

Formulación de lineamientos ambientales para el proceso de trituración de material pétreo. Estudio de caso Trituradora Caliyaco.

Juan Diego Quiroz Apraez

Universidad libre

Facultad de ingeniería

Instituto de posgrados

Especialización en gerencia ambiental

Bogotá

2017

Formulación de lineamientos ambientales para el proceso de trituración de material pétreo. Estudio de caso Trituradora Caliyaco.

Juan Diego Quiroz Apraez

C.C. 1.124.858.087

Proyecto de grado para optar el título de Especialista En Gerencia Ambiental

Universidad Libre

Facultad de Ingeniería

Instituto de Posgrados

Especialización en Gerencia Ambiental

Bogotá

2017

Agradecimientos

A mis padres, por todo el apoyo y amor que siempre me han dado incondicionalmente, por ser ese motor que siempre me impulsó a seguir ante cualquier adversidad y nunca decaer, por ayudarme a ser mejor cada día y alcanzar mis logros. A mi abuelo Edgar por ser esa persona que inspiraba ser mejor cada día y por sus palabras siempre oportunas en cada momento de felicidad o de melancolía. También merecen mis agradecimientos a todas esas personas que me apoyaron incondicionalmente como lo son: Ingeniero Ambiental Guillermo Fajardo, Ingeniero Civil Jair Viveros, Ingeniero de Minas William Rengifo y el Ingeniero Ambiental Jefry Mosquera, seguramente sin ellos no lo hubiera logrado.

Tabla de contenido

1. Introducción	1
2. Título	3
3. Descripción del problema.....	4
4. Justificación.....	10
5. Formulación del problema.....	11
6. Objetivos.....	12
6.1 Objetivo general	12
7. Marco referencial	13
7.1. Marco teórico	13
7.1.1. Contexto sectorial.	13
7.1.2. Sostenibilidad ambiental.	14
7.1.3. Etapas de la minería.	15
7.1.4. Ruido.....	17
7.1.5. Manejo de aguas residuales industriales.....	18
7.1.6. Material particulado y gases.	18
7.2. Marco conceptual	19
7.3. Marco legal.....	22
7.4. Marco geográfico	24
8. Capítulo 1. Diagnóstico ambiental del proceso de trituración	25
8.1. Aspectos generales de empresa Trituradora Caliyaco.....	25
8.1.1. Productos que elabora.	25
8.1.2. Proceso productivo de la Trituradora.	25
9. Capítulo 2. Componente ambiental.....	31
9.1. Línea base.....	31
9.1.2. Medio físico.	31
9.1.3. Medio biótico.	35
9.1.4. Socio económico.....	36
9.2. Impactos identificados y evaluados en el proceso de trituración	37
9.2.1. Identificación de las acciones	38
9.2.2. Causa – efecto de acciones identificadas	46

10.	Capítulo 3. Lineamientos ambientales	49
11.	Análisis de resultados	57
12.	Conclusiones	60
13.	Recomendaciones	62
14.	Bibliografía	63

1. Introducción

El escaso acompañamiento por parte de las instituciones encargadas de este tipo de empresas mineras de material pétreo, acompañado de una creciente demanda del sector de la construcción como los impactos negativos al ambiente (no solo en el municipio de Mocoa Putumayo sino de todo el país), nace este proyecto con el fin de contribuir a minimizar los impactos y ayudar a estas empresas a mejorar sus procesos ambientalmente.

La realización de este estudio fue motivado a causa del impacto generado por el ruido de la trituradora en la zona turística de uno de los mejores balnearios de Mocoa, denominado El Caliyaco, impactos que vienen afectando la tranquilidad de la zona y a los propios turistas; al entrar en detalle con el proyecto se evidencian otros tipos de impactos ambientales a las cuales se les propone una solución a través de lineamientos ambientales desarrollados en el presente proyecto.

Para realizar el proyecto se tomaron en cuenta datos relevantes de la zona proporcionados por la autoridad ambiental de la región Corpoamazonia y estudios de trabajo de grado principalmente realizados en el Instituto Tecnológico del Putumayo -ITP.

En cuanto los conocimientos adquiridos, la Especialización en Gerencia ambiental apunta a formar gerentes de alto nivel con capacidad para planificar, organizar, controlar y dirigir actividades que reflejen mejoramiento, conservación y preservación del Medio Ambiente. Como parte de este proceso de formación, se realiza el trabajo denominado “Formulación de lineamientos ambientales para el proceso de trituración de material pétreo. Estudio de caso Trituradora Caliyaco”. El proyecto cuenta con cuatro componentes, los cuales se describen a continuación:

- Contexto del proyecto: encierra la parte estructural del proyecto, es decir, descripción del problema, justificación, formulación del problema, objetivos y los marcos de referencia, teórico, conceptual, legal y geográfico.
- Capítulo 1: Diagnóstico ambiental del proceso de trituración, donde se encuentra todo lo relacionado con el proceso de trituración.
- Capítulo 2: Componente ambiental, en este capítulo se trata sobre la línea base ambiental y la identificación de los impactos ambientales mediante un diagrama de causa – efecto.
- Capítulo 3: Lineamientos ambientales, donde se dan los lineamientos a seguir para mejorar el proceso de trituración.

Con base en lo anterior, el presente trabajo define, por un lado, la aplicación de los conocimientos adquiridos en la especialización, por otro lado, aportar con estos conocimientos al desarrollo regional, y específicamente a proyectos que en estas regiones se ejecutan.

2. Título

Formulación de lineamientos ambientales para el proceso de trituración de material pétreo.

Estudio de caso Trituradora Caliyaco.

3. Descripción del problema

El proyecto Trituradora Caliyaco está destinado al abastecimiento de material para la construcción principalmente en la ciudad de Mocoa en obras públicas y privadas, la actividad en la cual está ubicada es una actividad primaria, extracción de recursos minerales.

La trituradora tiene como objetivo principal la transformación de material rocoso proveniente del río Rumiayaco, en materiales clasificados en $\frac{3}{4}$ " , 2" y arenas, los cuales son requeridos para su posterior venta como material de construcción.

El equipo que se utiliza para este trabajo es:

- Retroexcavadora Cat E 110. Cantidad: 1.
- Pajarita Massey Ferguson. Cantidad: 1.
- Volquetas Dodge. Cantidad: 2.
- Trituradora

La trituradora cuenta con ocho (8) empleados, dos (2) supervisores y un área aproximada de una (1.0) hectárea en la cual desarrolla los procesos de extracción de material, transformación el transporte a sus respectivos clientes.

El proyecto está localizado en la microcuenca del río Rumiayaco que está ubicada en el sur del municipio de Mocoa, comprende un área de 5.921,7 hectáreas y está conformada por las veredas: Caliyaco, Rumiayaco, Andes, San Luis de Chontayaco y parte de las veredas El Diviso, Villanueva, Planadas y Tebaida. Esta microcuenca se encuentra drenada por una serie de fuentes superficiales que permiten clasificarlos internamente en los siguientes órdenes: primer orden: representado por el río Rumiayaco, en segundo orden se encuentran las quebradas Palmicha, el Bálsamo, Lagarto y Chontayaco y el tercer orden se encuentra representado por las quebradas

Golondrino, la Yegua y una serie de pequeñas corrientes intermitentes sin denominación (Rodríguez , Paola, 2015). Teniendo en cuenta la cercanía al área urbana del municipio de Mocoa, es un afluente estratégico debido a los bienes y servicios ambientales que ofrece, pero, lastimosamente se ha venido afectando por distintos problemas ambientales, tales como:

- Contaminación de las fuentes hídricas por residuos sólidos y partículas suspendidas en el agua.
- Contaminación por ruido.

Vale aclarar y para evitar confusiones en la localización del proyecto, que la microcuenca del río Rumiayaco cambia de nombre a Caliyaco cuando éste pasa por la Vereda Caliyaco.

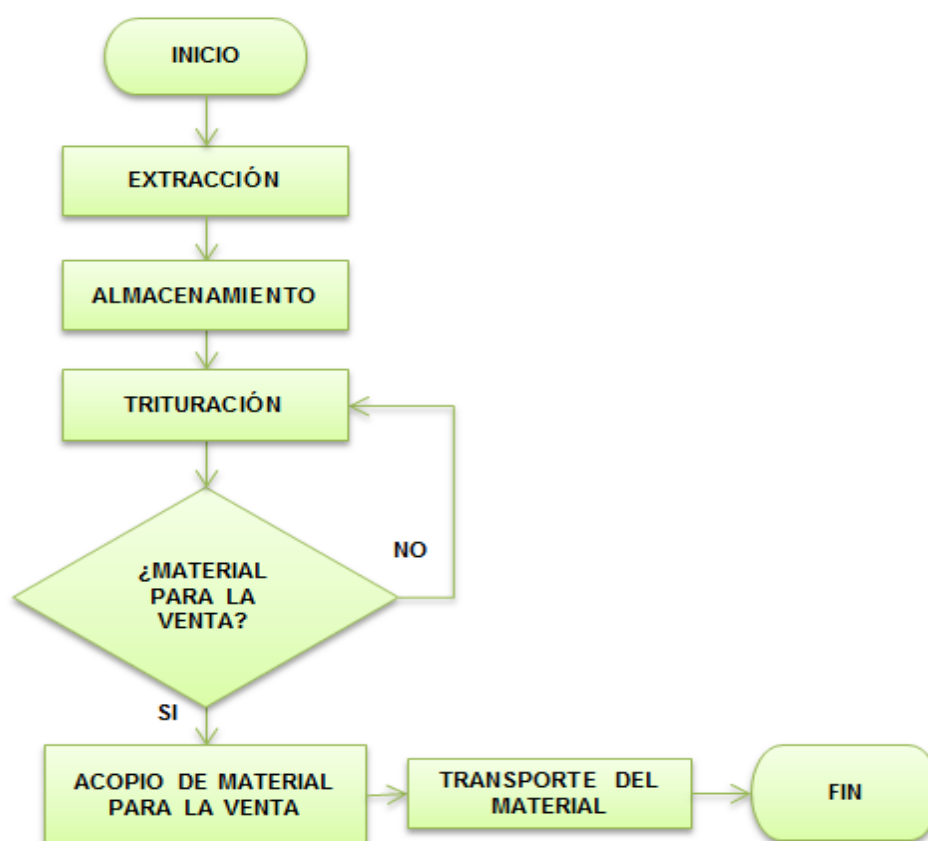
El nombre del río proviene de los antepasados de la región, y tiene origen en la presencia abundante de rocas sedimentarias en el curso del agua, por lo cual obtiene el nombre de Rumi: Piedra - Yaco: Agua (Río de piedras) (Ordoñez, 2015).

Operaciones de la Trituradora Caliyaco:

- Extracción: remoción de las rocas provenientes de la microcuenca del río Rumiayaco
- Almacenamiento: levantamiento de las rocas a la volqueta y transporte hasta el punto de acopio de la materia prima.
- Trituración: carga mediante retroexcavadora el material pétreo proveniente del punto de acopio a la trituradora, de este procedimiento resultan tres tipos de productos con las medidas de $\frac{3}{4}$ ", 2" y arena. Este proceso es supervisado por tres (3) operarios.

- Acopio del material: este acopio se realiza en dos lugares, uno para el depósito del material para la venta, y el otro para el depósito de material que los supervisores determinen no apto para la venta, el cual vuelve a la trituradora.
- Transporte de material al cliente: el transporte del material puede ser llevado a cabo por la empresa o por el mismo cliente.

Gráfica 1. Diagrama de flujo - Proceso productivo de la empresa.



Autor: Elaboración propia, 2017.

El proyecto está basado en el proceso de trituración de la empresa, fue considerado por ser el proceso fundamental, porque da como resultado el producto final.

En el proceso de trituración se presenta varias inconsistencias ambientales tales como: el ruido generado por el este proceso, los lodos que genera el producto de la arena (partículas suspendidas en el agua) y las emisiones de gases por el uso de la maquinaria. Las partículas suspendidas se controlan con un riego previo de agua de la materia prima antes de ser triturada, evitando este aspecto ambiental, no obstante, en el momento de recogerla desde el punto de acopio se levantan las partículas, sobre todo en época de verano.

Las siguientes imágenes muestra el problema de los lodos que genera el proceso de trituración para dar como resultado la arena.



Imagen 1. Material de arena por resultado de trituración.



Imagen 2. Máquina trituradora.



Imagen 3. Vertimiento de agua con sedimentos por parte del resultado del material arena.

Por otra parte, el ruido generado por el proceso de trituración es un problema que se debe solucionar, aunque hay muy poca población aledaña y ningún tipo de queja por ruido generado

por la planta, el dueño es consciente de este problema y esta buscando posibles soluciones para disminuirlo.

Las emisiones que se generan en el proceso de trituración (en fuentes móviles) no se controlan y tampoco se han medido.

El mantenimiento que se realiza a la maquina es semanal, se realiza los días sábados, esto para verificar rupturas en la trituradora que necesiten ser arregladas y soldadas, el cambio de mallas, cambio de tornillos, cambios de aceites, entre otros.

4. Justificación

Este tipo de actividades en el municipio de Mocoa y el Departamento del Putumayo, cuenta con escaso acompañamiento por parte de las autoridades competentes en la parte técnica, legal y tributario, ambiental, institucional, político, métodos de planeación, entre otros. Logrando de esta manera que la extracción minera no se aproveche al máximo y genere impactos ambientales tanto al recurso hídrico como al suelo y subsuelo de manera significativa. Según el Plan de desarrollo minero ambiental del Departamento del Putumayo 2005 – 2020, de las 142 minas de explotación de Material de Construcción (pétreo), Mocoa presenta el mayor número de explotaciones con 66 de ellas, de las cuales 15 están ubicadas la microcuenca del río Rumiayaco (Zambrano, Quintero , & Arcos , 2005).

Consecuente con este problema se pretende implementar parte del conocimiento adquirido en la Especialización de Gerencia Ambiental, para mejorar algunos aspectos importantes en la región.

El proyecto busca brindar a la Trituradora Caliyaco la formulación de lineamientos ambientales en el proceso de trituración, el resultado será la identificación de los impactos que se generan en este procedimiento, no solo de nombrarlos, sino de evidenciar de cuales acciones proceden dichos impactos.

5. Formulación del problema

¿Cómo mitigar los impactos ambientales generados en el proceso de trituración por parte de la Trituradora Caliyaco?

6. Objetivos

6.1 Objetivo general

Formular lineamientos ambientales para el proceso de trituración de material pétreo. Estudio de caso Trituradora Caliyaco

6.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar ambientalmente el proceso de trituración.
- Identificar y evaluar impactos ambientales generados por el proceso de trituración.
- Diseñar lineamientos ambientales para disminuir los impactos.

7. Marco referencial

7.1. Marco teórico

7.1.1. Contexto sectorial.

En Colombia, la explotación de recursos naturales -con énfasis en la minería- tiene un significativo aporte en el entorno económico y social del país. En las dos últimas décadas, el crecimiento del sector fue de lejos muy superior a los demás sectores de la economía nacional, entre posibles argumentos para entender esta dinámica económica, es importante destacar dos factores claves: (1) por una parte, la presión por demanda de materias primas del mercado internacional, y (2) por otra, la legislación colombiana promovida por los dos períodos gubernamentales de Álvaro Uribe hizo atractiva la inversión nacional y extranjera en el sector minero, sin considerar los innumerables daños ambientales y de largo plazo en ecosistemas frágiles y el rechazo de las comunidades locales afectadas por los daños de la minería. Esta tendencia fue ratificada por el presidente Juan Manuel Santos en sus períodos gubernamentales, como es evidente en los planes nacionales de desarrollo, donde la minería es un motor para el desarrollo bajo el supuesto del sustantivo aporte al crecimiento económico, al empleo rural y la inversión privada. De hecho, el actual plan nacional de desarrollo intenta promover el máximo aprovechamiento de los recursos naturales sujeto a estándares ambientales y sociales, de manera que la minería sea una práctica incluyente, competitiva y responsable con el ambiente, en concordancia con la dinámica del mercado internacional, y por supuesto, como oportunidad para empleo digno, y cuya tributación contribuya al mejoramiento del bienestar de la comunidad, por ejemplo, mediante la distribución de regalías por la explotación minera (Ministerio de minas y energía., 2016).

En concordancia con el Ministerio de Minas y Energía, la Constitución Política de Colombia determinó el carácter sostenible que debe tener el aprovechamiento de los recursos naturales. Sin embargo, en el caso de la minería, si bien es indudable el aporte a la economía también ha generado daños ambientales y conflictos sociales. El reto para la actividad minera es aplicar buenas prácticas de producción limpia bajo criterios sostenibilidad, de manera, que la minería proteja el ambiente sin crear condiciones de riesgo para las personas ni al ambiente (Guerrero Almeida & Blanco Tonrens, 2002). Esto implica que la minería debe incorporar estrategias de buenas prácticas, de producción limpia, amigable con el ambiente y de responsabilidad social, en síntesis, la empatía o rechazo hacia la producción minera por parte de la comunidad depende de la propia actividad minera.

7.1.2. Sostenibilidad ambiental.

Colombia definió el desarrollo sostenible en la Ley 99 de 1993 expedida por el congreso en su artículo 3 y además, en la Ley 685 del 2001 Código de Minas, en su artículo 194 dando el concepto de sostenibilidad.

Por otro lado, según Julio Carrizosa, en Construcción de la Teoría de la Sostenibilidad (Carrizosa Umaña, 1998):

“El desarrollo sostenible es aquel que hace perpetua la elevación de la calidad de vida en una sociedad dada, con toda la complejidad que agrega el concepto de calidad de vida, o expresar cosas muy amplias y muy abstractas como decir que el desarrollo sostenible es aquel que asegura a perpetuidad la vida humana en el planeta, con lo cual incluimos también problemas que tienen que ver con la teoría de la evolución”

Para que esta sostenibilidad enmarcada en los anteriores conceptos, algunos proponen soluciones así:

La actividad minera debe estar enmarcada en un modelo económico que promueva un desarrollo, donde la utilización de los recursos sea proporcional a la recomposición natural del mismo en la naturaleza o la aparición de nuevos sustitutos, además, de que se debe conocer la viabilidad de esta actividad para la sociedad (Montero Peña , 2002).

Otra, que la minería sustentable sea orientada a generar en dicha actividad un cambio cultural, es decir, un cambio en la forma tradicional como las corporaciones piensan y plantean sus acciones, un cambio que va más allá de asumir retos en función a lo que “el bolsillo permite” y lleva a la actividad a ser agente de cambio (IISD, MMSD - Norh America, 2008).

En tal sentido, se debe reconocer que la sostenibilidad ambiental no solo es responsabilidad sobre la minería, sino que se trata de responsabilidad compartida, esto obliga a construir entre todos los actores (mineros, estado y comunidad) una visión de desarrollo sostenible.

7.1.3. Etapas de la minería.

Las etapas de la minería expuestas en el presente documento se ratifican en los siguientes autores, (Corpoamazonia, 2002) (Lopez Mora , 2003):

7.1.3.1. *Prospección.*

El procedimiento para la búsqueda de las menas es el siguiente:

- Localización de lugares favorables

- Métodos de prospección: después de ubicar los sitios favorables, se utilizan métodos de búsqueda de minerales, el Directo, cuando se involucra la física y la geología, y el Indirecto cuando se realizan estudios de geofísica y geoquímica.
- Con los resultados se realiza el análisis con la respectiva evaluación.

7.1.3.2. Exploración.

Se establece el procedimiento para determinar la existencia, geometría, cantidad, calidad y viabilidad de la mena en estudio, a partir de muestras obtenidas en campo.

7.1.3.3. Desarrollo.

Se determina la viabilidad del depósito mineral, los impactos a las características del yacimiento, a lo cual se debe tener en cuenta:

- Normatividad minera
- Estudios de impacto ambiental
- Infraestructura
- Planta
- Explotación

7.1.3.4. Explotación.

Se estipula la producción de mena, y se debe tener en cuenta:

- Factores que influyen la selección del método de explotación aplicada son: la geología, geografía, economía, medio ambiente, aspecto social, seguridad.
- Métodos mineros: Explotación a cielo abierto y subterráneo.

- Beneficio: proceso de separación, molienda, trituración y transformación del material de la mena.

7.1.3.5. *Abandono.*

Se verifica el cumplimiento del plan de manejo ambiental.

7.1.4. **Ruido.**

El ruido es considerado un sonido no deseado, tanto para el ser humano como para el ambiente influenciando negativamente en el normal desarrollo de actividades cotidianas, y su origen está en muchas de las actividades que el hombre desarrolla (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2007).

Para la reducción del ruido existen tres técnicas básicas:

1. En la fuente.
2. En la vía de propagación del ruido.
3. En el receptor.

Se menciona un listado de materiales que funciona en la reducción del ruido:

Tabla 1. Materiales atenuantes.

TIPO DE MATERIAL	EJEMPLOS TÍPICOS DE MATERIAL
Absorbentes (transforman energía sonora a térmica)	Lana de vidrio, espumas de poliuretano, espumas con películas protectoras.
De barrera (materiales de masa densa, que proporcionan aislamiento)	Naturales (arborización, materiales de acopio), planchas de acero (1.0 mm – 2,5 mm), vidrio (6.0 mm), concreto (100.0 mm)

Amortiguación (se adhieren a placas de metal para reducir la radiación del ruido)	Sustancias viscosas o elásticas (caucho y plástico)
---	---

Adaptado de la Guía Minero Ambiental de Explotación. Ministerio de Minas y Energía – Ministerio del Medio Ambiente. Colombia. 2002.

7.1.5. Manejo de aguas residuales industriales.

En este caso, las aguas residuales son de tipo industrial, hacen referencia al agua que se utilice para cualquier proceso de producción o transformación.

La trituradora del presente proyecto no cuenta con un manejo adecuado de aguas residuales provenientes del proceso de trituración, tal como se ven en las imágenes antes presentadas (Imagen 1,2 y 3), por lo cual el manejo que se realiza para estas aguas será el de sedimentación.

7.1.6. Material particulado y gases.

Se considera material particulado a todo elemento suspendido que se encuentre en el estado sólido o líquido diferentes al agua presente en la atmósfera (Gutierrez Perez, Larrotta Salamanca, Niño Pedraza, & Plazas Martinez, 2013). Para el caso de estudio, este tipo de materiales particulados y de gases se producen por ser una cantera con operación a cielo abierto de material pétreo, lo que a la salud humana puede representar molestias.

Tabla 2. Medidas de prevención y de control según fuentes de emisión.

FUENTE	MEDIDAS
Pilas de minerales	<ul style="list-style-type: none"> • Humectación de pilas • Cubrimiento de pilas

	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de barreras rompevientos para patios de acopio • Aplicación de agentes químicos que forman costras superficiales
Puntos de transferencia y manipulación de material	<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones de barrera mecánica/física o presión negativa de cierre • Implementación de inyectores de agua con o sin espuma • Instalación de captadores de polvo (ciclones, filtros y precipitadores electrostáticos)
Escombreras	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de pantallas rompevientos • Implantación de vegetación • Empleo de estabilizadores
Vías	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento continuo de las vías • Regulación de la velocidad de circulación de vehículos • Revegetación de áreas adyacentes a las vías de transporte • Limitación de los cruces de vías

Fuente: Guía Minero Ambiental de Explotación. Ministerio de Minas y Energía – Ministerio del Medio Ambiente.

Colombia. 2002.

7.2. Marco conceptual

Para el marco conceptual se tendrá en cuenta el glosario técnico minero que el Ministerio de Minas y Energía, bajo la coordinación de INGEOMINAS y con la participación de otras entidades, estructuró una terminología relacionada con la actividad minera en el territorio

colombiano, de donde se tomaron los conceptos más representativos (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

- Abandono (Industria Minera): Fase del Ciclo minero durante la cual tiene lugar la disminución gradual de la producción, la elaboración del plan de cierre de la mina, el retiro de los equipos mineros la disposición de activos y excedentes, el cierre y la restauración de las excavaciones mineras, y las actividades para la prevención y la mitigación de los impactos ambientales por el cierre de la operación.
- Agregados pétreos: materiales de roca que debidamente fragmentados y clasificados, se emplean en la industria de la construcción para la parte estructural más comúnmente conocida como “obra negra”; hacen parte de este grupo gravas, arenas, triturados y agregados livianos del concreto.
- Ambiente: entorno en el que opera una organización, que incluye aire, suelo, agua, recursos naturales, seres humanos y su interrelación.
- Aluvión: depósitos dejados por las corrientes fluviales.
- Arena: agregado fino natural, que incluyen tamaños de grano a 1/16 a 64 mm (arenas y guijos, según la clasificación geológica de sedimentos por tamaño de grano).
- Banco: niveles en que se divide una explotación a cielo abierto para facilitar el trabajo de los equipos de perforación, cargue y transporte.
- Campamento: instalaciones donde pernocta el personal que labora en una mina.
- Cantera: se entiende por cantera el sistema de explotación a cielo abierto para extraer de éste rocas o minerales no disgregados, utilizados como material de construcción.
- Depósito mineral: concentración natural de sustancias minerales útiles, que bajo circunstancias favorables puede ser extraído con beneficio económico.

- Desarrollo sostenible: desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida, a la productividad de las personas y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustentan, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades, es decir, fundado en medidas apropiadas para la preservación de la integridad de los ecosistemas, la protección del ambiente y el aprovechamiento de los elementos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.
- Escombros: material estéril producido en una mina.
- Gravilla: productos de explotación de una cantera.
- Grava: material redondeado producto de la desintegración, natural o artificial, de cualquier tipo de roca.
- Impacto ambiental: alteración o cambio neto parcial, positivo o negativo, en el medio ambiente o en alguno de sus componentes, resultante de actividades, productos o servicios de una organización.
- Línea base: una línea levantada y establecida con más cuidado del usual, que sirve como referencia y con respecto a la cual se coordinan y se correlacionan otros levantamientos.
- Materiales de construcción: son aquellos productos pétreos explotados en minas y canteras usados, generalmente, en la industria de la construcción como agregados en la fabricación de piezas de concreto, morteros, pavimentos, obras de tierra y otros productos similares. También, para los mismos efectos son, materiales de construcción, los materiales de arrastre tales como: arenas, gravas y las piedras yacentes en el cauce y orillas de las corrientes de agua.

- Trituradora: maquinaria para romper y reducir de tamaño fragmentos o trozos grandes de roca y otros materiales.

7.3. Marco legal

A continuación se presenta una matriz legal, la cual tiene relación directa a la hora de ejecutar el proyecto

Tabla 3. Matriz Legal.

TIPO DE DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO	EXPIDE
Ley 685 de 2001	Por la cual se expidió el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.	Congreso
Ley 1753 de 2015	Por la cual se expidió el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 “Todos por un nuevo país”	Congreso
Ley 1333 de 2009	Por la cual estableció el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.	Congreso
Ley 99 de 1993	Por el cual se creó el Ministerio del Medio Ambiente, se reordenó el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organizó el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictaron otras	Congreso

	disposiciones	
Decreto 1076 de 2015	Por el cual se expidió el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	Presidente de la República de Colombia
Decreto 2667 de 2012	Por el cual se reglamentó la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se tomaron otras determinaciones	Presidente de la República de Colombia
Decreto 948 de 1995	Reglamento de protección y control de la calidad del aire	Presidente de la República de Colombia
Resolución 627 de 2006	Se estableció la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental	Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.
Resolución 909 de 2008	Se establecieron normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmosfera por fuentes fijas y se dictaron otras disposiciones.	Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial
Resolución 1541 de 2013	Se expidió el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible	Presidente de la República de Colombia

Autor: Elaboración propia, 2017.

7.4. Marco geográfico

El proyecto se desarrollará en el municipio de Mocoa, Departamento del Putumayo, en la Trituradora Caliyaco ubicada en la finca Isla de Ballaos, en las coordenadas $1^{\circ}07'32.7''N$ $76^{\circ}38'18.7''W$, tal como lo indica la imagen 4.

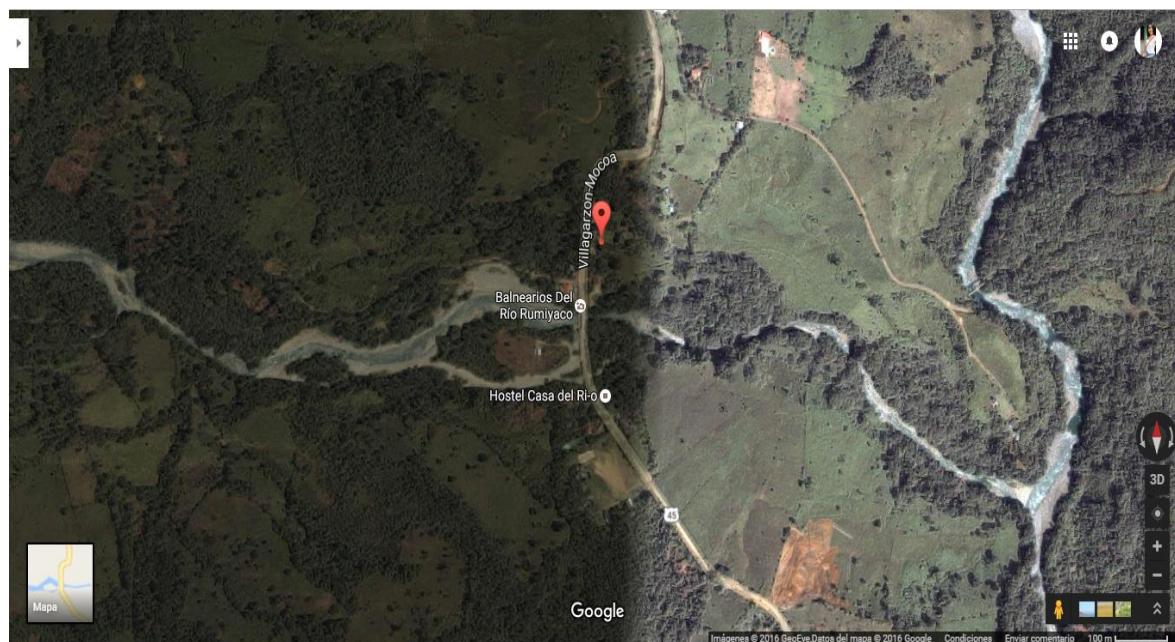


Imagen 4. Ubicación Finca Isla de Ballaos, Trituradora Caliyaco. Fuente: (Google)

Como se puede apreciar en la imagen 4, al pie de la finca se encuentra el río Rumiayaco, donde se realizan las operaciones mineras de extracción del material.

8. Capítulo 1. Diagnóstico ambiental del proceso de trituración

8.1. Aspectos generales de empresa Trituradora Caliyaco

En general, la empresa con nombre Trituradora Caliyaco cuenta: con ocho (8) empleados, dos (2) supervisores de obra que hacen referencia a los dueños del proyecto o gerentes y con un área aproximada de una (1.0) hectárea en la cual desarrolla los procesos de extracción de material, transformación y el transporte a sus respectivos clientes.

El equipo de maquinaria que se utiliza en la empresa es:

- Retroexcavadora Cat E 110. Cantidad: 1.
- Pajarita Massey Ferguson. Cantidad: 1.
- Volquetas Dodge. Cantidad: 2.
- Trituradora
- Motobomba IHM

8.1.1. Productos que elabora.

El resultado de los materiales del procedimiento de trituración o molienda de rocas, son los siguientes: piedra de $\frac{3}{4}$ ", 2" y arena.

8.1.2. Proceso productivo de la Trituradora.

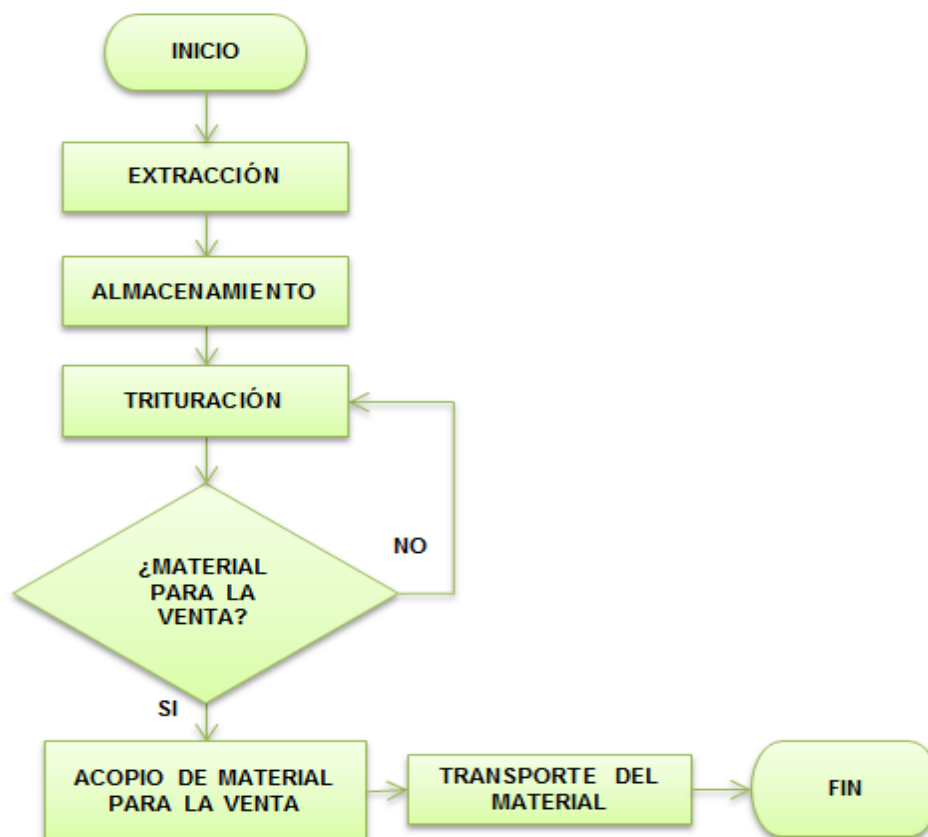
La empresa transforma sus productos de material para construcción mediante la extracción de rocas provenientes de la microcuenca del río Rumiayaco, en el municipio de Mocoa, Departamento del Putumayo, un río que cuenta con grandes cantidades de material de pétreo debido a la procedencia de la cuenca.

Para el funcionamiento de la empresa se realiza los siguientes procedimientos.

- Extracción: remoción de las rocas provenientes de la microcuenca del río Rumiayaco
- Almacenamiento: levantamiento de las rocas a la volqueta y transporte hasta el punto de acopio de la materia prima.
- Trituración: carga mediante retroexcavadora el material pétreo provenientes del punto de acopio a la trituradora, de este procedimiento resultan tres tipos de productos con las medidas de: $\frac{3}{4}$ ", 2" y arena- Este proceso es supervisado por tres operarios.
- Acopio del material: este acopio se realiza en dos lugares, uno para el depósito del material para la venta y el otro para el depósito de material que los supervisores determinen no apto para la venta, el cual vuelve a la trituradora.
- Transporte de material al cliente: el transporte del material puede ser llevado a cabo por la empresa o por el mismo cliente.

El proceso productivo de la Trituradora Caliyaco se presenta en la Gráfica 2.

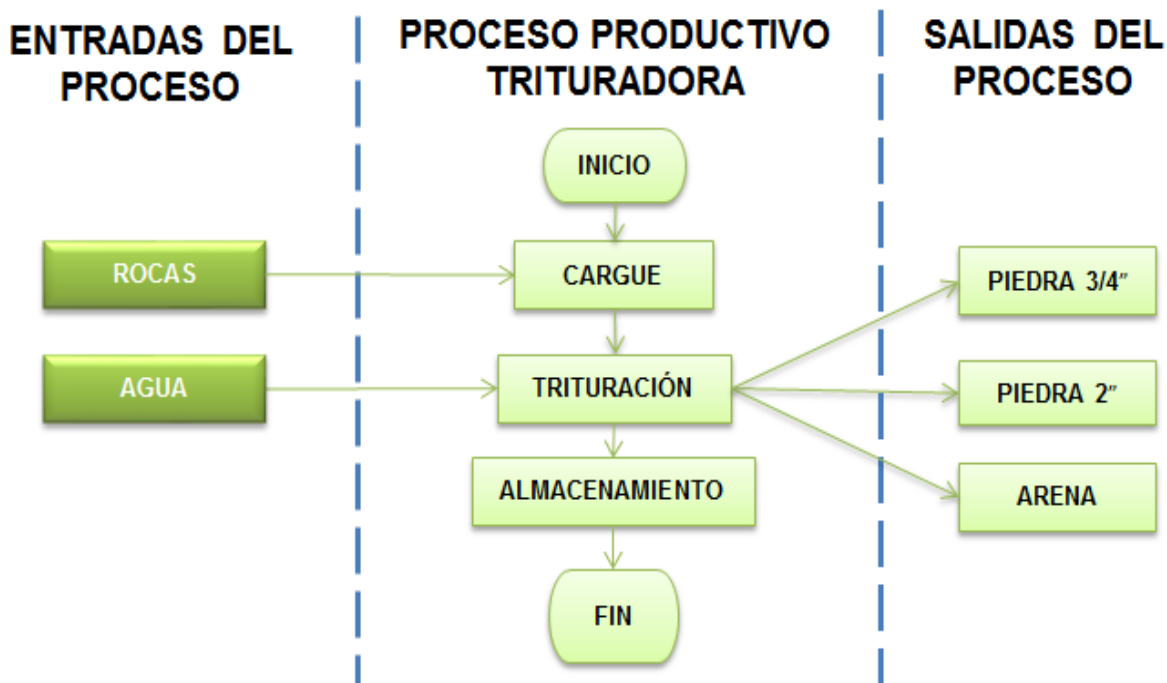
Gráfica 2. Diagrama de flujo - Proceso productivo de la empresa.



Autor: Elaboración propia, 2017.

Con el propósito de formular lineamientos ambientales en el procedimiento de trituración, se elaboró un diagrama de flujo, donde se muestra tanto de los procesos involucrados, como las entradas y salidas del proceso (Gráfica 3).

Gráfica 3. Diagrama de flujo - Proceso del Procedimiento de Trituración.



Autor: Elaboración propia, 2017.

El proceso comienza con el cargue del material pétreo proveniente del acopio de material extraído del río, este procedimiento se realiza con la ayuda de la retroexcavadora Massey Ferguson, la cantidad de carga que realiza la trituradora es supervisada por tres operarios que están encargados de esta operación, quienes además realizan semanalmente trabajos de mantenimiento. En la trituración se realiza un riego de agua para evitar las partículas suspendidas, este riego se realiza por medio de una motobomba, donde el agua es recogida de una quebrada que pasa por el predio de la trituradora. Finalmente el resultado de la trituración son tres productos, a saber: piedra $\frac{3}{4}$ ", piedra de 2" y arena, las cuales son retiradas por la misma retroexcavadora encargada del cargue.

Desempeño de la Trituradora:

- Tiempo de cargue a la trituradora: la carga de las rocas a la trituradora es aproximadamente cada 5.0 minutos (dependiendo de los operadores de la máquina).
- En el lapso de los 5.0 minutos (no en el de descanso), el operador de la Pajarita procede a la remoción de los productos de la trituración, las cuales se ubican en los acopios correspondientes.
- En promedio cada hora el operador de la Pajarita toma 5.0 minutos de descanso.
- En promedio se realizan 90 cargues de rocas a la trituradora diarias (en condiciones óptimas).
- La carga promedio de la Pajarita es de 1.0 metro cúbico de material (puede ser más o menos dependiendo del rebose del cargue).
- Diariamente en promedio y dependiendo del material extraído del río, el resultado de trituración es de 24.0 metros³ de piedras ¾", 12.0 metros cúbicos de piedras de 2" y 6.0 metros cúbicos de arena.
- Anualmente, en promedio y en condiciones óptimas, la empresa puede obtener 5760 m³ de piedra ¾", 2880 m³ de piedra de 2" y 1440 m³ de arena.
- El porcentaje de rendimiento es de un 100% del material extraído, pues no presenta pérdidas en ningún momento, salvo la escorrentía de material particulado en el resultado de la arena la cual no se consideró para el porcentaje.
- La capacidad de la máquina de trituración es de 2.0 a 3.0 m³, pero, se la abastece con 1.0 m³ para evitar mayores daños debido a la vida útil de la máquina.
- El riego de agua se realiza por medio de una motobomba, el cual se vierte al material de río una vez se encuentre en la plataforma de la trituradora, esto se realiza para evitar

partículas suspendidas y en promedio se riegan 40.0 gpm (galones por minuto) (1.0 galón = 3,785 litros).

- El funcionamiento de la máquina trituradora es por electricidad, con una capacidad de 220v.

9. Capítulo 2. Componente ambiental

La información recolectada para describir los componentes ambientales del área de influencia del proyecto fue de trabajos de grado de estudiantes de Instituto Tecnológico del Putumayo -ITP y de un proyecto por parte de Corpoamazonia basado en la educación ambiental sobre la microcuenca del río Rumiayaco.

9.1. Línea base

9.1.1. Área de influencia

El área de influencia directa del proyecto está dada por el terreno utilizado para la actividad en la vereda Caliyaco (Ver imagen 5 y 6).

9.1.2. Medio físico.

9.1.2.1. Geomorfología.

La microcuenca del Río Rumiayaco nace en “zonas de laderas bajas de cordillera, correspondientes a superficies de transición entre zonas de alta montaña, caracterizadas por tener pendientes entre 50.0 y 75.0%”. El proyecto se encuentra ubicado en lo que se considera como Planicies Ligeras y Medianamente Onduladas que tienen como característica pendientes menores a 10% (Alcaldía Municipal de Mocoa Putumayo, 2000).

Por las pendientes tan pronunciadas la presencia de rocas en el lecho del río es de gran abundancia, estos sedimentos se clasifican en: areniscas, lutitas, cuarzo y conglomerados, igneometamórficos, cuarcitos y paragneisses. (Romo & Rosas Santacruz, 1999). Estos son los materiales que la empresa Trituradora Caliyaco toma del río para realizar sus operaciones.

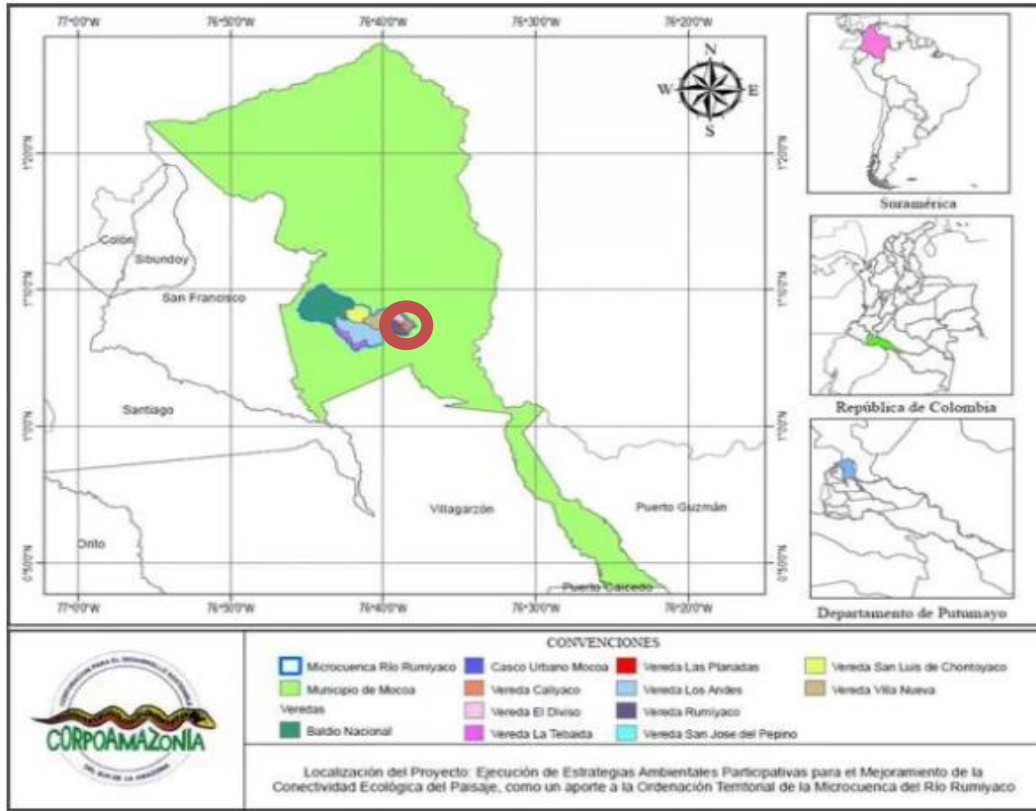


Imagen 5. Ubicación de la microcuenca Río Rumiayaco en Mocoa. Fuente: (CORPOAMAZONIA, 2016)



Imagen 6. Área de influencia del proyecto. Fuente: (Google)

En la imagen 5, se resalta con un círculo rojo la ubicación de la vereda Caliyaco, donde se encuentra la empresa, y en la imagen 6 se resalta en el mapa el área de influencia del proyecto con las siguientes convenciones:

- Línea azul: área de influencia directa donde se lleva a cabo el proceso productivo de la empresa
- Línea roja: área de influencia indirecta

9.1.2.2. Hidrografía.

El proyecto se encuentra en la parte baja de la microcuenca del río Rumiyo, vereda Caliyaco cerca de la desembocadura con el río Mocoa. En época de verano o invierno, el río Rumiyo cambia su caudal generando gran arrastre de material necesario para el funcionamiento de la trituradora y también inundaciones en las zonas aledañas. Un estudio realizado por CORPOAMAZONIA revela área aproximada de una posible inundación donde se ve afectada el área del proyecto (círculo rojo), se deja mención del riesgo de inundación, sin embargo, este trabajo no presentará ninguna información sobre riesgos o planes de contingencia. (Ver la imagen 7).

La imagen 8 muestra la microcuenca del río Rumiyo con sus respectivos afluentes que la alimentan y las veredas que cruza.

La importancia de este río está dada por ser el principal proveedor de agua de forma de acueducto rural a las veredas los Andes y Rumiyo, además, presta un servicio ambiental de turismo, en calidad de balneario principal del municipio de Mocoa, ya que se encuentra a una distancia cercana de la zona urbana de la cabecera municipal.



Imagen 7. Posible patrón por desbordamiento del Ríó Rumiayaco. Fuente: (Ruiz Luna, 2013)

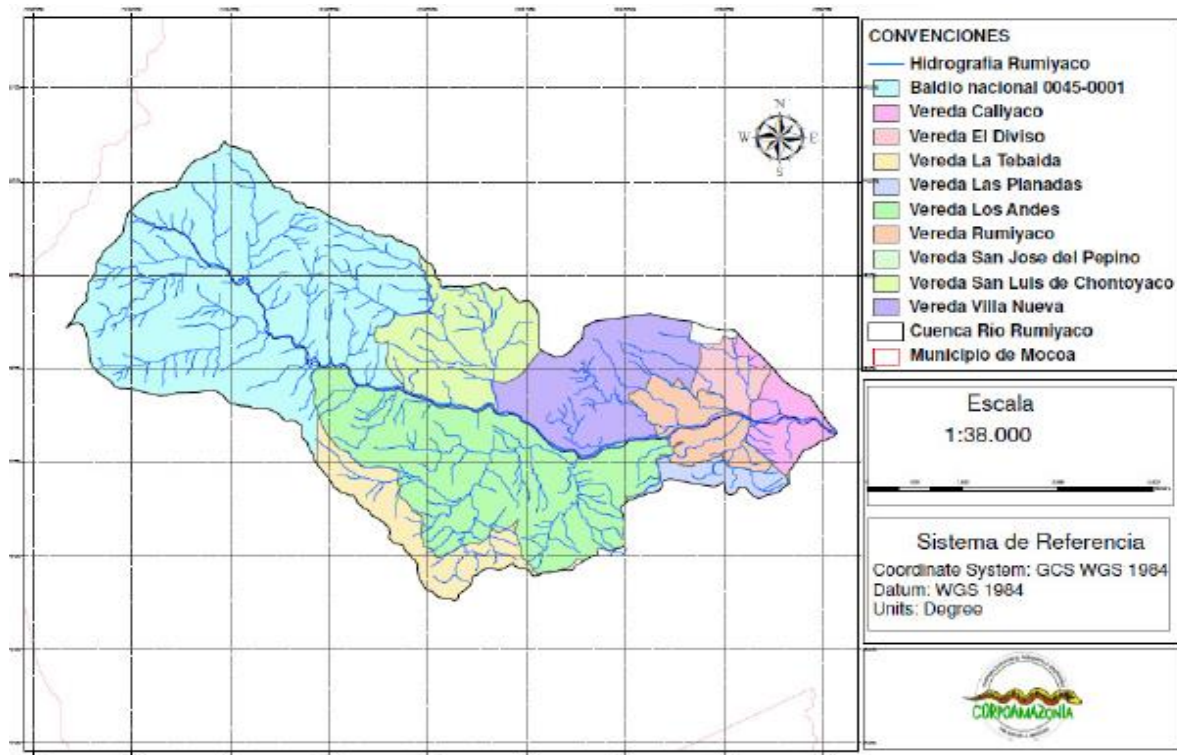


Imagen 8. Microcuenca Ríó Rumiayaco con sus principales afluentes. Fuente (Casanova Angulo, 2013)

9.1.2.3. Suelo.

La utilización del suelo en la microcuenca es para agricultura, ganadería, minería de material de arrastre, porcicultura, y restaurantes. En cuanto a agricultura tiene mínimo aprovechamiento debido a las condiciones topográficas de la zona que cuentan con un terreno ondulado con pocas zonas planas, los cultivos son tradicionales y están dados en su mayoría por: caña, yuca, plátano maíz, aguacate, banano, entre otros, sin embargo, si es ventajoso para la minería de material pétreo, además, el suelo es arcilloso con presencia de material rocoso y areniscas (Ruiz Luna, 2013).

9.1.2.4. Climatología.

Mocoa cuenta está ubicada en un área tropical húmeda, donde se pueden evidenciar precipitaciones entre 2000 a 4000 mm anuales, con temperatura promedio de 24°C y humedad relativa del 85%.

9.1.2.5. Aire.

La calidad del aire en la zona es buena, pues, no se cuenta con grandes industrias y tampoco se registran quemas que puedan afectar la calidad del aire. La zona es afectada por emisiones de gases por parte de vehículos que transitan la vía Mocoa Villagarzón y estufas a base de leña que son utilizados en gran mayoría por los habitantes de la zona.

9.1.3. Medio biótico.

9.1.3.1. Flora.

El tipo de bosque que existe alrededor de la microcuenca es llamado “bosque de selva putumayense” o “bosque de Piedemonte”, caracterizado por presencia de árboles de gran tamaño y frondosos, de interés para la industria maderera, según (Ruiz Luna, 2013) en la evaluación de

impactos sobre la microcuenca del río Rumiayaco en la vereda Caliyaco encuentra que este componente afectado de manera directa por los bañistas cuando construyen hornillas cerca de las raíces de los árboles y por la socavación del sustrato dando origen a volcamientos de árboles.

9.1.3.2. Fauna.

Cuenta con una gran variedad de especies de aves e insectos, pues tal como es rica en flora este río también lo es en fauna, estos dos componentes ambientales van muy de la mano, si la flora se ve afectada de alguna manera la fauna también pues estos proporcionan su hogar.

9.1.4. Socio económico

9.1.4.1. Indicadores generales de la vereda.

La vereda Caliyaco se encuentra a una distancia de 2.0 km hacia el sur de la zona urbana de la cabecera municipal de Mocoa, sobre la vía que conduce al municipio de Villagarzón, se estima una población cercana a los 250 habitantes.

9.1.4.2. Organización comunitaria.

La vereda cuenta con una Junta de Acción Comunal y con zonas de esparcimiento deportivo.

9.1.4.3. Nivel educativo.

Se tiene la presencia de la Escuela Primaria Mixta “El Caliyaco”, su nivel de estudio es primario, es decir, cuenta con escolaridad de primaria con un horario de 8:00 am a 12:30 pm. Una queja de la comunidad es la inexistencia de material didáctico para el desarrollo de sus actividades.

9.1.4.4. Salud y servicios públicos.

La vereda no cuenta con puesto de salud, para tratar cualquier emergencia se deberán desplazar al hospital de Mocoa, dentro de los servicios públicos la vereda cuenta con un acueducto rural, el agua captada se realiza de una quebrada ubicada en la serranía del Churumbelo, el cual es transportado mediante tubería a las casas de la zona.

La comunidad no presenta un sistema de alcantarillado, pero, cada vivienda cuenta con instalación de pozo séptico, sin embargo, a la fecha de hoy muchos de dichos pozos sépticos ya han cumplido su vida útil. En cuanto al tema de recolección de basuras, la empresa operadora del servicio público de aseo, EMAS realiza la respectiva recolección.

9.1.4.5. Economía regional.

La economía de la vereda está dada generalmente por el turismo presente en la zona, la extracción de materiales de arrastre, y agricultura para consumo propio, y escasos excedentes para abastecer el mercado local en Mocoa.

9.2. Impactos identificados y evaluados en el proceso de trituración

Con base en la descripción del diagnóstico ambiental se evidenció los impactos generados por la empresa en cada componente ambiental y se conoció de manera detallada las operaciones de la empresa, en especial, sobre el procedimiento de trituración.

Teniendo en cuenta el diagrama de flujo del proceso de trituración, se realizó la identificación de los impactos generados mediante la utilización de diagramas causa – efecto, este tipo de diagramas permiten conocer las relaciones del proyecto frente al ambiente, dando lugar a un seguimiento de consecuencias de las acciones a los factores ambientales (Arboleda González , 2008).

9.2.1. Identificación de las acciones

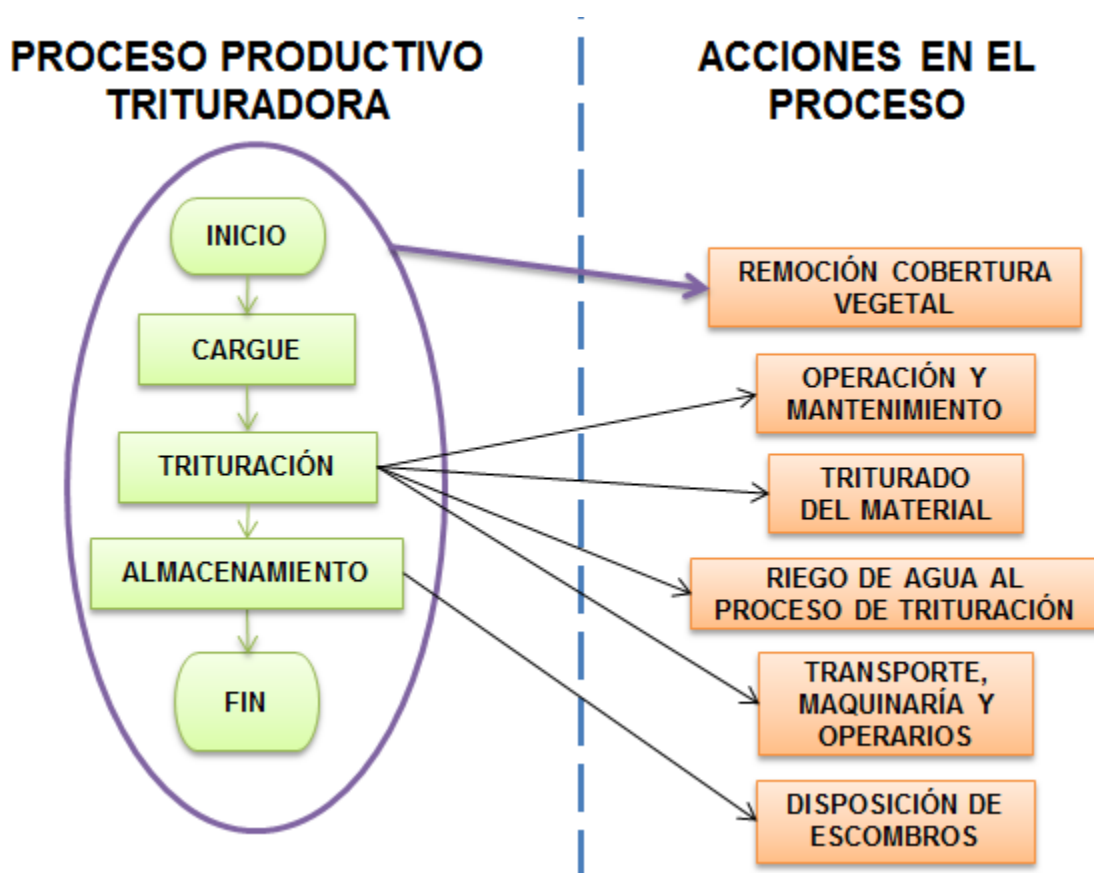
Basados en el diagrama de flujo del procedimiento de trituración, se procede a recolectar información relacionada con las acciones que se desarrollan ahí. Se identificaron acciones como:

- Remoción de cobertura vegetal: esta acción se desarrolló previo al funcionamiento del procedimiento de trituración para dar lugar al área de funcionamiento, esto se da generalmente en la fase del desarrollo de las etapas de la minería, antes explicada.
- Operación y mantenimiento: hace referencia al alistamiento de la máquina y retroexcavadora para su operación diaria como:
 - o La revisión de bandas que impulsan el motor con los dientes de trituración,
 - o Las instalaciones eléctricas para el funcionamiento de la máquina,
 - o El correcto estado de las rejillas que permiten la filtración de las rocas según tamaño,
 - o El correcto estado de los dientes de la trituradora,
 - o El alistamiento de la motobomba para el riego del material.
- Triturado del material: una vez vertido el material extraído del río, se recoge en el acopio pertinente, aquí se generan los productos que posteriormente son vendidos.
- Riego de agua al proceso de trituración: la acción se da en el momento justo cuando la retroexcavadora deposita los materiales de río en la bandeja de alimentación de la máquina, este proceso se realiza mediante una motobomba que recoge el agua de una quebrada que pasa justo por el predio.
- Transporte, maquinaria y operarios: la empresa cuenta con maquinaria propia para el desarrollo de toda la cadena productiva, lo que permite ventaja competitiva frente a otras trituradoras de la zona, sin embargo se identifica esta acción debido a que el flujo de

maquinaria es considerable, y más en las mañanas cuando la empresa labora tanto en el proceso de trituración como en la de extracción de material de río. Presentando una operación total de su maquinaria.

- Disposición de escombros: gran parte del área destinada al proyecto se destina al acopio de los materiales, tanto los aptos para la venta como los de recolección del río.

Gráfica 4. Diagrama de las acciones del procedimiento de trituración.



Autor: Elaboración propia, 2017.

Este diagrama de flujo permite evidenciar las acciones correspondientes a cada procedimiento que se lleva a cabo en la trituración del material, no obstante, se ilustró la acción “remoción de cobertura vegetal”, como una acción conjunta, esto significa que para el correcto funcionamiento

de este procedimiento se realizó una remoción de cobertura vegetal previa, para dar pie a un área para dicho fin.



Imagen 9. Ocupación de cause para riego en el proceso de trituración.



Imagen 10. Acopio de materiales



Imagen 11. Herramientas para mantenimiento de la máquina.



Imagen 12. Cargue de material pétreo a máquina trituradora.



Imagen 13. Máquina trituradora.



Imagen 14. Área de proyecto.



Imagen 15. Vertimiento de agua con material particulado por resultado del producto arena.

En la tabla 4 se presenta una matriz de identificación de impactos generados por la empresa en cada componente ambiental.

Tabla 4. Matriz de impactos identificados.

IMPACTOS IDENTIFICADOS EN CAMPO	
Hidrografía	<p>Al procedimiento de trituración se atribuye el manejo de una pajarita MF a la cual se debe realizar dos cargues de combustible diarios, el cargue de combustible se realiza de manera manual y dentro del área de influencia directa, lo que genera derrames de combustible ACPM en el suelo que posteriormente por temas de escorrentía terminara en el río Rumiayaco; además, se almacenan los combustibles en barriles expuestos al sol y lluvia, representando un peligro para los trabajadores y contaminación al suelo y río. La escorrentía en el resultado de arena con partículas suspendidas. Vale mencionar que la empresa capta agua de una quebrada que cruza por el predio donde se realiza el proyecto, esto por medio de una motobomba que se utiliza para minimizar las partículas suspendidas generadas por el proceso de trituración de las rocas.</p>
Suelo	<p>El uso del suelo correspondiente al procedimiento de trituración es de aproximadamente de 120.0 m², 20.0 de frente y 10.0 de fondo, y de 2.800.0 m² para el área de acopio de materiales de río y aptos para la venta, distribuidos de la siguiente manera: 70.0 m de fondo por 40.0 m de frente. En esta zona se acopian los materiales provenientes del río y también el resultante del procedimiento de trituración. Esto genera un deterioro en la calidad del suelo y erosión del mismo debido a la intervención en la zona, disminuyendo el área apta para</p>

	procesos productivos en la vereda Caliyaco.
Aire	La empresa Trituradora Caliyaco, dentro de sus impactos ambientales se caracterizaron tres para este componente, primero, emisión de gases por fuentes móviles (aplica para la retroexcavadora), segundo, presencia de material particulado (generado por el cargue de rocas a la trituradora), y tercero, el ruido generado; que carece de mediciones adecuadas que permitan determinar cuál es la intensidad, generando problemas a la salud de los habitantes cercanos a la trituradora, sin embargo, la empresa es consciente del ruido maneja horarios de trabajo (lunes a viernes), de manera que la perturbación sea mínima ante la presencia de turistas en el balneario Caliyaco.
Flora	La empresa realizó descapote para un camino que facilita la recolección de rocas del lecho del río, un área para realizar el acopio de las rocas y el procedimiento de trituración. El proceso de recolección de rocas es realizado por retroexcavadoras directamente del lecho del río, sin afectar la flora, sin embargo si se afecta el paisaje de la zona tanto en la recolección de las rocas como en el área de acopio y trituración.
Fauna	Los impactos generados por la empresa no se ven directamente al componente fauna, sino en la eliminación del área vegetal para la disposición de la maquinaria y la perturbación de la zona por el ruido generado en la trituración.
Socio económico	Gran parte la economía de la vereda donde se encuentra el

	<p>proyecto se fundamenta en la extracción de este tipo de material para su subsistencia, de tal forma que el proyecto brinda empleo a familias cercanas mejorando las condiciones sociales y económicas, por otra parte, el flujo de volquetas encargadas de la distribución del material es agravante en la movilidad de la zona, sobre todo en la entrada de la empresa, pues no se cuenta con ningún tipo de señalización y menos con alguien que esté pendiente, avisando sobre este peligro.</p>
--	--

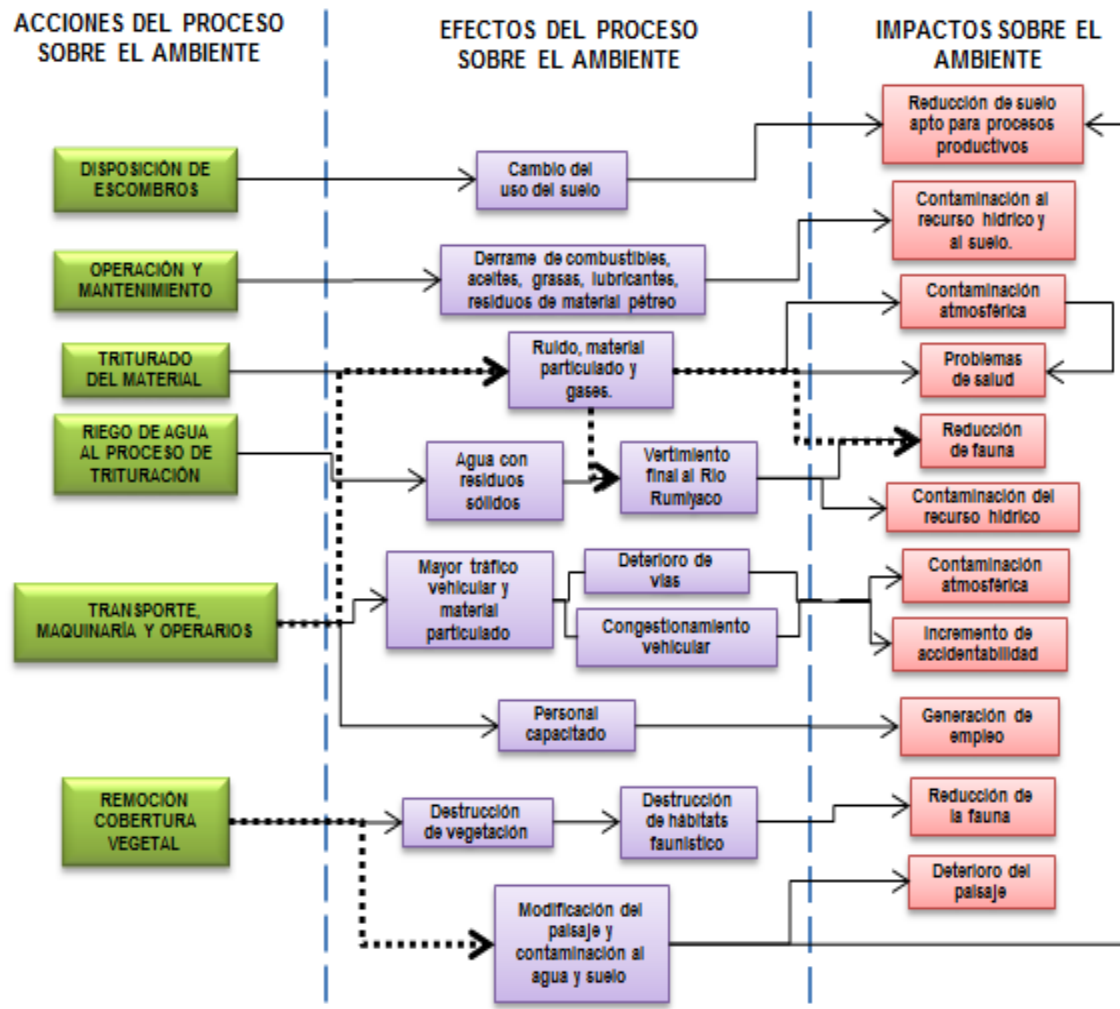
Autor: Elaboración propia, 2017.

9.2.2. Causa – efecto de acciones identificadas

Con base en la gráfica 4 y la tabla 4 se realizó la gráfica causa – efecto planteado, para facilitar el seguimiento de cada impacto sobre el procedimiento de trituración.

En la gráfica 5, se evidencia las relaciones entre los efectos causados por la actividad de trituración y los impactos generados por los mismos.

Grafica 5. Causa – efecto de acciones.



Autor: Elaboración propia, 2017.

La gráfica causa efecto se realizó mediante visitas de campo en la empresa, entrevistas con los trabajadores y la visualización de los impactos relevantes del proceso al ambiente. De las seis acciones se desprenden 12 efectos los cuales interactúan entre ellos, no solo en relación con la acción que la precede sino también entre otras acciones, y de estas acciones y efectos se desatan 9 impactos.

A continuación en la tabla 3, se presentan en un listado los impactos encontrados en la gráfica anterior.

Tabla 5. Listado de impactos evidenciados.

LISTADO DE IMPACTOS
Reducción del suelo apto para procesos productivos
Contaminación al recurso hídrico
Contaminación al suelo
Contaminación atmosférica
Problemas a la salud
Reducción de fauna
Incremento de accidentabilidad
Generación de empleo
Deterioro del paisaje

Autor: Elaboración propia, 2017.

10. Capítulo 3. Lineamientos ambientales

Luego de identificar los impactos ambientales generados por el proceso de trituración, se determinaron los lineamientos para cada impacto teniendo en cuenta los componentes ambientales junto con las acciones, efectos e impactos que conllevan. La tabla cuenta con unos colores que identifican a cada componente ambiental relacionándolo con la tabla número 4.

Tabla 6. Lineamientos ambientales.

LINEAMIENTOS AMBIENTALES				
Componente ambiental	Acciones del proceso	Efectos	Impactos identificados	Lineamiento ambiental
Hidrografía	-Operación y mantenimiento	-Derrame de combustibles, aceites, grasas, lubricantes y residuos de material pétreo.	Contaminación al recurso hídrico y al suelo	Disponer de un lugar para almacenamiento de combustible, con una plancha en concreto y control de derrames mediante una trampa que rodee la plancha, el almacenamiento debe contar con techo para evitar aguas lluvias y estar bajo el sol. El cargue de combustible a la retroexcavadora debe realizarse con cuidado utilizando herramientas adecuadas para el trabajo como embudos, mangueras y elementos de protección personal en buen estado, además, debe disponer una zona especial para esta actividad donde se puedan controlar los

Hidrografía				derrames ocasionados.
	<p>-Triturado del material</p> <p>-Riego de agua al proceso de trituración</p>	<p>-Ruido, material particulado y gases.</p> <p>-Agua con residuos sólidos</p> <p>-Vertimiento final al Río Rumiyo</p>	Contaminación al recurso hídrico	<p>Las partículas suspendidas presentes en el agua que se dan como resultado en el producto de la arena, se debe realizar un tratamiento previo antes de ser vertidas en la quebrada aledaña a la trituradora la cual desemboca en el río Rumiyo, se recomienda tener en cuenta parámetros como: DQO, sólidos suspendidos, sólidos totales, color, grasas, turbiedad y DBO. En el riego de agua al material que entra a ser triturado se debe realizar consumo controlado que conlleve a un ahorro, esto se puede realizar mediante: el cálculo de agua necesaria para un riego exacto que evite las partículas suspendidas o el aprovechamiento del agua lluvia para esta actividad.</p>

Suelo	<ul style="list-style-type: none"> -Disposición de escombros -Operación y mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> -Cambio en el uso del suelo -Derrame de combustibles, aceites, grasas, lubricantes y residuos de material pétreo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Reducción del suelo apto para procesos productivos -Contaminación al recurso hídrico y al suelo 	<p>En caso de ver la necesidad de ampliar el área de acopio, vías de acceso tanto a la mina como al río o nivelaciones de suelo en las que incurran en la poda o tala de árboles se deberá tramitar permisos ante la autoridad ambiental.</p> <p>Si se determina que el suelo donde se llevan a cabo las actividades presenta condiciones de fertilidad se debe reutilizar en recuperación del paisaje del área de influencia directa o donar la tierra a agricultores de la zona que puedan hacer uso de ella, en conclusión buscar una actividad que permita sacar el mejor provecho a la calidad de la tierra.</p>
	Triturado del material	-Ruido, material particulado y gases.	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminación atmosférica -Problemas de 	Para evitar las partículas suspendidas en el proceso de triturado se debe rrealizar un riego total con agua al material para evitar partículas

Aire			<p>salud</p> <p>-Reducción de fauna</p>	<p>suspendidas, para esto se recomienda regar el agua de forma tal que tenga un mayor cubrimiento de área y que no se realice mediante el chorro de manguera, se recomienda usar riego de agua en forma de lluvia o utilizar un adaptador en la manguera que de un mayor área de riego. En el ruido se recomienda realizar un área de arborización que encierre o redirija el ruido a zonas de poca afectación mejorando la calidad de vida de los pobladores aledaños, deberá hacerse en el área de trabajo que presente mayores índices de ruido dando como resultado además a una recuperación del paisaje de la zona.</p>
	Transporte, maquinaria y	-Ruido, material particulado y gases.	Contaminación atmosférica	La empresa debe asegurarse que las volquetas encargadas de la distribución de este

Aire	operarios			material este cubiertas con una lona para evitar la suspensión de partículas mientras se llega al destino, además de garantizar el mantenimiento constante de maquinaria y equipos para minimizar emisiones de gases y ruido generado.
Fauna	Remoción de cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> -Destrucción de vegetación -Destrucción de hábitats faunísticos 	Reducción de la fauna	La empresa debe garantizar la protección de la fauna presente en el área de influencia y de ser necesaria la reubicación de alguna especie se deberá realizarlo, preferiblemente con acompañamiento de las autoridades ambientales y brindarle un espacio adecuado y similar al que estaba.
	<ul style="list-style-type: none"> -Triturado del material -Riego de agua al proceso de 	<ul style="list-style-type: none"> -Ruido, material particulado y gases. -Agua con residuos sólidos -Vertimiento final al Río 	Reducción de fauna	La empresa debe garantizar que el agua que se vierta la microcuenca cumpla con las condiciones mínimas ambientales para hacerlo, protegiendo la fauna acuática presente en el río,

Fauna	trituration	Rumiyaco		también, es necesario verificar las especies que se ven afectadas por el ruido de la maquinaria en el proceso productivo, y encontrar una solución junto con autoridades ambientales sobre la reubicación o mejoramiento de la calidad de vida de ellos.
Flora	Remoción cobertura vegetal	Modificación del paisaje y contaminación al agua y suelo	<ul style="list-style-type: none"> -Deterioro del paisaje -Reducción del suelo aptos para cultivos 	Para dar lugar a esta acción se deberá solicitar permiso a la autoridad ambiental Corpoamazonia para realizar la remoción de cobertura vegetal, además, debe tramitar los permisos necesarios para ampliar el área de influencia.
Socio económico	Transporte, maquinaria y operarios	Personal capacitado	-Generación de empleo	Como parte de una responsabilidad social la empresa podría contratar más personal de familias aledañas al proyecto, mejorando la calidad de vida de los pobladores, además, en

				<p>algunas labores necesarias para el funcionamiento la empresa puede brindar capacitaciones o asesoramiento para el buen desarrollo de la actividad, mejorando el nivel de conocimiento y ampliando sus posibilidades de trabajo.</p>
	<p>-Congestionamiento vehicular</p> <p>-Mayor tráfico vehicular y material particulado</p>	<p>-Incremento de accidentabilidad</p>	<p>La empresa deberá proporcionar señalizaciones adecuada y visible tanto en la entrada de la trituradora como dentro de ella, aclarando senderos peatonales, senderos para la maquinaria y velocidades máximas, evaluar la necesidad de un hombre en la entrada de la trituradora que regule el tránsito cuando sea necesario para brindar seguridad a los vehículos que transitan la zona, esto con el fin de prevenir accidentes.</p>	

Autor: Elaboración propia, 2017.

11. Análisis de resultados

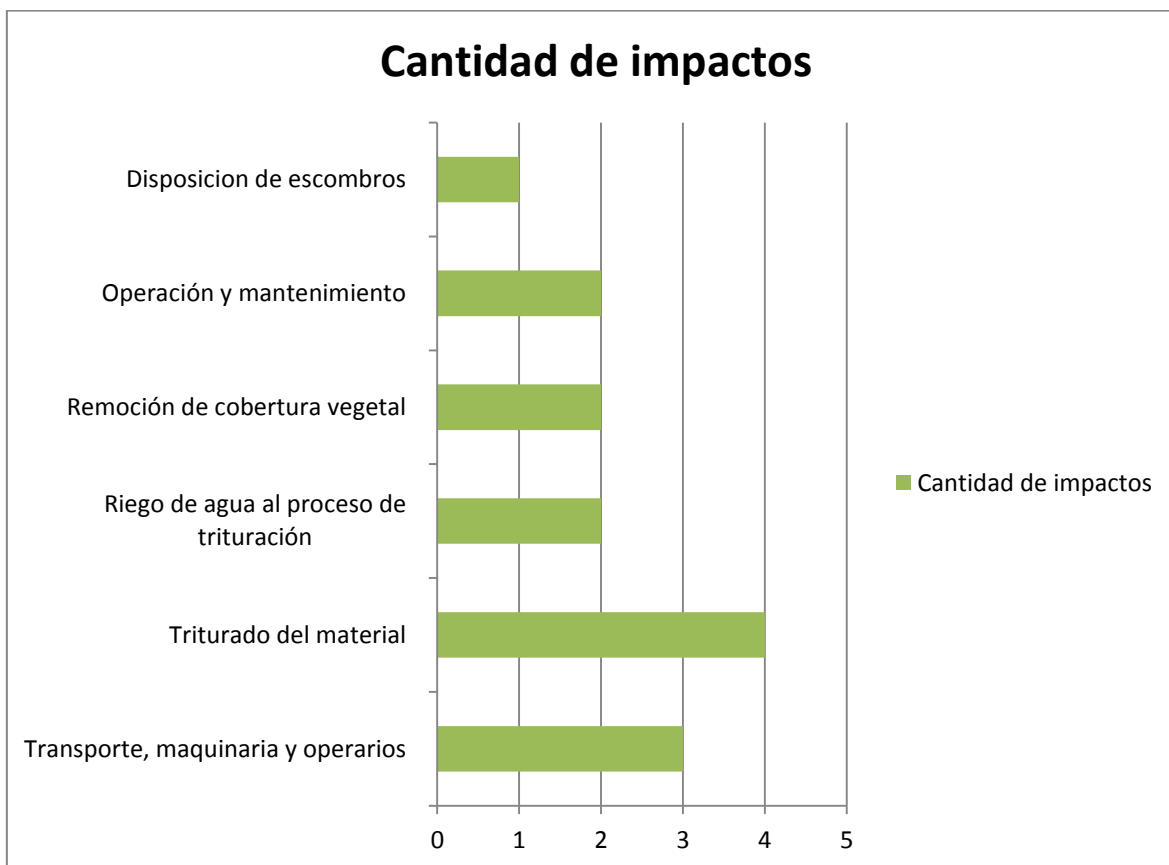
El proyecto que se desarrolló permitió conocer la empresa más detalladamente dando resultados valiosos para la trituradora, se realizaron diagramas de flujo al proceso productivo de la empresa y al proceso de trituración. El diagrama de flujo del proceso de trituración se hizo con el fin de determinar las actividades que se realizan e influyen en los impactos generados por la trituración del material pétreo, y el de la empresa en general para tener una visión clara de los procesos.

Lo que primero se hizo fue la recolección de información en Corpoamazonia y el Instituto Tecnológico del Putumayo (ITP), para realizar el capítulo de componente ambiental y determinar con base en eso las posibles afectaciones al medio. Lo siguiente, fue las visitas de campo a la empresa, donde se recolectó información sobre el proceso de trituración de las cuales las más relevantes se describen en el capítulo diagnóstico ambiental del proceso de trituración, además de las evidencias fotográficas y charlas con los operadores de planta que permitieron el desarrollo del proyecto.

Para dar respuesta a lo planteado en la formulación del problema en el proyecto, se procedió a realizar un diagrama causa – efecto que permitió evidenciar la proveniencia de los impactos generados por el proceso de trituración, mediante una consecución de acciones y efectos que se realizan en el proyecto cotidianamente.

El resultado de este estudio revela que las acciones que más influyen en los impactos son: triturado del material, riego de agua al proceso de trituración, transporte, maquinaria y operarios, y operación y mantenimiento. Siendo los más representativos por la cantidad de impactos en los que incurren tal como lo muestra la gráfica 6.

Grafica 6. Causa – efecto de acciones.



Autor: Elaboración propia, 2017.

Prestar mayor atención y darle solución a las acciones que evidentemente contribuyen a la generación de la mayoría de los impactos, hará que la empresa mejore su producción y enfoque la empresa a una minería sostenible y amigable con el medio ambiente, se recomienda que en la acción de “riego de agua al proceso de trituración” se realice las mejoras necesarias.

Tabla 7. Relación de las acciones con los impactos.

Acciones del proceso	Impactos incurridos
Operación y mantenimiento	Contaminación al recurso hídrico, Contaminación al suelo

Triturado del material	Contaminación atmosférica, Contaminación al recurso hídrico, Reducción de fauna, problemas a la salud
Disposición de escombros	Reducción del suelo apto para procesos productivos
Remoción de cobertura vegetal	Deterioro del paisaje, reducción de fauna
Riego de agua al proceso de trituración	Contaminación del recurso hídrico, Reducción de fauna
Transporte, maquinaria y operarios	Contaminación atmosférica, Generación de empleo, Incremento de accidentabilidad

Autor: Elaboración propia, 2017.

La tabla numero 7 muestra los impactos de las acciones y ratifica lo antes dicho, vale aclarar que el riego de agua solo cuenta con 2 impactos asociados pero se lo nombra como uno de las acciones que más influye por ser una acción relevante dentro del proceso y con mayor impacto ambiental.

Los resultados que el proyecto brinda a la empresa Trituradora Caliyaco son lineamientos ambientales para el mejoramiento de las acciones en el proceso de trituración, las cuales serán voluntad de la empresa aplicarlas.

12. Conclusiones

El presente proyecto brinda un aporte estratégico a la empresa, mejorando la toma de decisiones y una visualización de los impactos generados en la trituradora. Entre los cuales se destaca:

1. La elaboración de un diagrama de flujo el proceso productivo de la empresa, dando un primer paso, para la estandarización de procesos de la trituradora.
2. Un diagrama de flujo el procedimiento de trituración; aporte que permitirá al productor proyectar acciones de mejora para la planta.
3. Se identificaron las acciones que se realizan en el proceso de trituración con sus respectivos impactos identificados en las visitas de campo, lo que permitirá mejorar este proceso.
4. Con la herramienta utilizada para la identificación de los impactos ambientales es un diagrama de Causa – Efecto, la empresa puede determinar acciones de mejora para una actividad en específico y facilita la toma de decisiones ambientales en pro del mejoramiento.
5. El proyecto brinda un mejoramiento de la calidad de la microcuenca del río Rumiayaco y promueve el mejoramiento de la calidad de vida de las familias cercanas.
6. La voluntad por parte de los propietarios para participar en el proyecto y de mejorar los impactos que se generan, vale recalcar que se está adelantando todo lo relacionado con la tramitación de la licencia ambiental.

Se evidenciaron algunas falencias al interior de la empresa como también por parte de los entes que regulan estas actividades:

7. La empresa Trituradora Caliyaco no cuenta con una estandarización de procesos lo que da como resultado el desconocimiento de funciones, tareas y actividades de los empleados y gerentes, generando tiempos muertos más prolongados, demora en la toma de decisiones y desinformación técnica acerca de sus labores. Además, dificulta en caso de problemas productivos, identificar el punto donde se encuentra la falla prolongando su solución.

8. No hay señalización para los vehículos que transitan por la vía cerca al proyecto, como tampoco señalización dentro del área de la empresa, generando riesgos de accidentalidad.

9. La falta de acompañamiento por parte de las autoridades ambientales da como resultado un mal manejo de los recursos naturales y falta de voluntad por parte de los propietarios de este tipo de empresas a ser legales.

13. Recomendaciones

1. Para lograr la sostenibilidad ambiental y el licenciamiento necesario para el correcto funcionamiento de la empresa, se deberá tramitar el permiso de concesión de agua para la quebrada que pasa por el predio y de la cual es utilizada para el riego del material como también el permiso de vertimiento de aguas industriales.
2. Realizar encuestas a la comunidad aledaña para tener en cuenta su opinión acerca de las actividades que se llevan a cabo y así planificar un mejoramiento que permita una común armonía.
3. Se recomienda cuantificar datos relevantes en el proceso de trituración como: cantidad exacta de material triturado (semanal o mensual), calcular la cantidad exacta de riego de agua en el proceso de trituración para minimizar impactos, controlar tiempos muertos, calcular la trituración de material con respecto a una proyección en ventas.
4. Habilitar un sistema de PQRS (peticiones, quejas, reclamos y sugerencias) donde la comunidad pueda expresar sus inconformidades o sus aportes.
5. Realizar capacitaciones periódicas a los empleados acerca de sostenibilidad ambiental y de sus propias labores, haciendo más eficiente el desempeño de ellos.
6. Se recomienda estandarizar los procesos de la empresa para llevar un mejor control de las actividades lo que a su vez llevará a realizar una socialización y capacitación a los empleados.
7. Se recomienda mantener una matriz legal con temas mineros actualizada y con verificación de cumplimiento, que faciliten reconocer el mejoramiento continuo y/o las falencias que sea necesario corregir. También, es importante obtener el licenciamiento ambiental, trámite que la empresa está adelantando en la actualidad.

14. Bibliografía

- Alcaldía Municipal de Mocoa Putumayo. (2000). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial Mocoa Putumayo 2000*. Putumayo, Mocoa-Colombia.
- Arboleda González, J. A. (2008). Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. En *Identificación y evaluación de impactos ambientales*. (pág. 132). Medellín, Colombia.
- Carrizosa Umaña, J. (1998). Construcción de la Teoría de la Sostenibilidad. En M. Rural, *Misión rural: Transición, Convivencia y Sostenibilidad* (págs. 27-32). Bogotá: Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, IICA.
- Casanova Angulo, L. V. (2013). *Protocolo Para la Georreferenciación de Información en la Microcuenca del Río Rumiyaco*. Corpoamazonia, Putumayo. Mocoa: Corpoamazonia.
- Corpoamazonia. (2002). *Minería en Jurisdicción de Corpoamazonia*. Mocoa.
- CORPOAMAZONIA. (Mayo de 2016). *Cuenca Rumiyaco*. Recuperado el 11 de Mayo de 2017, de Mocoa Putumayo: Cuenca Rumiyaco : <https://cuencarumiyaco.wordpress.com>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2007). *Actualización del Mapa de Ruido de Girardot Cundinamarca*. Girardot.
- Google. (s.f.). *Google Earth*. Recuperado el 14 de Octubre de 2016, de <http://ow.ly/Ntan305bGTt>
- Guerrero Almeida, D., & Blanco Tonrrens, R. (2002). Criterios generales de sostenibilidad para la actividad minera. En R. Villas Boas, & C. Beinhoff, *Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Mineral* (págs. 93 - 117). Carajás, Brasil.
- Gutierrez Perez, Y. A., Larrotta Salamanca, Y., Niño Pedraza, K. A., & Plazas Martinez, L. V. (29 de Diciembre de 2013). *Slideshare*. Recuperado el 1 de Abril de 2017, de <https://es.slideshare.net/yeka2306/material-particulado-salud-ocupacional>
- IISD, MMSD - North America. (2008). Seven Questions to Sustainability. En M. I. Ramirez Rojas, *Sostenibilidad de la Explotación de Materiales de Construcción en el Valle de Aburrá*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

- Lopez Mora , A. (2003). *Minería y medio ambiente en el Departamento del Putumayo* . Corpoamazonia , Mocoa.
- Ministerio de Minas y Energía . (2003). *Glosario técnico minero* . Bogotá .
- Ministerio de minas y energía. (2016). Bases par ala minería del futuro. En *Política minera de Colombia*. Bogotá.
- Montero Peña , J. M. (2002). Los indicadores de sustentabilidad en la minería. En R. Villas Boas, & C. Beinhoff, *Indicadores de Sostenibilidad para Industria Extractiva Mineral* (págs. 31 - 46). Carajás.
- Ordoñez, R. (16 de Diciembre de 2015). *Yapay*. Recuperado el 1 de Octubre de 2016, de <http://www.yapay.com.co/index.php/74-naturaleza/518-rio-caliyaco>
- Rodriguez , Paola. (2015). *Ejecución de estrategias ambientales participativas para el mejoramiento de la conectividad ecológica del paisaje, como un aporte a la ordenación territorial la microcuenca del Río Rumiyaco*. Mocoa, Putumayo, Colombia: Corpoamazonia.
- Romo, P., & Rosas Santacruz, L. D. (1999). *Caracterización de la incidencia antrópica sobre la fauna béntica (macroinvertebrados), la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en la zona baja del Río Rumiyaco, municipio de Mocoa*. MOCOA: INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO.
- Ruiz Luna, O. F. (2013). *Implementación de una Estrategía de Educación Ambiental Dirigida a Fortalecer la Gestión Ambiental del Suelo Rural en la Cuenca del Río Rumiyaco del Municipio de Mocoa*. Putumayo . Mocoa: CORPOAMAZONIA.
- Zambrano, L., Quintero , C., & Arcos , J. (2005). *Plan de desarrollo minero ambiental del Departamento del Putumayo 2005 - 2020* . Mocoa, Colombia: Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Gobernación del Putumayo.