico está conectado a:

- a) Pozo séptico b) Pozo ciego c) Río acequia o canal

III. CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y DEMOGRAFICAS DEL HOGAR

3.1 ¿Qué persona asume los gastos del hogar?

.....

3.2 ¿Ha Fallecido Alguna Persona En Los Últimos Meses En El Hogar

- a) Si b) No

Enfermedad.....

3.3 Cuantas Personas Que Vivian Con Usted están Viviendo En Otra Ciudad

.....

3.4 Con que motivo fueron

- a) Trabajo b) Estudios c) Otros

¿Cuáles son los principales problemas en su comunidad?

.....

¿Cuáles son las principales necesidades en su comunidad?

.....

IV. Apreciación Ambiental

Desde el funcionamiento de la calera usted ha sentido alguna molestia por :

- a) Ruido b) Polvo c) Otros

¿Cuál es la enfermedad más común que sufren en su familia?

.....

ANEXO 2

GUIA DE ENTREVISTA

- Entrevistados: Los pobladores del Caserío la victoria de Otuzco
- Cantidad: 70 personas

1. ¿Tiene conocimiento de agentes en la zona que contamina el ambiente? ¿Cuáles?

.....

2. ¿En qué momento del día se percibe el polvo de la calera?

.....

3. ¿Cuántos días de la semana observa la presencia de Polvo?

.....

4. ¿Toma alguna precaución? ¿Cuáles?

.....

5. ¿Se ha visto afectada su salud o la de algún conocido?

.....

.....

6. ¿Cuáles son los síntomas que observa?

.....

ANEXO 3

ENTREVISTA

- Entrevistados: Profesional médico
- Cantidad: 1 persona

Existe la Presencia de caleras en el distrito de Baños del Inca en el Caserío la Victoria de Otuzco, que se ve afectada por la emisión de Polvo

1. ¿Usted nos podría decir que opina sobre tal problemática?

.....
.....

2. ¿Cómo afecta a la salud de las personas?

.....
.....

3. ¿Usted en su consultorio atiende pacientes afectados por la contaminación provocada por el polvo?

.....
.....

4. ¿Con que frecuencia?

.....
.....

5. ¿Quiénes se ven más afectados, los niños, adultos o ancianos?

.....
.....

6. ¿Cuáles serían sus sugerencias para revertir la situación?

ANEXO 4

HOJA DE RUTA

GUIA DE OBSERVACION

INVENTARIO AMBIENTAL CASERIO LA VICTORIA DE OTUZCO

1. Clima (SENAMHI)

- Temperatura:
.....
- Humedad:
.....
- Índice de evapotranspiración:
- Precipitaciones:.....
- Periodo seco y periodo húmedo:
- Velocidad del Viento:
- Dirección del Viento:

2. Atmósfera

.....
.....
.....

3. Geología

- Estabilidad del terreno
.....
.....

4. Hidrología

- Red Hídrica superficial

- Red Hidrica subterránea,
- Volúmenes (régimen de caudales superficiales y flujos subterráneos) y sus componentes (análisis de agua).....
- Presencia de Manantiales.....

MEDIO BIÓTICO

- Se considera las condiciones y características edáficas de los suelos, de la vegetación y de la fauna. En algunos casos, se considera la visión conjunta de seres vivos y su entorno en determinadas zonas (espacios de interés) y paisaje
.....
.....
.....
.....

Estudio de los suelos

- En el estudio de los suelos se utilizan diversas técnicas y clasificaciones, que pueden estar orientadas a describir las condiciones y evolución del suelo en sí mismo, o específicamente a su productividad agrícola, dependiendo de los factores climáticos, topográficas, etc. (análisis de suelos).
.....
.....

VEGETACIÓN.

- Niveles de humedad
- Retención de agua superficial
- Habitación de animales
- Producción de biomasa

Estudio de la Vegetación

- Inventario de las especies vegetales del área, de su densidad y cobertura y del grado

Tipos, diversidad y su función como soporte de la vida animal (refugio, nidificación, etc.)

.....
.....
.....
.....

Presencia de especies exóticas y raras en la zona, así como aquellas que presentan un potencial de desarrollo zonal natural.

.....
.....
.....
.....

FAUNA

Estudio de la fauna

- La elaboración de inventarios de especies presentes (tipos, densidad, frecuencia, poblaciones),

.....
.....
.....
.....

- En general, todos los anfibios, reptiles, algunos mamíferos y la mayoría de los rapaces presentan un elevado interés de conservación.

.....
.....
.....
.....

PAISAJE

Estudio del paisaje

- El factor se define en función de su aspecto lo que suele englobar una división del área estudiada en unidades homogéneas de paisaje según sus características ambientales (urbano, cultivos, huertas, etc.) y de visibilidad geométrica (valles cerrados, áreas planas, etc.) La descripción de cada unidad puede ser ambiental (vegetación, geomorfología, cursos de agua), estética (colores, líneas, formas, etc.) o ambas.

.....
.....

**ANEXO 6. ANÁLISIS DEL MODELO DE REGRESIÓN MEDIANTE
EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN PARA LAS
VARIABLES PRODUCCIÓN DE CAL EN CASOS DE IRAS
REPORTADOS.**

VARIABLES ENTRADAS/ELIMINADAS			
Modelo	VARIABLES ENTRADAS	VARIABLES ELIMINADAS	Método
1	PRODUCCIÓN DE CAL ^b	.	Entrar
a. Variable dependiente: INFECCIONES RESPIRATORIAS			
b. Todas las variables solicitadas introducidas.			

RESUMEN DEL MODELO				
Modelo	R	R CUADRADO	R CUADRADO AJUSTADO	Error estándar de la estimación
1	,894 ^a	,800	,733	735,451
a. Predictores: (Constante), PRODUCCION DE CAL				

ANOVA^a						
Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	6478388,020	1	6478388,020	11,977	,041 ^b
	Residuo	1622665,180	3	540888,393		
	Total	8101053,200	4			
a. Variable dependiente: INFECCIONES RESPIRATORIAS						
b. Predictores: (Constante), PRODUCCION DE CAL						

COEFICIENTES^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	-357,825	746,499		-,479	,664
	PRODUCCIÓN DE CAL	72,026	20,812	,894	3,461	,041
a. Variable dependiente: INFECCIONES RESPIRATORIAS						

ANEXO 7. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SM-312-2016

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SAC
DIRECCION : AV. VIA DE EVITAMIENTO NRO. S/N SAN ANTONIO (CDRA 15) CAJAMARCA
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2016-04-01
FECHA DE EMISIÓN : 2016-04-07
LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio de Química
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA : 210 g
N° SERIE : 8332090766 DIVISIÓN DE ESCALA (d) : 0,0001 g
MODELO : PA214 DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0,001 g
TIPO : Electrónica COE. DERIVA TEMPERATURA : 0,00001 / °C
CLASE : I ΔT LOCAL : 17,0 °C hasta 30,0 °C
CÓDIGO IDENTIFICACIÓN : 2-009446 CAPACIDAD MÍNIMA : 0,01 g

PESAS UTILIZADAS Y TRAZABILIDAD Se utilizó Pesas Patrones con Certificado: LM-533-2015 trazable a patrones nacionales del SNM/INDECOPI,

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II PC-011 4ta. Edición: 2010 del SNM/INDECOPI.

PROCEDIMIENTOS Y RESULTADOS

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No tiene
OSCILACIÓN LIBRE	Tiene	CURSOR	No tiene
PLATAFORMA	Tiene	NIVELACIÓN	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No tiene		

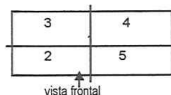
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temp. (°C)	22,0	22,0	H.R. (%)	62	62

Medición N°	Carga L1 = 100,0000 g		Carga L2 = 200,0000 g	
	I (g)	E (g)	I (g)	E (g)
1	100,0001	0,0001	200,0001	0,0001
2	100,0001	0,0001	200,0001	0,0001
3	100,0001	0,0001	200,0001	0,0001
4	100,0001	0,0001	200,0001	0,0001
5	100,0000	0,0000	200,0001	0,0001
6	100,0000	0,0000	200,0002	0,0002
7	100,0001	0,0001	200,0002	0,0002
8	100,0001	0,0001	200,0002	0,0002
9	100,0001	0,0001	200,0002	0,0002
10	100,0001	0,0001	200,0001	0,0001

$$E = |I+1/2d-\Delta L-L|$$

CARGA (g)	Emax - Emin (g)	e.m.p.(±) (g)
100,0000	0,0001	0,0020
200,0000	0,0001	0,0020



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temp (°C)	22,0	22,0	H.R. (%)	62	62

Carga	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				e.m.p. (±)
	Carga Min.* (g)	I (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0,0010	0,0010	0,0000	70,0000	70,0001	0,0001	0,0001	0,0020 g
2	0,0010	0,0010	0,0000	70,0000	70,0001	0,0001	0,0001	0,0020 g
3	0,0010	0,0010	0,0000	70,0000	70,0002	0,0002	0,0002	0,0020 g
4	0,0010	0,0010	0,0000	70,0000	70,0001	0,0001	0,0001	0,0020 g
5	0,0010	0,0010	0,0000	70,0000	70,0000	0,0000	0,0000	0,0020 g

* Valor entre 0 y 10e

$$E = |I+1/2d-\Delta L-L|$$

$$Ec = E - Eo$$

1 Pág. de 2

TECCIOS S.A.C.

Av. Benavides 4562 - Lima 33 (Surco) - Perú

T+51 1 6767076 - T+ 51 1 4487792 - email: info@teccios.com - www.teccios.com

GALERÍA FOTOGRAFICA

GEOLOGÍA DE LA ZONA



Fig. 19. Zona alta del Caserío la Victoria

HIDROLOGÍA



Fig. 20. Recurso hídrico del caserío la Victoria (río Chonta)

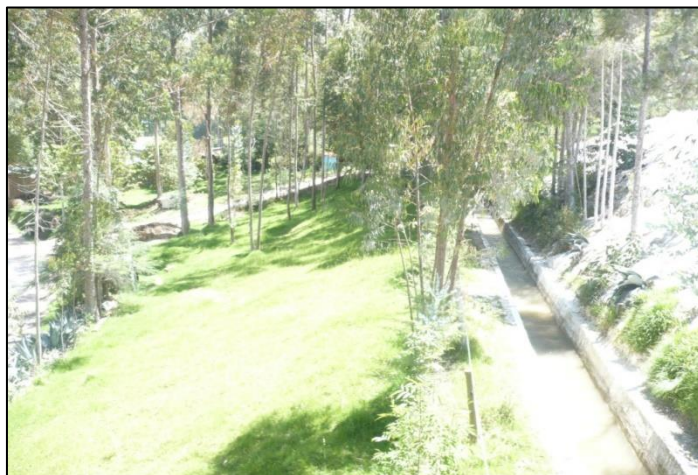


Fig. 21. Recurso hídrico del caserío la Victoria de otuzco (Santa Rita)

MEDIO BIÓTICO

VEGETACIÓN

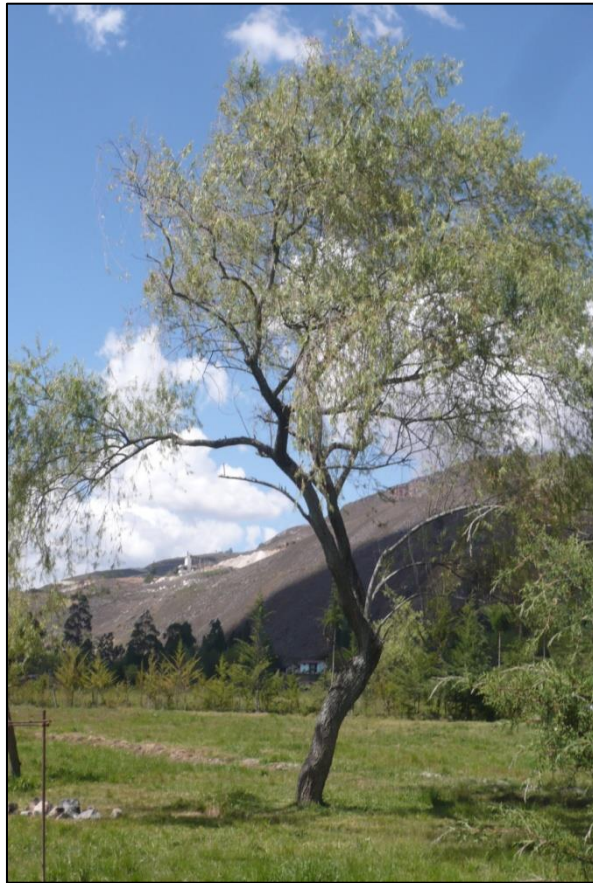


Fig. 22. Capuli (*Eugenia uniflora*)



Fig. 23. Eucalipto (*Eucalyptus globosus* Labill)



Fig. 24. Cipres (*Cupressus sempervirens*)



(a)



(b)

Fig. 25. (a,b) Especies arbustivas



Fig. 26. Alfalfa (*Medicago Sativa*)

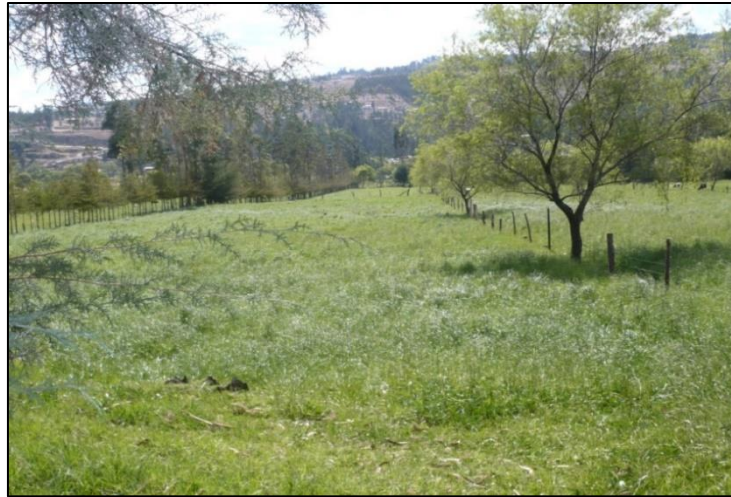


Fig. 27. Grandes extensiones de pastizales

FAUNA

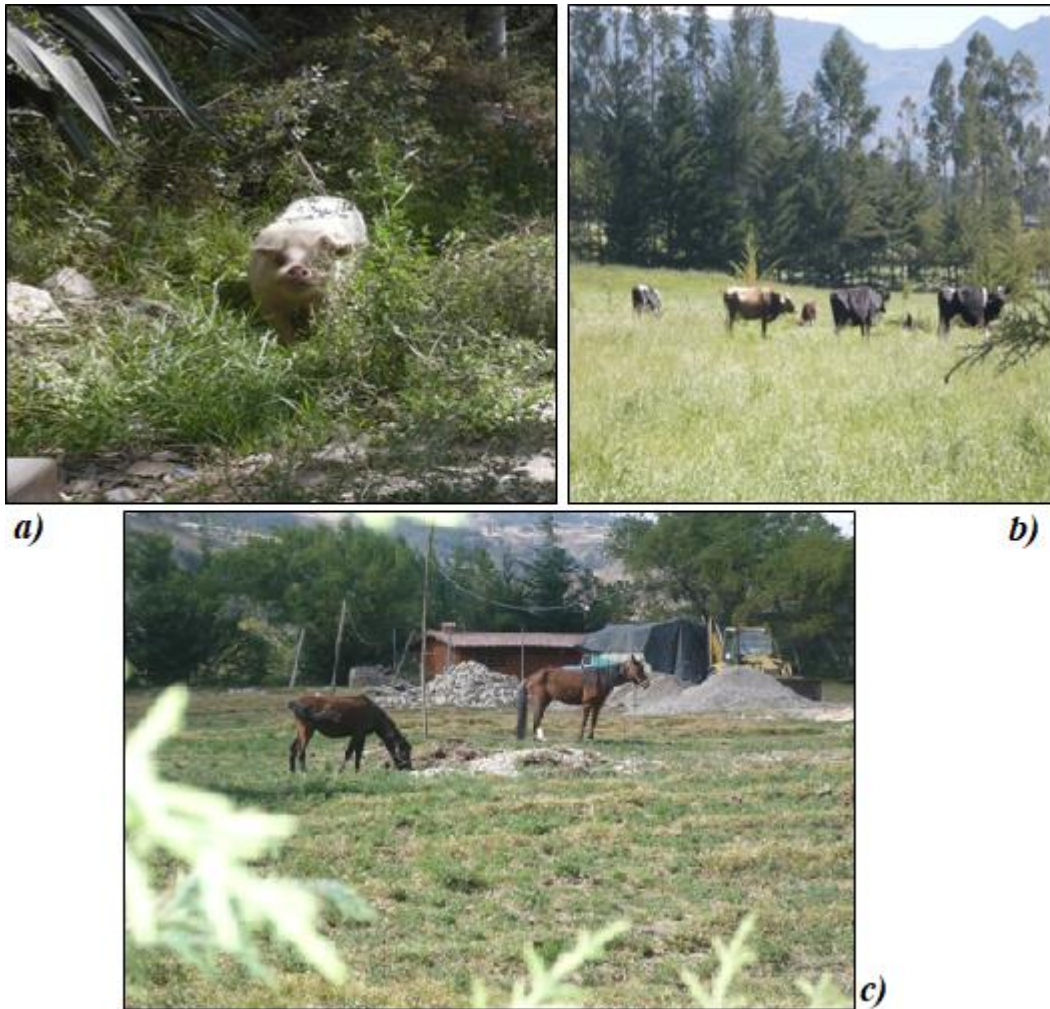


Fig. 28. (a) Porcino (*Sus scrofa*). (b) Ganado vacuno (*Bos taurus*). (c) Equinos (*Equus caballus*).

PAISAJE



Fig. 29. Vista Panorámica del caserío la victoria de Otuzco

VIVIENDA



Fig. 30. (a)(b). Viviendas del Caserío La victoria de Otuzco, construidas de adobe



Fig. 31. Viviendas construidas con material noble.

CALERA



Fig. 32 Calera ubicada en el caserío La Victoria Centro Poblado de Otuzco

IMPACTO DEL POLVO EN PLANTAS



(a)

(b)

Fig. 33. (a)(b). Vista del impacto por polvo de la cal en pinos..



Fig. 34. Vista del impacto por polvo de la cal en pinos



Fig. 35. Entrevista a as familias de la área de la influencia



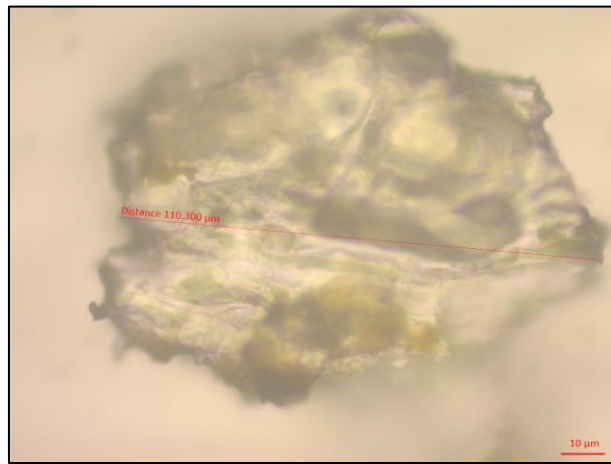
Fig. 36. Instalación de placas receptoras



(a)



(b)



(c)

Fig. 37. (a)(b)(c) Vista microscópica de partículas de polvo obtenidas en el estudio)