

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas



DISEÑO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE ENTORNO A LOS PROYECTOS MINEROS, CAJAMARCA, 2018

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería de Minas

Autor:

Azcona Hidalgo Hernán Alfredo

Asesor:

Mg. Ing. Jesus Gabriel Vilca Pérez

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A mis padres y familia por su apoyo

Incondicional, sus consejos y su paciencia.

A mis amigos, quienes sin dudar me prestaron

Su apoyo y me alentaron durante todo el proceso.

A mi institución y a todas aquellas personas

Que contribuyeron en mi formación profesional y como persona.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme guiado durante toda mi carrera profesional, y haberme brindado la fortaleza para no desistir en los momentos difíciles.

A mis padres por su cariño y apoyo incondicional durante todos mis años de formación profesional.

Al Mg. Ing. Jesús Gabriel Vilca Pérez por su tiempo, dirección, paciencia y consejos que me permitieron alcanzar los objetivos de esta tesis.

A toda la plana docente de la Universidad Privada del Norte, quienes contribuyeron a mi desarrollo y formación como profesional.

En general, a todas aquellas personas, colegas y amigos que me brindaron su apoyo, tiempo e información para el logro de mis objetivos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Realidad problemática	8
1.1.1. Realidad Problemática	8
1.1.2. Antecedentes	9
1.1.3. Marco Teórico	12
1.2. Formulación del problema	27
1.3. Objetivos	27
1.3.1. Objetivo general	27
1.3.2. Objetivos específicos	27
1.4. Hipótesis	27
1.4.1. Hipótesis general	27
1.4.2. Hipótesis específicas	27
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	29
2.1. Según el propósito, Aplicada:	29
2.2. Según el diseño de investigación, descriptiva:	29
2.3. Población	29
2.4. Muestra	29
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	29
2.6. Procedimiento	30
CAPITULO III. RESULTADOS	34
3.1. Análisis situacional actual entorno a los proyectos mineros	34
3.2. Diseño de implementación del programa ambiental en torno a los proyectos mineros	39
3.2.1. Medidas de mitigación de impactos-Geomorfología, relieve y suelos	39

3.2.2.	Medidas de mitigación de impactos-Calidad de aire	40
3.2.3.	Mitigación de Impactos-Ruidos y vibraciones	40
3.2.4.	Medidas de mitigación –Recurso hídrico	40
3.2.5.	Medidas de mitigación – Fauna y Flora	40
3.2.6.	Mitigación de Impactos socioeconómico	41
3.3.	Análisis técnico-económico de la propuesta de implementación	41
3.3.1.	Construcción del Reservoirio.....	41
3.3.2.	Construcción de Botaderos de desmonte.....	43
3.3.3.	Proceso de Revegetación del área impactada.....	44
3.3.4.	Análisis económico	44
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		45
4.1.	Discusión.....	45
4.2.	Conclusiones	47
REFERENCIAS		48
Anexo 01		51
Anexo 02		52
Anexo 03		55

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Ubicación Geográfica Cajamarca.</i>	13
<i>Ilustración 2. Minería a Tajo Abierto</i>	14
<i>Ilustración 3. Subcuencas en Riesgo por los proyectos.</i>	21
<i>Ilustración 4. Plantas de Cajamarca con Algunas Categoría de Conservación</i>	23
<i>Ilustración 5. Fauna de Cajamarca</i>	24
<i>Ilustración 7. Laguna El Perol</i>	34
<i>Ilustración 9. Propuesta de Ubicación de los Reservorios</i>	41

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Uso Actual de los suelos en la provincia de Celendín</i>	17
<i>Tabla 3. Resumen del Procesamiento de Datos</i>	31
<i>Tabla 4. Estadística de Fiabilidad</i>	31
<i>Tabla 5. Estadísticas de Escala</i>	31
<i>Tabla 6. Criterios de Técnicas de Identificación de Impactos</i>	32
<i>Tabla 7. Numero de Lagunas Presentes en la Zona de los proyectos.</i>	36
<i>Tabla 8. Impactos generados en el Distrito de Sorochuco</i>	38
<i>Tabla 9. Análisis Técnico del Reservorio Perol</i>	42
<i>Tabla 10. Diseño del Botadero Perol</i>	43
<i>Tabla 11. Análisis Económico de las Medidas Implementarías</i>	44

RESUMEN

Actualmente debido a la importancia de la minería en el Perú como una de las actividades extractivas de preferencia existen muchos conflictos activos y latentes siendo la mayoría de tipo ambiental y causado por este tipo de empresas. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar el diseño de un programa ambiental para el desarrollo sostenible en torno a los proyectos mineros en Cajamarca, para ello se realizó un análisis situacional del área de los proyectos mineros, para luego proponer un diseño de implementación de un programa ambiental donde se realiza también un análisis técnico-económico. Para ellos se aplicaron técnicas como observación *in situ*, encuestas a los pobladores afectados y revisión bibliográfica. Obteniéndose al final la identificación de impactos en el recurso hídrico debido a la desaparición de las lagunas y a la generación de desmonte producto de este reservorio y de los tajos, por lo que como principales medidas se propone la creación de un reservorio con la misma capacidad de la laguna y un botadero adecuado para la clase de residuos producidos por la actividad minera de los cuales se realizó también un análisis técnico-económico.

PALABRAS CLAVES:

Ecosistema, Medio Ambiente, Reforestación

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1. Realidad Problemática

Según De La Flor (2014) en la década de los 90s América Latina experimentó un acelerado crecimiento económico producto del boom de los recursos naturales del cual el Perú fue partícipe. Sin embargo, como consecuencia del incremento de las actividades extractivas surgieron graves y numerosos conflictos con pueblos y comunidades locales debido al impacto ambiental crónico por la liberación de residuos químicos, relaves, gases tóxicos, polvos, drenajes ácidos y destrucción irreversible de ecosistemas producto de un mal manejo del plan ambiental orientado a mitigar y revertir los efectos que ocasiona la minería. Entre ellos podemos mencionar a La Oroya, Cerro de Pasco, Madre de Dios, las emisiones de plomo en Ticapampa y la contaminación polimetálica en Choropampa y el accidente masivo de mercurio.

Cajamarca, fue una de las regiones con mayor número de conflictos, se percibió que los deterioros de los recursos naturales eran mayores que los beneficios recibidos a través de los programas sociales. El cierre de canales de riego y la contaminación de las fuentes de agua generaron la propagación de enfermedades y muerte de animales. Sumado a ello la restricción del uso de agua y la contaminación de las fuentes de ella generaron la baja productividad agrícola afectando económicamente a la población, la cual se dedica principalmente a esta actividad económica (Zavaleta, 2014). . El

conflicto central en estos proyectos se da por el líquido elemento, debido a que las poblaciones viven de la agricultura y la ganadería. Así, al ser estos Proyectos mineros, proyectos los cuales generarán relaves mineros y habiendo existido casos similares que han causado daño tanto a la salud como al medio ambiente, existe una justificada desconfianza de la población hacia las empresas y las autoridades del gobierno que permiten su ejecución. Según el estudio de impacto ambiental estos Proyectos generarían efectos en la calidad del aire, relieve y geomorfología, suelos, ruido y vibraciones, aguas superficiales, aguas subterráneas, flora y vegetación, fauna terrestre, vida acuática y en el paisaje.

Es por ello que para la realización de estos proyectos mineros se ponen de manifiesto factores peligrosos para las sociedades y/o ambientes naturales ubicados en ellos o en su entorno, por lo que es necesario el diseño de un programa ambiental apropiado y consecuente con la realidad ambiental, económica y social destinada a lograr el desarrollo sostenible del área involucrada en el proyecto.

1.1.2. Antecedentes

En el trabajo realizado por Pinto Herrera (2014) titulado Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto minero Conga donde tiene como objetivo un análisis documental de diversos autores sobre los efectos que causaría la realización de este proyecto obteniendo como resultado que el proyecto Conga abarca 3 aspectos fundamentales a ser impactados que son en el agua, ecosistemas y actividades productivas y de desarrollo

Parrado & Robinson (2001) quien en su trabajo Diseño Plan de Manejo Ambiental para la mina de esmeraldas en Guaquimay-Cundinamarca, en la búsqueda de un diseño de plan de manejo tiene como objetivo buscar establecer un Programa de Manejo Ambiental a fin de identificar los impactos ambientales causados por la actividad minera logrando al final el establecimiento de un PMA donde buscan mitigar, controlar y compensar los diferentes impactos negativos que puedan presentarse con la ejecución de este tipo de proyectos. En este trabajo se hace uso técnicas como el diagnóstico de las condiciones actuales del área permitiéndoles determinar así las acciones impactantes con la finalidad de proponer un programa de contingencia que pueda compensar los diversos impactos generados por este tipo de proyectos.

Este mismo proceso fue realizado por Loayza Alfaro (2017) quien tenía como objetivo comprobar si un adecuado manejo de la gestión ambiental podía contribuir al mejoramiento de la explotación aurífera en Taipa Irarima en Cuzco incrementando el rendimiento de la empresa y disminuyendo el impacto ambiental y social obteniendo al final un Plan de Manejo Ambiental para mejorar la producción de oro y la prevenir la contaminación. Para ellos realiza una detallada revisión documental y bibliográfica sobre los diversos impactos socioambientales que generaba la minería en la zona, valiéndose de instrumentos como encuestas a los pobladores.

Otros trabajos son el estudio de impacto ambiental del proyecto de explotación minera de Poshan en el distrito Guzmango/Tantarica-Contumaza-Cajamarca donde obtienen al final obtienen los componentes físicos, bióticos y los recursos socio económicos que influyen en el desarrollo

de las comunidades tomando en cuenta la preservación del recurso hídrico y los suelos los cuales son utilizados para la agricultura; además de tomarse en cuenta. Para ello recurrieron a un análisis de la situación actual así como los aspectos determinados por el instituto geológico minero y metalúrgico (INGEMMET), así mismo se ha evaluado la información de la autoridad nacional del agua (ANA) y del servicio de áreas naturales protegidas por el estado (SERNAMP) (Almendro, 2015).

Toledo (2006) en su trabajo “Reducción del impacto ambiental en minas con la disposición de residuos en subsuelo” tiene como objetivo la aplicación de técnicas destinadas a la mitigación de impactos generados en la zona en relación a los relaves generados por la propia actividad minera de la zona obteniendo al final una disminución de los efectos negativos en el ambiente.

Por otro lado, Rojas Villanueva (2007) en su trabajo de manejo de relaves mineros determina como su objetivo evaluar la disposición de relaves en la relavera Nieve Ucra N° 2 donde al final concluye que los relaves movidos debajo del nivel de la superficie de agua inhiben su oxidación previniendo el inicio de la generación ácida presentando mejores resultados que los botaderos a pila. Entre otras de las alternativas que propone es el proceso de revegetación empleando capas de arcilla y material granulado.

Villanueva (2010) en su trabajo de tesis titulado “Diseño de Captación, conducción principal, reservorio y redes secundarias del Proyecto de Riego Cariacu-Romerillos” al ver la falta de agua hacia la zona de Romerillos y comprobando que los habitantes de la zona se dedican en su mayoría a la ganadería tiene como objetivo el diseño de un reservorio que beneficie a la

zona afectada obteniendo al final los parámetros necesarios para evaluar el nivel hídrico para el abastecimiento de agua de riego que llevaran a la construcción del reservorio destinado a beneficiar a los pobladores de la zona Cariacu-Romerillo.

1.1.3. Marco Teórico

La definición de desarrollo sostenible fue acuñada por primera vez en el informe Bruntland de las Naciones Unidas en el cual se definía como “el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”, en la cual se consideran tres factores importantes el crecimiento económico, equidad social y la protección ambiental (Ortiz, 2013). Según Torres & Castillo (2012) el desarrollo sostenible busca garantizar la sostenibilidad del medio ambiente basándose en ambientes sanos por economías sanas, dependiendo de cada pueblo el poder de controlar su destino sin verse afectado por factores o fuerzas externas.

Estos proyectos se localizan en el departamento de Cajamarca a aproximadamente a 73 km al noreste de la ciudad de Cajamarca, en los distritos de La Encanada, Huasmín y Sorocucho, en las provincias de Cajamarca y Celendín (Ilustración 1).



Ilustración 1. Ubicación Geográfica Cajamarca.

El método minero es el proceso que permite llevar a cabo la explotación minera de un yacimiento mediante el uso de sistemas, procesos y máquinas. Según Herrera & Ortiz (2006), actualmente existen tres métodos que son a cielo abierto, interior o subterráneo y por sondeos, a tajo abierto o a cielo abierto se caracteriza por la cantidad de volumen de material que se debe movilizar mediante maquinaria y explosivos creando cráteres que pueden llegar a medir 100 ha con profundidades de hasta 800 m (Bellotti, 2011). Otras de las características de la minería a tajo abierto es la aparición de escombreras que pueden tener grandes dimensiones, de menas con bajo contenido metálico, infraestructura, vías de transporte, plantas de tratamientos, oficinas administrativas, etc.

Los impactos y riesgos ambientales generados por este tipo de minería se deben principalmente a la dimensión de la alteración física del ambiente debido a la remoción masiva de material, representando así una actividad de alto riesgo para ecosistemas de frágiles y territorios con una actividad agropecuaria importante. Desde el punto de vista de Muller (2010) los impactos y riesgos presentan 3 componentes que son:

- a. Impactos visuales causados por el desbroce de vegetación, grandes excavaciones, polvo y la presencia de maquinaria pesada y vehículos.
- b. Perturbación de los sistemas de drenaje superficial y subterráneo por el desvío de ríos alrededor de la mina, además del incremento de la carga de sedimentos transportados por los ríos que se encuentran alrededor de la mina y el uso abundante de agua para el procesamiento del mineral
- c. Contaminación del ecosistema por metales pesados y agua acida proveniente del drenaje de la mina.



Ilustración 2. Minería a Tajo Abierto

Según Bellotti (2011) otros impactos ambientales causados por la minería a tajo abierto incluyen:

- a. Devastamiento de la superficie debido a que modifica la morfología del terreno destruyendo áreas de cultivo y patrimonios superficiales; y alterando cursos de agua y formas de lagunas.
- b. Contaminación del aire con impurezas sólidas como polvo y combustible tóxicos que pueden afectar la salud de las personas ubicadas en el entorno.
- c. De otro lado factores bióticos como la flora y fauna se ven afectados. El proceso de la minería implica la eliminación de la vegetación del área, mientras que la fauna se ve ahuyentada por el ruido y la contaminación del aire y del agua.
- d. Descenso en los niveles de estas aguas superficiales debido a que estas son usadas en las operaciones de tratamiento de los minerales.
- e. La población aledaña al lugar también se ve afectada por conflictos en cuanto a la utilización de tierras, además de afectar actividades económicas como la agricultura, pesca y la ganadería.
- f. Degradación o destrucción de lugares de valor cultural dentro o fuera del sitio de operaciones como resultado de cambios en los patrones hidrológicos o de la topografía, por el movimiento de tierras

Según Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (2002) otros de los impactos generados son la pérdida de las tierras de los pobladores y en consecuencia sus medios de subsistencia. Es posible que comunidades enteras se vean forzadas a mudarse a asentamientos construidos sin el adecuado acceso a los recursos. La población aledaña al lugar también se ve afectada por conflictos en cuanto a la utilización

de tierras, además de afectar actividades económicas como la agricultura, pesca y la ganadería.

Debido a los impactos generados por la actividad minera en las últimas décadas se ha logrado un significativo avance en el campo de la legislación ambiental. Se han promulgado importantes normas que sirven como herramientas jurídicas para regular la relación entre el hombre y su ambiente, con el objetivo de lograr el desarrollo sostenible de nuestro país. Dentro de las normas más importantes de legislación nacional se encuentra el “Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería” (Decreto Supremo N° 014-92-EM) y el “Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Minero-Metalúrgicas”. Asimismo, también se encuentran la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338), Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM), el Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM), y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (Decreto Supremo N° 085-2003-PCM). Otros reglamentos que también se deben incluir son el “Reglamento de Participación Ciudadana en el Subsector Minero” el cual se encuentra en el Decreto Supremo N° 028-2008-EM, los Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos para las Actividades Minero-Metalúrgicas mencionados en la Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM y la Ley de Cierre de Minas establecido en el Decreto Supremo N° 033-2005-EM, modificado por Decreto Supremo N° 035-2006-EM y Decreto

Supremo N° 045-2006-EM. Además, también tenemos los requerimientos establecidos por organismos estatales como la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM), la Dirección General de Minería (DGM) y la Oficina General de Gestión Social del MEM.

Según el informe sobre el Riesgo de desastre en una sociedad agraria competitiva (Torres & Castillo, 2012), el desarrollo del proyectos mineros también pondría en riesgo la actividad agropecuaria de 4 distritos con 21 000 unidades agropecuarias la cual está determinada por el complejo hidrológico superficial y subterráneo originado en la jalca y que afecta directa e indirectamente en el cultivo y crianzas en la zona.

Asimismo, debido a las actividades de construcción se generarían alteraciones en la geomorfología y relieve de las zonas, las cuales se consideran de gran importancia desde el punto de vista hidrológico además de las incomodidades generadas por el ruido y la contaminación del aire. El conjunto de geoformas ayudan a retener el agua para luego distribuirla por escorrentía superficial y filtración subterránea a la parte media y baja de las cuencas (Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del medio ambiente. (RENAMA), 2016). En la tabla a continuación se muestra el uso de las principales clases de suelos de la provincia de Celendín.

Tabla 1. Uso Actual de los suelos en la provincia de Celendín

Clase de suelos	Uso	Área (ha)
Cuerpos de agua	Incluyen lagunas, manantiales, pluviales	106.44
Tierras urbanas	Incluyen los centros poblados y la ciudad capital	236.27

Bosques naturales	incluye bosquetes, sauce, quinales entre otros	5 442.78
Bosques naturales y vegetación arbustiva	Incluyen combinaciones ribereñas, agroforestales y de protección	8.41
Bosque seco	Conformada por especies como tara, espino, zapote, palo blanco, ceibo, huayo, naranjo	37 841.02
Cultivos agrícolas	Conformado por cultivos en limpio de papa, maíz, trigo, leguminosas y tubérculos	2 572.71
Cultivos agrícolas y pastos cultivados	Combinaciones agropastoriles	7 293
Cultivos agrícolas y pastos naturales	En las zonas de altura o en zonas de bosque seco	10 178.44
Cultivos agrícolas y vegetación arbustiva	Combinaciones agroforestales más frecuentes están aprovechadas en términos de combustible, forraje, abono, madera, etc.	17 289.97
Cultivos agrícolas, vegetación escasa y afloramientos rocosos	Áreas de agricultura con bajos índice de producción	13 893.41
Mosaico de cultivos, pastos y vegetación arbustiva	Zonas de mayor densidad poblacional	23 419.96
Pastos naturales	Áreas con praderas naturales	15 182.63
Pastos naturales y vegetación arbustiva	Destinada a la actividad pecuaria	31 628.72
Pastos naturales, vegetación escasa y afloramientos rocosos	Conformada por pasturas y vegetación arbustiva	62 912.96
Vegetación arbustiva	Conformada por especies como el azafrán, penca azul, pájaro bobo, carrizo y lloctara	9 501.84
Vegetación arbustiva, vegetación escasa y afloramiento rocosos	Áreas depredadas en zonas de ladera y de ribera	17 831.84
Vegetación escasa y afloramientos rocosos	Áreas de praderas naturales, actualmente muy erosionadas	10 512

Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca, 2009

El departamento de Cajamarca se encuentra ubicado en los andes del norte del Perú representando aproximadamente el 2.6 % del territorio nacional. Según el INEI (2012), Cajamarca cuenta con una población total de 1 500 584 habitantes de los cuales el 55.8% se encuentra en zonas rurales. Los caseríos correspondientes a los distritos de Huasmín y Sorochocho (Provincia de Celendín) de las distintas provincias se encuentran entre los 2 500 y 3 800 msnm, ahí dominan las condiciones climáticas de la zona Quechua con precipitaciones entre 900 y 1200 mm al año y una temperatura promedio entre los 19 y 8.5°C (Torres & Castillo, 2012). Según la Knight Piésold Consultores S.A. (2008) el promedio anual de precipitaciones en la temporada seca se estimó entre 230.8 mm y 240.7, mientras que la temporada húmeda fue de 893.5 y 916.0. Los distritos anteriormente mencionados son los afectados por estos proyectos mineros.

La provincia de Celendín cuenta con una población de 589 600 habitantes en Sorochocho se encuentran 9 757 convirtiéndose en el tercer distrito con mayor población siendo solo superado por Celendín y Huasmín con 25 327 y 13 250 habitantes respectivamente.

En todos los distritos de la provincia de Celendín a excepción de Celendín (distrito) la población se concentra en la zona rural en el caso de Sorochocho con 9 045 habitantes mientras que en la zona urbana se concentran 712 habitantes. Del total de la población la cantidad de hombres es de 4 800 y de mujeres 4 957, presentando un nivel de pobreza de 79.1% y 45.3% de pobreza extrema de 45.3%. Además, solo el 17% no cuenta con agua en vivienda propia, el 19% no tiene desagüe y el 34% cuenta con alumbrado eléctrico. En

el caso de abastecimiento de agua 523 viviendas cuentan con red pública dentro de la vivienda, 838 fuera de la vivienda, 166 con un pilón de uso público, 591 utilizan un pozo y 254 usan el agua de ríos o acequias (Gobierno Regional de Cajamarca, 2009).

El distrito de Sorochuco aporta a la producción provincial en los siguientes cultivos que son: 11% de la producción provincial de maíz choclo (rendimiento de 5.1 TN/ha), 10% de la producción provincial de Trigo (rendimiento de 1 TN/ha), 14% de la producción provincial de cebada (rendimiento de 1 TN/ha), 10% de la producción provincial de papa (rendimiento de 9.3 TN/ha), 16% de la producción provincial de oca (rendimiento de 4.4 TN/ha), 13% de la producción provincial de olluco (rendimiento de 4.4 TN/ha), 10% de la producción provincial de frijol (rendimiento de 0.9 TN/ha), 20% de la producción provincial de arveja (20% con un rendimiento de 2.1 TN/ha) y el 14% de la producción provincial de haba (Gobierno Regional de Cajamarca, 2009).

Por otro lado, el distrito de Huasmín fue fundado por Ley el 30 de setiembre de 1862. Presenta una extensión de 437.5 km² y una población de 13 250 siendo el segundo distrito con mayor densidad poblacional en la provincia de Celendín.

En el distrito de Huasmín del total de la población 13 038 se encuentra en zona rural mientras que 212 en zona urbana. Del total de la población la cantidad de hombres es de 6 493 y de mujeres 6 758, presentando un nivel de pobreza de 82.3%, de pobreza extrema del 50% y una tasa de analfabetismo de 2.5. En el caso de los servicios básicos de la población solo el 8% de la

población no tiene agua, el 24% no tiene desagüe y el 85% no cuenta con alumbrado eléctrico. En el caso de abastecimiento de agua 1 464 viviendas cuentan con red pública dentro de la vivienda, 291 fuera de la vivienda, 1 170 con un pilón de uso público, 170 utilizan un pozo y 1 232 usan el agua de ríos o acequias (Gobierno Regional de Cajamarca, 2009).

En la zona destinada para estos proyectos mineros se encuentran 5 subcuencas (de la Quebrada Toromacho, del río Alto Jadibamba, de la quebrada Chugurmayo, de la quebrada Alto Chirimayo y del río Chailhuagón) que nacen en las jalcas de los distritos de Sorochuco y Huasmín (Torres & Castillo, 2012). Los ríos principales de las provincias de Celendín, Bambamarca y Cajamarca los cuales son Sendamal, Laucano y Chonta.



Ilustración 3. Subcuencas en Riesgo por los proyectos.

El territorio de Cajamarca debido a procesos de diastrofismos presenta un relieve con elevaciones y depresiones lo que ha permitido la formación de depósitos naturales de agua denominadas lagunas, existiendo en todo el departamento más de 283 lagunas de distintos tamaños las cuales tiene una extensión de 1 010.9 ha almacenado alrededor de 121 310 400 m³. Las lagunas se encuentran distribuidas por todo el territorio, estas son aprovechadas para almacenar agua para el riego en estaciones secas y para el consumo humano (Vasquez, 2009).

En la zona también se identificaron 702 manantiales y 104 captaciones de agua potable, de los cuales se registró que el 96% de ellos tiene caudales de 1 L/s, mientras que el 29% presenta de 10 a 100 L/s. Según Knight Piésold Consultores S.A. (2010) el valor de caudal de un 1 L/s beneficia a 288 familias. La cantidad de agua subterránea se encuentra asociado a procesos de infiltración debido a la precipitación y recarga.

El área presenta rasgos producto de la evolución originada por factores tectónicos y procesos erosivos que han modelado el relieve hasta su estado actual. Presenta también unidades de planicie fluvio- aluvial y montañoso. En los análisis de suelos realizados por la consultaron Knight Piésold Consultores S.A. se encontraron 5 grupos de tierra: una apta para el cultivo limpio, aptas para el cultivo permanente, aptas para pastos, aptas para producción forestal y tierras de protección que no pueden ser explotadas agropecuarias y forestalmente.



Ilustración 4. Plantas de Cajamarca con Algunas Categoría de Conservación

Img. de la izq. *Polylepis racemosa* (VU), img. del centro *Alnus acuminata* (NT), y de la img. dcha *Distichia acicularis* (NT)

La biodiversidad de la zona es excepcional, sin embargo, presenta un ecosistema frágil y altamente vulnerable. Según Sanchez et al. (2005) la región andina del Perú denominada páramo representa los Andes tropicales y posee una alta diversidad vegetal en comparación con los andes del centro y sur del país, poseyendo alrededor de una diversidad florística de 63 familias, 186 géneros, 249 especies de plantas

De todas las especies registradas 34 de ellas son consideradas bajo alguna categoría de conservación nacional e internacional. Según el Decreto Supremo N° 043-2006-AG (Listado de Flora Amenazada en el Perú) 7 de ellas se encuentran consideradas en “Peligro crítico (CR)”, 4 en categoría “vulnerable” (VU) y 3 en “Casi amenazada” (NT); además de ello 5 especies se encuentran consideradas en los criterios internacionales de las CITES, la especie *Polylepis racemosa* se encuentra en la categoría “Vulnerable” (VU) y las especies *Alnus acuminata* y *Distichia acicularis* se encuentran en la categoría de “Casi Amenazada” (NT). En la zona también se identificaron 46

especies endémicas incluidas en el Libro rojo de las planas endémicas del Perú de ellas 6 son originarias del departamento de Cajamarca (León, 2006).

Por otra parte en la fauna, según Sanchez et al. (2005) registraron 4 órdenes de mamíferos con 7 familias, 11 géneros y 12 especies; 10 órdenes de aves, 25 familias, 40 géneros y 50 especies; un género de reptiles con una especie y 1 género de anfibio con una especie.



Ilustración 5. Fauna de Cajamarca

Img. de la izq. *Taphrolesbia griseiventris* (CR), img. del centro *Lycalopex culpaeus*, img. de la dcha. *Vultur gryphus*

De ellas 18 especies se encuentran consideradas de alta sensibilidad y 13 de ellas poseen un estatus de conservación, siendo el más importante el picaflor el picaflor *Taphrolesbia griseiventris* por presentar la mayor categoría de conservación “En Peligro Crítico” (CR). Dentro de las categorías de conservación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza IUCN, se encuentran 8 especies de aves registradas en el área de evaluación, 3 especies consideradas en la categoría EN, 3 en la categoría VU y las 2 especies restantes están comprendidas en la categoría NT. Una especie de

anfíbio se encuentra en la categoría CR. Los peces fueron muestreados en las 11 quebradas evaluadas, habiéndose registrado la presencia de peces en 10 de ellas. En el área de evaluación se registraron 2 especies de peces la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y el bagre (*Tastroblepus sp.*). Según en el Plan de desarrollo concertado Provincia de Celendín 2009-2018 (Gobierno Regional de Cajamarca, 2009), una de las afectadas por los proyectos mineros en la provincia de Celendín se encuentran bosques húmedos de montañas ocupando 10 504.55 has, bosques secos de montañas en un área de 21 712.19 has, cultivos agropecuarios en 20 490.92 has, cultivos agropecuarios área de 3 777.27 has, matorral con una extensión de 149 135.02 has y el área pajonal con una extensión de 59 588 has. La vegetación más natural lo constituyen el aliso, naranjillo, shita, quinal y en formas aisladas plantas de sauco, gramíneas como *stipa ichu*, *festuca sp.* *trifolium sp.*, mientras que los cultivos representativos son cereales menores, trigo, cebada, arveja, tubérculos (papa, oca y olluco). La fauna de la zona es muy variada desde la presencia de especies cosmopolitas como gallinazo, mullo shingo, puma, venado, oso de anteojos y la perdiz; y especies de carácter endémico. En la zona yunga se encuentran animales como la pacha zorro, tortora, pugo, turka, loro cabeza roja, serpiente coral, hortelana, lagartijas, armadillo, perica, gorrión inca gris, pájaro carpintero, guardacaballo y lechuza. En la zona quechua se encuentran animales como el zorro, venado, perdiz, vizcacha, zorrillo, águila, chinalinda, patos silvestres, garza blanca y huapalina. Mientras, que en la zona jalca se hallan especies como la cargacha, ulluay o cuy de jalca, gavián, gaviota andina y turca de jalca.

Cajamarca constituye la segunda economía agropecuaria más vigorosa del norte del país (Ver tabla 2), destinado al abastecimiento del mercado nacional siendo el primer proveedor de frijoles y el segundo de maíz amiláceo y de leche fresca, mostrando así la importancia de la agricultura cajamarquina en la economía nacional. La zona donde se instalarán las operaciones será en el ecosistema jalca del cual nacen 5 subcuencas las cuales podrían en riesgo la actividad agropecuaria de cuatro distritos los cuales producen anualmente 65 millones de soles en productos agrícolas y 52 millones de soles en leche fresca, debido a que la actividad se encuentra determinadas por el complejo hidrológico superficial y subterráneo que se origina en jalca. El departamento también desarrolla el sector minero sin embargo este representa solo el 1.5% de la población económicamente activa (Torres & Castillo, 2012).

Uno de los impactos de la minería en el medio natural son las pérdidas de masas de aguas que incluye la ocupación de lagos, embalse, bahías, etc.

Debido a todo lo mencionado la ejecución de estos Proyectos mineros se convirtió desde el 2011 en uno de los principales conflictos sociales en el país. Por ello se justifica la necesidad de un adecuado programa ambiental orientado a mitigar los impactos negativos que los proyectos mineros pueda traer a la provincia de Cajamarca de manera que al finalizar este le permita al departamento y en especial a las provincias y distritos afectados el cuidado de los recursos que no renuevan y sobre los cuales giran los principales conflictos sociales.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo el diseño de un programa ambiental logrará el desarrollo sostenible entorno a los proyectos mineros, Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el diseño de un programa ambiental para el desarrollo sostenible en torno a los proyectos mineros, Cajamarca

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis situacional en temas medioambientales en torno a los proyectos mineros, Cajamarca.
- Desarrollar la propuesta de implementación de un programa ambiental en torno a los proyectos mineros, Cajamarca.
- Analizar la relación técnica - económica de la implementación de un programa ambiental en torno a los proyectos mineros, Cajamarca.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Realizar el diseño de un programa ambiental permitirá lograr un desarrollo sostenible en torno a los proyectos mineros.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Realizar un análisis situacional en temas medioambientales en torno a los proyectos mineros de Cajamarca permitirá desarrollar un programa para su desarrollo sostenible.

- Desarrollar la propuesta de implementación de un programa ambiental en torno a los proyectos mineros de Cajamarca permitirá lograr el desarrollo sostenible de este.
- Realizar un análisis técnico-Económico permitirá desarrollar un adecuado programa ambiental en torno a los proyectos mineros.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Según el propósito, Aplicada: Fue aplicada ya que se utilizaron los conocimientos en la práctica, para aplicarlos de forma inmediata en el desarrollo del proyecto. Se tuvo como propósito dar solución a una situación o problema concreto e identificable como es el diseño de un programa ambiental para el desarrollo sostenible entorno a los proyectos mineros.

2.2. Según el diseño de investigación, descriptiva: puesto que tiene como objetivo central la descripción de los eventos para lograr establecer un adecuado diseño de un programa ambiental para el desarrollo sostenible entorno a los proyectos mineros.

2.3. Población

Se determinó como población las áreas geográficas susceptibles a ser impactadas que son los distritos de Huasmín y Sorochuco en la provincia de Celendín; y en el distrito de la Encañada en la provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca en el norte andino del Perú.

2.4. Muestra

Tomamos como muestra de estudio la zona afectada en el distrito de Sorochuco y Huasmín de la provincia de Celendín.

Se eligió esta zona debido a que ahí se encuentra la laguna El Perol la cual desaparecerá y es la segunda laguna de mayor tamaño.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las técnicas que se aplicaron fueron las siguientes:

- Encuestas (Ver anexos)
- Investigación en campo
- Observaciones in situ
- Análisis Documental de Expertos

Los instrumentos de análisis utilizados fueron:

- Cuestionario sobre gestión e impacto ambiental aplicado a los pobladores de la zona validado por el análisis estadístico de Alfa de Cronbach
- Conversaciones con pobladores aledaños al lugar
- Fichas bibliográficas
- Informe de expertos:
 - o Dictamen Pericial Internacional. Componente Hídrico del estudio de impacto ambiental de los Proyectos mineros, Cajamarca-Perú, elaborado por el Consejo de Ministros
 - o Como el informe de Revisión preliminar del estudio Hidrológico e hidrogeológico de proyecto – 2001 elaborado por el colegio de Ingenieros del Perú-Cajamarca.
 - o Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley N° 27446 elaborado por el Ministerio del Ambiente MINAM- 2001)

2.6. Procedimiento

Para poder diseñar el programa ambiental para el desarrollo sostenible en torno a los proyectos mineros, se procedió inicialmente a la recopilación de información que consistió en revisión bibliográfica, informe de expertos y entrevistas con los pobladores cerca de la laguna el Perol en el distrito de Sorochuco y en el distrito de

Huasmín sobre los posibles efectos de los proyectos mineros en sus respectivas localidades. Esta entrevista se basó principalmente en la percepción de la población con respecto a los proyectos mineros y alguna información sobre la población en estudio sobre las actividades económicas que se realizan. La encuesta se realizó de manera anónima y con consentimiento del entrevistado, sin aplicar algún criterio de discriminación, el único criterio de selección fue el que estas vivieran en la zona afectada teniendo un total de 80 personas encuestadas 40 por cada distrito. Para la realización del análisis estadístico se usó el programa estadístico SPSS y el método de alfa de Cronbach, los resultados se muestran en las tablas 3, 4 y 5. Este método se aplicó con la finalidad de estimar y demostrar la fiabilidad de la encuesta a través de un conjunto de ítems (20 preguntas), que vienen a ser las preguntas aplicadas a los pobladores.

Tabla 2. Resumen del Procesamiento de Datos

	N	%
Casos Válidos	80	100
Excluido	0	0
Total	80	100

Tabla 3. Estadística de Fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0.813	0.823	20

Tabla 4. Estadísticas de Escala

Media	Varianza	Desviación estándar	N de elementos
42.01	51.759	7.194	20

Como se observa en la tabla 5 el valor del alfa de Cronbach es de 0.813 por lo que se determina que los resultados obtenidos en las encuestas son buenos y confiables.

Posterior a ello se realizó un análisis situacional de la zona destinada al proyecto que comprendía los distritos de Huasmín y Sorochuco. Para poder identificar los impactos ambientales se utilizó una lista simple de control más conocida como Check list en relación con la información obtenida por los pobladores en la encuesta, la documentación bibliográfica revisada y lo captado en la observación *in situ* en donde se identificaron los factores ambientales que puedan ser afectados por la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas de desarrollo. Las listas de control o verificación permiten la identificación de los impactos a escala preliminar sin establecer la importancia relativa de estas acciones. Como criterio de identificación utilizaron los criterios y preguntas aplicas por Almendro (2015).

Tabla 5. Criterios de Técnicas de Identificación de Impactos

Criterios	Preguntas
Integridad	¿El método se aplica a un gran intervalo de impacto?
Especificidad	¿Se identifica parámetros ambientales específicos?
Impactos aislados	¿Se sugiere formas de identificar impactos en la obra?
Aparición y duración	¿Sugiere impactos de la etapa de construcción contra los impactos de la etapa de operación?
Fuentes de datos	¿Requiere identificación de las fuentes de datos?

El resultado de Check List y de los criterios y preguntantes aplicas se muestran en la Tabla 6 sobre los impactados generados. La presentación de los programas y proyectos incluidos dentro del Programa Ambiental para lograr el desarrollo sostenible se presentarán en el punto 3.2, asimismo se mencionarán el análisis técnico-económico (tabla 7, 8 y 9) de los dos principales proyectos que son la construcción del reservorio y botadero Perol.

Todos los trabajos mencionados en este trabajo fueron adecuadamente citados bajo las normas APA ayudándonos del programa Mendeley.

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1. Análisis situacional actual entorno a los proyectos mineros

Como se ve en la imagen a continuación (Ilustración 7) en el distrito de Sorochuco por el noroeste se desarrollarán tajos (extensión predecida de 289 ha), casi la mitad de tajo se ubicará en el dentro del distrito de Sorochuco y la otra en el distrito de Huasmín en la provincia de Celendín. El tajo incluirá parte de la laguna Perol por lo que esta desaparecerá siendo el volumen de la laguna de 800 000 m³ de capacidad (9.7 ha).



Ilustración 6. Laguna El Perol

Debido a esto se afectarían al relieve, suelos y el paisaje de la zona por las excavaciones para el tajo Perol. Realizando comparaciones el Tajo Perol seria del tamaño de la Ciudad Baños del Incas, el cual posee una extensión de 235.0 ha.

El tipo de minería empleada traería consigo la movilización de grandes cantidades de tierra de desmonte, así como gran cantidad de relaves mineros los cuales deberán ser almacenados y tratados respectivamente, según lo establecido por la minera estos se encontrarían ubicados en el distrito de Huasmín (Provincia de Celendín) y en el distrito de la Encañada (Provincia de Cajamarca). En el caso del distrito Huasmin se ubicaría el botadero de desmonte el Perol el cual tendría una extensión

de 255.6 ha. Comparando este depósito de desmonte sería de mayor tamaño que el distrito Baños del Inca, además de presentar riesgos de filtración de los botaderos.

Otros daños que se generarían al ambiente serían la destrucción de las especies vegetales, así como el ahuyentamiento de los animales presentes en la zona, algunas de ellos endémicos de la zona y otros con denominaciones de conservación. Cabe destacar que la zona a explotar es una zona completamente cubierta por vegetación o agua teniendo alrededor de 19 usos por lo que habría la pérdida de vegetación y bosques en las áreas a explotar.

Como consecuencia de diferentes actividades de construcción y operación, que incluirán el uso de explosivos debido al tipo de minería a emplear para la extracción de minerales se generarán ruidos y vibraciones, así como la disminución de la calidad del aire.

Otros de los impactos que se generaría sería el desplazamiento de gran cantidad de habitantes de aproximadamente 554.4 ha que equivale al 3.26% de la extensión total de la provincia de Celendín, considerando que los distritos de Huasmín y Sorochuco son el segundo y tercer distrito respectivamente con mayor población y el que mayor cantidad de tierras propias posee (42%).

La infraestructura agrícola en ambos distritos consta de canales en tierra que captan y conducen el agua de manantiales y cauces para cubrir las necesidades de los cultivos en los periodos de ausencia de lluvia. En el distrito de Sorochuco los canales de riego existentes son el Sendamal, Rejopampa y Llavidque beneficiando a los caseríos de Sendamal, Llavidque y Sendamal. En el distrito de Sorochuco el

42% de las tierras están tituladas, mientras que en Huasmín 35%. La hidrografía de la provincia de Celendín está conformada por ciertas lagunas de importancia en las partes altas, manantiales dispersos y una red de cursos de agua. Las lagunas se ubican en las partes altas y en las zonas de cabecera de las cuencas mencionadas anteriormente concentrándose en los distritos de Huasmín, Sorochuco, Sucre y Oxamarca. En el distrito de Sorochuco las lagunas más importantes son Lucmacocha (El Perol), Alforjacochoa, Chaquicochoa, Rinconada, Dos colores y Milpo, en las cuales se da la crianza de truchas a pequeña escala.

Tabla 6. Numero de Lagunas Presentes en la Zona de los proyectos.

Provincia	Distrito	N° de lagunas
Celendín	Huasmín	5
	Sorochuco	28
Cajamarca	Encañada	13

En Huasmin no se encontró lugares arqueológicos, pero existe un lugar turístico llamado Baños Jerez o Huasmín, en Sorochuco se encuentran el Cerro Iglesia Loma y Cerro Aparato los cuales fueron declarados como sitios arqueológicos por el INC.

La desaparición de la laguna El Perol traería consigo impactos en la población que usa el recurso hídrico proveniente de ella, además de afectar a la agricultura por la pérdida de agua y de las tierras, que son alrededor de 8 526 has. Las cuales son empleadas en el cultivo de numerosos alimentos como cereales, tubérculos, maíz, frijol, etc., los que representan entre el 30 al 40% de la producción total del distrito de Celendín. Asimismo, se vería afectada la actividad pecuaria, con alrededor de 30 000 cabezas entre ovino y vacuno; y la producción de leche que suman al año 14 000 Toneladas.

Según lo obtenido El distrito de Sorochuco aporta a la producción provincial en los siguientes cultivos que son: 11% de la producción provincial de maíz choclo (rendimiento de 5.1 TN/ha), 10% de la producción provincial de Trigo (rendimiento de 1 TN/ha), 14% de la producción provincial de cebada (rendimiento de 1 TN/ha), 10% de la producción provincial de papa (rendimiento de 9.3 TN/ha), 16% de la producción provincial de oca (rendimiento de 4.4 TN/ha), 13% de la producción provincial de olluco (rendimiento de 4.4 TN/ha), 10% de la producción provincial de frijol (rendimiento de 0.9 TN/ha), 20% de la producción provincial de arveja (20% con un rendimiento de 2.1 TN/ha) y el 14% de la producción provincial de haba. Mientras que en el aspecto pecuario las cantidades por especies son las siguientes: ovina es de 6 400, vacuno 6 304, cuy es de 13 507, porcino 686, aves 7 183; la productividad de la leche es de 6 798.42 Toneladas de leche.

El distrito de Huasmín presenta los siguientes cultivos: 14% de la producción provincial de maíz choclo (rendimiento de 5.2 TN/ha), 14% de la producción provincial de Trigo (1 TN/ha de rend.), 17% de la producción provincial de cebada (1 TN/ha de rend.), 15% de la producción provincial de papa (10.1 TN/ha de rend.), 17% de la producción provincial de oca (4.4 TN/ha de rend.), 17% de la producción provincial de olluco (4.6 TN/ha de rend.), 19% de la producción provincial de frijol (0.9 TN/ha de rend.), 17% de la producción provincial de arveja (1.3 TN/ha de rend.) y el 26% de la producción provincial de haba.

Según lo recopilado en la información en el aspecto pecuario en el distrito de Huasmín las cantidades por especies son las siguientes: ovina es de 9 705, vacuno 7 540, cuy es de 22 491, porcino 819, aves 13 176; la productividad de la leche es de 7 277.32 Toneladas de leche.

Según la información recolectada in situ y en datos anteriormente recolectados, la oferta media de agua es por ríos y quebradas 0.48 m³/s y por parte de los manantiales es de 0.10 m³/s, considerando las precipitaciones 216.66 mm al año se tendría un aporte total de 12.14 m³/s para ambos distritos.

Según la información obtenida en cuanto al uso del agua en el sector agrícola, pecuario y poblacional, se determinó que el consumo de agua es de 80 L/ha, 30 L/cabeza, 100 L/persona. Considerando los datos obtenidos anteriormente la cantidad de hectáreas es de 8 536 has, 29 949 cabezas de ganado y los 23 007 habitantes. Por lo tanto las demandas serían las siguientes: 4.18 m³/s agrícola, 0.009 m³/s pecuario, 0.02 m³/s población sumando en total una demanda de 4.209 m³/s.

Por lo que sería necesario abastecer a la población la cual requiere de 4.209 m³/s sin contar con lo necesitado por la minera durante el proceso de operación el cual equivale cerca de 143 400 millones de litros en 12 años incrementándose esa cantidad en los 19 años de explotación.

Como resultado del procedimiento ya mencionado la explotación minera a tajo abierto (Tajo Perol), botadero de desmonte Perol y la construcción del reservorio de agua (Perol) ubicados dentro del distrito de Sorochuco, se observan los impactos mencionados en la siguiente tabla.

Tabla 7. Impactos generados en el Distrito de Sorochuco

Componentes		Descripción
Físicos	Suelo	El tajo el perol, botadero de desmonte y el reservorio generaran el retiro de los suelos y movimiento de tierras

	Aire	Como consecuencia del movimiento de tierras, y extracción de mineral se generará polvo y gases que afectaran las áreas cercanas a la zona
	Ruido	Ruidos y vibraciones que afectaran a las poblaciones cercanas debido a los procesos de construcción y operación
	Agua	Desaparición de las lagunas El Perol y Azul Disminución de la calidad y cantidad del flujo de agua
Biológico	Flora	Pérdida de zonas de vegetación característica de la zona
	Fauna	Ahuyentamiento de animales salvajes
Socio-económico	Social	Cambio radical en el paisaje, puesto que estas instalaciones estarán cubiertas por desmonte Perdida de tierras y costos de adaptación e inserción social de la población expropiataria
	Económico	Aumento de oferta laboral por parte de la minera
		Disminución del interés en actividades económicas rurales (agricultura y ganadería)
		Pagos de impuesto, canon y regalías

Fuente: propia

3.2. Diseño de implementación del programa ambiental en torno a los proyectos mineros

3.2.1. Medidas de mitigación de impactos-Geomorfología, relieve y suelos

- Las instalaciones e infraestructura se adaptarán a la topografía local sin alterar en mayor proporción las líneas naturales.
- Las actividades de construcción que impliquen remoción de vegetación y suelo serán programadas durante la temporada seca para facilitar la implementación de las estructuras para controlar la erosión y los sedimentos.
- Las áreas serán remediadas mediante un programa de revegetación en la etapa de cierre de la mina.

- Se almacenará y conservará los suelos orgánicos procedentes de los desmontes para que sirvan como base en los programas de revegetación al cierre de la mina.

3.2.2. Medidas de mitigación de impactos-Calidad de aire

- Se controlarán las emisiones de material particulado mediante el riego con camiones cisterna en las áreas más transitadas a la zona de operaciones
- Se controlará la velocidad de los vehículos (señalización, instrucciones y reductores de velocidad) evitando el levantamiento de las partículas.

3.2.3. Mitigación de Impactos-Ruidos y vibraciones

- Las cargas grandes de explosivos se subdividirán en cargas más pequeñas y secuenciales además de ello se pronosticarán los días con fuerte vientos o fríos para disminuir la intensidad del ruido.
- Se aplicará el uso de materiales de barreras que disminuyan la intensidad del ruido.

3.2.4. Medidas de mitigación –Recurso hídrico

- Mejorar la disponibilidad de agua mediante la creación de un reservorio que contenga la laguna e incluso supere su capacidad original.
- Mantenimiento y manejo adecuado de los reservorios.

3.2.5. Medidas de mitigación – Fauna y Flora

- No se realizarán labores de caza, en el área objeto de explotación
- Se establecerán pocas zonas de acceso al proyecto de manera que se invadan otras áreas donde habiten animales.
- Implementación de medidas protectoras para las áreas donde no se realizará intervención a fin de convertirlas en refugios o contenedores de fauna

- Rescate de individuos vegetales mediante colecta de semillas y plántulas, así como la reubicación de animales en zonas naturales protegidas en especial aquellos que presenten categorías de conservación y propios de la zona (endémicos).
- Siembra en viveros de plantas de importancia de la región asegurando su perpetuidad
- Recuperación de humedales en la etapa de cierre

3.2.6. Mitigación de Impactos socioeconómico

- Plan de adquisición de tierras en beneficio de los expropietarios
- Creación de empleos por parte de la empresa
- Programas de desarrollo y campañas de ayuda social por parte de la empresa
- Cumplimiento con las reglas y normas establecidas al cierre de la mina

3.3. Análisis técnico-económico de la propuesta de implementación

3.3.1. Construcción del Reservorio

Para mitigar los impactos generados por la desaparición de las Laguna se propone la construcción de reservorios para las lagunas. En la temporada de lluvias, el reservorio recoge Agua de las cuencas.



Ilustración 7. Propuesta de Ubicación de los Reservorios

El uso del agua será destinado para el abastecimiento del agua de riego y de uso poblacional, por lo que deberá cumplir con los ECA para consumo humano y como agua de riego.

El tipo de reservorio que se propone es el tipo apoyado el cual se construirá al nivel de la superficie del suelo.

La construcción del reservorio se realizará antes de iniciado el proceso de operación de la mina y se terminará también antes de que este comience. A continuación, se muestra una tabla con las características del reservorio. También se incluirá una chimenea y una manta de drenaje/filtro, así como el espaldón aguas arriba y aguas abajo. Para evitar efectos de erosión, la cara aguas arriba del dique estará protegida con empedrado y la cara aguas abajo se cubrirá con vegetación.

Tabla 8. Análisis Técnico del Reservorio Perol

Parámetros de diseño	
Capacidad del reservorio	800 000 m ³
Captación	gravedad
Longitud	68 000 m ²
Profundidad	29.3 m
Altura libre del reservorio	0.2 m
Forma de reservorio	trapezoidal
Tipo de revestimiento	
Pared	Muro concreto Ciclópeo
Piso	Piso concreto armado
Caudal descargado	5-80L/s
Altura máxima del dique	24 m
Canal de vertedero	Ubicado en el estribo oriental del dique
Base del vertedero	4 m por debajo del dique
Material del vertedero	concreto
Sistema de descarga	Tubería principal confinada dentro de otra secundaria de mayor diámetro, esta última encapsulada en concreto armado

Fuente: propia

3.3.2. Construcción de Botaderos de desmonte

El material estéril extraído de los tajos, el cual debe ser dispuesto en un lugar adecuado por lo general cerca del tajo de la mina para evitar altos costos por transporte.

Los depósitos de desmonte de roca son instalaciones construidas y operadas para la recepción del desmonte de roca proveniente de la mina, en este caso el botadero recibirá el material estéril que será en forma de pila. El diseño y construcción son llevados a cabo considerando la posibilidad de generarse drenaje ácido de mina, además se considerará la creación de subdrenajes por lo que se encapsulará en un contenedor de manera que evite filtraciones. A continuación, en la tabla 8 se detallan las características del botadero de desmonte.

Tabla 9. Diseño del Botadero Perol

Parámetros de diseño	
Capacidad del botadero	460 800 000 m ³
Área	2 560 000 m ²
Profundidad	180 m
Distancia de la mina hacia el depósito	300 m
Talud del terreno	1% para favorecer la filtración por gravedad
Control de infiltración	Sistema de drenaje y subdrenaje, debajo de ellos se colocará una capa de impermeabilidad (geomembrana) de aprox. 30 cm.

Fuente: propia

3.3.3. Proceso de Revegetación del área impactada

Para la selección de las coberturas de revegetación se tendrá en cuenta la calidad de los depósitos de relaves por lo que será necesario realizar análisis químicos, medición de pH de los suelos, mineralogía, cantidad de elementos solubles, potencial neto de neutralización y nivel de concentración de minerales pesados.

Luego de realizado los análisis se procederá a revegetar las áreas considerándose una cobertura de alrededor de 0.20 m de arcilla y material granulado para luego colocar la tierra agrícola donde se cultivará las especies propias de la zona que incluyen las gramíneas *stipa ichu*, *festuca sp.* *trifolium sp.*

3.3.4. Análisis económico

A continuación, se muestra una tabla de los costos necesarios para construir el reservorio Perol, botadero Perol y otros gastos de mitigación de impactos.

Tabla 10. Análisis Económico de las Medidas Implementarias

Material	Costo (\$)
Reservorio Perol	
Costo de movimiento de la tierra	53 830.00
Materiales necesarios en el Reservorio (cemento, varillas, arena, etc, dique)	5 309 981
Mano de obra	2 698 974
Botadero de desmonte Perol	
Costo de movimiento del desmonte	49 653 986
Materiales (plástico, tuberías de drenaje, etc.)	2 145 632
Mano de obra	8 096 922
Revegetación del botadero Perol	16 480.79
Otros (mitigación en ruido, riego de vías para evitar levantamiento de polvo, resguardo de flora y fauna)	5 000
TOTAL	67 980 803 .79

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

El procedimiento utilizado en el trabajo fue el mismo utilizado por Parrado & Robinson (2001) y Loayza Alfaro (2017) ya que en ambos trabajos para poder elaborar un Plan de Manejo Ambiental basándose en el desarrollo sostenible aplicaron un diagnóstico situacional actual actuales del área permitiéndoles determinar así los principales impactos, también haciendo uso de técnicas como encuestas y trabajo en campo. Como resultado del análisis situacional de los distritos de Huasmin y Sorochuco los impactos que fueron determinados son los mencionados en casi todos los trabajos de estudios de impacto ambiental en minería los cuales se resumen en el trabajo realizado por Pinto Herrera (2014) y según el Ministerio de Energía y Minas y de Ambiente (2002) donde se mencionan la opinión de distintos organismos y especialistas siendo divididos en 4 grandes grupos como son el ambiente físico, el ambiente biológico y el ambiente socioeconómico.

Asimismo, Villanueva (2010) en su trabajo también propone el uso de reservorios donde falta este recurso mencionando de que permite un mejor uso a este recurso. Por otro lado según lo mencionado por Bellotti (2011) una alternativa para reducir la infiltración al mínimo, es el empleo de geomembranas, plásticos, o concreto, aunque su uso debe responder, tanto a criterios técnicos como económicos. En nuestro país, el porcentaje de suelos pesados es muy poco (5%), por lo que impermeabilizar los suelos, normalmente es una práctica necesaria para evitar pérdidas por infiltración. Por ello se creó conveniente el uso de un revestimiento por concreto, lo que se propuso en este trabajo de alrededor de 20 cm. Trabajos

como Toledo (2006) mencionan en su trabajo la necesidad de la disposición de los residuos generados por la minería y al igual que Camana (2012) donde propusieron también la creación de botadores en pilas adecuados para la recolección del drenaje ácido formado. El proceso de revegetación también se aplicó como en el trabajo de Rojas Villanueva (2007) con la diferencia de la aplicación tanto de arcillas como material granulado para suelos no revegetados debido a la presencia de una misma especie en el proceso de revegetación que es la *Stipa ichu* la cual también fue utilizada en el trabajo mencionado,

Para los resultados del análisis técnico-económicos se tomaron como referencias los trabajos obtenidos en la elaboración de reservorios basaron de Villanueva (2010) y en el caso de la construcción del depósito de desmontes al igual que Camana se propuso la construcción de uno con material adecuado buscando recolectar los relaves formados por el mismo tipo de mineral con el cual trabajará la mina.

Durante el desarrollo de la investigación surgieron unas series de limitaciones debido a la poca información de trabajos relacionados a los proyectos mineros. Además de no contar con el presupuesto para encontrarse en toda el área afectada por los proyectos mineros, cajamarca. el lugar donde se pretende aplicar el programa ambiental para el desarrollo.

4.2. Conclusiones

- Con ayuda de la información recolectada en campo, visita al lugar y la recopilación de la información permitieron realizar un análisis situación de las zonas afectadas del distrito de Huasmin y Sorochuco
- El análisis situacional permitió la identificación de impactos ambientales y sociales lográndose así el diseño de un programa ambiental para el desarrollo sostenible en torno a los proyectos mineros en los distritos de Huasmín y Sorochuco el cual tuvo como principales medidas de implementación la creación de un reservorio en reemplazo de la laguna El Perol y un depósito destinado para el material de desmonte generado producto de las actividades de construcción del reservorio y del Tajo.
- Se logró también el análisis técnico-económico de las medidas propuestas basando en la información recolectada, bibliográfica y trabajos anteriores.

REFERENCIAS

- Almendro, F. (2015). *Universidad privada anterior orrego facultad de ciencias de la salud* (Tesis de Fin de Grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería.
- Bellotti, M. (2011). *Minería a cielo abierto*. Retrieved from http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2013/cambio_climatico/Informe-Moran-mineria.pdf
- Caicedo, P., & Morveli, V. (2016). *La evaluación de impacto ambiental y su relación con la evaluación ambiental estratégica y el ordenamiento territorial en proyectos de inversión de gran escala: El caso de los proyectos Conga e Inambari* (Trabajo de Fin de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Camana, F. (2012). *Estudio de esterilización en el proyecto Minas Conga* (Trabajo de Fin de Grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería geológica, minera y metalúrgica.
- De La Flor, P. (2014). Mining and Economic Development in Peru. *Harvard Review of Latin America*, 13(2), 24–27.
- Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del medio ambiente. (RENAMA). (2016). *INFORME N° 03 -2016- GR. CAJ/RENAMA/SG.GMA/MVC*. Cajamarca.
- INEI. (2012). *Situación de la pobreza en el 2008*. Peru.
- Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo.(IIED). (2002). Local Communities and Mines. In Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo.(IIED) (Ed.), *Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development*.

Knight Piésold Consultores S.A. (2008). *Conga Project-Climatological Data Analysis*.

Knight Piésold Consultores S.A. (2010). *Proyecto Conga-Estudio de Impacto*

Ambiental. Lima, Perú. Retrieved from

<http://www.ccta.org.pe/temas/csambientales/73697420-Resumen-Ejecutivo-EIA-de-Conga.pdf>

León, B. (2006). Libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2), 1–976.

Loayza Alfaro, E. (2017). *Diseño e implementación del plan de manejo ambiental para el mejoramiento de la producción de oro y prevenir la contaminación de la pequeña minería y minería artesanal en la Concesión Taipe Ira Rima* (Trabajo de Fin de Grado). Universidad Nacional Mayor de San Marco, Facultad de Ingeniería, geología, minería, metalúrgica y geografía.

Ministerio de Energía y Minas.(MEM), & Ambiente.(MINAM), M. del. (2002).

Capítulo 7. Manejo de Impactos Ambientales. Guía Minero Ambiental De Explotación. Retrieved from

<http://www.minminas.gov.co/documents/10180/416798/explotacion+3.pdf>

Ortiz, G. (2013). *Evaluación de impacto ambiental en una planta de tratamiento y disposición de residuos sólidos* (Tesis de Fin de Grado). Instituto Politecnico Nacional.

Parrado, A., & Robinson, P. (2001). *Diseño plan de manejo ambiental para la mina de esmeraldas en Guaquimay, municipio de Yacopi (Cundinamarca)*.

Pinto Herrera, H. (2014). Estudio de impacto ambiental del Proyecto Minero Conga. *Investigaciones Sociales*, 18(32), 185–200.

Rojas Villanueva, A. (2007). *Manejo Ambiental Relaves-Disposición subacuática*

(Trabajo de Fin de Grado). Universidad Mayor de San Marcos.

Sanchez, I., Cabanillas, M., Miranda, A., Poma, W., Díaz, J., & Terrones, F. (2005). *La jalca. Ecosistema frío del norte peruano- Fundamentos biológicos y ecológicos.*

Lima, Perú: Minera Yanacocha-Geografía EIRL.

Torres, F., & Castillo, M. (2012). Proyecto Conga Analisis Riesgo en Sociedad Agraria Competitiva.

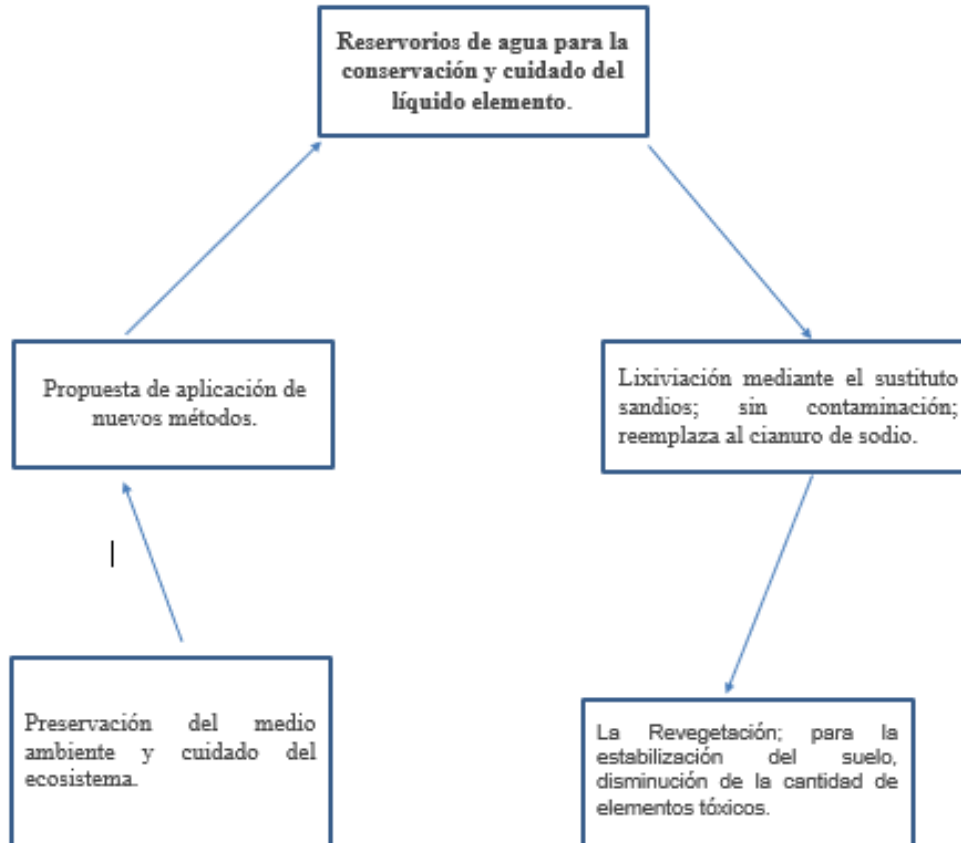
Vasquez, C. (2009). *Estudio hidrológico de la Región Cajamarca.*

Zavaleta, M. (2014). *La Batalla por los Recursos en Cajamarca.* Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 01

Información de volantes para Programa de concientización medioambiental



Anexo 02

Estándares de calidad establecidos en el reglamento de la Calidad del agua para consumo humano

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS		
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias
(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS**

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

- Alta (más de 50 L/día)
 -
8. ¿Qué cantidad de agua utilizas en el regadío de hectáreas?
- Poca (menos de 40L/ha)
 - Regular (entre 40 a 100 L/día)
 - Alta (más de 100 L/día)
9. ¿Qué cantidad de agua utilizas en el sector agropecuario?
- Poca (menos de 30L/ha)
 - Regular (entre 30 a 60 L/día)
 - Alta (más de 60 L/día)
10. ¿Importancia de la laguna El Perol en la comunidad?
- Muy significativo
 - Significativo
 - Moderado
 - Mínimo
11. El recurso que más se verá afectado por los proyectos mineros será:
- Suelo
 - Flora y Fauna
 - Agua
 - Aire
12. ¿Cómo afectaría el proyecto minero en las actividades económicas?
- Muy significativo
 - Significativo
 - Moderado
 - Mínimo
13. ¿Qué actividad económica realizas?
- Minería
 - Agricultura
 - Ganadería
 - Agricultura y Ganadería
14. ¿Cantidad de toneladas de alimentos que aporta por hectárea?

- Poca (menos de 1 TN)
- Regular (entre 1-8TN)
- Alta (Más de 8 TN)

15. ¿Crees que el proyecto minero te generara beneficios económicos a ti o la localidad?

- Si
- No

16. ¿Estás de acuerdo con la construcción de un reservorio?

- Si
- No

17. ¿Cuál es la condición de adquisición de su vivienda?

- Propia
- En proceso de compra
- Alquilada
- Prestada

18. ¿Existe restos arqueológicos o protegidos en la zona?

- Si
- No

19. ¿Cómo se verá afectado el paisaje de la zona?

- Muy significativo
- Significativo
- Moderado
- Mínimo

20. ¿Los daños generados por la minera en el ambiente serán superiores a los beneficios que se obtendrán de ella?

- Si
- No