

**Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) para la Explotación de una Mina de Oro a Cielo  
Abierto en el Valle del río Lebrija entre los municipios de Lebrija y Rionegro  
departamento de Santander**

**Fredy Vladimir Jones Navas**

**Director del proyecto de grado**

**Ing. Cesar Augusto Guarín**

**Trabajo presentado para optar al título de  
Ingeniero Ambiental**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)**

**Escuelas de Ciencias Agrícola Pecuarias y del Medio Ambiente**

**Ingeniería Ambiental**

**Bucaramanga**

**Septiembre de 2017**

## **Dedicatoria**

A mi esposa Natalia, quien ha luchado a mi lado la mayor parte de mi vida, a mis padres Eduardo y Menda, con gran cariño y gratitud, pues ellos me enseñaron el valor del trabajo y la dedicación para lograr los objetivos; a mis hijos, que son la inspiración de mi vida y el motivo de la perseverancia, el sacrificio, el anhelo y el desafío por alcanzar los sueños, ellos son mis compañeros inseparables que dan propósito y sentido en el trajinar de mi vida.

### **Agradecimientos**

Quiero primero que todo agradecer a Dios, que es el pilar de mi vida y que me puso no solo en el camino, a las personas que me impulsaron a realizar este sueño, sino que además me dio siempre la fortaleza para seguir adelante, sin él, nunca hubiera sido posible llegar hasta aquí.

También a mi esposa e hijos por creer en mí y por brindarme siempre su apoyo incondicional.

A mis compañeros de trabajo, por brindarme los medios para realizar esta investigación y al Ing. Cesar Augusto Guarín quien, con su apoyo y dirección, logre finalizar este proyecto.

## Tabla de Contenido

Resumen.....	20
Introducción .....	21
Justificación .....	22
Objetivo general.....	23
Objetivos específicos .....	23
Marco Teórico.....	24
Descripción del Problema.....	30
Metodología .....	30
Capítulo 1 Descripción de proyecto minero .....	34
1.1 Localización.....	34
1.2 Características del Proyecto.....	35
1.2.1 Infraestructura existente.....	35
1.2.1.1 Vías de acceso.....	35
1.2.2 Fases y actividades del proyecto.....	36
1.2.2.1 Fases previas .....	36
1.3 Áreas de explotación.....	38

1.3.1 Áreas para manejo de estériles.....	38
1.3.2 Áreas auxiliares mineras .....	38
1.3.3 Áreas de apoyo.....	39
1.3.4 Áreas de transporte externo .....	39
1.4 Diseño del proyecto .....	39
1.4.1 Diseño y planteamiento de la explotación .....	40
1.4.1.1 Desmonte y descapote.....	40
1.4.1.2 Manejo y disposición de estériles (Acopio temporal).....	40
1.4.1.3 Sistema y método de explotación .....	41
1.4.1.3.1 Método de explotación - Banco Único .....	42
1.4.1.3.2 Descripción de los elementos que componen la explotación.....	42
y1.4.1.3.2.1 Celda de explotación.....	43
1.4.1.3.2.2 Piscinas de sedimentación y almacenamiento .....	44
1.4.1.3.2.3 Clasificadora .....	45
1.4.2.1 Labores de preparación .....	45
1.4.2.2 Labores de explotación .....	46
Capítulo 2.....	47
Área de Influencia del proyecto .....	47
2.1 Área de influencia Directa (AID) .....	47
2.1.1 Criterios técnicos .....	47
2.1.2 Criterios de carácter Biótico y Abiótico .....	48
2.1.3 Criterios de carácter socioeconómico .....	50

2.2 Área de Influencia Indirecta (AII) .....	53
2.2.1 Criterios de carácter Biótico y abiótico .....	53
2.2.1.2 Criterios de carácter socioeconómico .....	53
2.3 <i>Caracterización del Área de Influencia del proyecto</i> .....	55
2.3.1 Medio Biótico .....	55
2.3.1.1 Geología Regional .....	55
2.3.1.1.1 Estratigrafía.....	57
2.3.2 Geología del yacimiento .....	58
2.3.3 Geomorfología .....	58
2.3.3.1 Patrón y densidad del drenaje .....	61
2.3.3.2 Pendientes del terreno .....	62
2.3.3.3 Amenazas geológicas.....	63
2.3.4 Hidrología .....	63
2.3.4.1 Parámetros morfométricos .....	64
2.3.4.2 Régimen hidrológico.....	66
2.3.4.2.1 Caudales característicos en la estación Angostura.....	68
2.3.4.2.2 Caudales máximos .....	72
2.3.4.2.3 Caudales mínimos.....	75
2.3.5 Hidrogeología .....	77
2.3.6 Geotecnia .....	77
2.3.7 Atmósfera.....	80
2.3.7.1 Clima.....	80
2.3.7.2 Inventario de emisiones .....	90

2.3.7.3 Ruido.....	92
2.3.7.3.1 Fuentes de emisiones ruido en el área de influencia.....	92
2.3.7.3.2 Fuentes de emisiones ruido del proyecto en su área de influencia directa	92
2.4 <i>Medio biótico</i> .....	93
2.4.1 Ecosistemas.....	93
2.4.2 Ecosistemas terrestres .....	95
2.4.3 Flora.....	96
2.4.3.1 Coberturas de la tierra CORINE LAND COVER .....	97
2.4.4 Fauna.....	103
2.4.5 Ecosistemas estratégicos, sensible y área protegidas.....	109
2.5 <i>Medio socioeconómico</i> .....	110
2.5.1 Componente demográfico.....	110
2.5.2 Componente Espacial.....	111
2.5.3 Componente económico.....	113
2.6 <i>Servicio Ecosistémicos</i> .....	114
2.6.1 Análisis de la oferta de servicios ecosistémicos .....	114
2.6.1.3 Identificación de los Servicios Ecosistémicos presentes en la zona de estudio	
.....	115
3. Zonificación Ambiental .....	120
3.1 <i>Zonificación Ambiental</i> .....	120
3.1.1 Zonificación intermedia.....	123
3.1.1.1 Zonificación intermedia del medio abiótico .....	123

31.1.1.1 Estabilidad Geotécnica.....	125
3.1.1.1.2 Hidrogeología superficial.....	126
3.1.1.1.3 Pendientes .....	127
3.1.1.1.4 Riesgo de erosión.....	128
3.1.1.1.4 Resultado de la zonificación intermedia del medio abiótico .....	129
3.1.1.2 Zonificación intermedia del medio biótico .....	132
3.1.1.3 Zonificación del medio socio-económico.....	135
3.1.1.3.1 Uso de suelo.....	137
3.1.1.3.2 Calidad de vida .....	137
3.1.1.3.3 Organización comunitaria.....	139
3.1.1.3.4 Tenencia de la tierra.....	139
3.1.1.3.5 Zonificación intermedia medio socioeconómico .....	139
3.2 Análisis de zonas de restricción o exclusión.....	141
3.3 Otras zonas de exclusión.....	141
3.4 Zonificación ambiental unificada .....	142
4. Evaluación Ambiental.....	144
<i>4.1 Escenario ambiental sin proyecto.....</i>	<i>144</i>
4.1.1 Aspectos generales.....	145
4.1.1.1 Identificación de impactos ambientales .....	146
4.1.1.2. Análisis de resultado de la evaluación ambiental sin proyecto.....	148
4.1.2 Escenario con actividad extractiva.....	149
4.1.2.1 Identificación de las actividades .....	149

4.1.2.2 Descripción de los impactos ambientales .....	156
4.1.3 Evaluación y calificación de impacto .....	163
4.1.3.1 Evaluación de Impactos .....	166
4.1.3.2 Análisis de resultados de la evaluación ambiental con proyecto .....	168
4.2 Zonificación del manejo ambiental del proyecto.....	172
4.2.1 Identificación de restricciones de carácter legal .....	173
4.2.2 Conclusión de la zonificación de manejo ambiental.....	174
4.3 Planes y programas .....	176
4.3.1 Plan de Manejo Ambiental (PMA) .....	176
4.3.1.1 Programas medio abiótico.....	178
4.3.1.1.1 Ficha PMA_MA_MCa-01 Subprograma de manejo de suelos .....	178
4.3.1.4 Ficha PMA_MA_MCa-04 Programa de manejo de aguas .....	183
4.3.1.4.1 Subprograma 1 de manejo de aguas residuales domésticas.....	183
A lo largo de las zonas de explotación, en cada una de las piscinas de sedimentación y almacenamiento de agua. ....	184
4.3.1.4.2 Subprograma 2 de manejo de agua lluvia .....	184
4.3.1.4.4 Subprograma 4 de manejo de la captación y piscina de almacenamiento y sedimentación .....	188
4.3.1.5 Fichas PMA_MA_MCa-05 Programa de manejo de recurso aire .....	191
4.3.1.5.1 Subprograma 1 de manejo y control de gases y material particulado.....	191
4.3.1.5.2 Subprograma 2 de manejo de ruido .....	194
4.3. 1.6 Ficha PMA_MA_MCa-06 Programa de manejo de residuos solidos.....	197

	10
4.3.1.6.1 Subprograma 1 manejo de residuos sólidos.....	197
4.3.1.7 Ficha PMA_MA_MCa-07 Programa de manejo de combustibles y lubricantes.....	200
4.3.1.7.1 Subprograma 1 manejo de combustibles y lubricantes.....	200
4.3.1.8 Ficha PMA_MA_MCa-08 Programa de manejo de señalización y seguridad industrial .....	204
4.3.1.8.1 Subprograma 1 manejo de señalización y seguridad industrial .....	204
4.3.2 Programa medio Biótico .....	210
4.3.2.1 Ficha PMA_MB_MCa-01 Programa de ahuyentamiento de especies de fauna .....	210
4.3.2.1.1 Subprograma de ahuyentamiento de especies de fauna.....	210
4.3.2.2 Ficha PMA_MB_MCa-02 Programa de restauración, rehabilitación de celdas de explotación y áreas de apoyo .....	213
4.3.2.2.1 Subprograma 1 de restauración, y rehabilitación de frentes de trabajo ...	213
4.3.3 Programas Medio Social .....	216
4.3.3.2 Ficha PMA_MS_MCa-02 Programa de educación ambiental.....	216
4.3.3.2.1 Subprograma 1 de educación ambiental .....	216
4.3.3.4 Ficha PMA_MS_MCa-04 Programa de capacitación e implementación de seguridad industrial.....	218
4.3.3.4.1 Subprograma 1 capacitación e implementación de seguridad industrial .	218
<i>4.4 Plan de Monitoreo y Seguimiento (PMS) .....</i>	<i>220</i>
4.4.1 Programas de monitores y seguimiento al medio abiótico .....	221

4.4.1.1 PMS_MA_MCa-01 Programa de monitoreo y seguimiento manejo de suelos .....	221
4.4.1.3 PMS _MA_MCa-03 Programa de monitoreo y seguimiento recurso aire..	222
4.4.1.4 PMS_MA_MCa-04 Programa de monitoreo y seguimiento del manejo de aguas .....	224
4.4.1.5 PMS _MA_MCa-05 Programa de monitoreo y seguimiento residuos solidos .....	226
4.4.1.6 PMS _MA_MCa-06..... Programa de monitoreo y seguimiento manejo de combustibles y lubricantes.....	228
Programa de seguimiento y monitorea manejo de combustibles y lubricantes .....	228
4.4.2 Programas de monitores y seguimiento al medio Biótico .....	229
4.4.2.1 PMS _MB_MCa-01 ..... Programa de monitoreo y seguimiento de la vegetación.....	229
4.4.2.2 PMS _MB_MCa-02 Programa de monitoreo y seguimiento de ahuyentamiento de especies de fauna .....	230
4.4.3 Programa de monitoreo y seguimiento medio social.....	231
4.4.3.1 PMS _MS_MCa-01 ..... Programa de monitoreo y seguimiento Información y participación comunitaria.....	232
4.4.3.2 PMS_MS_MCa-02 Programa de monitoreo y seguimiento de Educación Ambiental.....	233
<i>4.5 Plan de Cierre y Abandono de Labores Mineras .....</i>	<i>234</i>
4.5.1 Objetivo General del Plan de Cierre .....	234
4.5.2 Componentes del cierre.....	235

4.5.3 Actividades de cierre implementadas durante la operación y el cierre.....	236
4.5.3.1 Reconformación de celdas de explotación.....	236
4.5.3.2 Sistema de captación y almacenamiento de agua de mina .....	236
4.5.3.3 Maquinaria y equipo .....	237
Conclusiones .....	238
Recomendaciones .....	239
Referencias bibliográficas y bibliografía .....	240

### Lista de tablas

Tabla 1 Zonas de explotación .....	38
Tabla 2. Distribución de componente .....	48
Tabla 3. Criterios de carácter Biótico y Abiótico .....	49
Tabla 4. AID físico biótica.....	52
Tabla 5. AID Socioeconómica.....	52
Tabla 6. Parámetros morfométricos .....	65
Tabla 7. Registro de caudales .....	69
Tabla 8. Caudales multianuales río Lebrija .....	72
Tabla 9. Caudales máximos, estación angostura .....	73
Tabla 10. Caudales máximos para diferentes periodos río Lebrija, estación Angostura.....	74
Tabla 11. Caudales mínimos río Lebrija, estación Angostura .....	75
Tabla 12. Caudales mínimos para diferentes periodos río Lebrija, estación Angostura.....	76
Tabla 13. Eventos sísmicos presentados en la zona.....	78
Tabla 14. Estaciones meteorológicas .....	81
Tabla 15. Temperatura máxima, media y mínima estación Villa Leyva .....	82
Tabla 16. Precipitación estación Villa Leyva .....	83
Tabla 17. Humedad relativa estación Villa Leyva.....	85
Tabla 18. Brillo solar estación Villa Leyva .....	87
Tabla 19. Evaporación estación Villa Leyva .....	88
Tabla 20. Evaporación estación Villa Leyva .....	90
Tabla 21. Rango de niveles medios de ruido por equipos .....	93
Tabla 22. Ecosistemas presentes en el área del proyecto.....	94

Tabla 23. Ecosistemas presentes área contrato .....	95
Tabla 24. Coberturas Corine Land Cover .....	97
Tabla 25. Resultados .....	105
Tabla 26. Numero habitantes zona de influencia .....	111
Tabla 27. Resumen servicios ecosistémicos .....	115
Tabla 28. Servicios ecosistémicos flora .....	116
Tabla 29. Servicio ecosistémicos fauna .....	117
Tabla 30. Servicio ecosistémicos suelo .....	119
Tabla 31. Servicio ecosistémico bien río .....	120
Tabla 32. Criterios de calificación para sensibilidad biótica, abiótica y socioeconómica.....	122
Tabla 33. Variables del medio abiótico .....	123
Tabla 34. Sensibilidad geotécnica del área .....	126
Tabla 35. Sensibilidad hidrológica .....	127
Tabla 36. Sensibilidad pendiente .....	128
Tabla 37. Sensibilidad riesgo de erosión .....	129
Tabla 38. Sensibilidad abiótica .....	130
Tabla 39. Niveles de sensibilidad abiótica.....	131
Tabla 40. Variables del medio biótico .....	132
Tabla 41. Sensibilidad biótica.....	133
Tabla 42. Niveles de sensibilidad biótica .....	133
Tabla 43. Variables medio socio-económico.....	135
Tabla 44. Uso de suelos .....	137
Tabla 45. Uso de suelo.....	138

Tabla 46. Sensibilidad socioeconómica .....	139
Tabla 47. Niveles de sensibilidad socioeconómica.....	140
Tabla 48. Zonificación ambiental del proyecto .....	142
Tabla 49. Escala de sensibilidad ambiental .....	142
Tabla 50. Actividades sin el proyecto Mina Guayos .....	145
Tabla 51. Impactos ambientales sin proyecto .....	146
Tabla 52. Actividades del proyecto que generan impactos.....	150
Tabla 53. Impactos identificados .....	152
Tabla 54. Descripción de los impactos. ....	156
Tabla 55 Matriz de Identificación de Impactos Ambientales .....	161
Tabla 56. Tipificación de impactos.....	163
Tabla 57. Criterios de valoración.....	164
Tabla 58. Clasificación de la intensidad .....	165
Tabla 59. Matriz de importancia.....	167
Tabla 60. Total, de impactos negativos del proyecto.....	168
Tabla 61. Total, de impactos positivos del proyecto .....	171
Tabla 62. Zonas afectadas vs sensibilidad .....	174
Tabla 63. Manejo de acuerdo a la sensibilidad.....	174
Tabla 64. Programas de manejo a implementar.....	177
Tabla 65 Programas de monitoreo y seguimiento.....	220
Tabla 66. Componentes del cierre minero .....	235

## Lista de figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto.....	34
Figura 2 Fases del proyecto. ....	37
Figura 3. Dimensiones de zonas de acopio temporal.....	41
Figura 4. Esquema de los principales elementos en la explotación por banco único. ....	43
Figura 5. Clasificador material de mina.....	45
Figura 6. Labores de explotación.....	46
Figura 7. Área de influencia físico biótica Directa e Indirecta. ....	51
Figura 8. Superposición AID y AII.....	55
Figura 9. Mapa Geológico Regional.....	56
Figura 10. Columna estratigráfica generalizada de la cuenca del valle medio de la magdalena..	57
Figura 11. Patrones de drenaje. ....	61
Figura 12. Red de drenajes en MED.....	64
Figura 13. Estaciones meteorológicas.....	67
Figura 14. Ubicación Estación Limnimetrica angostura.....	70
Figura 15. Mapa riesgo sísmico.....	79
Figura 16. Riego de erosión.....	79
Figura 17. Isoyetas.....	84
Figura 18. Transporte de contaminantes.....	91
Figura 19. Ecosistemas continentales. ....	95
Figura 20. Ecosistemas naturales y transformados. ....	96
Figura 21. Cobertura Corine zona del proyecto.....	98

Figura 22. Ecosistemas estratégicos (SIAC).....	110
Figura 23. Zonificación intermedia medio Abiótico.....	131
Figura 24. Zonificación intermedia medio biótico. ....	134
Figura 25. Sensibilidad socioeconómica.....	140
Figura 26. Mapa de sensibilidad ambiental. ....	143
Figura 27. Mapa zonificación manejo ambiental.....	175
Figura 28. Vista superior zona de acopio temporal. ....	179
Figura 29. Dimensiones canaleta.....	186
Figura 30. Señal preventiva, límite de velocidad.....	192
Figura 31. Sitio almacenamiento de residuos sólidos.....	199
Figura 32. Tanque transporte y almacenamiento combustible Sipea SP0350.....	201
Figura 33. Señales informativas.....	206
Figura 34. Señales de advertencia.....	206
Figura 35. Señales prohibitivas.....	207
Figura 36. Señales de seguridad. ....	208

### Lista de Fotografías

Fotografía 1. Área del contrato. ....	60
Fotografía 2. Zona de pastos área del contrato. ....	99
Fotografía 3. Zona de pastos arbolados área del contrato.....	100
Fotografía 4. Zona de pastos enmalezados área del contrato.....	101
Fotografía 5. zona de vegetación secundaria área del contrato.. ....	102
Fotografía 6. Zonas arenosas naturales área del contrato. ....	103
Fotografía 7. Registro fotográfico de diferentes especies de fauna presente en el área. ....	107
Fotografía 8. Registro fotográfico de diferentes especies de fauna presente en el área. ....	108
Fotografía 12. Edificio de ferrocarril invadido en el corregimiento de Vanegas del municipio de Lebrija. ....	114

### Lista de Graficas

Grafica 1. Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes. ....	66
Grafica 2. Caudales medios diarios mensuales multianual. Estación Angostura. Río Lebrija. ...	67
Grafica 3. Precipitaciones medias mensual. Estaciones Palmas, El naranjo y Portachuelo. ....	71
Grafica 4. Curva de duración de caudales, estación Angostura.....	71
Grafica 5. Curva de frecuencia caudales máximo río Lebrija, estación Angostura.....	74
Grafica 6. Curva de frecuencia caudales mínimo río Lebrija, estación Angostura. ....	76
Grafica 7. Variación mensual de temperatura estación Villa Leyva. ....	83
Grafica 8 Precipitaciones máximas, media y mínimas estación Villa Leyva. ....	84
Grafica 9. Días con lluvia Estación Villa Leyva.....	85
Grafica 10. Valores mínimos, medios y máximos de humedad relativa estación Villa Leyva. ..	86
Grafica 11. Valores mínimos, medios y máximos de brillo solar estación Villa Leyva.....	88
Grafica 12. Evaporación estación Villa Leyva. ....	89
Grafica 13. Deficiencia de agua en la estación Villa Leyva. ....	90
Grafica 14. Fauna por cobertura. ....	109

## Resumen

El valle del río Lebrija ha sido degradado por procesos naturales, así como por actividades antrópicas (ganadería, agricultura, minería artesanal), sumando el deterioro avanzado del río Lebrija por las descargas de las aguas residuales del casco urbano de Bucaramanga y su área metropolitana, problemática que ha aumentado por la pérdida de la cobertura vegetal de las márgenes, y por el agotamiento del suelo en relación con sus parámetros agrológicos. (CORTOLIMA, 2008)

Las actividades mineras que se desarrollan en la actualidad en la zona (Explotación de oro de aluvión, Placeres y Paleo placeres), consiste en la explotación a cielo abierto; la cuales emplean un sistema de descapote (retiro de la capa vegetal del suelo), para el posteriormente el arranque del mineral de aluvión y lavado del mismo pueden aumentar la degradación ambiental ya existente en la zona si no se generan políticas ambientales necesarias para su desarrollo.

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) para la Explotación de una Mina de Oro a Cielo Abierto en el Valle del río Lebrija entre los municipios de Lebrija y Rionegro Departamento de Santander, pretende evaluar cada impacto generado por la actividad minera basado en un trabajo de campo y recolección de información secundaria, que permita obtener la mayor información del área a intervenir, de forma tal que, con base en sus características más fácilmente identificables, se pueda valorar su trascendencia ambiental logrando generar estrategias y planes de manejo sostenibles ambientalmente, minimizando y buscando una recuperación ambiental exitosa de las áreas intervenidas.

## **Introducción**

El valle del río Lebrija se ubica entre los municipios de Lebrija y Rionegro en el departamento de Santander, ha sido degradada por procesos naturales, y por las actividades antrópicas desarrolladas en la zona (ganadería, agricultura, minería artesanal), sumándose a su degradación, el deterioro del río Lebrija, el cual se ha afectado gravemente, por las descargas de las aguas residuales del casco urbano de Bucaramanga y su área metropolitana, y por la pérdida de la cobertura vegetal de sus márgenes.

Las actividades mineras que se desarrollan en la actualidad en el valle del río Lebrija (Explotación de oro a cielo abierto), emplean un sistema de descapote (retiro de la capa vegetal del suelo), y de miniado, (arranque del mineral de aluvión y lavado del mismo); que de no realizarse con procesos adecuados puede aumentar la degradación ambiental ya existente.

Después de las consideraciones anteriores y partiendo de la definición de impacto ambiental hecha por Rodríguez Castañeda “Impacto ambiental, se define básicamente, como una alteración al medio ambiente que se desarrolla en el tiempo”, (Rodríguez Castañeda, 2011); en consecuencia el siguiente Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) esta direccionado de forma tal que, con base en sus características más fácilmente identificables, se pueda valorar su trascendencia ambiental de los impactos ambientales ya presenten en el valle del río Lebrija y los generados por las actividades mineras, para así poder desarrollar estrategias y planes de manejo sostenibles , minimizando sus efectos sobre el medio ambiente y buscando una recuperación ambiental exitosa de las áreas intervenidas.

### **Justificación**

El propósito fundamental de la presente proyecto aplicado, es conocer la realidad ambiental del valle del río Lebrija y así poder determinar los impactos ambientales que puedan generar las actividades mineras que se desarrollaran en la zona, la cual como se ha mencionado anteriormente ya presenta una degradación importante, y por consiguiente implementar los planes de manejo ambiental y planes de monitoreo, que generen medidas, que puedan disminuir, mitigar o compensar los impactos generados por el desarrollo de la actividad minera, con el fin de generar estrategias que permitan la recuperación ambiental de las áreas intervenidas.

Lo anterior expuesto se pretende mediante la aplicación de matrices de evaluación ambiental, la utilización de herramientas informáticas (SIG), la modelación de impactos ambientales por medio de imágenes satelitales, la utilización de herramientas SIG de las entidades del estado Colombiano, así como la revisión bibliográfica existente de la zona, herramientas y procesos que permitirán conocer el estado ambiental del valle del río Lebrija, y así generar las estrategias que permitirán, mitigar los impactos presentes en el área de influencia directa y las que se puedan generar con las actividades mineras, permitiendo el desarrollo social y económico de la región, evitando así la aparición de impactos no deseados, cuando la minería es desarrollada de forma irresponsable y sin ninguna viabilidad técnica.

Es así como del desarrollo de los anteriores planteamientos permitirá poner a prueba los conocimientos adquiridos durante la formación como futuro Ingeniero Ambiental, al proponer métodos de explotación más amigables con el medio ambiente y planes de manejo Ambiental acorde a las necesidades del medio intervenido.

### **Objetivo general**

Desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), para la explotación a cielo abierto de una mina de oro, en los municipios de Lebrija y Rionegro en el departamento de Santander.

### **Objetivos específicos**

- Realizar la descripción Ambiental, social y económica del área del Proyecto en el valle del río Lebrija, ubicado entre los municipios de Lebrija y Rionegro en el departamento de Santander.
- Realizar la identificación cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales positivos y negativos generados por el desarrollo del proyecto, y así lograr determinar la forma como el proyecto impactara los recursos naturales existentes en el área de influencia directa.
- Generar las medidas de manejo ambiental adecuadas para lograr la prevención, mitigación, corrección o compensación de los impactos que se generen por el desarrollo de la actividad minera.
- Generar los planes de seguimiento y monitores de los Planes de Manejo Ambiental (PMA) proyectando así, medidas de control y seguimiento.

## Marco Teórico

**Línea Base (LB):** según Castañeda, 2011, La Línea base ambiental es la descripción del ambiente donde se va a desarrollar el proyecto en sus Componentes abiótico, biótico y socioeconómico y cultural.

Esta descripción, inicia con la recolección de información primaria y secundaria y su respectivo análisis. Exige un arduo trabajo de campo que valide la literatura disponible de cada tema. También incluye el muestreo de diferentes elementos que deben ser realizados por empresas acreditadas que garanticen los protocolos de muestreo y los resultados obtenidos.

**Estudio de Impacto Ambiental (EsIA):** es el documento que hacen los técnicos identificando los impactos, la posibilidad de corregirlos, los efectos que producirán, etc. Debe ser lo más objetivo posible, sin interpretaciones ni valoraciones, sino recogiendo datos. Es un estudio multidisciplinar por lo que tiene que fijarse en cómo afectará al clima, suelo, agua; conocer la naturaleza que se va a ver afectada: plantas, animales, ecosistemas; los valores culturales o históricos, etc.; analizar la legislación que afecta al proyecto; ver cómo afectará a las actividades humanas: agricultura, vistas, empleo, calidad de vida, etc. (Echarri Prim, 2010)

**Medio Biótico:** el medio biótico se define como el conjunto de organismos vivos que interactúan con otros seres vivos, se refiere a la flora y fauna de un lugar y a sus interacciones. (Rodríguez, 2011, pág. 55)

**Medio Abiótico:** el medio abiótico, se define como el conjunto de factores inertes que hacen parte del medio ambiente y que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres

vivos. Los factores ambientales más importantes del componente abiótico son: sol, aire, agua, suelo, clima, relieve, luz. (Rodríguez, 2011, pág. 46)

**Fauna:** definida como el conjunto de especies vegetales que se pueden encontrar en una región geográfica, que son propias de un período geológico o que habitan en un ecosistema determinado. (Rodríguez, 2011, pág. 55)

**Flora:** definida como el conjunto de especies vegetales que se pueden encontrar en una región geográfica, que son propias de un período geológico o que habitan en un ecosistema determinado. (Rodríguez, 2011, pág. 54)

**Medio Socioeconómico:** el componente socioeconómico es el conjunto de factores relacionados con el ser humano y su desarrollo. Este componente se analiza desde el punto de vista de las dinámicas poblacionales y factores económicos que inciden en su identidad y calidad de vida (Rodríguez, 2011. pág. 90)

**Zonificación Ambiental:** análisis integral de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico. Con el fin de realizar la zonificación en donde se determinen las potencialidades, fragilidades y sensibilidad ambiental de las áreas, en su condición sin proyecto y se definan áreas características relativamente homogénea. (Rodríguez, 2011, pág. 65)

**Evaluación de Impacto Ambiental (EIA):** es un procedimiento administrativo científico-técnico que permite identificar y predecir cuáles efectos ejercerá sobre el ambiente, una actividad, obra o proyecto, cuantificándolos y ponderándolos para conducir a la toma de decisiones. (Metodologías para la Identificación y Valoración de Impactos Ambientales, 2013)

**Plan de Manejo Ambiental (PMA):** según Ángel (2010), el Plan de Manejo Ambiental PMA, constituye el principal instrumento para la gestión ambiental, en la medida en que reúne el conjunto de criterios, estrategias, acciones y programas; necesarios para prevenir, mitigar y

compensar los impactos negativos y potencializar los positivos. Existe una relación de correspondencia entre los impactos ambientales y las medidas incluidas en el PMA. El alcance de la medida debe estar en relación con la magnitud e importancia del impacto ambiental en cada proyecto en particular.

**Servicios Ecosistémicos:** los Servicios Ecosistémicos son la multitud de beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad. La biodiversidad es la diversidad existente entre los organismos vivos, que es esencial para la función de los ecosistemas y para que estos presten sus servicios. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2016)

**Área de Influencia (AI):** el área de influencia de un proyecto se define como la distribución espacial de los posibles impactos y efectos que generará el proyecto. (Rodríguez, 2011. pág. 37)

**Área de Influencia Indirecta (AII):** el AII, es el área donde puntualmente sucederán los impactos. En algunos proyectos se refiere al contexto local o puntual.

Para el IDU (2005), el Área de Influencia Directa para un proyecto de infraestructura urbana, está comprendida por todas las zonas de intervención de obras, todos los campamentos, centros de acopio e instalaciones temporales y zonas verdes adyacentes al frente de intervención.

**Área de Influencia Directa (AID):** el AID, es la zona hasta donde llegarán los efectos ambientales producidos por el impacto. Generalmente, se define en el contexto regional.

Según el IDU (2005), el Área de Influencia Indirecta está comprendida por las vías autorizadas y usadas como desvíos, vías usadas para el transporte de escombros y materiales y puntos en los que por exigencia del Plan de Manejo de tráfico se han instalado señales.

**Medidas de prevención:** las medidas de prevención son las obras o actividades que previenen la ocurrencia de impactos y efectos. Estas medidas evitan el impacto ambiental,

modificando algunos de los factores que definen el proyecto, como son localización, tecnología, tamaño y materiales o equipos a utilizar entre otros.

**Medidas de mitigación:** las medidas de mitigación son las obras o actividades que tienden a minimizar los impactos y efectos causados por un proyecto, actúan sobre sus causas o actividades. Tienen como objeto eliminar, reducir o modificar el impacto ambiental. (Rodríguez, 2011. pág. 119).

**Medidas de corrección:** las medidas de corrección son las obras o actividades que corrigen los impactos ambientales generados por un proyecto.

Según el MAVDT (2010) son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.

**Medidas de compensación:** las medidas de compensación son las obras o actividades que compensan los daños causados por la construcción o implementación de un proyecto. Estas medidas están destinadas a los impactos inevitables, que no se pueden prevenir o mitigar totalmente.

Tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente al efecto adverso identificado. Incluyen el reemplazo o sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados, por otros de similares características, clase, naturaleza y calidad. (Rodríguez, 2011, pág. 129)

**Geología:** es la ciencia que estudia la composición y estructura interna de la tierra, y los procesos por los cuales ha ido evolucionando a lo largo del tiempo geológico. (Rodríguez, 2011, pág. 46)

**Geomorfología:** es la rama de la geografía y la geología que estudia las formas de la superficie terrestre. El análisis de la morfología del área del proyecto debe orientarse a la detección

de los contrastes de relieve, de manera que puedan delimitarse las franjas o zonas de menor contraste, con el objeto de disminuir o evitar excesivos e innecesarios movimientos de tierras o terraplenes. (Rodríguez, 2011, pág. 47)

**Metodología Corine Land Cover:** es una metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra. La base de datos de Corine Land Cover Colombia (CLC) permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas. (IDEAM, Metodología Corine Land Cover, 2017)

**Suelos:** la palabra suelos se deriva del latín solum que significa piso o superficie de la tierra. Edafológicamente, el suelo se define como un cuerpo natural, formado a partir de una mezcla variable de minerales meteorizados y de materia orgánica en descomposición, que cubre la tierra en una capa delgada, y que contiene cantidades apropiadas de aguas y de aire ofreciendo soporte mecánico y de sustento a las plantas. (Díaz Ospina, 2010)

**Hidrogeología:** según Mijailov (1985), es la ciencia que estudia el origen y la formación de las aguas subterráneas, las formas de yacimiento, su difusión, movimiento, régimen y reservas, su interacción con los suelos y rocas, su estado (líquido, sólido y gaseoso) y propiedades (físicas, químicas, bacteriológicas y radiactivas); así como las condiciones que determinan las medidas de su aprovechamiento, regulación y evacuación.

**Hidrología:** es el estudio de la distribución (espacial y temporal) y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. (Rodríguez, 2011, pág. 49)

**Ecosistemas:** se entiende como un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

**Paisaje:** según Conesa (2010), el paisaje total es el conjunto del medio, contemplando a éste como indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes (rocas, agua y aire) y vivos (plantas, animales y hombre), del medio.

**Geotecnia:** es la aplicación de principios de ingeniería a la ejecución de obras civiles en función de las características de los materiales de la corteza terrestre. (Rodríguez, 2011, pág. 48)

**Minas de placer:** la minería de placer implica la excavación de depósitos de aluvión poco compactos, como arena, grava, limo o arcilla. Los minerales valiosos se separan de los materiales de aluvión mediante un sistema de cribas y lavaderos. Entre los minerales de placer figuran metales como el oro, el platino o el estaño y gemas como diamantes y rubíes. Los placeres son depósitos de partículas minerales mezcladas con arena o grava. Las minas de placer suelen estar situadas en los lechos de los ríos o en sus proximidades. (Koch. 2009, pág. 22)

**Mina de superficie o a cielo abierto:** la minería de superficie es el sector más amplio de la minería, y se utiliza para más del 60% de los materiales extraídos. Puede emplearse para cualquier material. Los distintos tipos de mina de superficie tienen diferentes nombres, y, por lo general, suelen estar asociados a determinados materiales extraídos. (Koch. 2009, pág. 22)

## **Descripción del Problema**

El valle del río Lebrija ha sido degradado por las actividades Agrícolas y Ganaderas en las últimas décadas, la entrada en escena de la Minería de Oro de aluvión, en la zona, puede aumentar de manera drástica la problemática existente, llevando al valle a la pérdida total de sus coberturas vegetales, nacimientos de agua, y por consiguiente pérdida o migración de la fauna existente.

En el presente trabajo, se desarrolló un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) que permitió obtener la mejor radiografía posible, del estado ambiental de la zona de estudio y de esta forma desarrollar el Plan de Manejo Ambiental (PMA), con el cual se busca mitigar los impactos ambientales que se pueden presentar con el desarrollo de la explotación minera, logrando generar propuestas de recuperación y compensación ambiental acordes a la problemática actual, llevando a la mejora del medio ambiente a intervenir, corrigiendo a su vez, de ser posible los impactos ambientales existentes.

## **Metodología**

Para la Elaboración del Estudio en Impacto Ambiental y los Planes de Manejo Ambiental, para una explotación de Oro de Aluvión a cielo abierto en el Valle del río Lebrija se siguió la siguiente metodología:

### **Recopilación de la Información**

**Búsqueda de Información Cartográfica:** Se realizó búsqueda de información cartográfica creada por el Instituto Agustín Codazzi (IGAC), Agencia Nacional de Minería, CDMB, IDEAM, DANE.

**Búsqueda de Información por componente:** Se revisó los estudios existentes en el área del proyecto, plan de ordenamiento, o plan básico o esquema de ordenamiento territorial, plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica, ONG, asociaciones especializadas, IGAC, IDEAM Instituto Alexander Von Humboldt, etc. (Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Además, se realizó la revisión de libros y otro tipo de documentos, como tesis e información de la Internet, literatura específica sobre explotaciones mineras y sobre estudios de impacto ambiental.

### **Ejecución de la Línea Base Ambiental (LBA)**

La Línea Base se realizó según el proyecto y las características que este contiene, por lo tanto, fue necesario trabajo de campo para recolección de información primaria. El trabajo de campo consistió en visitas técnicas donde se recolectó la información indispensable de los medios físico, biótico y socioeconómico de la zona; además se obtuvo la información correspondiente a las actividades que se realizarán en la ejecución del proyecto. (Mina Altamira, 2009)

### **Determinación del Método de Explotación**

Descripción del método de explotación utilizado, así como la modelación de los procesos pertinentes para la explotación de minería a cielo abierto (Modelos geoestadísticos de concentraciones de oro, y modelación de avance minero en Civil 3D de Autodesk) y de esta manera poder entender el proceso minero y los impactos que puede ocasionar al medio ambiente.

### **Evaluación de Impactos Ambientales (EIA)**

En este paso se procedió a identificar los impactos que se pueden generaren en cada uno de los componentes (Biótico, físico y socioeconómico), para ello se utilizó un método cuantitativo por medio de matrices, y métodos cartográficos con los cuales se determinaron la relación proyecto - ambiente, analizando la secuencia de aparición de cada uno de los procesos y cambios que se producen en el ambiente como consecuencia de las acciones que demanda un determinado componente de proyecto. El sistema está compuesto por tres elementos básicos que permiten elaborar el proceso secuencial que identifica los impactos. Estos elementos son los siguientes:

- **Acción:** Es el conjunto de actividades, labores o trabajos necesarios para la ejecución del proyecto.
- **Efecto:** Es el proceso físico, biótico, social, económico o cultural que puede ser activado, suspendido o modificado por una determinada acción del proyecto y que puede producir cambios o alteraciones en las relaciones que gobiernan la dinámica de los ecosistemas.
- **Impacto:** Es el cambio benéfico o perjudicial que se produce en alguno de los elementos ambientales por causa del proyecto. (Mina Altamira, 2009)

### **Realización de Planes de Manejo Ambiental (PMA)**

Una vez identificados los posibles impactos causados por la extracción del oro, se elaboraron los Planes de Manejo Ambiental los cuales, tendrán como objetivo la prevención,

mitigación, compensación de los impactos causados el medio ambiente, y a la sociedad. (Mina Altamira, 2009)

## Capítulo 1

### Descripción de proyecto minero

#### 1.1 Localización

El área del Contrato de Concesión se encuentra localizada en el Valle Medio del río Lebrija (municipios de Lebrija y Rionegro en el departamento de Santander), río que atraviesa el área de estudio de este a oeste, delimitando hacia el norte con el municipio de Rionegro y hacia el Sur, con el municipio de Lebrija, en el departamento de Santander. El área de la concesión comprende una extensión de 6,13 km<sup>2</sup> (613 hectáreas (ha) y 5500 metros (m)) y abarca, según la cartografía topográfica del IGAC, la plancha 109-I-D a escala 1:25000 y la plancha H-12 a escala 1:100.000, respectivamente.

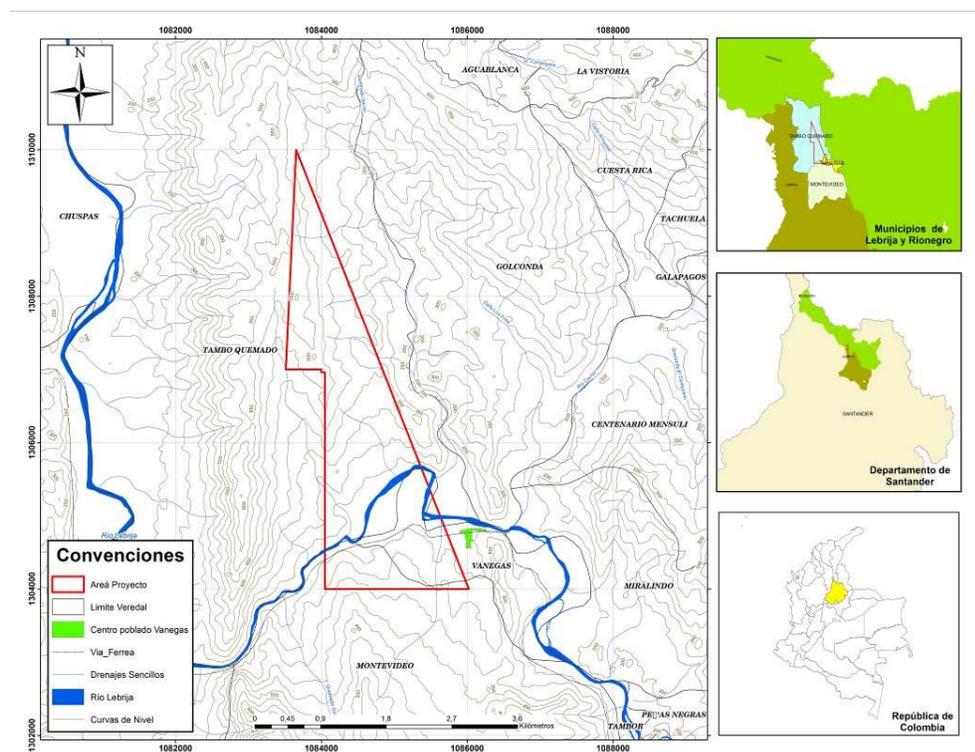


Figura 1. Ubicación del proyecto. Fuente: autor

## **1.2 Características del Proyecto**

Los estudios geológicos (Muestreo de sedimentos activos, Análisis geoquímicos de rocas y suelos, etc.) adelantados con anterioridad arrojan la existencia de material económicamente explotable en las zonas sur del título minero, las cuales corresponden a zonas de valle que se caracteriza principalmente por la ocurrencia de depósitos de playa y terrazas aluviales generadas por antiguos cauces del río Lebrija que presentan una inclinación menor del 3%, geológicamente denominados como (Qal), depósitos cuaternarios de origen aluvial y cubren aproximadamente un 20% del área de la concesión, depósitos poco consolidados con granulometría variable de edad Cuaternario Reciente, en los cuales se encuentra el mineral de interés. Dichas zonas de interés se encuentran en zonas poco pobladas, cuyo centro poblado más cercano se ubica a 1250 m del centroide de las zonas de explotación.

### **1.2.1 Infraestructura existente**

A continuación, se describe la infraestructura existente en la zona de la concesión, la cual corresponde a la infraestructura vial, ya que es una zona muy deprimida y no cuenta con servicio de acueducto o alcantarillado, ni sistemas productivos diferentes a la ganadería.

#### **1.2.1.1 Vías de acceso**

Existen varias vías de acceso para ingresar al área del título minero. Por el Norte, se puede llegar tomando la antigua vía férrea de Ferrocarriles Nacionales, ahora carretable de 3 orden, que conduce del Café Madrid hasta el Corregimiento de Bocas (Girón) y de ahí hasta el Corregimiento de Vanegas. Otra alternativa, es tomar la carretera 66 que conduce desde Bucaramanga hacia Barrancabermeja y desviarse hacia la derecha, a la altura del lugar denominado “La Azufrada”, para así llegar al área por el lado Sur.

## **1.2.2 Fases y actividades del proyecto**

### **1.2.2.1 Fases previas**

Las fases previas a la ejecución del proyecto consistieron en la exploración geológica que se desarrolló en el área de interés para lograr definir las zonas de explotación las cuales se dividieron en las siguientes fases:

**Fase Preliminar de la exploración geológica:** En esta fase se recopiló y estudió la información existente sobre el área del Contrato de Concesión, así como de las áreas aledañas al Corregimiento de Vanegas, con el fin de conocer el estado del arte del conocimiento geológico.

**Exploración geológica de superficie:** Se realizó la revisión de información secundaria existente, tales como: planchas del IGAC, cartografía existente, fotografías aéreas, geología regional y demás estudios existentes para el área de interés, así como la bibliografía internacional que estudia estos tipos de depósitos.

Utilizando como base la plancha 109 - ID del IGAC, modelos de elevación digital, (DEM Aster 12,5 m), imagen LANDSAT 8 , imágenes SENTINEL 2A, la información geológica que aparece en el cuadrángulo H-12 Bucaramanga, el Mapa Geológico de Santander de INGEOMINAS y los POT de los municipios de Lebrija y Rionegro, se hizo un trabajo de generalización aportando análisis históricos de la actividad de extracción en el río Lebrija, la génesis de los depósitos y todo lo referente a la geología regional para las zonas aledañas al área del Contrato. (Calvo & Jones Navas, 2017)

Cumpliendo con el programa establecido y conjuntamente con los trabajos topográficos y geoquímicos del área, se realizaron los trabajos de mapeo geológico teniendo especial interés en los diferentes depósitos aluviales, así como las rocas encajantes que forman el basamento de dichos paleo placeres.

### 1.2.2.2 Fases del proyecto minero

A continuación, se presenta una breve descripción de las fases del proyecto.

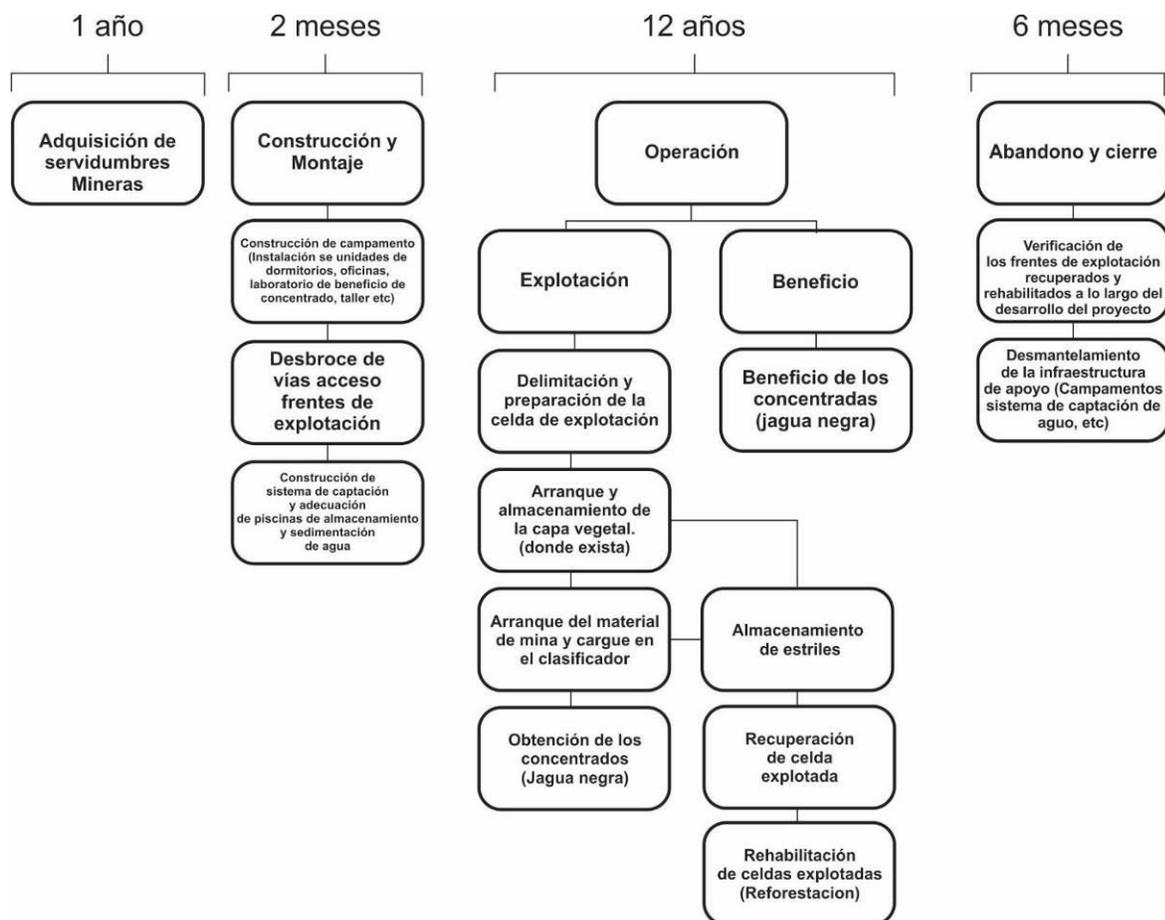


Figura 2 Fases del proyecto. Fuente: autor

**Construcción y montaje:** Tiempo en el cual se construirá el campamento y se adecuará la infraestructura de apoyo para la explotación y beneficio del material aurífero.

**Explotación:** Tiempo en el cual se extraerá y beneficiara el material aurífero y se recuperaran y rehabilitaran los frentes explotados, ya que como se explicará más adelante, el ciclo minero está diseñado para que una vez sea explotada la celda, se inicie el proceso de recuperación y rehabilitación.

**Abandono y cierre minero:** Corresponde a la última fase del proyecto, período en el cual se realiza la verificación de las áreas recuperadas, y se procederá al desmantelamiento y reubicación de la infraestructura de apoyo, en zonas fuera del área de la concesión minera, procedimiento que será explicado más adelante.

### 1.3 Áreas de explotación

En la fig. 4 se detalla las áreas a intervenir libres de restricciones, las cuales corresponden a las áreas o zonas de explotación 1 y 2 y, las zonas están delimitadas por tres polígonos.

*Tabla 1 Zonas de explotación*

<b>Nombre zona explotación</b>	<b>Hectáreas (ha)</b>
Zona de explotación 1	37.11
Zona de explotación 1A	4,36
Zona de explotación 2	9,4

*Fuente: autor*

Cabe resaltar, que en ellas se excluyen las rondas de protección Hidráulica (30 m) y las zonas de protección de vías de 3° orden, teniendo en cuenta que se trata de una vía férrea abandonada que se encuentra utilizada actualmente como carretera de 3° orden y para cual se establece una reserva de 30m.

#### 1.3.1 Áreas para manejo de estériles

Para el Proyecto, no es necesario la construcción de zonas para el manejo de estériles ya que como se explicará en el diseño minero, se necesitarán zonas de acopio temporal, debido a que los estériles son utilizados para el retro llenado de la celda explotada.

#### 1.3.2 Áreas auxiliares mineras

Las áreas auxiliares del proyecto corresponden a las siguientes:

- Sistema de bombeo para captación y recirculación de agua.
- Punto de captación de agua
- Piscina de almacenamiento y sedimentación
- Clasificador de material de mina
- Iluminación celdas de explotación
- Zonas de almacenamiento temporal de combustibles
- Laboratorio de beneficio de concentrados

### **1.3.3 Áreas de apoyo**

A continuación, se identificará la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto.

- Construcción de campamento (Oficinas; almacén, laboratorio de beneficio de concentrados, zona de almacenamiento de combustibles y aceites, Zona de almacenamiento de residuos sólidos y líquidos).
- Zonas de transito temporal (Vías de acceso a los frentes de explotación)

### **1.3.4 Áreas de transporte externo**

No se consideran áreas de transporte externo, debido a la cercanía del proyecto a la vía.

## **1.4 Diseño del proyecto**

Para definir y diseñar el método de explotación adecuado para el yacimiento identificado, se tomó en cuenta características del depósito como lo son, la geometría del depósito, condiciones topográficas, características físicas propias del material encontrado, así como la resistencia de estos materiales, niveles freáticos en la zona de explotación, costos de operación, ventajas y desventajas del método a utilizar, parámetros con los cuales se busca garantizar la viabilidad económica del proyecto. (Calvo & Jones Navas, 2017)

## **1.4.1 Diseño y planteamiento de la explotación**

### **1.4.1.1 Desmonte y descapote**

El desmonte o descapote no se realizará simultáneamente en todas las zonas de explotación, ya que cada zona se dividió en frentes y cada uno de ellos en celdas; cuyas dimensiones son de 30m x 30m, y tendrán un ciclo productivo de 8 días, tiempo en el cual el suelo será retirado, para poder realizar la explotación de la celda, y será almacenado contigua al frente de explotación en un área de 15 m x 15 m (225 m<sup>2</sup>), donde será utilizado posteriormente para la recuperación de la celda explotada. (fig. 5)

### **1.4.1.2 Manejo y disposición de estériles (Acopio temporal)**

Se habla de sitios de acopio temporal y no de escombreras ya que las mismas responden a la siguiente definición y lineamientos técnicos:

**Escombrera:** se denomina “escombrera a toda aquella acumulación de materiales sólidos de granulometría variable procedentes de las actividades humanas, bien como residuos de los procesos mineros (estériles rocosos) o de otros procesos industriales o urbanos (escombros de demolición, tierras de vaciado, etcétera)”, (Ospina, López, & Gutiérrez Rubén, 2013).

### Dimensiones Frente y áreas de acopio temporal

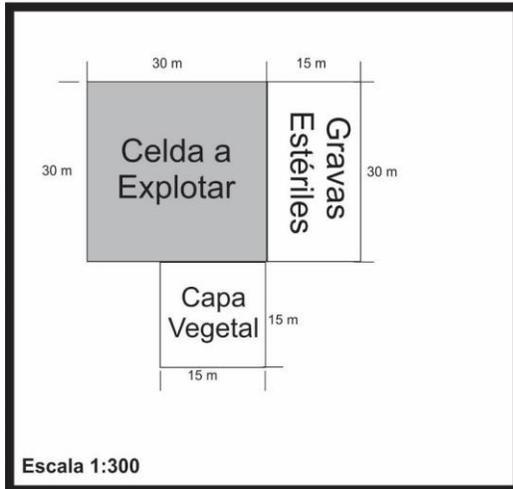


Figura 3. Dimensiones de zonas de acopio temporal. Fuente: autor

Los estériles serán acopiados en pilas, en la celda contigua a la celda de explotación, ocupando un área total de 450 m<sup>2</sup>, el tiempo de almacenamiento será el mismo que dura el aprovechamiento del frente.

El área de acopio temporal de la capa vegetal y la grava estéril será debidamente acordonada y señalizada, igualmente no se realizará acopio de material en áreas de ronda hídrica de los cuerpos de agua presentes en la licencia.

#### 1.4.1.3 Sistema y método de explotación

En el momento de proyectar la extracción se tuvo en cuenta los siguientes parámetros geométricos, geomecánicos, operativos y medioambientales.

**Geométricos:** Estuvieron en función de la estructura y morfología del depósito, pendiente en terreno, pendiente en límites de propiedad, etcétera.

**Geomecánicos:** Dependieron de los ángulos máximos estables de los taludes en cada uno de los dominios estructurales en que se haya dividido el depósito.

**Operativos:** Dimensiones necesarias para que la maquinaria empleada trabaje en condiciones adecuadas de eficiencia y seguridad: altura de banco, anchuras de bermas y pistas, anchuras de fondo, etcétera.

**Medioambientales:** Los que permiten la ocultación a la vista de los huecos o depósitos temporales, faciliten la restauración de los terrenos o la reducción de los impactos ambientales.

#### **1.4.1.3.1 Método de explotación - Banco Único**

El método de Banco Único es un método de extracción mecánica utilizado donde los materiales detríticos como las arenas y las gravas, albergados en el depósito de valle y terrazas no superan los 20 metros (m) de profundidad.

#### **1.4.1.3.2 Descripción de los elementos que componen la explotación**

Para la implementación del método de explotación por banco único se describen los elementos principales que componen este método como lo son: las celdas de explotación, zonas de acopio temporal, piscinas de sedimentación y almacenamiento de agua, así como la clasificadora para el beneficio de los minerales de interés, las ubicaciones de estos en las zonas de trabajo se muestran en la fig. 6 y a continuación, se describen cada uno de estos elementos y las partes que los conforman.

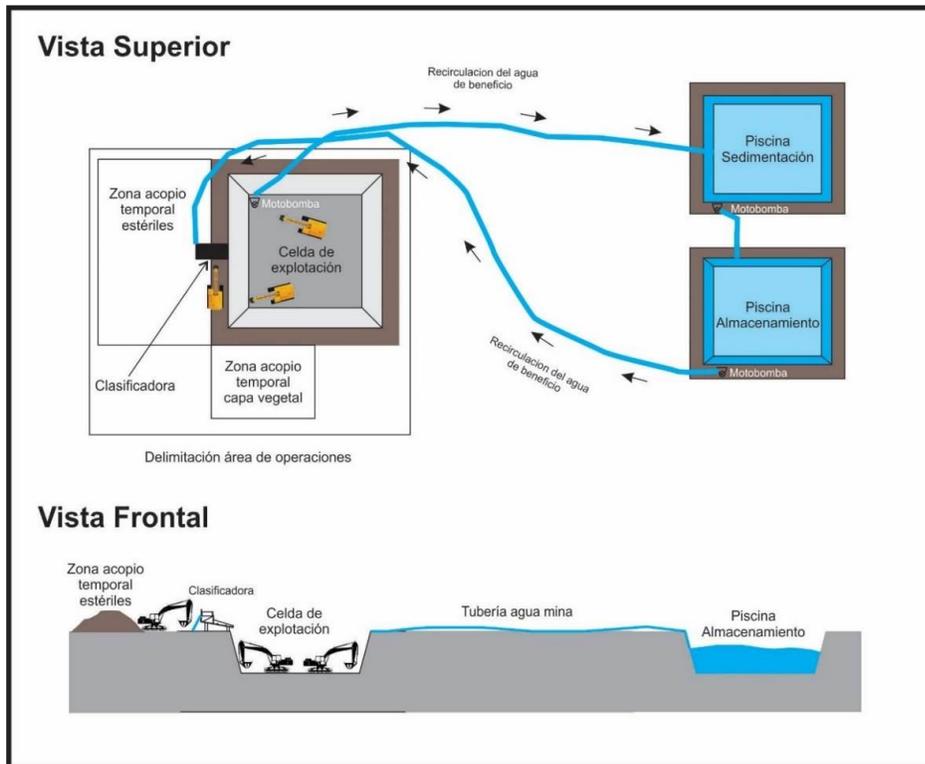


Figura 4. Esquema de los principales elementos en la explotación por banco único. Fuente: autor

#### y1.4.1.3.2.1 Celda de explotación

**Dimensiones de la celda de explotación:** Se define como la forma de los frentes y las medidas donde se obtenga la mejor recuperación y productividad; en nuestro caso, son frentes de 30 X 30 metros (m), lo cual se va ajustando a medida que se avance y se puntualicen todos los parámetros geólogo-económico-ambientales.

**Altura de celda de explotación:** La altura de banco se establece a partir de la potencia de los conglomerados hasta el conglomerado basal. De acuerdo a los perfiles y estudios geológicos realizados, la altura determinada será de un promedio de 10 m.

**Banco:** Es el módulo o escalón comprendido entre dos niveles que constituyen la rebanada que se explota, de estéril o material útil.

**Talud del frente:** Es el ángulo delimitado entre la horizontal y la línea de máxima pendiente de la cara del banco. Es función de dos factores: características geomecánicas del material y altura de banco. Cuanto más competente sea el material a remover y bajo sea el frente, más vertical puede ser la cara del mismo y, por el contrario, cuanto menos estable sea el material y alto sea el frente, más tendido será el banco. La selección del talud del frente es el resultado de un análisis técnico-económico, apoyado en estudios geológicos y geotécnicos, que incluyen el aspecto de seguridad de las operaciones, así como los estudios de recuperación de los terrenos afectados por las actividades mineras, cuando se llega a la situación final.

#### **1.4.1.3.2 Piscinas de sedimentación y almacenamiento**

##### **Piscina de almacenamiento**

La piscina de almacenamiento requerida para suplir las necesidades de agua del frente de explotación se construirá para almacenar  $2,000 \text{ m}^3$  y tendrá una dimensión de  $15 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 7 \text{ m}$ , generando una capacidad de  $2,334 \text{ m}^3$ .

**Piscina de sedimentación** La piscina de sedimentación se construirá para almacenar el agua requerida diariamente para la actividad minera ( $1800 \text{ m}^3$ ) y tendrá una dimensión de  $15 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 7 \text{ m}$  ( $2.334 \text{ m}^3$ )

### 1.4.1.3.2.3 Clasificadora

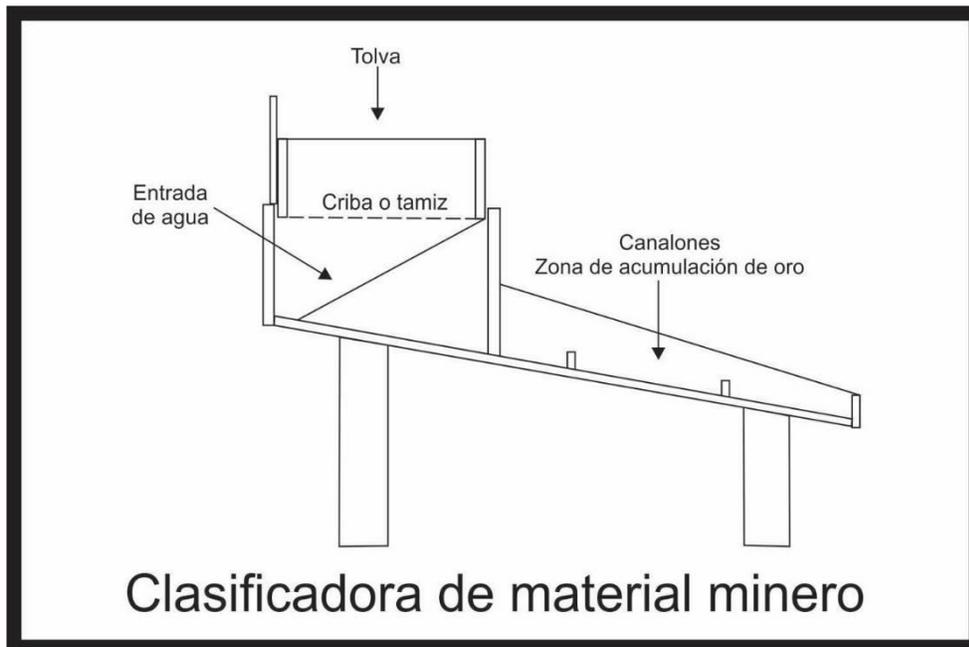


Figura 5. Clasificador material de mina. Fuente: autor

La clasificadora de material minero permite la separación por gravedad rentable de minerales de diferentes densidades sin el uso de productos químicos.

Al depositar el material extraído de las celdas de explotación, posee una criba o tamiz, que separa las gravas de tamaño más grueso depositándolas a un lado de la estructura, el material restante pasa por un segundo tamiz separando las gravas restantes depositándolas a un costado, el material restante se pasa por los canalones en los cuales un flujo de agua corriente se depositará en el canal conjuntamente con el mineral.

### 1.4.2.1 Labores de preparación

Para la preparación se inicia con la adecuación de las zonas de trabajo iniciando con la delimitación del área de operaciones la cual se realizara mediante la utilización de cintas de seguridad reflectivas para garantizar su visualización, adecuación de las piscinas de sedimentación así como la limpieza de las zonas donde se depositaran las capas estériles y la capa vegetal en

caso de que se encuentre en el área a explotar, las cuales se acomodaran en pilas provisionales mientras se realiza la explotación en dicha área como se explicó anteriormente.

#### 1.4.2.2 Labores de explotación

Las labores a realizar en esta etapa comprenden los tres ciclos principales arranque, transporte y cargue, todo este proceso se realizará por medio de tres retroexcavadoras, como se muestra en la fig. 9.

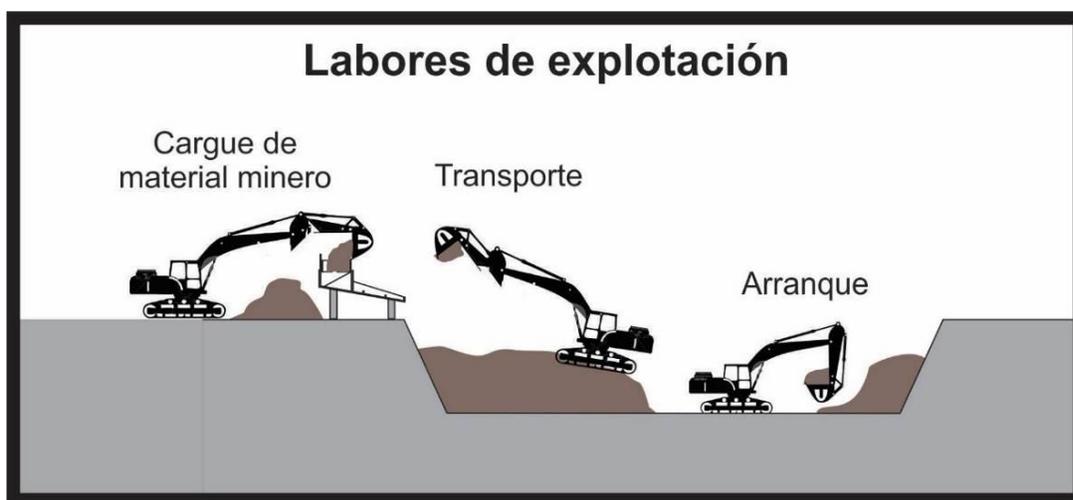


Figura 6. Labores de explotación. Fuente: autor

**Arranque:** corresponde a la extracción del material in-situ por medio de la retroexcavadora, teniendo en cuenta que, al extraer la capa de aluvión de interés, el llenado de la cuchara se debe hacer con cuidado, sin rebosarla, ya que un derrame lateral ocasionaría pérdidas de oro; al caer cada vez más profundo en el nivel más bajo del terreno.

**Transporte:** el transporte será realizado de forma mecánica por una retroexcavadora Komatsu PC300LC, los cuales transportan el material de mina desde las celdas de explotación hasta las zonas de cargue.

**Cargue:** por medio de la articulación del brazo de una retroexcavadora se tomará el material transportado de zonas de cargue y la depositará en la parte alta de la estructura de la clasificadora.

## Capítulo 2

### Área de Influencia del proyecto

El área de influencia de un proyecto corresponde al área o porción de territorio donde se presentan los impactos ambientales ocasionados durante el desarrollo de las actividades propias del proyecto, como la construcción, operación y cierre del proyecto y las áreas circundantes donde se pudiese presentar, algún impacto ya sea en los medio bióticos, abióticos y socioeconómicos.

Dicha área es variable puesto que depende de la distribución espacial (amplitud geográfica) de los impactos que pueden generarse, y las medidas de mitigación, compensación o prevención que se implementen. De este modo, es posible diferenciar un área de influencia para cada componente impactado, ya que cada elemento será impactado e influenciado de formas diferentes por las obras y/o actividades del proyecto. (MWH Perú S.A., 2006)

#### 2.1 Área de influencia Directa (AID)

Corresponde a aquellos componentes del ambiente biótico, abiótico y social afectados directamente por las instalaciones y actividades del proyecto.

##### 2.1.1 Criterios técnicos

En general el criterio técnico usado para la delimitación del AID, es el área ocupada por los frentes de explotación, así como la infraestructura asociada al proyecto, en la tabla 2 se indica el área ocupada.

Tabla 2. Distribución de componente

<b>Componente</b>	<b>Obra</b>	<b>Área ocupada (Ha)</b>
<b>Áreas de explotación</b>	Zona de explotación 1	37.11
	Zona de explotación 1A	4,36
	Zona de explotación 2	9,4
<b>Áreas auxiliares mineras</b>	Captación de agua	0,0004
	Piscina de almacenamiento	0,45
	Piscina de sedimentación	0,45
	Clasificador de Material de mina	0,0008
	Zona de almacenamiento temporal de combustible	0,0009
	Laboratorio	0,0019
<b>Áreas de apoyo</b>	Campamento	0,062

Fuente: autor

### **2.1.2 Criterios de carácter Biótico y Abiótico**

Para la parte Biótica y Abiótica, se tomaron como criterios, los resultados obtenidos en los diferentes análisis de impactos potenciales del proyecto sobre dichos medios. Se aclara que, aunque se tomaron en cuenta factores geomorfológico, y de alteración de calidad de aguas, no se prevén impactos en dichos componentes, ya que las zonas a intervenir son planas y los cuerpos de agua no serán intervenidos ni se realizaran vertimientos directos.

Tabla 3. Criterios de carácter Biótico y Abiótico

<b>Posible impacto</b>	<b>AID resultante</b>
Alteración de calidad de agua sistema lénticos o lóticos	Tramos o zonas donde se pueda a llegar a afectar la calidad físico química de las corrientes de agua
Alteración de geoforma	Áreas donde se puedan afectar las geoformas.
Alteración de calidad de aire	Zonas donde se puedan sobrepasar los límites de PM <sub>10</sub>
Cambios en usos de suelo	Zonas donde el uso de suelo cambie temporal o definitivamente.
Fragmentación de hábitats	
Alteración de poblaciones de fauna terrestre	Zonas boscosas intervenidas.
Alteración de paisaje	Deterioro de la condición del paisaje
Pérdida o modificación de cobertura vegetal	Zonas donde su cobertura puedan cambiar temporal o definitivamente.

*Fuente: Adaptado de (Integral, 2015)*

Una vez valorados los anteriores criterios, se establece como área de influencia directa del medio biótico a abiótico, los polígonos que delimitan las áreas de explotación, y la zona de campamento; se incluye el tramo del río Lebrija a su paso por las áreas de explotación debido a que la captación de agua se realizará de dicho río, y no se incluyen tramos del río agua abajo, ya que no se contempla ningún tipo de vertimiento, por lo tanto, no se prevén afectaciones en dicha corriente de agua.

### **2.1.3 Criterios de carácter socioeconómico**

Para la definición de AID socioeconómica directa, se toma como referencia la distribución veredal de los municipios de Lebrija y Rionegro, logrando determinar las zonas que puede afectar el proyecto. Es importante aclarar que las afectaciones sociales directas, son muy puntuales debido a los siguientes factores:

- Solo se intervendrán dos predios
- No será necesarios el reasentamiento de población alguna
- La zona donde se manifiestan impactos directos, son áreas de fincas privadas, donde la comunidad en general no desarrolla ninguna actividad social, ni se presenta el desarrollo de actividades económicas
- No se evidencia algún tipo de impacto en los medios físico y biótico, que dada su naturaleza puedan generar algún tipo de consecuencia en las poblaciones aledañas

Se tuvo en cuenta la cercanía del proyecto a el corregimiento de Vanegas, lo cual puede generar afectaciones en su tejido social, pero se consideran afectaciones positivas ya que la mano de obra no calificada y algunos bienes y servicios serán adquiridos en dicha población.

Adicionalmente, se realizaron análisis sobre la posibilidad de ocurrencia de los siguientes impactos:

- Cambio en los flujos migratorios, debido a la oferta de trabajo, los habitantes de las veredas cercanas pueden desplazarse hacia el corregimiento de Vanegas
- Afectación de las condiciones de salud de la población

- Alteración en los servicios públicos, aunque el corregimiento solo cuenta con el servicio público de energía eléctrica, un aumento en la población puede causar una mayor demanda de agua al acueducto veredal, que surte el corregimiento y aumento en las aguas residuales
- Aumento de la accidentalidad vial
- Cambio en las actividades productivas
- Dinamización de la economía local
- Potenciación de conflictos sociales

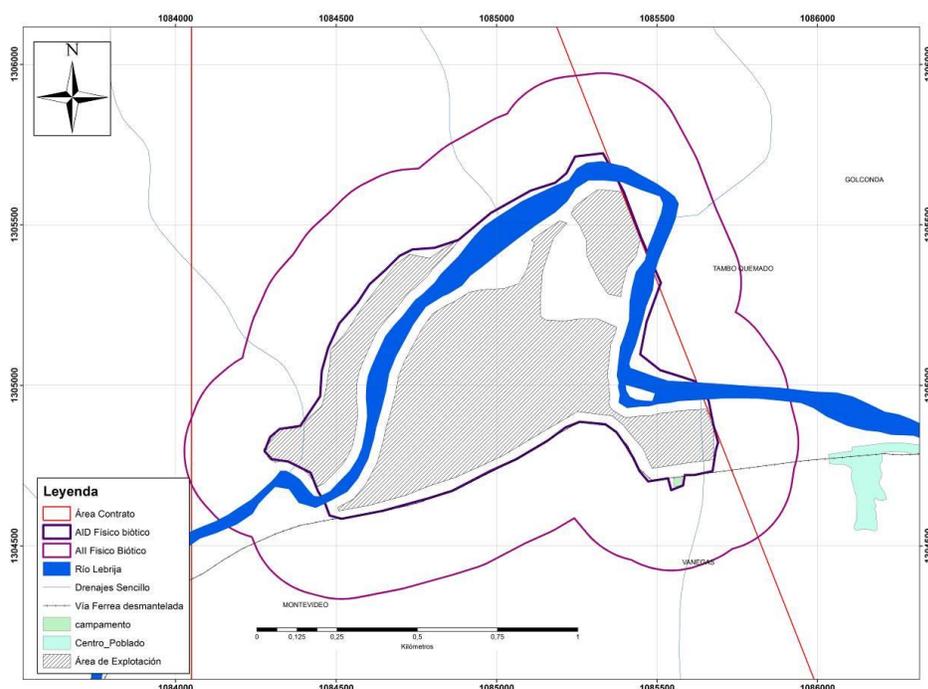


Figura 7. Área de influencia físico biótica Directa e Indirecta. Fuente: autor

Tabla 4. AID físico biótica

<b>Medio</b>	<b>Componente del medio</b>	<b>Criterio de inclusión</b>	<b>Localización</b>
<b>Físico</b>	Geomorfológico	Se incluyen las zonas de explotación y el campamento. La inclusión del tramo del río Lebrija obedece a que la captación de agua de mina se realizara directamente de esta fuente, pero no se prevé ningún tipo de vertimiento que pueda afectar sus propiedades físicoquímicas.	Tramo del río Lebrija a su paso por las zonas de explotación, la desembocadura de un caño intermitente al río Lebrija en el sector de explotación 2.
	Suelos		
	Atmósfera		
	Calidad del aire		
	Ruido		
	Usos de agua		Las áreas puntualmente intervenidas de las fincas el Naranjal y Campillo, cuyas coberturas corresponden, a zonas arenosas naturales y pastos arbolados, sin vegetación rivereña.
<b>Biótico</b>	Ecosistema terrestre paisaje		

Fuente: Adaptado de (Integral, 2015)

Tabla 5. AID Socioeconómica

<b>Municipio</b>	<b>Vereda o corregimiento</b>	<b>Criterio de inclusión en el AID</b>
Lebrija	Vereda y Corregimiento de Vanegas	Cambio en los flujos migratorios.
		Afectación de las condiciones de salud de la población.
		Alteración en los servicios públicos. Aumento de la accidentalidad vial
		Dinamización de la economía local.
		Potenciación de conflictos sociales.
Lebrija	Vereda Montevideo	Aumento de la accidentalidad vial
		Dinamización de la economía local.

<b>Municipio</b>	<b>Vereda o corregimiento</b>	<b>Criterio de inclusión en el AID</b>
		Potenciación de conflictos sociales.
		Aumento de la accidentalidad vial
Rionegro	Tambo Quemado	Dinamización de la economía local.
		Potenciación de conflictos sociales

*Fuente: Adaptado de (Integral, 2015)*

Se define como AID físico biótica un área de 86,26 Ha, de la cuales 51 Ha corresponden a intervenciones directas del proyecto. Y el AID socioeconómica el área circundante de 695.Ha. correspondiente a las veredas Vanegas, Montevideo y Tambo Quemado.

## **2.2 Área de Influencia Indirecta (AII)**

El área de influencia indirecta (AII), comprende aquellos espacios no intervenidos en forma directa por la explotación del proyecto, pero que de manera se convierten en receptores de los efectos socio ambientales secundarios.

### **2.2.1 Criterios de carácter Biótico y abiótico**

Como criterio para su definición se usó el carácter puntal de las afectaciones, basados en que, aunque se tiene un área delimitada de 50,7 ha, para la explotación solo se intervendrán áreas de 900 m<sup>2</sup>, por lo tanto, para la definición de AII físico biótico de delimita un área de 250 metros (m)alrededor el AID físico biótica.

#### **2.2.1.2 Criterios de carácter socioeconómico**

El contrato de concesión se desarrolla en el territorio conformado por los municipios de Rionegro y Lebrija, departamento de Santander y, por lo tanto, está asociado política y administrativamente con dichas unidades territoriales. De acuerdo con dicha definición, como área de influencia indirecta (AII), se determinó los municipios de Rionegro y Lebrija, departamento de Santander, ya que se constituye también como un área potencial para el abastecimiento de

alimentos, prestaciones de salud, o espacio de recreación para los trabajadores de la empresa. No se prevé ningún tipo de afectación como

- Cambio en los flujos migratorios
- Afectación de las condiciones de salud de la población
- Alteración en los servicios públicos
- Aumento de la accidentalidad vial
- Cambio en las actividades productivas
- Dinamización de la economía local
- Potenciación de conflictos sociales

Debido a que la zona del proyecto está muy distante de los cascos urbanos de dichos municipios.

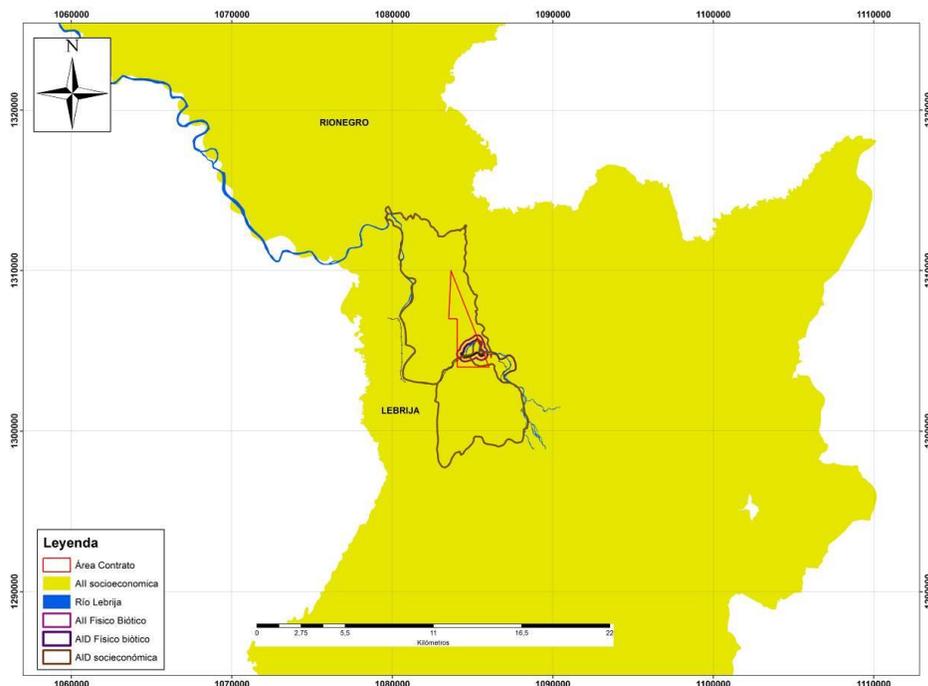


Figura 8. Superposición AID y AII. Fuente: autor

## 2.3 Caracterización del Área de Influencia del proyecto

### 2.3.1 Medio Biótico

#### 2.3.1.1 Geología Regional

El área del Proyecto de explotación se encuentra en las zonas bajas de transición entre el flanco occidental de la cordillera oriental y el Valle Medio del Magdalena, en esta zona afloran unidades de rocas sedimentarias de edad Cretácica y materiales no consolidados del Cuaternario (Fig. 12). El sitio del proyecto se ubica al occidente de la falla Bucaramanga Santa Marta como gran rasgo estructural regional, aunque median estructuras menos regionales, tales como: la Falla de Solferino, la de río Cáchira, la de Cuesta Rica, así como el sinclinal y anticlinal de Vanegas y la Falla de Lebrija.

Según (Ward, 1971), la zona donde se encuentra el proyecto de explotación de oro aluvial, corresponde a la depresión estructural de Vanegas. Esta área de formaciones Pre Cretáceas y Cretáceas

de dirección noreste a noroeste, está limitada en el este por la Falla de Solferino y en el oeste, por la Falla de Lebrija. La depresión parece ser el resultado del movimiento en la Falla de Solferino y el levantamiento en el norte (Horst), donde la Formación Bocas, está instruida por un cuerpo alargado de Riolita que probablemente ha sido un factor de levantamiento, las rocas del área de estudio están buzando suavemente hacia el SW o el NW.

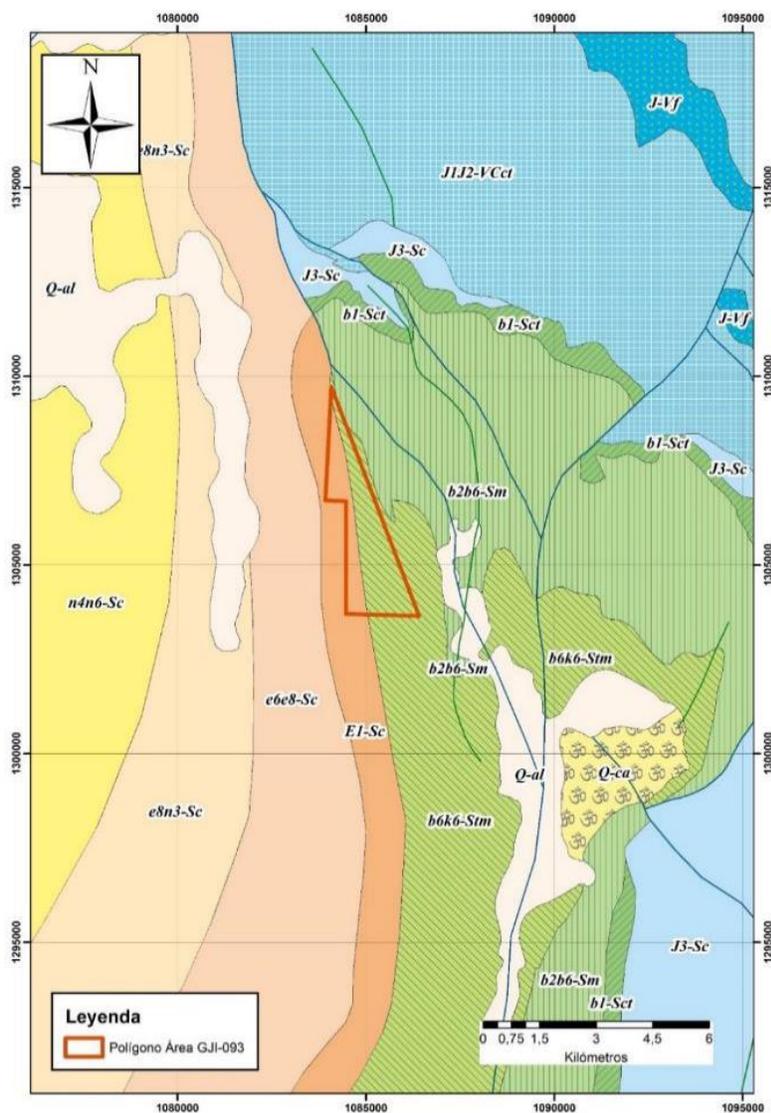


Figura 9. Mapa Geológico Regional. Fuente: autor

### 2.3.1.1.1 Estratigrafía

La geología regional del área aledaña al río Lebrija, se encuentra constituida principalmente por los depósitos Cuaternarios de origen aluvial (Qal) y los depósitos Cuaternarios de origen coluvial (Qtf). En las zonas circundantes se encuentran rocas sedimentarias pertenecientes al cretácico y terciario, reconocidas en campo y correlacionadas como Grupo La Mesa (TMI), Grupo Real (TMR), formación Colorado (TOC), formación La Mugrosa (TOM), formación Esmeralda (TEE), formación La Paz (TEL), formación Lizama (TLP), formación Umir (KSU), formación La Luna (KSL) y formación Simití (KIS). Fig. 13. La descripción de estas unidades se realiza en base a (Toussaint & Restrepo, 1994) y (Ward, 1971)

PERIODO	EPOCA	FORMACION	LITOLOGIA	
CUATERN.	PLEISTOCENO	MESA		
	PLUOCENO			
TERCIARIO	MIOCENO	REAL		
		COLORADO		
	OLIGOCENO	MUGROSA		
	EOCENO	ESMERALDAS		
		LA PAZ		
	PALEOCENO	DISCORDANCIA EOCENO-PALEOCENO		
		LISAMA		
CRETACEO	MAESTRICHTIANO	UMIR		
	CAMPANIANO			
	SANTONIANO	LA LUNA	GALEMO	
			PUJAMANA	
			SALADA	
	TURONIANO			
	CENOMANIANO			
	ALBIANO	SIMITI		
	APTIANO	TABLAZO		
	BARREMIANO	PAJA		
ROSABLANCA				
VALANGINIANO	TAMBOR			
JURASICO		GIRON		
PREMESOZOICO		BASAMENTO		

Figura 10. Columna estratigráfica generalizada de la cuenca del valle medio de la Magdalena

Fuente: Adaptado de Morales, et al. (1958); Bueno (1986); Govea y Aguilera, (1986); Mojica y Franco (1992).

### **2.3.2 Geología del yacimiento**

El área de la concesión se encuentra una zona de valle que se caracteriza principalmente por la ocurrencia de depósitos de playa y terrazas aluviales generadas por antiguos cauces del río Lebrija que presentan una inclinación menor del 3%, geológicamente denominados como (Qal), depósitos cuaternarios de origen aluvial y cubren aproximadamente un 20% del área de la concesión.

El área restante corresponde a rocas sedimentarias de edad cretácica, las cuales según (Toussaint & Restrepo, 1994) y (Ward, 1971) pertenecen a la formación la Luna (Ksl) y la formación Umir (Ksu), caracterizada principalmente por Lutitas blandas, gris oscuro a gris verdosa, con capas delgadas Limolíticas y con la ocurrencia de mantos de carbón en la parte superior.

La zona inicial de explotación consiste en depósitos de origen aluvial. Poco consolidados con granulometría variable de edad Cuaternario Reciente, en los cuales se encuentra el mineral de interés, las cuales se mantienen con profundidades poco variables, conformadas por arenas finas a medias con algunas gravas y cantos cuyo espesor varía entre los 2 y 3 metros (m), supra yaciendo un conglomerado de composición variable con espesores que varían entre 5 y 7 metros (m). Este se halla supra yaciendo de manera discordante sobre rocas sedimentarias detríticas de la formación Umír.

### **2.3.3 Geomorfología**

Se presenta un relieve relativamente plano en la zona sur, con algunas ondulaciones correspondientes a la zona de transición entre el valle del Magdalena y la cordillera oriental, se presentan zonas con pendientes generadas muy suaves.

Dentro de las características geomorfológicas de la zona del proyecto se observa la generación de valles amplios asociados al río Lebrija, donde el cauce ocupa una parte reducida del valle ya que la

planicie aluvial es amplia. En ésta se pueden observar rasgos del paisaje que no se encuentran en los valles encañonados como son: terrazas aluviales, diques naturales, cauces abandonados y complejos de orillares.

La llanura está compuesta, generalmente, por sedimentos no consolidados que se erosionan rápidamente durante inundaciones y crecidas del río. El canal del río puede cambiar de posición en la amplia llanura de inundación y ésta, a su vez, es modificada periódicamente por las inundaciones, a medida que el canal se desplaza de un lugar a otro.

Durante los períodos de aguas normales o bajas, el río que corre por el valle, queda confinado a su cauce y se derrama sobre la planicie de inundación. La planicie de inundación creada por la erosión lateral y por el retroceso gradual de las paredes del valle, se llama planicie de inundación erosional y se caracteriza por una delgada cubierta de grava, arena y limo de unos cuantos decímetros o pocos metros (m) de espesor.

En la parte norte, producto del desplazamiento de la falla Lebrija, se presentan fuertes pendientes que contrastan con el resto de la topografía local donde las pendientes generalmente son cortas y convexas. Presenta un modelado de disección fuerte, con un patrón detrítico. Las altitudes en el área varían desde los 163 metros (m), en la parte del valle del río Lebrija, hasta los 550 metros (m), en las zonas más altas, relieve característico por la transición que se presenta de la cordillera oriental con el Valle del Magdalena Medio. (Calvo & Jones Navas, 2017)



*Fotografía 1. Área del contrato. Fuente: autor*

La evolución morfológica del cauce del río Lebrija corresponde a un río meandriforme, cuya característica principal es la presencia de una serie de curvas de sentido contrario conectadas por tramos rectos; el cauce está conformado por un único canal de flujo, con una sinuosidad mayor a 1.5, las pendientes del canal son muy bajas y la carga de sedimentos está compuesta de material fino, principalmente arenas, debido a esta sinuosidad se desarrollan valles amplios. Por todo esto, podemos afirmar que el cauce del río Lebrija ha cambiado con desplazamientos al Este y Oeste del área, dejando varias terrazas que corresponden a depósitos de una llanura de inundación abandonada (Qal), localizada por toda el área, la cual se convierte en un sector de interés para el desarrollo del proyecto minero.

El río Lebrija en el área, presenta un cauce con un drenaje anastomosado, formando playas con desviación de cauces, el cual es propio de zonas de planicie o llanuras. Su forma indica una desproporción entre la carga transportada por el río y el gradiente del terreno.

A continuación, se presenta el análisis geomorfológico del área del proyecto, donde se analizarán las siguientes variables: patrones de drenaje, pendientes del terreno y la rugosidad de la superficie.

### 2.3.3.1 Patrón y densidad del drenaje

En la zona del título y su área de explotación, la cuenca del río Lebrija, presenta un drenaje sub-dendrítico (fig. 15), en cual el tributario mayor es el río Lebrija, donde llegan un seria de drenajes de 2, 3, y 4 orden principalmente. En general lo tributarios fluyen de norte a sur y de sur a norte, destacándose la quebrada Gerias.

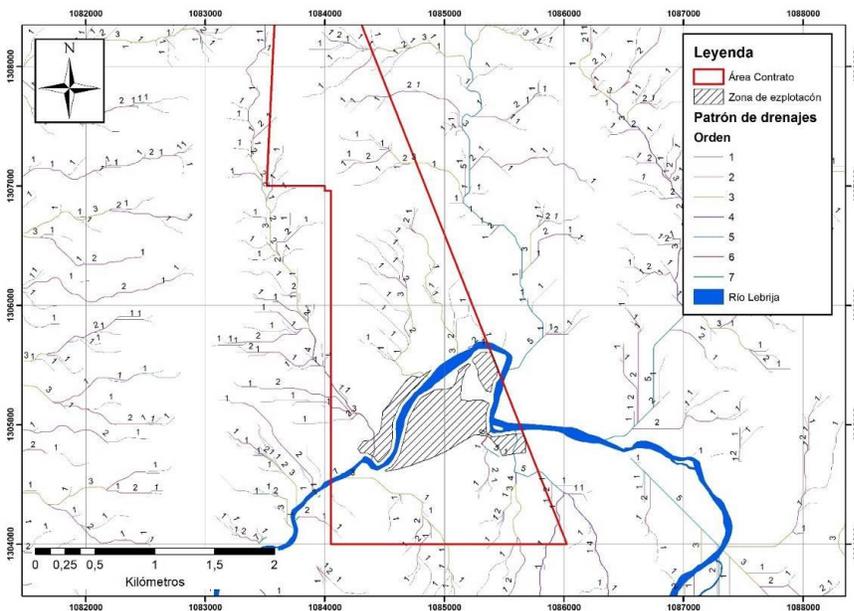


Figura 11. Patrones de drenaje. Fuente: autor

### **2.3.3.2 Pendientes del terreno**

Para la obtención de las pendientes del área de la concesión, se realizó el mapa de pendientes utilizando Modelos de Elevación digital (DEM) y software GIS. Una vez se obtuvo el mapa se realizó una reclasificación de la superficie con los siguientes rangos:

- 0% -15%
- 15 – 30%
- 30% - 50%
- 50% - 100%
- 100%

Para el área de la concesión solamente se encontraron los 3 primeros rangos de pendientes.

#### **Zonas de pendiente entre 0 % – 15% Planicies**

Son zonas correspondientes a las planicies por donde corre el río Lebrija a su paso por la concesión y sus áreas aledañas, están constituidas generalmente por depósitos aluviales asociados a la dinámica fluvial del río y sus tributarios, y sus áreas aledañas por Lutitas blandas, gris oscuro a gris verdosa, con capas delgadas Limolíticas y con la ocurrencia de mantos de carbón en la parte superior. Ocupan un área de 401 ha de la concesión minera, y el 100% de las zonas de explotación.

#### **Zonas de pendiente entre 15 % – 30% Pendientes bajas**

Son las pendientes bajas que se localizan en la zona norte y la zona sur del área de explotación, Ocupan un área de 204 ha, del contrato de concesión.

#### **Zonas de pendiente entre 30 % – 50% Pendiente moderadas**

Solo se presentan en algunos sectores del contrato, en la zona norte, en la parte alta de la quebrada Gerias, cubren un área de 7,9 ha.

### 2.3.3.3 Amenazas geológicas

En el área de influencia del proyecto se analizó la posibilidad de ocurrencia de las siguientes amenazas naturales:

- Amenaza por movimiento de masas: su posibilidad es baja debido a que la mayor parte del área son zonas de pendientes bajas, y en general presentan suelos bien drenados
- Amenaza sísmica (Ver geotecnia)
- Amenaza por inundación (Ver hidrología)

### 2.3.4 Hidrología

Para poder entender la dinámica fluvial del río, se realizó el modelamiento hidrográfico del río Lebrija para el área del contrato y sus parámetros morfométricos, a su paso por el contrato de concesión, debido a que se trata de un drenaje nivel 7, para el desarrollo de la dinámica fluvial se tomaron los datos de mediciones realizadas por el IDEAM en la estación Angustura, a fin de establecer los caudales máximos, y las estaciones climatológicas de Portachuelo, El Naranjo y Palmas, para las curvas de duración e intensidad.

En este ítem se analizarán los factores hídricos inherentes a las zonas de depósito de oro de aluvión, con base en criterios geomorfológicos de deposición del río Lebrija y dinámica de éste.

**Cuenca.** El río Lebrija nace de la unión del río Surata y el río de Oro, dentro de sus afluentes están: el Río Negro, la quebrada La Angula, el río Salamaga, y el río Cachirí.

En general, son corrientes de buena calidad que se ven afectados por las descargas de las cabeceras municipales y de pequeños centros poblados, además de los vertimientos de las actividades agropecuarias. La quebrada La Angula es la receptora de las descargas del alcantarillado del municipio de Lebrija, causando una gran afectación en la corriente.

El territorio cuenta con un número reducido de hectáreas (ha) en humedales palustres y lacustres en el páramo y el bajo Lebrija, que a su vez son importantes desde el punto de vista ecológico y de abastecimiento de bienes y servicios ambientales, sometidos a fuertes presiones y alteraciones. La pesca en la cuenca alta del río Lebrija ha desaparecido completamente y en su parte baja ha presentado una tendencia descendente en los últimos años. (CDBM, 2000)

#### 2.3.4.1 Parámetros morfométricos

Como se mencionó anteriormente solo se delimitará la cuenca del río Lebrija en el tramo comprendido entre el corregimiento del Conchal y Chuspas en el municipio de Lebrija. Con respecto a la red hidrográfica, solo se incluyen quebradas Salamanca, Vega de Pato, La Arenosa, Orocué, caño 4, caño los Fríos y quebrada Gerias. (Fig. 17). El modelamiento de los parámetros morfométricos se realiza utilizando de software SIG.

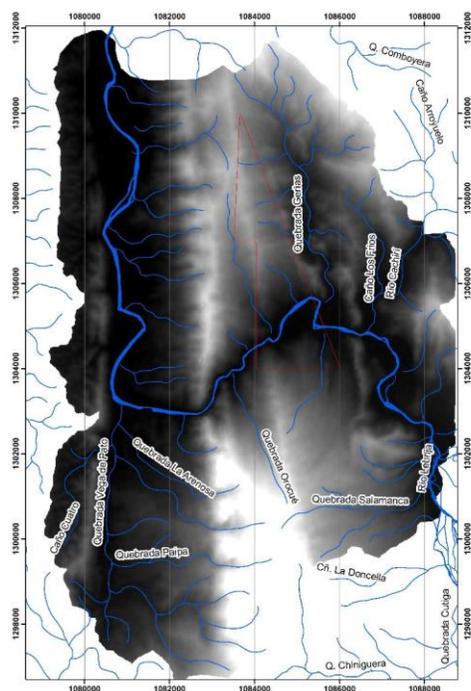
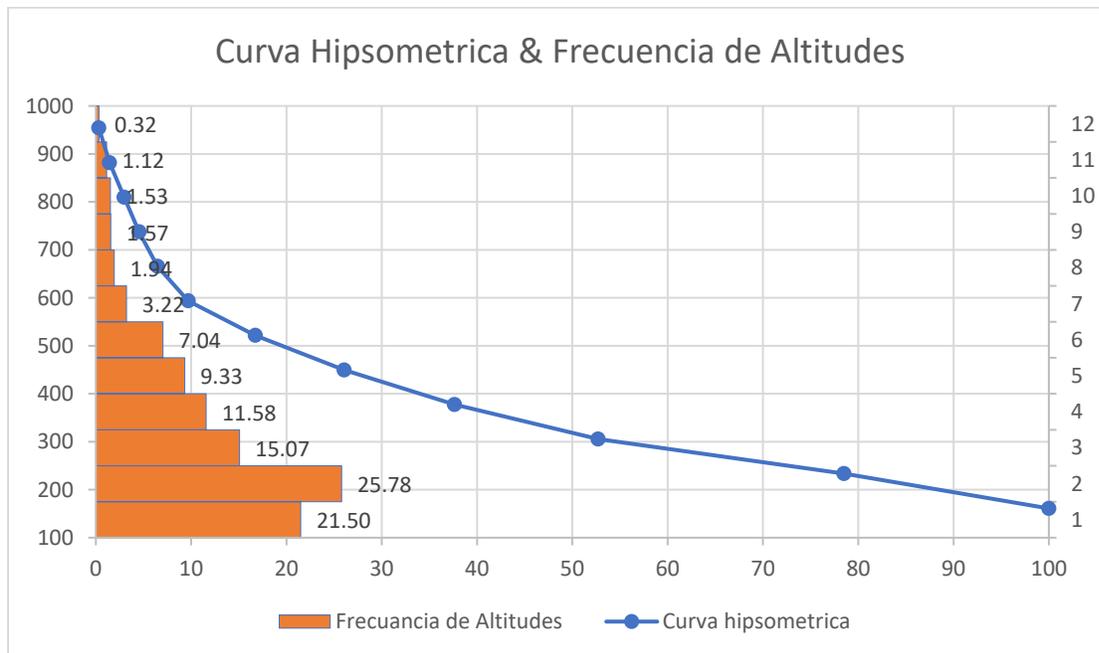


Figura 12. Red de drenajes en MED. Fuente: autor

Tabla 6. Parámetros morfométricos

<b>Parámetros morfométricos río Lebrija – Tramo contrato de concesión</b>		
DESCRIPCIÓN	UND	VALOR
De la superficie		
Área	km <sup>2</sup>	108,94
Perímetro de la cuenca	km	51199
Cotas		
Cota máxima	msnm	985
Cota mínima	msnm	127
Centroide (Colombia Bogotá Zona)		
X centroide	m	1083738
Y centroide	m	1304349
Z centroide	msnm	506
Altitud		
Altitud media	msnm	506
Altitud más frecuente	msnm	233,50
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	401,88
Pendiente		
Pendiente promedio de la cuenca	%	8,12
De la Red Hídrica		
Longitud del curso principal	km	25,7
Orden de la Red Hídrica	UND	7
Longitud de la red hídrica	km	663
Pendiente Promedio de la Red Hídrica	%	1,09
Parámetros Generados		
Tiempo de concentración	horas	2,99085297
Pendiente del cauce principal	m/km	33,385214

Fuente: autor



*Grafica 1. Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes. Fuente: autor*

Al observar la curva hipsométrica podemos identificar que estamos ante una cuenca sedimentaria (fase de vejes). El río Lebrija a su paso por el área del contrato de concesión, posee una pendiente media 1,09 %, casi en la totalidad de la zona de estudio, ya que esta zona corresponde al valle medio del río Lebrija.

En el tramo en estudio, el cauce presenta una configuración sinuosa, donde, en los últimos 50 años, se ha desarrollado actividad minera artesanal, para la extracción de oro. Es importante mencionar que el río recoge las aguas residuales de Bucaramanga y su área metropolitana y las zonas cercanas a su cuenca y los residuos sólidos arrojados en sus orillas, afectando la vida acuática y generando olores desagradables.

#### **2.3.4.2 Régimen hidrológico**

El régimen hidrológico en la región es bimodal con un primer período lluvioso de abril y mayo y un segundo período lluvioso en octubre y noviembre, dicho comportamiento binomial se

observa al analizar los reportes de las estaciones meteorológicas del IDEAM El Naranjo, Palmas y Portachuelo, y su proceso de escorrentía asociado a los caudales del río Lebrija como se puede observar en la gráfica 4.

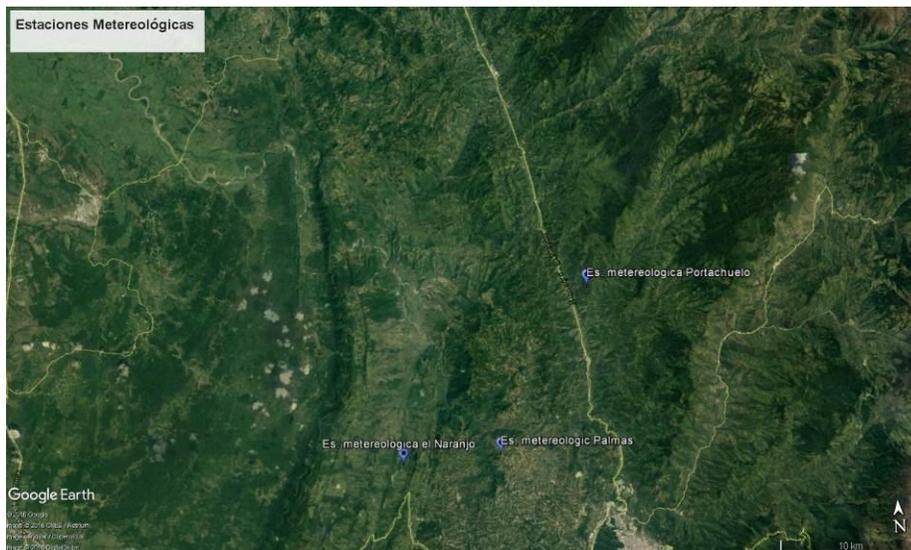
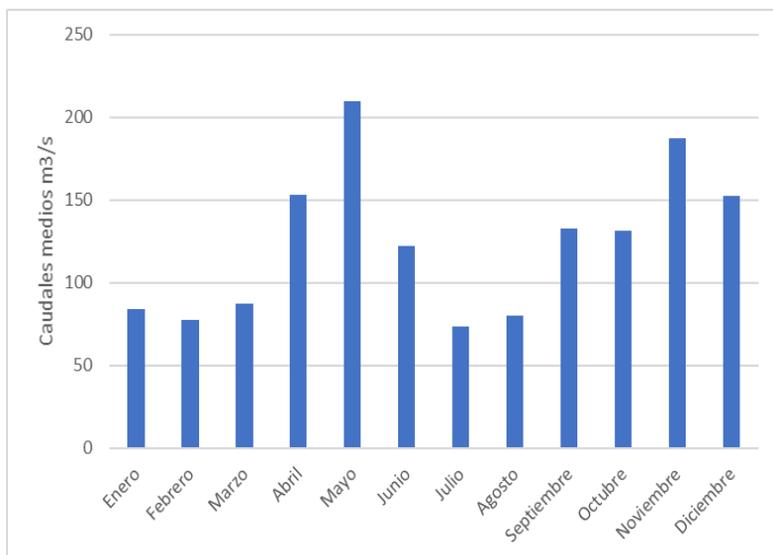


Figura 13. Estaciones meteorológicas. Fuente: (Earth Google, 2016)



Grafica 2. Caudales medios diarios mensuales multianual. Estación Angostura. Río Lebrija. Fuente: autor

**Patrón de drenaje y dinámica fluvial:** En la zona del título y su área de explotación, la cuenca del río Lebrija, presenta un drenaje sub-dendrítico, donde llegan un serie de drenajes de 2, 3, y 4 orden principalmente. En general lo tributarios fluyen de norte a sur y de sur a norte, destacándose la quebrada Gerias.

#### **2.3.4.2.1 Caudales característicos en la estación Angostura**

El análisis tanto temporal como espacial de río Lebrija, en el tramo que recorre el contrato de concesión a la altura del valle del Lebrija medio, así como sus características hidrológicas y el análisis de valores extremos, se realizó a partir de la información histórica de los caudales máximo, mínimos y medios mensuales, registrados en la estación Limnimetrica Angostura operada por el IDEAM, ubicada en el municipio de Lebrija. La misma muestra una serie histórica de registros de caudales máximos, medios y mínimos desde el año 1975 hasta el 2010. En la tabla 7 se presenta los caudales máximos, medio y mínimos presentados en la estación angostura con base en los históricos del IDEAM. La interpretación de dichos caudales se realiza por medio de los métodos de Williams y Hann, y U.S. Soil Conservation Service (U.S. S.C.S.), que corresponden a modelos lluvia-escorrentía, en los cuales se considera que los caudales máximos de una cuenca son función de la lluvia que los produce y de la manera como responde la cuenca a este fenómeno meteorológico. Adicionalmente se utilizó el Método Racional.

Para el caso del análisis de frecuencias de avenidas, se usa la función de Weibull, ya que, según dicha función, la probabilidad de que se produzca un evento que supere un caudal Q es:

$$p = \frac{m}{(n + 1)}$$

Donde n: es la longitud de la serie; m: el número de rango, siendo el caudal de mayor magnitud igual a 1, y así sucesivamente hasta el mínimo valor de la serie que valdrá n. (Elosegi & Sabatar, 2009).

Tabla 7. Registro de caudales

AÑO	Caudal máximo promedio diario (m3/s)	Caudal medio (m3/s)	Caudal mínimo promedio diario (m3/s)
1975	574	71,94	23,7
1976	501,8	63,56	39,75
1977	471	47,65	17,8
1978	670	71,46	21,5
1979	446,8	70,35	19,8
1980	547	66,21	5,2
1981	626	83,62	19,45
1982	489	78,87	20
1983	276,4	44,79	16
1984	388	59,05	15,8
1985	459	47,33	18,1
1986	544,9	52,52	21
1987	264	59,37	20,7
1988	327	70,59	39,75
1989	287,7	70,63	14
1991	213	43,62	2,5
1992	608,9	35,77	8,4
1993	418,4	46,98	27,52
1994	537	48,31	11,6
1995	503	57,91	21,2
1996	120,6	70,90	27,2
1999	208,4	46,42	21
2000	330,3	66,30	39,1
2005	243,6	56,05	46,4
2006	92,38	42,89	35,66
2007	264	40,82	16,81
2008	249,6	46,57	35,98
2009	455	49,17	22,38
2010	496,8	48,57	18,14

Fuente: autor

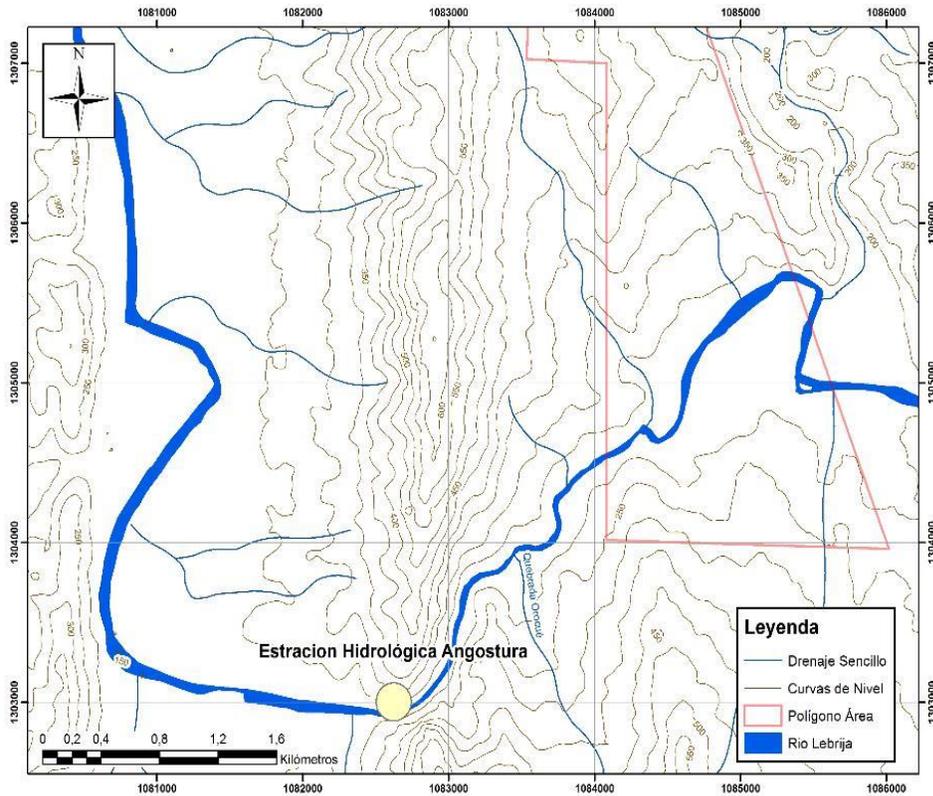
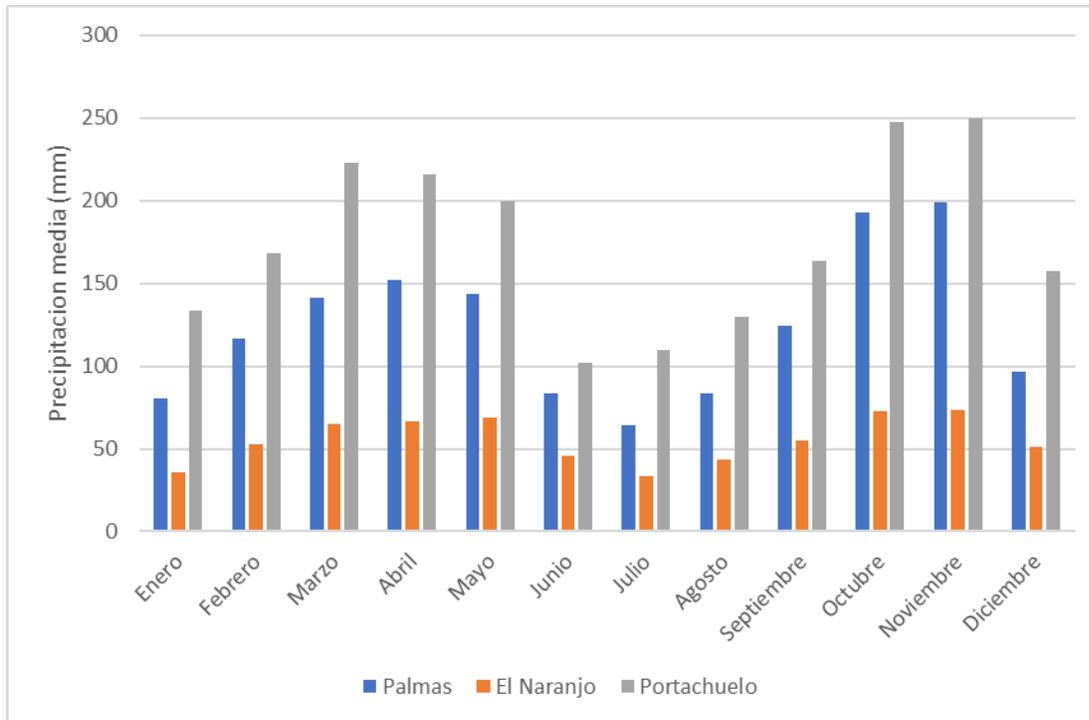
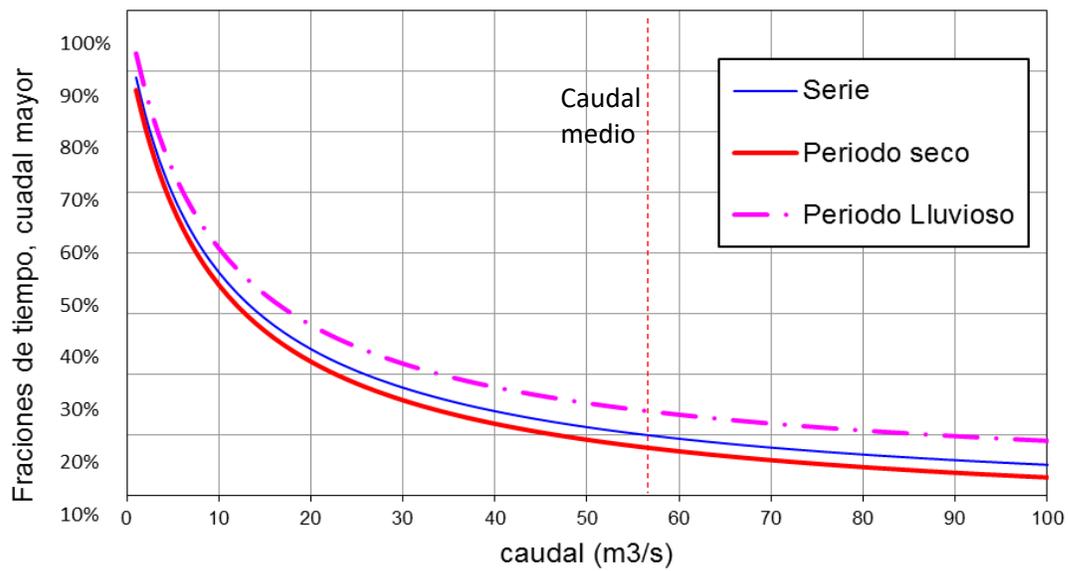


Figura 14. Ubicación Estación Limnométrica angostura. Fuente: autor

Una vez se realizó la tabulación de los diferentes caudales del río Lebrija en la estación Angostura, se procede a realizar las curvas de duración y frecuencia de los caudales medios diarios, además se realiza una comparación de las precipitaciones de las estaciones analizadas (Palmas, el naranjo y Portachuelos, y así poder observar los meses secos y los lluviosos de la zona en estudio.



Grafica 3. Precipitaciones medias mensual. Estaciones Palmas, El naranjo y Portachuelo. Fuente: autor



Grafica 4. Curva de duración de caudales, estación Angostura. Fuente: autor

Una vez analizadas las curvas de duración se obtuvieron los caudales medios característicos del río Lebrija en la estación Angostura

*Tabla 8. Caudales multianuales río Lebrija*

<b>Parámetro</b>	<b>Caudal m<sup>3</sup>/s</b>
Caudal promedio multianual	57,8
Medio mes de estiajes	39,59
Medio mes de lluvias	83,25

*Fuente: autor*

#### **2.3.4.2.2 Caudales máximos**

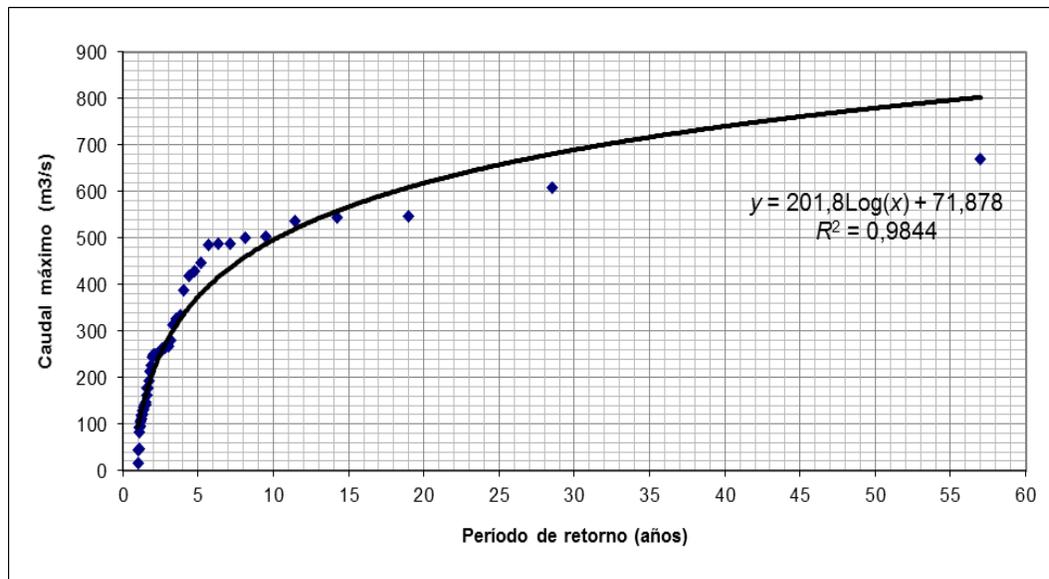
Para la determinar los caudales máximos se toma la serie de caudales máximos de la estación Angostura, y se realiza el análisis de frecuencia usando la función de Weibull, para de esta forma poder calcular los valores máximos de caudal para determinados periodos de retorno.

Tabla 9. Caudales máximos, estación angostura

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Caudal Máximo (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Caudal Máximo (m<sup>3</sup>/s)</b>
1975	Mayo	574	1991	Octubre	213
1976	Noviembre	501,8	1992	Noviembre	608,9
1977	Mayo	471	1993	Abril	418,4
1978	Noviembre	670	1994	Noviembre	537
1979	Octubre	446,8	1995	Octubre	503
1980	Mayo	547	1996	Abril	120,6
1981	Abril	626	1999	Mayo	208,4
1982	Noviembre	489	2000	Septiembre	330,3
1983	Abril	276,4	2005	Noviembre	243,6
1984	Noviembre	388	2006	Septiembre	92,38
1985	Septiembre	459	2007	Marzo	264
1986	Octubre	544,9	2008	Octubre	249,6
1987	Octubre	264	2009	Noviembre	455
1988	Noviembre	327	2010	Mayo	496,8
1989	Mayo	287,7			

Fuente: autor

El promedio del caudal máximo multianual del río Lebrija a su paso por el área del contrato es de 400,54 m<sup>3</sup>/s.



Grafica 5. Curva de frecuencia caudales máximo río Lebrija, estación Angostura. Fuente: autor

Tabla 10. Caudales máximos para diferentes periodos río Lebrija, estación Angostura

Periodos de Retorno (años)	Caudal máximo esperado (m <sup>3</sup> /s)
2,5	270
5	428
10	503
15	544
20	610
30	670
50	702

Fuente: autor

Una vez se obtuvo la función de distribución, a partir de los datos de caudales máximos de la estación Angostura, y como se puede observar en la gráfica 7, se ha obtenido un ajuste estadístico significativo, utilizando el método de Weibull, permitiendo realizar un cálculo de periodos de retorno significativo.

### 2.3.4.2.3 Caudales mínimos

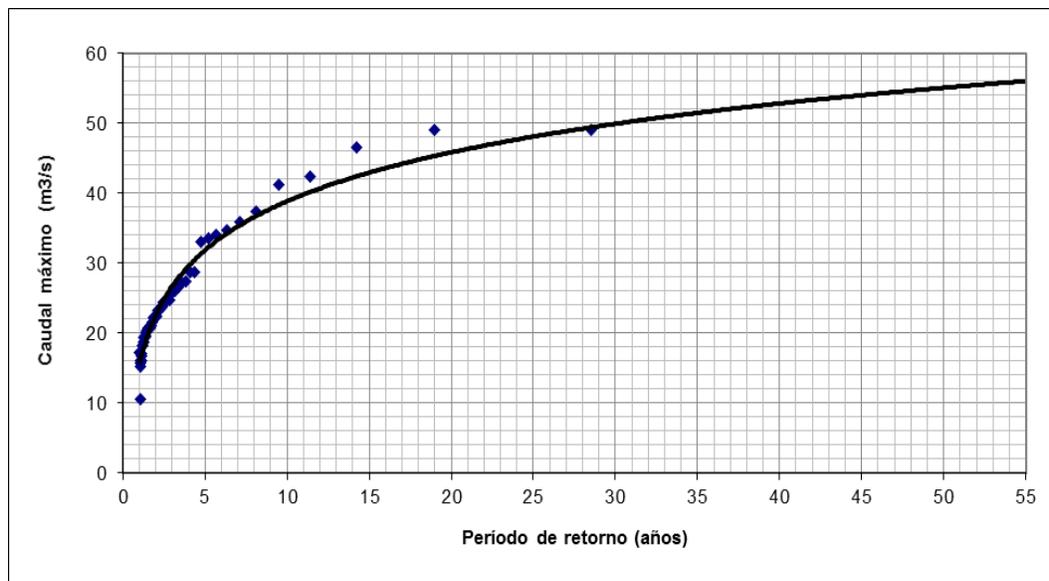
Para la determinar los caudales mínimos se toma la serie de caudales mínimos de la estación Angostura, y se realiza el análisis de frecuencia usando la función de Weibull, para de esta forma poder calcular los valores máximos de caudal para determinados periodos de retorno.

Tabla 11. Caudales mínimos río Lebrija, estación Angostura

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Caudal Máximo (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Caudal Máximo (m<sup>3</sup>/s)</b>
1975	Mayo	574	1991	Octubre	213
1976	Noviembre	501,8	1992	Noviembre	608,9
1977	Mayo	471	1993	Abril	418,4
1978	Noviembre	670	1994	Noviembre	537
1979	Octubre	446,8	1995	Octubre	503
1980	Mayo	547	1996	Abril	120,6
1981	Abril	626	1999	Mayo	208,4
1982	Noviembre	489	2000	Septiembre	330,3
1983	Abril	276,4	2005	Noviembre	243,6
1984	Noviembre	388	2006	Septiembre	92,38
1985	Septiembre	459	2007	Marzo	264
1986	Octubre	544,9	2008	Octubre	249,6
1987	Octubre	264	2009	Noviembre	455
1988	Noviembre	327	2010	Mayo	496,8
1989	Mayo	287,7			

Fuente: autor

Con base en los valores de caudales de la tabla 11, el caudal promedio mínimo multianual es del río Lebrija es de 17,38 m<sup>3</sup>/s.



Gráfica 6. Curva de frecuencia caudales mínimo río Lebrija, estación Angostura. Fuente: autor

Tabla 12. Caudales mínimos para diferentes periodos río Lebrija, estación Angostura

Periodos de Retorno (años)	Caudal mínimo esperado (m <sup>3</sup> /s)
2,5	22,3
5	33,6
10	41
15	44,7
20	47,2
30	49,1
50	55,6

Fuente: autor

No se recurrió a otros métodos para el cálculo de caudales máximos, como los modelos de lluvia, ya que la estación Angostura, está ubicada a pocos kilómetros (km) del -AID del proyecto sobre el río Lebrija.

### **2.3.5 Hidrogeología**

Con base en la caracterización geológica elaborada en el presente estudio y la interpretación hidrogeológica de las formaciones litológicas de la cuenca con el fin de determinar los potenciales acuíferos de la zona, se distinguen tres regímenes de circulación de las aguas: freático, hipodérmico y superficial, correspondiente a la cuenca del río Lebrija, cuyo modelamiento hidrográfico se presenta en el capítulo de hidrología. Sin embargo, en la zona delimitada para la explotación de acuerdo a los apiques y cortes realizados, no se encontró el nivel freático hasta los niveles donde se pretende realizar la explotación alrededor de los 10 metros (m). Acorde con esto, durante la ejecución del proyecto no habrá ningún tipo de afectación de acuíferos dentro de las áreas que serán intervenidas con las actividades y obras proyectadas. Por lo tanto, el planteamiento de un modelo conceptual sobre el funcionamiento hidráulico, en la identificación de la posible afectación de los recursos hídricos, en términos de calidad y cantidad, con el fin de realizar predicciones y planes de manejo, seguimiento y monitoreo de estos, se establecen en el capítulo de hidrología. (Calvo & Jones Navas, 2017)

### **2.3.6 Geotecnia**

La zona de estudio presenta un nivel muy bajo en cuanto a riesgos geológicos. A continuación, se describe sucintamente la incidencia en el área de estudio de los principales riesgos existentes.

**Sismicidad:** los datos fueron tomados de la Red Sismológica Nacional de Colombia, (Ver anexos registro de sismicidad del Servicio geológico, municipio de Lebrija y Rionegro), donde se observa el histórico de sismos de los últimos 100 años en la zona del proyecto y solo hay registro de 6 eventos cercanos al área del contrato. (Tabla 13)

*Tabla 13. Eventos sísmicos presentados en la zona*

Fecha	Hora		Magnitud	Longitud	Latitud	Departamento	Municipio	Profundidad
	UTC							
15/10/1995	12:09:48		2.1	-73.22	7.259	SANTANDER	RIONEGRO	124.5
26/04/2009	2:27:20		2.2	-73.072	7.232	SANTANDER	RIONEGRO	129.2
05/12/2011	20:46:54		1.6	-73.169	7.352	SANTANDER	LEBRIJA	130.7
27/06/2012	17:13:33		1.7	-73.124	7.262	SANTANDER	RIONEGRO	144.8
20/10/2012	10:43:47		1.7	-73.152	7.375	SANTANDER	LEBRIJA	131.3
05/12/2011	20:46:54		1.6	-73.169	7.352	SANTANDER	RIONEGRO	130.7

*Fuente: autor*

*Nota. Los datos son tomados del IDEAM*

Sin embargo, el mapa de amenazas sísmica del Servicio Geológico colombiano, cataloga la zona con un riesgo intermedio, con una aceleración de 0,25.

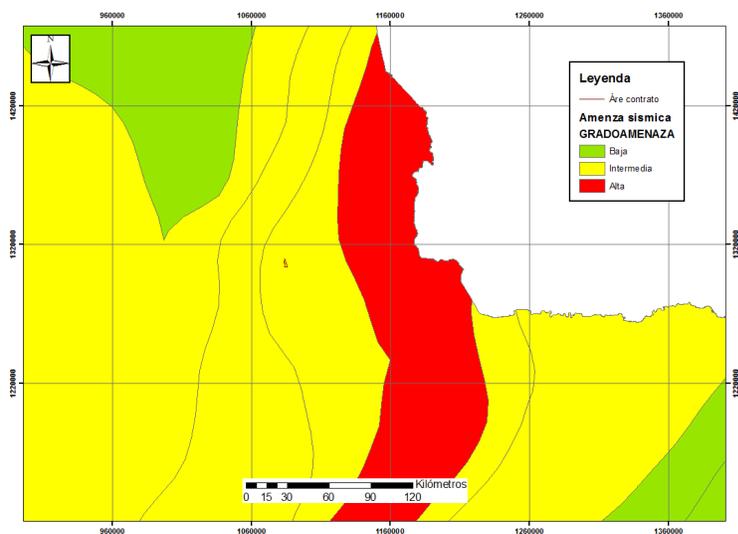


Figura 15. Mapa riesgo sísmico. Fuente: (IDEAM, 2016)

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC)

**Erosión:** dada la presencia de los paleo placeres y arenas sub-superficiales, el riesgo de erosionabilidad es bajo (masa de erosión). Concordando con el mapa de riesgo de erosión del IDEAM que el área con riesgo bajo. (Fig. 22)

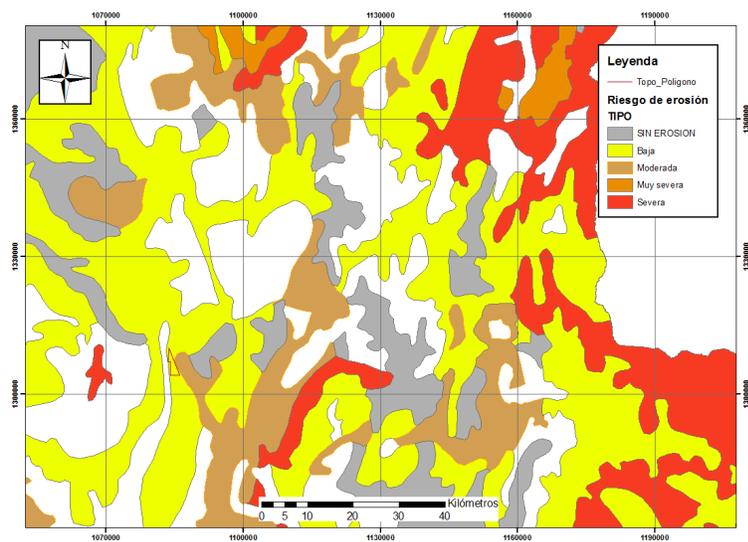


Figura 16. Riesgo de erosión. Fuente: (IDEAM, 2016)

**Vulcanismo:** Inexistente, “en la edad geológica actual”.

**Deslizamientos:** No existe ningún tipo de deslizamiento activo o fósil en la zona de estudio.

### **2.3.7 Atmósfera**

En el componente atmosférico se procederá a describir las características climáticas del área de influencia del proyecto, así como la representación de la calidad del aire y de ruido.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de dicho componente.

#### **2.3.7.1 Clima**

La información de este capítulo corresponde principalmente a la recopilación de estudios ambientales, datos de estaciones meteorológicas del IDEAM y observaciones realizadas en visitas de campo.

Dentro del área de influencia directa del contrato de concesión no hay estaciones meteorológicas activas, pero en sus alrededores existe una red de estaciones meteorológicas que se pueden considerar medianamente densas, de las cuales solo se pudo obtener el registro de precipitación de las estaciones de Portachuelo, San Rafael, Porvenir, Naranjo y las Palmas; para los datos de temperatura, brillo solar, etcétera, se tomó la estación de Villa de Leyva en Sabana de torres, dado que presenta características muy similares a la zona en cuanto a clima.

Entre los elementos a analizar del clima esta la precipitación, la temperatura, el brillo solar, la humedad relativa, la evaporación; de los cuales, los dos primeros son los más importantes por cuanto permiten definir, clasificar y zonificar el clima de una región dada.

En la tabla 14 se presenta los datos de las estaciones meteorológicas del IDEAM utilizadas para el análisis, cabe recordar que la única que posee registro diferente a los de precipitación es la estación de Villa de Leyva.

Tabla 14. Estaciones meteorológicas

CÓDIGO	TIPO	Nombre	Cota	Entidad	Norte	Este	Variables
							Climatológicas
23190560	Meteorológica	SAN RAFAEL	96 msnm	IDEAM	1047894	1332668	Precipitación
23180040	Meteorológica	PORVENIR	154 msnm	IDEAM	1065917	1316742	Precipitación
23185010	Meteorológica	VILLA LEYVA	328 msnm	IDEAM	1060066	1315629	Precipitación, temperatura, brillo solar evaporación, radiación sol, nubosidad
23190440	Meteorológica	NARANJO	825 msnm	IDEAM	1087711	1288021	Precipitación
23190360	Meteorológica	PORTACHUELO	800 msnm	IDEAM	1102416	1300953	Precipitación
23190380	Meteorológica	PALMAS	855 msnm	IDEAM	1095070	1284213	Precipitación

Fuente: autor

De acuerdo con el Atlas del departamento del Santander, la zona de interés se encuentra ubicada en el valle del río Lebrija, y presenta las siguientes características climáticas, utilizando para el análisis climatológico información histórica de las estaciones Villa Leiva, del IDEAM ubicada en Sabana de Torres.

La precipitación media multianual en esta zona de la cuenca del río Lebrija se ha estimado en 2.450 mm, en las cuales los valores anuales varían entre 2.104 y 2.677 mm; el régimen de lluvias es bimodal con un primer período lluvioso de abril y mayo y un segundo período lluvioso

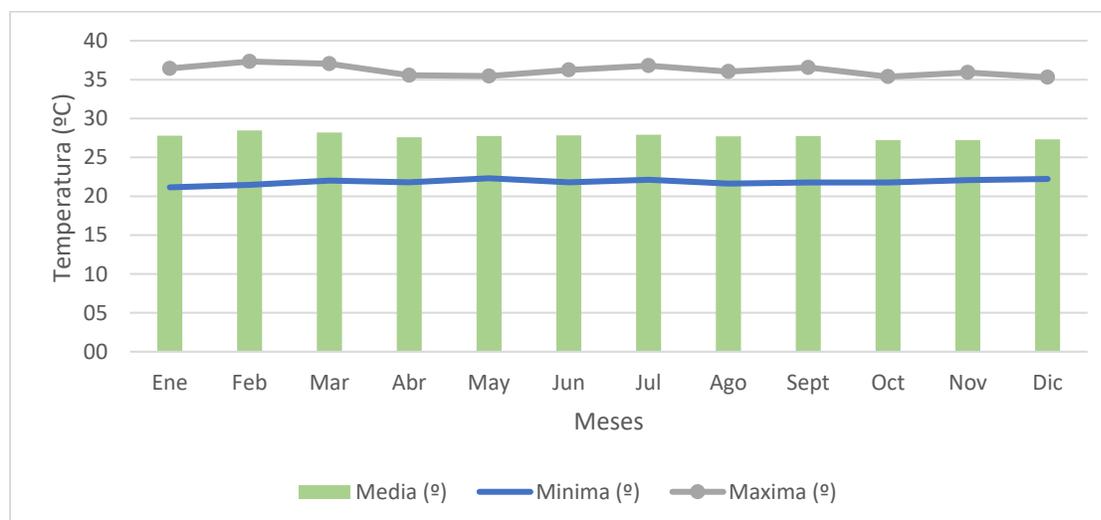
en octubre y noviembre; el mes de menor precipitación se presenta en enero. La temperatura media multianual varía entre 27.3 y 28°C; los valores más altos de temperatura se presentan durante los meses de febrero y marzo y el dato menor en noviembre. A partir de la información histórica, se estima la humedad relativa media multianual en 83.6%. El brillo solar con un valor de 1771,72 horas/año, donde el mayor brillo solar se presenta en enero (aproximadamente 239 h/mes) y el menor en abril (99.3 h/mes).

### **Temperatura**

La temperatura media diaria registrada en la estación Villa Leyva, es de 27.74 °C, presentando un valor máximo de 30,4 mes de enero y marzo y un mínimo de 26.5 en los meses de abril, septiembre, octubre noviembre y diciembre. En la tabla 15 se muestran las variaciones mensuales multianual (10 años) de la temperatura en la estación analizada

*Tabla 15. Temperatura máxima, media y mínima estación Villa Leyva*

<b>Promedios</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
Mínima (°)	21.1	21.5	22.0	21.8	22.3	21.8	22.1	21.6	21.8	21.8	22.1	22.2
Media (°)	27.8	28.5	28.2	27.6	27.7	27.8	27.9	27.7	27.7	27.2	27.2	27.3
Máxima (°)	36.4	37.3	37.0	35.6	35.5	36.2	36.8	36.0	36.6	35.4	35.9	35.3



Gráfica 7. Variación mensual de temperatura estación Villa Leyva. Fuente: autor

## Precipitación

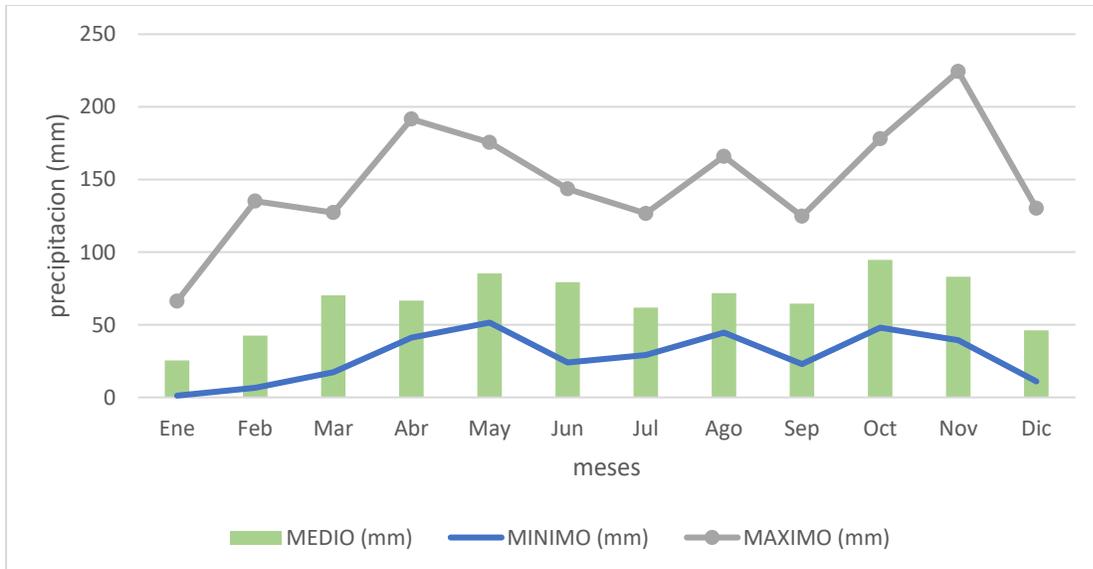
Para las precipitaciones media se crea mapa de isoyetas con base en la información obtenida en la estación analizada. Adicionalmente se analiza la variación temporal de la precipitación media totales multianuales de la estación Villa Leyva (grafica 8) donde el período seco se presenta en los meses de enero, febrero y diciembre, y los periodos lluviosos de abril, mayo y octubre y noviembre. La precipitación media multianual es de 66.65 mm, presentando una precipitación mínima de 1,2 mm, que ocurre en el mes de enero y máxima de 185 mm en el mes de noviembre.

Tabla 16. Precipitación estación Villa Leyva

Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
MÍNIMO (mm)	1.2	6.6	17.3	41.1	51.5	24	29.2	44.6	22.9	48	39.4	11
MEDIO (mm)	25.5	42.5	70.2	66.6	85.35	79.3	61.85	71.75	64.5	94.7	83.1	46.1
MÁXIMO (mm)	65	128.5	109.9	150.5	124	119.5	97.4	121.3	101.8	130	185	119.2

Fuente: autor

Nota. Datos de la tabla estación Villa Leyva (IDEAM 2017)



Gráfica 8 Precipitaciones máximas, media y mínimas estación Villa Leyva. Fuente: autor

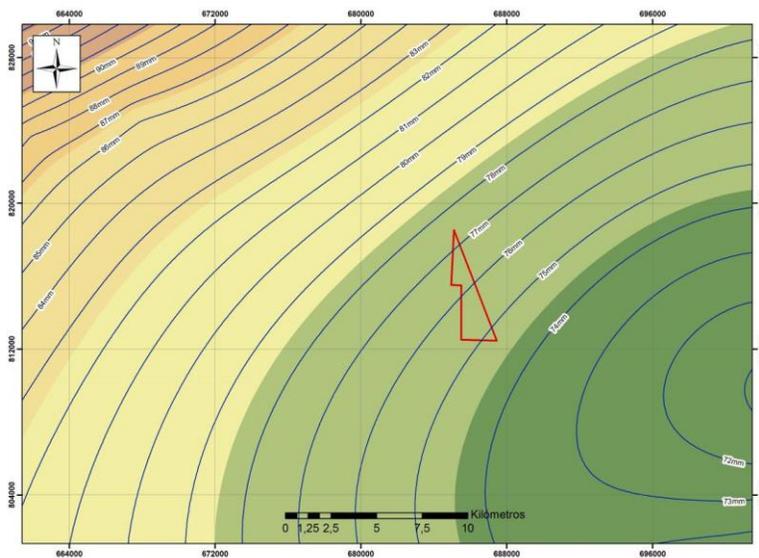
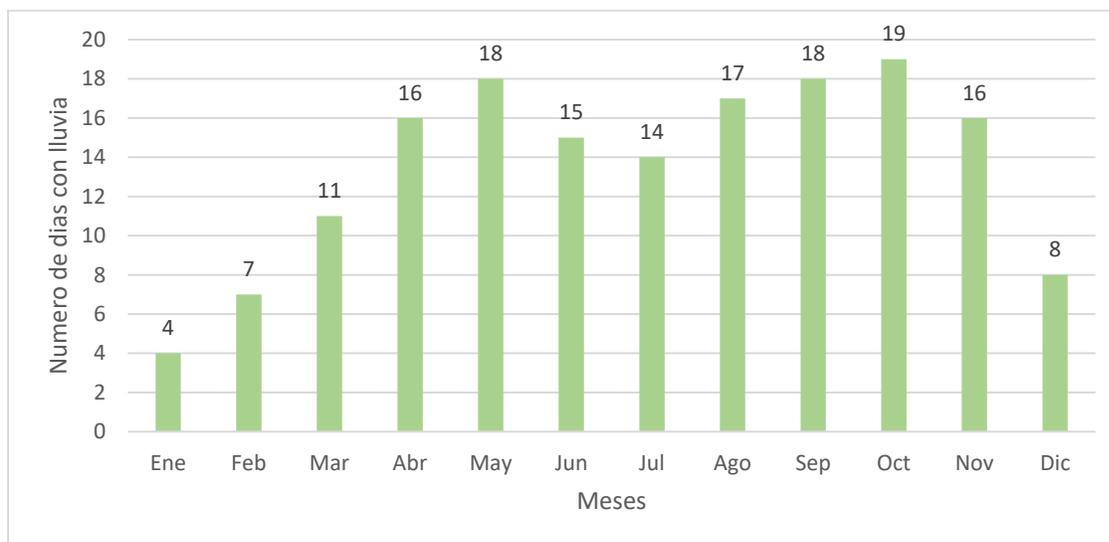


Figura 17. Isoyetas. Fuente: autor

### Días con lluvia

Para entender un poco más el clima de la zona para la caracterización de precipitaciones, también se consideró el parámetro días con lluvias, de la estación Villa Leyva (grafica 9) y se observa que los meses con mayor número de días corresponden a abril, mayo, agosto, septiembre octubre y noviembre y el promedio de días con lluvia los años en la región es de 163 días.



Grafica 9. Días con lluvia Estación Villa Leyva. Fuente: autor

### Humedad relativa

La humedad relativa media diaria registrada en la estación Villa Leyva es 88.2%, presentando un valor máximo de 89% en los meses lluviosos (octubre) y un mínimo de 78% en el período seco de inicio de año (febrero). Respecto a los valores mínimos, la menor humedad es de 66% en el mes de marzo y en cuanto a los máximos, se alcanza hasta un 90% en los meses de octubre y diciembre.

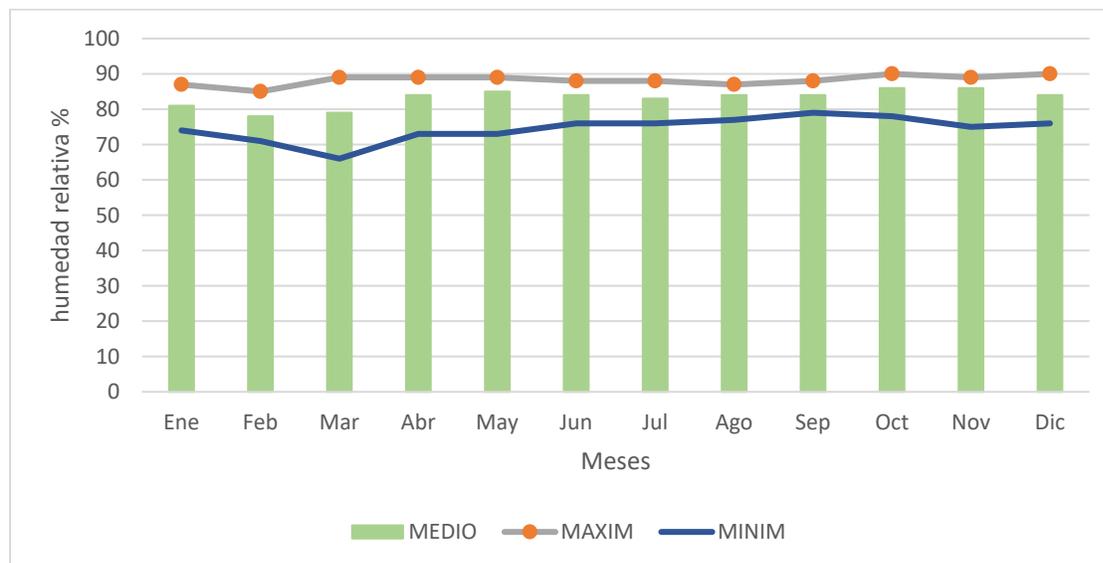
Tabla 17. Humedad relativa estación Villa Leyva

Promedios	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

MÍNIMO (%)	74	71	66	73	73	76	76	77	79	78	75	76
MEDIO (%)	81	78	79	84	85	84	83	84	84	86	86	84
MÁXIMO (%)	87	85	89	89	89	88	88	87	88	90	89	90

Fuente: autor

Nota. Datos de la tabla estación Villa Leyva (IDEAM 2017)



Grafica 10. Valores mínimos, medios y máximos de humedad relativa estación Villa Leyva. Fuente: autor

### Brillo solar

El brillo solar se define como el número de horas de incidencia de luz solar sobre la superficie terrestre. Esta variable afecta directamente la temperatura del aire y, por lo tanto, cumple un papel fundamental en los procesos de dispersión de los contaminantes. (Integral, 2015).

En la tabla 18 se presenta la variación de brillo solar promedio mensual en la estación de Villa Leyva.

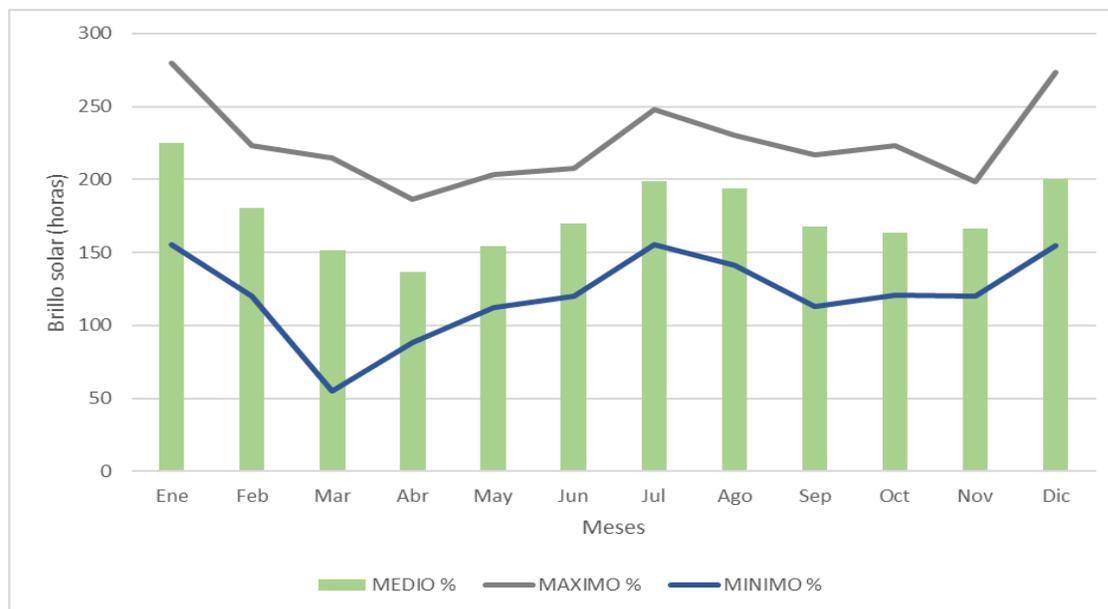
Tabla 18. Brillo solar estación Villa Leyva

Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>MÍNIMO</b>												
%	155.7	120.2	55.2	88.1	112.4	119.7	155.4	141	112.8	120.6	120.4	154.5
<b>MEDIO</b>												
%	225.1	180.3	151.8	136.7	154.6	170	199	194	167.9	163.7	166.3	200.5
<b>MÁXIMO</b>												
%	279.5	223.5	215.1	186.4	203.6	207.7	247.8	230	216.6	223.2	198.4	273.6

Fuente: autor

Nota. Datos de la tabla estación Villa Leyva (IDEAM 2017)

El brillo solar medio mensual multianual registrado en la estación Angostura tiene un promedio de 175,8 horas que equivalen a 5,8 horas diarias; los meses de mayor brillo solar son febrero y agosto con valores medios totales diarios de 174,2 y 194.1 horas respectivamente; los de menor brillo solar son marzo y abril con valores medios totales mínimos de 151 y 136 horas respectivamente. Respecto a los valores mínimos, el menor brillo solar es de 55 horas en el mes de marzo y en cuanto a los máximos, es de 279 en el mes de enero.



Grafica 11. Valores mínimos, medios y máximos de brillo solar estación Villa Leyva. Fuente: autor

## Evaporación

En particular, es muy importante conocer los valores de evaporación en la zona, debido a los cálculos de necesidad de agua de mina, ya que el proceso implica la recirculación del agua y se presentaran perdidas por evaporación en los sitios de almacenamiento. A continuación, se presenta la tabla 19 donde se observan las variaciones mensuales de la evaporación en la estación Villa Leyva.

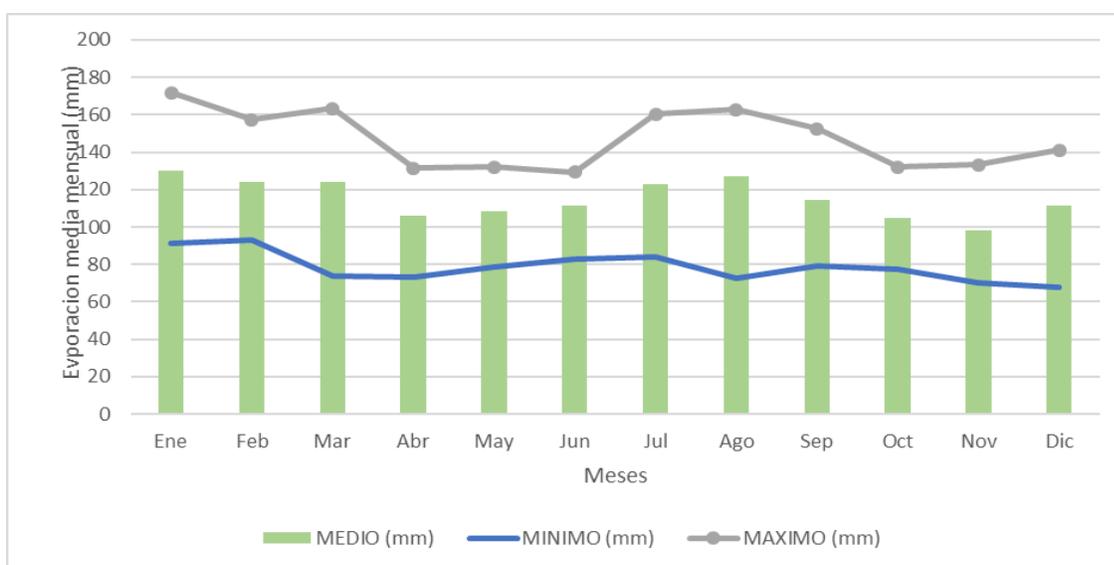
Tabla 19. Evaporación estación Villa Leyva

Promedios	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>MÍNIMO</b> (mm)	91.5	92.8	73.7	73.2	78.4	83	84.2	72.7	79.2	77.3	70.3	67.7
<b>MEDIO</b> (mm)	130.4	123.8	124.4	106.3	108.4	111.6	123.1	127	114.3	104.9	98.2	111.7
<b>MÁXIMO</b> (mm)	171.7	157.4	163.3	131.6	132	129.5	160.5	162.9	152.4	132.1	133.2	141.1

Fuente: autor

Nota. Datos de la tabla estación Villa Leyva (IDEAM 2017)

La evaporación media mensual multianual registrada en la estación Villa Leyva es de 109,9 mm. Los meses de mayor evaporación son enero y marzo con valores medios de 130,4 mm y 124,4 mm respectivamente; los de menor evaporación son octubre y noviembre con valores medios totales de 104 y 92 mm, respectivamente. Respecto a los valores mínimos, la menor evaporación es de 67.7 mm, en el mes de diciembre y en cuanto a los máximos, se alcanzan hasta 171 mm, en el mes de enero.



Grafica 12. Evaporación estación Villa Leyva. Fuente: autor

Una vez se analizaron los registros de la evaporación se procedió, a realizar un análisis de manera conjunta de los registros de precipitación y evaporación de la estación Villa Leyva, tabla 20.

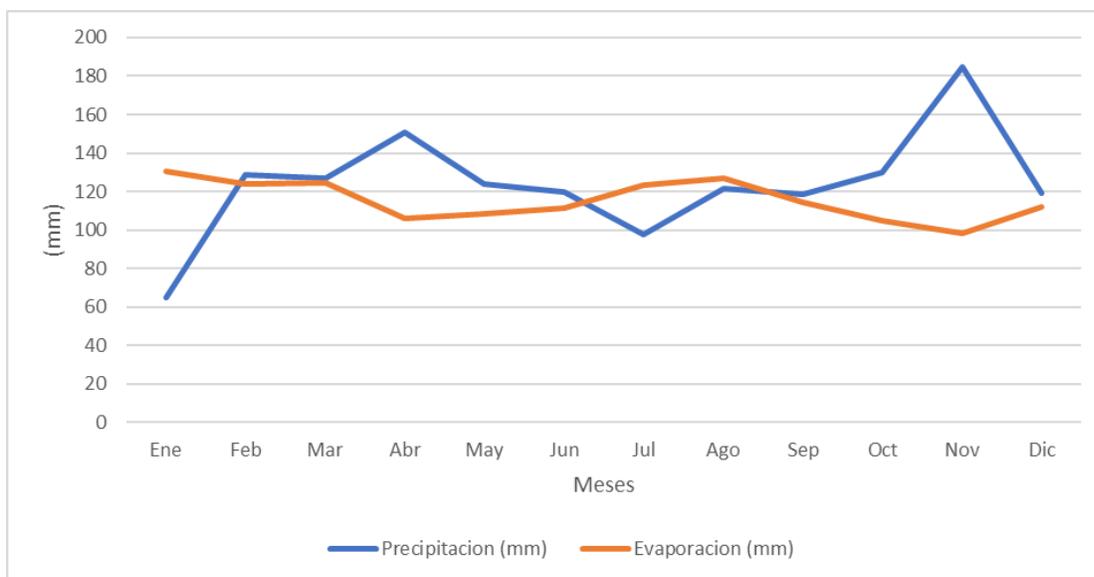
Tabla 20. Evaporación estación Villa Leyva

Promedios	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>MÍNIMO</b> (mm)	91.5	92.8	73.7	73.2	78.4	83	84.2	72.7	79.2	77.3	70.3	67.7
<b>MEDIO</b> (mm)	130.4	123.8	124.4	106.3	108.4	111.6	123.1	127	114.3	104.9	98.2	111.7
<b>MÁXIMO</b> (mm)	171.7	157.4	163.3	131.6	132	129.5	160.5	162.9	152.4	132.1	133.2	141.1

Fuente: autor

Nota. Datos de la tabla estación Villa Leyva (IDEAM 2017)

Se puede observar que solo se presenta un déficit de agua en el suelo los meses de enero, julio y agosto, la mayoría de los meses la precipitación es mayor a la evaporación.



Grafica 13. Deficiencia de agua en la estación Villa Leyva. Fuente: autor

### 2.3.7.2 Inventario de emisiones

La contaminación del aire en minería se debe a distintas sustancias que, según su estado físico, pueden clasificarse en partículas sólidas, líquidas, gases y vapores. Las partículas contaminantes en estado sólido, más conocidas por el nombre genérico de polvo, tienen diámetros comprendidos entre 1 y 1000mm y una composición química variable de acuerdo con su procedencia. Constituyen la principal fuente de contaminación de aire en minería, encontrándose su origen en la acción del viento sobre las superficies excavadas, en la manipulación de los materiales, en el tránsito de equipos y vehículos, etcétera. (Instituto Geológico y Minero de España, 2004)

Cuando una fuente emite contaminantes en la atmósfera, los contaminantes son transportados en el aire, se diluyen y son sujetos a cambios (físicos y químicos) en la atmósfera y finalmente alcanzan al receptor. (Fig. 25). Estos contaminantes pueden causar serios efectos en la salud de las personas y en el ambiente. (Alianza Mundial de Derecho Ambiental, 2010)

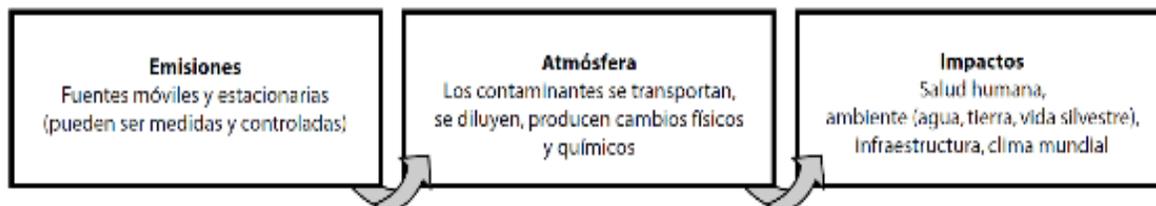


Figura 18. Transporte de contaminantes. Fuente: (Milleniun Ecosystem Assesment, 2005)

En el proyecto minero, las fuentes de emisiones atmosféricas están relacionadas fundamentalmente con los frentes de explotación, transporte de combustible, movimiento de maquinaria, en cuanto a la zona de influencia, corresponden a las generadas por sus habitantes y las actividades de ganadería existente.

Fuentes localizadas o puntuales existentes. El área donde se localiza el proyecto, corresponde zonas aisladas o de poco tránsito de cercanías del corregimiento de Vanegas, la cual

pertenece al municipio de Lebrija, y entre sus principales actividades esta la pesca y la minería de oro artesanal.

Las vías de acceso a estos corregimientos están compuestas por la antigua vía del ferrocarril la cual es una vía destapada sin ningún tipo de mantenimiento por parte de las autoridades locales.

### **2.3.7.3 Ruido**

Las fuentes de emisiones de ruido asociadas con la minería pueden incluir motores de vehículos, carga y descarga de material aurífero, generación de energía en las iluminaciones nocturnas de los frentes de trabajo, entre otras fuentes relacionadas con la construcción y actividades de la mina. Los impactos acumulativos de la excavación, transporte y almacenamiento pueden afectar a la vida silvestre y a las poblaciones aledañas. (Alianza Mundial de Derecho Ambiental, 2010).

#### **2.3.7.3.1 Fuentes de emisiones ruido en el área de influencia**

En términos generales, la zona se ubica en el valle medio del río Lebrija, en cuanto a la ocupación del territorio solo presenta un centro poblado (Vanegas) ubicado al Sur - Este del área de explotación del proyecto.

En el centro poblado y sus alrededores no se destacan fuentes específicas de contaminación por ruido, con excepción del aporte por el tránsito vehicular (en general motos), el cual se presenta con una frecuencia muy baja.

#### **2.3.7.3.2 Fuentes de emisiones ruido del proyecto en su área de influencia directa**

En general, las principales causas de ruido en el proyecto minero están asociados a las siguientes fuentes:

- Funcionamiento de motores. (retroexcavadoras, vehículos de transporte, generadores de energía)
- Arranque de material aurífero
- Descarga de material aurífero sobre la clasificadora
- Salida de los gases de escape

A continuación, se presenta tabla resumen de los niveles de ruidos presentados por las principales fuentes contaminantes del proyecto minero:

*Tabla 21. Rango de niveles medios de ruido por equipos*

<b>Equipo</b>	<b>dB (A)</b>
<b>Excavadora</b>	83 – 93
<b>Cargador</b>	93 – 96
<b>Camionetas</b>	55 – 65
<b>Descarga sobre la clasificadora</b>	70 – 80
<b>Motobomba alta presión</b>	56 - 60
<b>Motobomba</b>	35 - 45

*Fuente: autor*

## **2.4 Medio biótico**

### **2.4.1 Ecosistemas**

De acuerdo al documento Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia, las zonas del proyecto se encuentran dentro del Orobioma bajo de los Andes. Este Orobioma posee una extensión de 14.035.898 ha y se caracteriza por poseer los siguientes climas; templado seco (25%), templado húmedo (22%), templado muy húmedo (20%) y, en algunos sectores, climas

cálido húmedo (14%) y cálido muy húmedo (10%). Se localiza aproximadamente entre los 500 y 1.800 msnm, donde se presentan temperaturas superiores a 18 grados. El 51% del Orobioma se encuentra sobre la unidad geomorfológica de montaña fluviogravitacional y el 47% sobre montaña estructural erosional. Presenta coberturas de la tierra tales como bosques naturales (35%), pastos (23%), vegetación secundaria (20%) y áreas agrícolas heterogéneas (10%). En la tabla 22 se muestra el área de paisajes geomorfológicos y las coberturas de la tierra existentes dentro de Orobioma bajo de los Andes.

Con respecto al mapa de ecosistemas se determinó que las áreas de estudio cuentan con 5 ecosistemas, agrupados en el gran bioma Bosque Húmedo Tropical, Bioma Orobioma bajo de los Andes. (IDEAM, y otros, 2007)

El ecosistema que muestra mayor área corresponde a los pastos del Orobioma bajo de los Andes; con el 63.1 % del total del área. Seguido de las áreas Zonas Desnudas del Orobioma bajo de los Andes con el 30.8 % del total del área de la cuenca, en tercer lugar, se encuentra la Vegetación Secundaria del Orobioma bajo de los Andes 5.7%.

Tabla 22. Ecosistemas presentes en el área del proyecto

<b>Bioma</b>	<b>Ecosistema</b>	<b>Código</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Área %</b>
Orobioma bajo de los Andes	Bosques Naturales del Orobioma bajo de los Andes	1931	0.2	0.3
	Pastos del Orobioma bajo de los Andes	1923	35.7	63.1
	Vegetación Secundaria del Orobioma bajo de los Andes	1932	3.2	5.7
	Zonas Desnudas del Orobioma bajo de los Andes	1935	17.4	30.8
	Áreas Urbanas del Orobioma bajo de los Andes	1911	0.04	0.1

Fuente: Adaptado de (IDEAM, y otros, 2007)

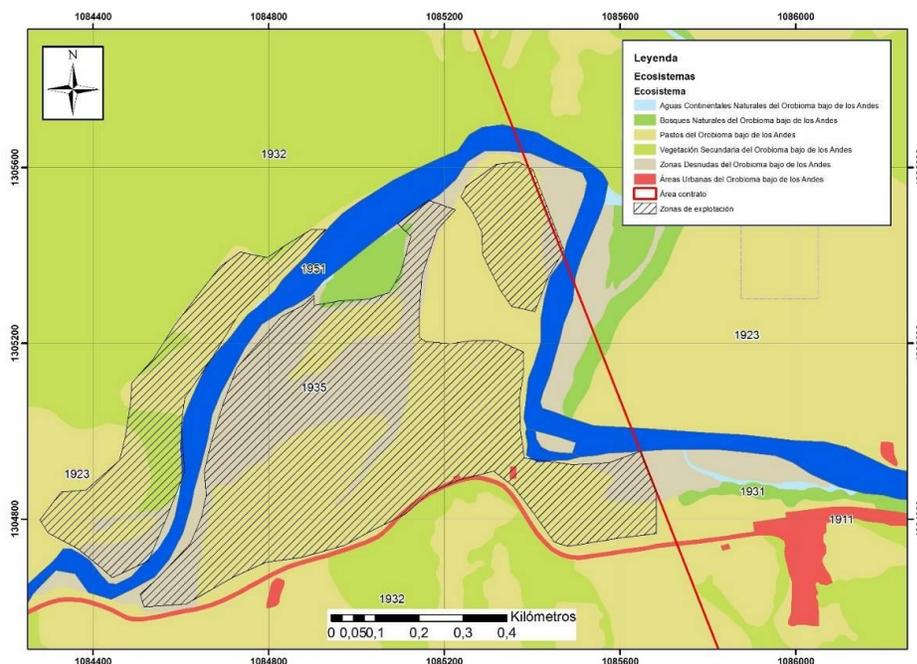


Figura 19. Ecosistemas continentales. Fuente: autor

### 2.4.2 Ecosistemas terrestres

Para el área de estudio los Ecosistemas transformados, (Pastos, Vegetación secundaria, y áreas urbanas), representan el 68.9% del total del área y los Ecosistemas Naturales (Bosques naturales y Zonas desnudas), el 31.1 % restante.

Tabla 23. Ecosistemas presentes área contrato

Estado Ecosistema	Área (Ha)	%
Ecosistemas Naturales	17,6	31,1
Ecosistemas Transformados	24,4	68,9

Fuente: autor

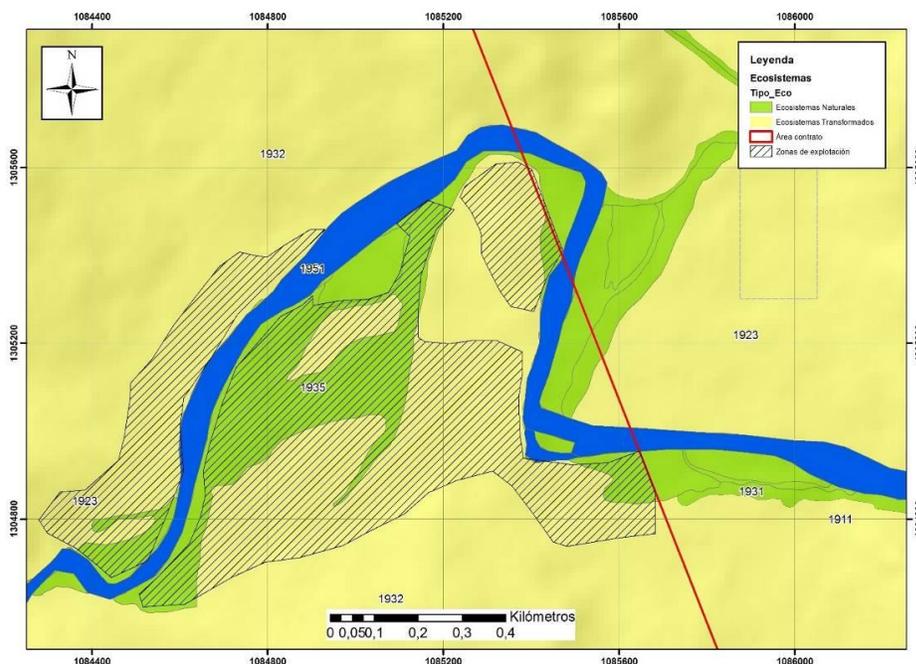


Figura 20. Ecosistemas naturales y transformados. Fuente: autor

### 2.4.3 Flora

La descripción de la flora existente en el área del proyecto, se orienta hacia el conocimiento de las coberturas presentes con el fin de generar herramientas suficientes para la evaluación de impactos ambientales del proyecto.

Para la realización del mapa de cobertura, se utilizó la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover, adaptada para Colombia. La cual tiene como propósito la realización de un inventario homogéneo de la cubierta biofísica (cobertura), de la superficie de la tierra, la cual se realizó a partir de la interpretación de imágenes (MAVDT, IDEAM, 2010) LANSAT 8 y ortofotos, las cuales fueron validadas con la realización de transectos en campo.

### 2.4.3.1 Coberturas de la tierra CORINE LAND COVER

Una vez realizado el plano de coberturas vegetales se logra identificar que, para el área del contrato de concesión minera, las coberturas de la tierra más representativas son la Vegetación secundaria baja (25.4%), seguidos de los Pastos enmalezados (21.20 %), en tercer lugar, se encuentran los pastos limpios (19.89 %).

Tabla 24. Coberturas Corine Land Cover

<b>Unidad de Cobertura</b>		<b>Área (Ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Territorio Agrícolas	Pastos Limpios	121,92	19,89
	Pastos enmalezados	129,94	21,20
	Pastos arbolados	112,56	18,36
Áreas Seminaturales	Vegetación secundaria baja	155,98	25,45
	Vegetación secundaria o en transición	55,89	9,12
	Zonas arenosas naturales	22,43	3,66
Territorios artificiales	Red vial ferroviaria y Terrenos asociados	1,83	0,30
	Tejido urbano discontinuo	0,17	0,03
	Superficies de agua	Aguas Continentales	12

Fuente: autor

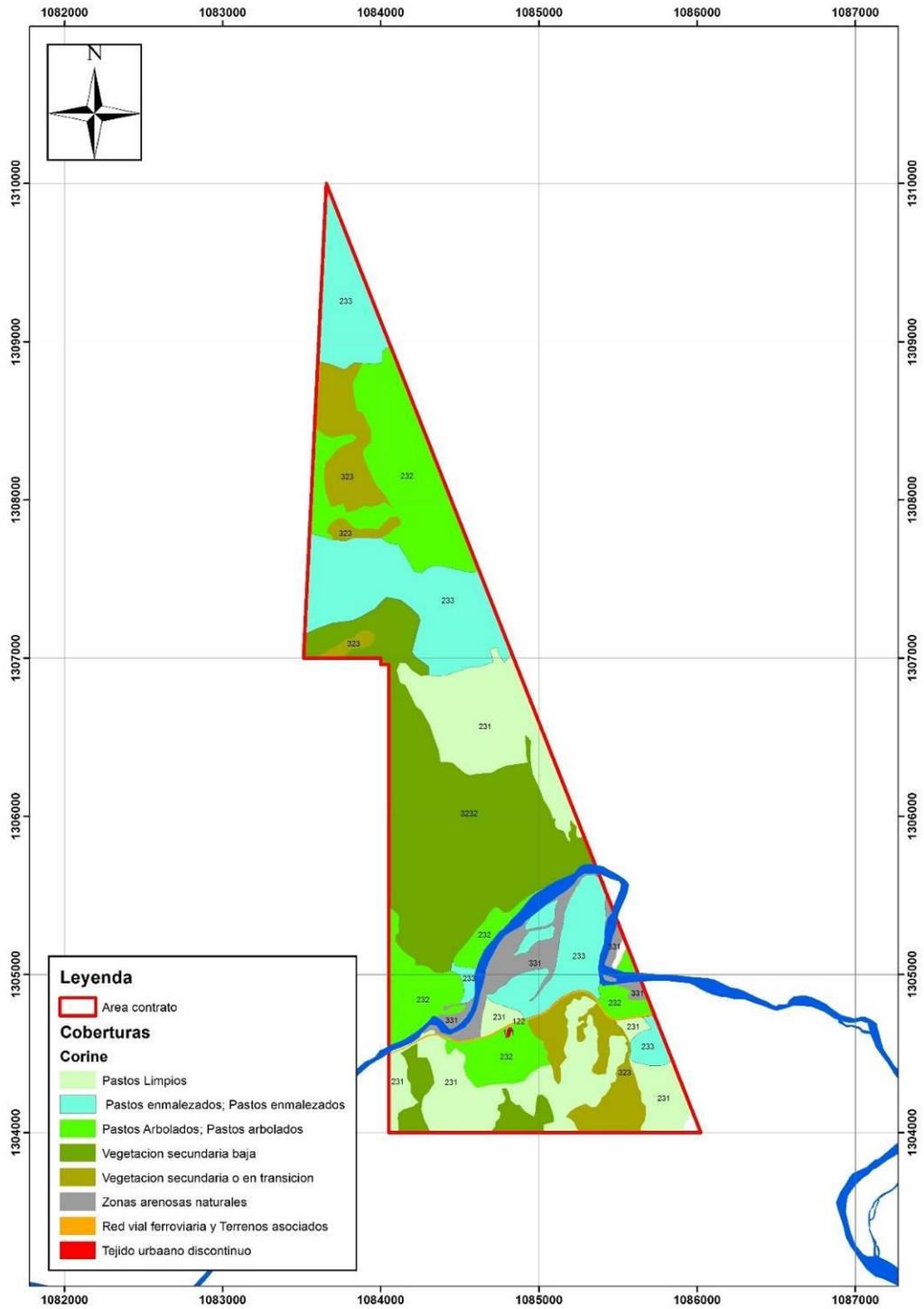


Figura 21. Cobertura Corine zona del proyecto. Fuente: autor

A continuación, se procede a la descripción de las coberturas de la tierra identificadas en el área del proyecto:

### **Territorios agrícolas**

Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho.

**Pastos.** Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno.



*Fotografía 2. Zona de pastos área del contrato. Fuente: autor*

**Pastos arbolados.** Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a 5 metros (m), distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de

la unidad de pastos. En Colombia, se ubican en general sobre áreas planas ganaderas de climas cálidos, principalmente en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Córdoba, Cesar, Magdalena, Santander, Sucre, Valle del Cauca y Caldas. (MAVDT & IDEAM, 2010)



*Fotografía 3. Zona de pastos arbolados área del contrato. Fuente: autor*

**Pastos enmalezados.** Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m. (MAVDT & IDEAM, 2010)



*Fotografía 4. Zona de pastos enmalezados área del contrato. Fuente: autor*

### **Bosques y áreas Seminaturales**

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación. (MAVDT & IDEAM, 2010)

**Vegetación secundaria baja.** Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o reforestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies.

La vegetación secundaria comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo-herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superan los 5 metros (m) y de cobertura densa. Por lo general corresponde con una fase de colonización de inductores preclimáticos, donde especies de una fase más avanzada se establecen y comienzan a emerger. (MAVDT & IDEAM, 2010)



*Fotografía 5. zona de vegetación secundaria área del contrato. Fuente: autor.*

**Zonas arenosas naturales.** Son terrenos bajos y planos constituidos principalmente por suelos arenosos y pedregosos, por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de Arbustal ralo y bajo. Se encuentran conformando playas litorales, playas de ríos, bancos de arena de los ríos y campos de dunas. También se incluyen las superficies conformadas por terrenos cubiertos por arenas, limos o guijarros ubicados en zonas planas de los ambientes litoral y continental, que actualmente no están asociadas con la actividad de los ríos, el mar o el viento. (MAVDT & IDEAM, 2010)



*Fotografía 6. Zonas arenosas naturales área del contrato. Fuente: autor.*

### **Territorios artificiales**

**Tejido urbano discontinuo.** Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación. Esta unidad puede presentar dificultad para su delimitación cuando otras coberturas de tipo natural y Seminaturales se mezclan con áreas clasificadas como zonas urbanas. (MAVDT, IDEAM, 2010)

#### **2.4.4 Fauna**

Para la descripción de la fauna presente en la zona de estudios se usó las bases de datos del Sistema de Información sobre la Biodiversidad de Colombia (SIB), con la cual se logró identificar las especies presentes en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, pero adicional a esto, se realizó recorridos en la zona, acompañados con personal especializado, (Biólogos) quienes generaron la siguiente información, posibilitando así la identificación de algunos individuos que se ubican dentro de las zonas a intervenir, de los cuales fue posible un registro fotográfico o registro post avistamiento.

Durante el desarrollo del trabajo de campo se identificaron algunas causas generadoras de pérdida de biodiversidad en el área de estudio entre estas: la cacería excesiva, la transformación del suelo, la inadecuada disposición de residuos sólidos, los vertimiento de aguas servidas, la extracción de material vegetal y animal de manera ilegal, minería, causas generadas por las bajas condiciones socioeconómicas (nivel educativo, fuentes de empleo, servicios básicos) de la población asentada en esta área.

De acuerdo a lo anterior, se esperaría que estas actividades afecten la composición y riqueza de las áreas naturales aledañas, especialmente actividades como la contaminación del agua, que sumado al especial interés en la cacería para venta y consumo de medianos y grandes mamíferos como *Cuniculus paca* y *Dasyprocta punctata* en la zona, pueden llegar a comprometer seriamente la biodiversidad.

La muerte inducida de cientos de peces periódicamente a causa de la dinámica natural de la represa de Bocas, según los locales, genera grandes pérdidas y dificultades, lo cual se agrava teniendo en cuenta la falta de áreas disponibles para el establecimiento de cultivos y cualquier otra actividad comercial que se pudiera desarrollar en la zona, por la falta de servicios básicos, vías y la ubicación de esta vereda.

### **Resultados generales.**

Para el área de estudio se realizaron en total doscientos treinta y cinco avistamientos de fauna (235) mediante la observación directa de la siguiente forma: (Aves: 199; Reptiles 26; Anfibios: 9 y Mamíferos 1). Los 235 individuos avistados fueron agrupados en 17 órdenes, 34 familias, 50 géneros y 56 especies.

.

.

Tabla 25. Resultados

No.	Orden	Familia	Especie	Nombre común
<b>Clase: Aves</b>				
1	Pelecaniformes	Ardeidae	Ardea alba	Garza real
2	Psittaciformes	Psittacidae	Brotogeris jugularis	Periquito bronceado
3	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo magnirostris	Gavilán caminero
4	Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus meridionalis	Águila sabanera
5	Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus griseus	Cucarachero chupahuevos
6	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes aura	Guala común
7	Coraciiformes	Alcedinidae	Chloroceryle amazona	Martín pescador-chana
8	Piciformes	Picidae	Colaptes punctigula	Carpintero buchipecoso
9	Piciformes	Picidae	Colonia colonus	Atrapamoscas rabijunco
10	Columbiformes	Columbidae	Columbina talpacoti	Tortolito común
11	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps atratus	Gallinazo común
<b>No.</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
12	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga ani	Garrapatero común
13	Passeriformes	Thraupidae	Euphonia laniirostris	-
14	Passeriformes	Icteridae	Icterus mesomelas	Turpial coliamarillo
15	Passeriformes	Icteridae	Leistes militaris	Soldadito
16	Passeriformes	Tyrannidae	Megarhynchus pitangua	Atrapamoscas picudo
17	Piciformes	Picidae	Melanerpes rubricapillus	Carpintero habado
18	Falconiformes	Falconidae	Milvago chimachima	Pigua
19	Passeriformes	Icteridae	Molothrus bonariensis	Chamón parásito
20	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus apicalis	Atrapamoscas apical
21	Galliformes	Numididae	Numida meleagris	Gallineto
22	Accipitriformes	Pandionidae	Pandion haliaetus	Águila pescadora
23	Suliformes	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax olivaceus	Pato pescador
24	Pelecaniformes	Threskiornithidae	Phimosus infuscatus	Coquito
25	Piciformes	Ramphastidae	Pteroglossus torquatus	Túcan collarejo
26	Passeriformes	Icteridae	Quiscalus lugubris	Chango llanero
27	Passeriformes	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	Sangre de toro

28	Passeriformes	Emberizidae	Sporophila luctuosa	Espiguero negriblanco
29	Passeriformes	Thraupidae	Thraupis episcopus	Azulejo común
30	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Sisirí común
31	Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus savana	Tijereta gris

**Clase: Mammalia**

32	Cingulata	Dasypodidae	Dasyopus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas, armadillo común
----	-----------	-------------	-----------------------	---

**Clase: Reptilia**

33	Squamata	Corytophanidae	Basiliscus basiliscus	Lagartija jesucristo, basilisco o cucurucho
34	Crocodylia	Alligatoridae	Caiman crocodilus	Caiman común, Babilla
35	Squamata	Teiidae	Cnemidophorus lemniscatus	Lagartija
36	Squamata	Iguanidae	Iguana iguana	Iguana común

---

*Fuente: (Cacerez, 2016)*



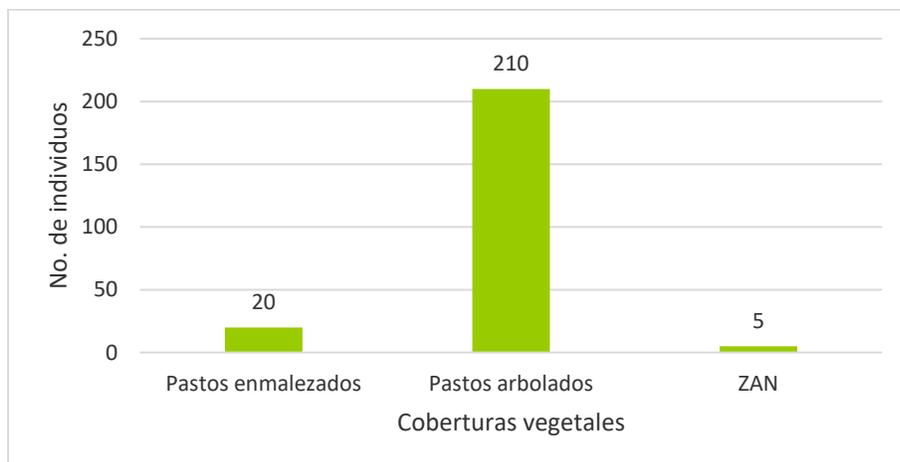
*Fotografía 7. Registro fotográfico de diferentes especies de fauna presente en el área. Fuente: autor*

La diversidad y riqueza de algunos grupos fue muy alta baja debido al tamaño del parche, principalmente las aves, siendo las más abundantes especies directamente asociadas al río. Sin embargo, la continuidad de estas con otros ecosistemas y el recurso hídrico presente, se ven afectados por el alto grado de contaminación de las fuentes hídricas del sitio y transformación agroforestal de los bosques de galería adyacentes.



*Fotografía 8. Registro fotográfico de diferentes especies de fauna presente en el área. Fuente: autor*

A continuación, se presenta la cantidad de especies por cobertura, aclarando que la caracterización de fauna, solo se realizó para las zonas de explotación del proyecto.



*Grafica 14. Fauna por cobertura. Fuente: autor*

#### **2.4.5 Ecosistemas estratégicos, sensible y área protegidas**

El área del contrato, así como su área de influencia ambiental directa e indirecta no presenta estos tipos de ecosistemas, ni áreas protegidas contemplados en la Ley 2 de 1959 y otras leyes que protegen estos espacios, tales como, humedales, áreas de reservas, parques, etcétera.

Como se puede observar en los siguientes mapas, los cuales son el resultado de la superposición del área de estudio con las capas de parques nacionales, paramos, reservas forestales, etcétera, obtenidas de la página del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y procesadas en el software SIG y, según lo consultado en los Visores de Tremartos Colombia 3.0 (Conservación Internacional).

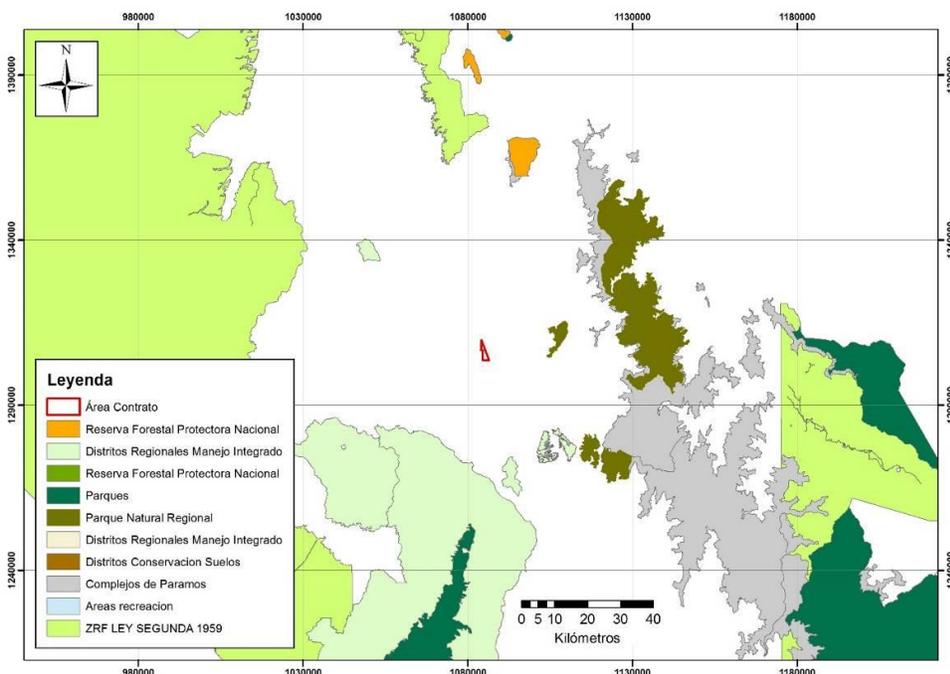


Figura 22. Ecosistemas estratégicos (SIAC). Fuente: (IDEAM, 2016)

## 2.5 Medio socioeconómico

La presente caracterización, fue desarrollada mediante el análisis de los diferentes componentes socioeconómicos del área de influencia directa, con el fin de dimensionar el impacto que el proyecto puede ocasionar en la dinámica social, económica y cultural de la zona.

### 2.5.1 Componente demográfico

**Demografía:** el área de estudios se encuentra localizada en la parte norte del municipio de Lebrija y al oeste del municipio de Rionegro conformada por la cabecera del corregimiento de la vereda de Vanegas y, debido a que la tenencia de la tierra es de pocos terratenientes, la población en general se encuentra ubicada en este corregimiento.

El 90% de sus habitantes son de la zona, y el 10% restante vienen principalmente de la cabecera municipal, y otros departamentos.

Tabla 26. Numero habitantes zona de influencia

Vereda	No. Habitantes	De No. Casas	De No. Familias	No. Hogares por Vivienda			Cabeza de Familia	
				Uno	Dos	Tres	Hombre	Mujer
Vanegas	151	35	42	22	5	1	36	6

Fuente: (Alcandía Municipal de Lebrija, 2003)

### 2.5.2 Componente Espacial

El análisis correspondiente a este ítem se basa en las observaciones en campo y en entrevistas a sus pobladores, ya que en los EOT y POT, de los municipios de Lebrija y Rionegro difieren mucho de la realidad, y son zonas apartadas del casco urbano con un notable abandono por parte del estado.

#### Servicios Públicos

- **Acueducto:** los habitantes de Vanegas, toma su agua de pequeños nacimientos cercanos a sus poblaciones y cuentan con un tanque central de almacenamiento. De donde se distribuyen el agua a las diferentes viviendas, no cuentan con ningún tipo de tratamiento, y el estado no genera ningún tipo de control sobre estos acueductos veredales.
- **Disposición de excretas:** el 40% de las viviendas cuenta con pozos sépticos, un 20% dirige sus descargas directamente al río Lebrija, mientras que la población restante, tiene sus sitios de descarga al aire libre en zonas cercanas a sus viviendas.
- **Sistema de recolección y disposición de basuras:** la población no cuenta con sistema de recolección de basuras, y la disposición se realiza en algunos casos en botaderos a cielo abierto, mientras que algunas son quemadas en lugares aledaños a sus viviendas.

- **Electrificación:** este servicio es eficiente, toda la cabecera corregimental cuenta con redes, no hay alumbrado público. Algunas viviendas dispersas alrededor de las veredas no cuentan con el servicio eléctrico.
- **Telecomunicaciones:** en el corregimiento de Vanegas solo es posible acceder a la telefonía móvil, mediante la instalación de antenas individuales por parte de los pobladores. No hay servicio de telefonía fija, ni servicio de internet en la zona.

### **Servicios Sociales**

- **Infraestructura educativa y de salud:** en cuanto a la educación se cuenta con la Institución Educativa Vanegas, la cual tiene dos sedes, la sede A que se encuentra en el casco urbano de Vanegas y cubre hasta el grado 5° de Primaria, y la sede B que se encuentra en el Casco urbano del Conchal y cubre desde 1° primaria hasta 9° Básica Secundaria, en la zona no hay instituciones que les permitan acceder a 10° y 11° por lo que algunos deben desplazarse hasta el corregimiento de Bocas en Girón para poder terminar sus estudios de Bachillerato.
- No hay acceso a servicio de salud de ningún nivel, en general los pobladores deben desplazarse a las cabeceras Municipales (Lebrija o Rionegro) para atender sus necesidades de Salud, en la región en los últimos años no se han presentado jornadas de salud por parte de las alcaldías o de la Gobernación de Santander.
- **Infraestructura recreativa y deportiva:** la zona solo cuenta con una cancha de futbol en el corregimiento de Vanegas.

- **Características de las viviendas:** las viviendas de la zona, están construidas en ladrillo, algunas en tapia pisada, bahareque, tablón, pisos de tierra y techos de zinc, teja de barro y nacuma, así como muros de ladrillo cocido, pisos de cemento y techos de Eternit.
- En general son zonas muy aisladas, solo cuenta con el servicio de transporte que presta la empresa Lusitania.

### **2.5.3 Componente económico**

La mayoría de los habitantes son propietarios de sus viviendas, pero hay una pequeña porción que invadió viejos edificios pertenecientes a Ferrocarriles Nacionales, en general la tenencia de la tierra es de pocos terratenientes.



*Fotografía 9. Edificio de ferrocarril invadido en el corregimiento de Vanegas del municipio de Lebrija. Fuente: autor.*

**Procesos productivos:** las actividades económicas de la región están basadas en la pesca 31% y el barequeo 44% (Minería de oro artesanal) principalmente con un pequeño grupo que se desempeña labores agrícolas y ganaderas 16% en las haciendas de la zona.

## **2.6 Servicio Ecosistémicos**

Se presenta a continuación la descripción y caracterización de los servicios ecosistémicos del medio biótico del área de influencia directa del proyecto.

### **2.6.1 Análisis de la oferta de servicios ecosistémicos**

Para dicho análisis se toma como referencia el área de influencia directa del proyecto definida para 86,26 Ha que conforma las coberturas terrestres, también se incluye el río Lebrija a su paso por el área del proyecto.

Para entender los servicios ecosistémicos debemos comprender que todas las personas del mundo dependen por completo de los ecosistemas de la Tierra y de los servicios que éstos proporcionan, como los alimentos, el agua, la gestión de las enfermedades, la regulación del clima, la satisfacción espiritual y el placer estético. (Milleniun Ecosystem Assesment, 2005), y partiendo del anterior enunciado podemos definir a los servicios ecosistémicos como los bienes que la sociedad obtiene de la naturaleza.

### 2.6.1.3 Identificación de los Servicios Ecosistémicos presentes en la zona de estudio

Una vez se caracterizaron los bienes ambientales se procede a identificar los servicios ambientales existentes en la zona. Caracterización que genero las herramientas suficientes para identificar los Servicios Ecosistémicos presentes en la Zona.

Para el AID, en general, (Zonas de explotación), Se identificaron los siguientes Servicios Ecosistémicos

Tabla 27. Resumen servicios ecosistémicos

<b>Servicios de Aprovisionamiento</b>	<b>Servicios de Regulación</b>	<b>Servicios Culturales</b>	<b>Servicios de soporte</b>
Provisión de alimentos	Regulación de gases atmosféricos.	Recreación	Reciclado de nutrientes.
Provisión de materia prima (combustibles)	Regulación del clima		Formación de suelo
Provisión de recursos medicinales	(Moderación del clima y la temperatura		Polinización
			Habitad biodiversidad

Fuente: Adaptada de (Integral, 2015)

El área de influencia del proyecto presenta una pequeña oferta de servicios ecosistemas, si bien está directamente relacionada con su tamaño, también se debe a la gran degradación de la zona. Es importante mencionar, que debido a las escasas oportunidades de trabajo en la zona del proyecto, la demanda por parte de los habitantes de los servicios ambientales es alta, y ejercen gran presión sobre la fauna, la cual es usada como insumo en la producción de alimentos.

A continuación, se detalla para cada uno de los bienes ambientales identificados, el servicio ambiental prestado.

### **Servicios ecosistémicos provistos por la bien flora**

Debido a que los tipos de cobertura que se encuentran en la zona del proyecto son pastos arbolados, pastos enmalezados y zonas arenosas naturales, son usados para la siembra de productos de pan coger por un pequeño grupo de habitantes, y el pastoreo vocacional de ganado vacuno.

*Tabla 28. Servicios ecosistémicos flora*

<b>Bien ambiental</b>	<b>Bien ambiental identificado</b>	<b>Clase de servicio ecosistémicos</b>	<b>Servicio ecosistémico ofrecido</b>
Flora	Pastos arbolados	Soporte	Reciclado de nutrientes Polinización
		Regulación	Regulación de gases atmosféricos
		Aprovisionamiento	Provisión de materias primas Provisión de recursos medicinales
		Culturales	Recreación
		Soporte	Reciclado de nutrientes Polinización
	Pastos enmalezados	Regulación	Regulación de gases atmosféricos
		Aprovisionamiento	Provisión de materias primas Provisión de recursos medicinales

		Provisión de alimentos
	Soporte	Reciclado de nutrientes
		Polinización
Zonas arenosas naturales	Regulación	Regulación de gases atmosféricos
	Aprovisionamiento	Provisión de materias primas
		Provisión de recursos medicinales
	Culturales	Recreación

Fuente: Adaptada de (Integral, 2015)

### Servicios ecosistémicos provistos por el bien fauna

Debido a la presión que los pobladores ejercen sobre la fauna de la zona, el servicio ecosistémico ofrecido por este bien ambiental es muy reducido, ya que han generado un desplazamiento de la fauna hacia las zonas altas de la región, sin embargo, la poca fauna identificada ofrece servicio ecosistémico los cuales se mencionan a continuación.

Tabla 29. Servicio ecosistémicos fauna

Bien ambiental	Bien ambiental identificado	Clase de servicio ecosistémicos	Servicio ecosistémico ofrecido
		Soporte	Reciclado de nutrientes
	Avifauna		Polinización
Fauna		Aprovisionamiento	Provisión de alimentos
			Provisión de recursos medicinales
	Mastofauna	Soporte	Reciclado de nutrientes
			Polinización

---

		Provisión de materias primas
	Aprovisionamiento	Provisión de recursos medicinales
		Provisión de alimentos
		Reciclado de nutrientes
Herpetofauna		Provisión de materias primas
	Aprovisionamiento	Provisión de recursos medicinales

---

*Fuente: Adaptada de (Integral, 2015)*

### **Servicios ecosistémicos provistos por el bien suelo**

Como se mencionó, el suelo como bien ambiental se analiza desde el punto de vista de su uso. Aunque las zonas del proyecto pertenecen a la finca el Paso, la cual perteneció al Fondo Ganadero de Santander, en la actualidad son terrenos abandonados y con pequeñas zonas de pastoreo, y su uso más habitual es el de pequeña minería realizada por los habitantes de Vanegas.

Tabla 30. Servicio ecosistémicos suelo

Bien ambiental	Bien ambiental identificado	Clase de servicio ecosistémicos	Servicio ecosistémico ofrecido
Fauna		Soporte	Reciclado de nutrientes Formación de suelo
		Aprovisionamiento	Provisión de alimentos
		Provisión de materias primas	
	Zona de extracción minera	Aprovisionamiento	Provisión de material primas (oro)

Fuente: Adaptada de (Integral, 2015)

### Servicios ecosistémicos provistos por el bien agua

En cuanto a los servicios ecosistémicos ofrecidos por el río Lebrija, estos se han visto afectados por la gran contaminación de esta corriente, debido a que recibe el agua residual de varios municipios de la región, incluido Bucaramanga y área metropolitana.

Tabla 31. Servicio ecosistémico bien río

Bien ambiental	Bien ambiental identificado	Clase de servicio ecosistémicos	Servicio ecosistémico ofrecido
		Soporte	Habitad biodiversidad
		Regulación	Regulación de gases atmosféricos Regulación del clima (Moderación del clima y la temperatura) Regulación del ciclo hidrológico y Control de flujos de agua
		Aprovisionamiento	Provisión de materias primas Provisión de alimentos
		Culturales	Recreación
Agua	río Lebrija		

Fuente: Adaptada de (Integral, 2015)

En general para la Comunidad el principal proveedor de servicios ambientales es el río Lebrija, ya que la mayoría de ellos basa su economía en los productos que obtiene de él.

### 3. Zonificación Ambiental

#### 3.1 Zonificación Ambiental

La Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales como documento rector para fuentes de información y metodologías, define para la zonificación ambiental que, a

partir de la caracterización ambiental del área de estudio, se elaboran los mapas temáticos que permiten definir las áreas zonificadas. Por lo tanto, la zonificación ambiental se refiere a un proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo a factores físicos, biológicos, socioeconómicos, étnicos y culturales (MAVDT 2010) la cual clasifica las áreas en:

- **Áreas de especial significado ambiental** como áreas naturales protegidas, ecosistemas sensibles, rondas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas o en peligro crítico, áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación y, zonas de paso de especies migratorias.
- **Áreas de recuperación ambiental** tales como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas. Áreas de riesgo y amenazas tales como áreas de deslizamientos e inundaciones.
- **Áreas de producción económica** tales como ganaderas, agrícolas, mineras, entre otras.
- **Áreas de importancia social** tales como asentamientos humanos, de infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural. (MAVDT, 2010).

### **Criterios para la Sensibilidad**

Se define como el potencial de afectación (transformación o cambio) que puede sufrir o generar un área determinada, como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos que lo caracterizan, debido a la intervención de una actividad o proyecto o evento climático. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & ANLA, 2013)

Los criterios usados para la siguiente Zonificación ambiental son los de Importancia o Significancia y Sensibilidad o Vulnerabilidad establecidos en los términos de referencia para la

elaboración del estudio de impacto ambiental para proyectos de explotación de yacimientos de oro a cielo abierto; adaptados por (ECOPETROL, 2012) en su metodología para la Zonificación Ambiental de sus proyectos, y los cuales son descritos en la tabla 32.

*Tabla 32. Criterios de calificación para sensibilidad biótica, abiótica y socioeconómica*

<b>Clasificación sensibilidad</b>	<b>Criterios abióticos y bióticos</b>	<b>Criterios socioeconómicos</b>
Muy Baja	Unidades del medio físico-biótico que poseen una alta y muy alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una buena resistencia a sufrir cambios, su recuperación se da por mecanismos naturales en el largo plazo.	Se tiene en cuenta las unidades poblacionales, y su nivel de baja sensibilidad está dada por la baja vulnerabilidad y fragilidad de acuerdo con la presencia de centros poblados, actividades industriales, afectaciones a infraestructura vial, centros recreacionales o áreas de interés común.
Baja	Unidades que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia moderada a sufrir cambios.	Se tiene en cuenta las unidades poblacionales, y su nivel de moderada sensibilidad está dada por la vulnerabilidad y fragilidad de acuerdo con la presencia de centros poblados, actividades industriales, afectaciones a infraestructura vial, centros.
Moderada	Unidades que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia media a sufrir cambios.	Se tiene en cuenta las unidades poblacionales, y su nivel medio de sensibilidad está dada por la vulnerabilidad y fragilidad de acuerdo con la presencia de centros poblados, actividades industriales, afectaciones a infraestructura vial, centros.
Alta	Unidades del medio físico-biótico que poseen una baja capacidad de retornar a su estado original ante una	Se tiene en cuenta las unidades poblacionales, y su nivel alto de sensibilidad está dada por la vulnerabilidad y fragilidad de acuerdo con la presencia de

intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios. centros poblados, actividades industriales, afectaciones a infraestructura vial, centros.

Muy Alta	Unidades que poseen una muy baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que, por ende, tienen una baja resistencia a sufrir cambios.	Se tiene en cuenta las unidades poblacionales, y su nivel muy alto de sensibilidad está dada por la vulnerabilidad y fragilidad de acuerdo con la presencia de centros poblados, actividades industriales, afectaciones a infraestructura vial, centros.
----------	--	--

*Fuente: (ECOPETROL, 2012)*

### **3.1.1 Zonificación intermedia**

Con el fin de obtener una síntesis del territorio en términos de su sensibilidad ambiental a continuación, se describen las variables seleccionadas en cada uno de los componentes detallando los criterios establecidos y sus respectivas escalas de calificación. Este análisis se realizó en el área de influencia directa de cada uno de los medios.

#### **3.1.1.1 Zonificación intermedia del medio abiótico**

El análisis de sensibilidad de este medio se realizó a partir de las variables de Estabilidad Geotécnica, Hidrología superficial, pendientes y riesgo de erosión. A continuación, se procederá a la creación de los mapas base para la zonificación intermedia del medio biótico, se determinó el uso de 4 variables teniendo en cuenta la información obtenida del medio abiótico, las cuales se identifica, describen y ponderan en la siguiente tabla.

*Tabla 33. Variables del medio abiótico*

<b>VARIABLE</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
-----------------	-----------------	--------------------	--------------

<b>Estabilidad geotécnica</b>	Inestable	Considerados en ello a los terrenos compuestos por depósitos de ladera asociados a procesos de remoción.	9
	Potencialment e inestable	Dentro de esta categoría es posible considerar las laderas erosionales, escarpes rocosos y lomerío de origen estructural, con pendientes altas a moderadas y estabilidad media a baja.	6
	Relativament e estable	Es posible considerar como zonas de estabilidad alta a media, las planicies de origen aluvial con pendientes bajas y alta estabilidad.	3
	Estable	Terrenos muy estables, asociados a planicies con pendiente plana.	1
<b>Hidrogeología superficial</b>	Zonas de Mayor Interés hidrogeológico	Corresponden a regiones de alta permeabilidad, ya sea primaria o secundaria, que alimentan formaciones geológicas de alta productividad, con capacidades específicas superiores a 1.1 lps/m, conformando acuíferos de gran importancia. Por su alto potencial hidrogeológico ya que son zonas de recarga hídrica, se debe tener un manejo especial.	8
	Zonas de Moderado Interés hidrogeológico	Son regiones de moderada permeabilidad, ya sea por porosidad primaria o secundaria, que en función de los excesos del ciclo hidrológico y por efecto de la infiltración se convierten en escorrentía subsuperficial o en su defecto alimentan acuíferos de mediana productividad, con capacidad específica entre 0.1 y 1.1 lps/m.	4
	Zonas de Bajo Interés hidrogeológico	Se encuentran en áreas de baja o nula permeabilidad, sin posibilidad de infiltrar o alimentar acuíferos, donde el agua fluye superficialmente, considerada sin ninguna utilidad para el aprovechamiento de aguas subterráneas y actúan como zonas de escorrentía.	2
<b>Pendientes</b>	Muy Alta	Corresponde a aquellos terrenos con pendiente superior a los 45°.	8

	Alta	Corresponde a terrenos cuya pendiente oscila entre los 30° -45°.	4
	Moderada	Corresponde a terrenos cuya pendiente oscila entre los 15° -30°.	2
	Baja y muy baja	Corresponde a terrenos cuya pendiente es menor a los 15°.	1
<b>Riesgo de erosión</b>	Severa	Terrenos con pendientes fuertes, sin cobertura vegetal con riesgo alto de erosión.	6
	Moderada	Terrenos con pendientes moderadas, provistos de poca cobertura vegetal con riesgo de erosión.	5
	Baja	Corresponde a suelos poco susceptibles a procesos de erosión concentrada, manifestando erosión superficial o laminar.	2
	Sin erosión	Terrenos con pendientes suaves, provistos de buena cobertura vegetal sin riesgo de erosión.	1

*Fuente: (ECOPETROL, 2012)*

### 31.1.1.1 Estabilidad Geotécnica

En la fig. 36 se muestra el mapa de estabilidad geotécnica, y en la tabla 34 se pueden apreciar las hectárea (ha) y los porcentajes de área que ocupa cada una de las variables de estabilidad geotécnica aplicadas, apreciando que para el área del contrato el 19,5% son áreas estables, 56,85 tiene una estabilidad relativa, mientras el 23,34% son potencialmente inestables, debido a factores como el nivel de pendiente y al deforestación apreciada en esta zonas, se resalta que para el área de explotación el 100% corresponde a zonas estables.

Tabla 34. Sensibilidad geotécnica del área

<b>Variable</b>	<b>Área contrato (Ha)</b>	<b>% de la zona contrato</b>	<b>Área Zona explotación (Ha)</b>	<b>% de la zona de explotación</b>
Estable	121,55	19,81	50,8	100
Relativamente Estable	348,82	56,85		
Potencialmente Inestable	143,19	23,34		

Fuente: autor

### 3.1.1.1.2 Hidrogeología superficial

Este componente se analizó a partir de la vulnerabilidad de las fuentes hídricas superficiales y de la existencia de zonas con alta bajo o media permeabilidad, que permitan la formación de acuíferos.

En la fig. 37 se muestra el mapa de sensibilidad de hidrogeología superficial, y en la tabla 35 se pueden apreciar las hectárea (ha) y los porcentajes de área que ocupa cada una de las variables de estabilidad hidrología superficial aplicadas, apreciando que para el área del contrato el 32,35% son áreas de bajo interés, 39,11 son de moderado, mientras el 28,53% son de alto interés, se resalta que para el área de explotación el 93% corresponde a zonas de bajo interés hidrológico y solo un 6,4 presenta un interés moderado, debió a pequeños caños que realizan cortos recorrido en dichas áreas.

Tabla 35. Sensibilidad hidrológica

Variable	Área contrato (Ha)	% de la zona contrato	Área Zona explotación (Ha)	% de la zona de explotación
Zonas de bajo interés hidrogeológico	198,49	32,35	47,5	93,50393701
Zonas de moderado interés hidrogeológico	239,98	39,11	3,3	6,496062992
Zonas de mayor interés hidrogeológico	175,06	28,53		

Fuente: autor

### 3.1.1.1.3 Pendientes

Como se explicó en el ítem de geotecnia en el área del contrato de concesión, solamente se reconocen 3 rangos de pendientes.

#### Zonas de pendiente entre 0 % – 15% Planicies

Son zonas correspondientes a las planicies por donde corre el río Lebrija a su paso por la concesión y sus áreas aledañas, están constituidas generalmente por depósitos aluviales asociados a la dinámica fluvial del río y sus tributarios, y sus áreas aledañas por Lutitas blandas, gris oscuro a gris verdosa, con capas delgadas Limolíticas y con la ocurrencia de mantos de carbón en la parte superior. Ocupan un área de 401 ha de la concesión minera, y el 100% de las zonas de explotación

#### Zonas de pendiente entre 15 % – 30% Pendientes bajas

Son las pendientes bajas que se localizan en la zona norte y la zona sur del área de explotación, Ocupan un área de 204 ha, del contrato de concesión.

### Zonas de pendiente entre 30 % – 50% Pendiente moderadas

Solo se presentan en algunos sectores del contrato, en la zona norte, en la parte alta de la quebrada Gerias, cubren un área de 7,9 ha. En el caso de las zonas de explotación el 100% se encuentra zonas con pendientes bajas o planicies.

Tabla 36. Sensibilidad pendiente

Variable	Área contrato (Ha)	% de la zona contrato	Área Zona explotación (Ha)	% de la zona de explotación
Pendiente Baja muy baja	401,33	65,41	50,8	100
Pendiente moderada	204,24	33,29		
Pendiente alta	7,97	1,30		

#### 3.1.1.1.4 Riesgo de erosión

En al mapa de riesgo de erosión de Colombia, presentado por el IDEAM, la zona del contrato esta zonificada con un riesgo de erosión bajo, sin embargo, se zonificaron algunas zonas con riesgo moderado tomando en cuenta que son zonas con pendientes moderadas, desprovista de vegetación.

Para la delimitación de las zonas de erosión moderada se usaron imágenes satelitales Sentinel 2<sup>a</sup> (S2A\_MSIL1C\_20170104T152622\_N0204\_R025\_T18NXP\_20170104T152625)), con resolución de 10m, la cual mediante la herramienta de clasificación supervisado del software GIS, permite identificar ciertas zonas por medio del análisis estadístico multivariado, proceso que identifica los valores de cada pixel de la imagen de una o varias bandas, para luego crear y evaluar las clases o clúster (firmas), y finalmente reclasifica de acuerdo a las probabilidades de cada clase.

En la fig. 39 se muestra el mapa de riesgo de erosión, y en la tabla 37 se pueden apreciar las hectáreas (ha) y los porcentajes de área que ocupa cada una de las variables de riesgo de erosión aplicadas, apreciando que para el área del contrato el 78,39% son áreas de erosión baja, y 21,61% son de riesgo moderado, se resalta que para el área de explotación el 100% corresponde a zonas de erosión baja.

Tabla 37. Sensibilidad riesgo de erosión

Variable	Área contrato (Ha)	% de la zona contrato	Área explotación (Ha)	% de la zona explotación
Erosión baja	481,26	78,39	50,8	100
Erosión moderada	132,67	21,61		

Fuente: autor

#### 3.1.1.1.4 Resultado de la zonificación intermedia del medio abiótico

Una vez realizada la superposición de cada una de los mapas de las variables que se tuvieron en cuenta para el análisis de sensibilidad abiótica, se obtiene el mapa de zonificación intermedia (Fig.40), el cual proporciona la información necesaria para poder caracterizar la sensibilidad del área del proyecto desde el punto de vista abiótico.

$$Sen - Abiotica = \sum Estabilidad_{geo}; Hidrologia_{sup}; Pendientes; Riego_{ero}$$

Tabla 38. Sensibilidad abiótica

<b>Sensibilidad Física</b>	<b>Área del contrato</b>	<b>% Área</b>	<b>Área zona de explotación</b>	<b>% área zona de explotación</b>
<b>Muy Baja</b>	0	0%	0	0%
<b>Baja</b>	407,99	66,5%	50,8	100%
<b>Moderada</b>	204,71	33,41%	0	0%
<b>Alta</b>	0	0%	0	0%
<b>Muy Alta</b>	0	0%	0	0%

Fuente: adaptada (ECOPETROL, 2012)

Las áreas de sensibilidad ambiental baja corresponden al 66,5% del área del contrato, y al 100% de las zonas de explotación, y son zonas que se caracterizan por pendientes suaves, menores del 15%, constituidos por suelos de origen aluvial, bien drenados y muy estables, con nivel freático a profundidades medias, (mayor a 10m), en general son suelos con mínimas condiciones de inestabilidad.

El área de sensibilidad ambiental moderada ocupa del 33,51% del área del contrato de concesión, y no se encontró sensibilidad moderada en las zonas de explotación, corresponden a zonas que, con pendientes moderadas y una erosión moderada en las áreas desprovistas de vegetación, elementos que pueden generar algún tipo de inestabilidad a futuro.

Tabla 39. Niveles de sensibilidad abiótica

Rango	Sensibilidad abiótica
1 - 6	Muy Baja
7 -13	Baja
14 - 20	Moderada
21 - 27	Alta
28 - 33	Muy Alta

Fuente: (ECOPETROL, 2012)

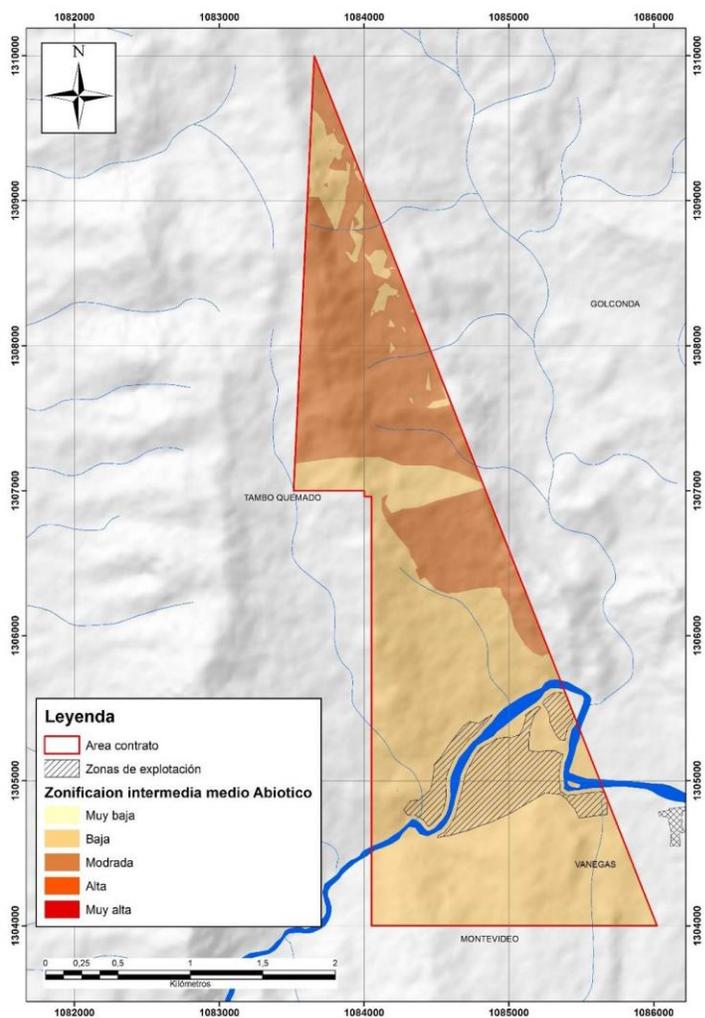


Figura 23. Zonificación intermedia medio Abiótico. Fuente: autor

### 3.1.1.2 Zonificación intermedia del medio biótico

En la zonificación del medio Abiótico, solo se usa la cobertura vegetal y los ecosistemas acuáticos, cuyos datos fueron obtenidos de los trabajos de campo realizados en la zona.

$$Sen - Biotica = \sum Ecosistemas_{Terrestres}, Ecosistemas_{acuaticos}$$

Se toma como base el mapa de coberturas vegetales, y se procede a valorar de acuerdo al rango de sensibilidad propuesto por la metodología (Tabla 40) para cada unidad de cobertura.

A continuación, se procederá a la creación de los mapas base para la zonificación intermedia del medio abiótico.

Tabla 40. Variables del medio biótico

Zonificación	Variable	Valor	Sensibilidad Ambiental
<b>Territorios Agrícolas</b>	Pastos Limpios	5	Muy Baja
	Patos Arbolados	7	Baja
	Pastos enmalezados	6	Muy Baja
<b>Bosques y Áreas semi-naturales</b>	Vegetación Secundaria Baja	18	Moderada
	Vegetación secundaria Alta	25	Alta
	Bosques Fragmentados	28	Alta
	Arbustal Denso	18	Alta
	Zonas Arenosas Naturales	1	Muy Baja
<b>Cuerpos de Agua (30 m)</b>	ríos, Drenajes, etc.	33	Muy Alta
<b>Territorios artificiales</b>	Tejido urbano discontinuo	1	Muy baja

Fuente: Adaptado de (ECOPETROL, 2012) con las coberturas Corine Land Cover

Una vez ponderados las coberturas presentes se procede a crear los rangos de valoración en la tabla 41 donde se obtendrán los niveles de sensibilidad biótica.

Tabla 41. Sensibilidad biótica

<b>Sensibilidad Física</b>	<b>Área del contrato</b>	<b>% Área</b>	<b>Área zona de explotación</b>	<b>% área zona de explotación</b>
<b>Muy Baja</b>	276,45	45,14	36,85	72,48
<b>Baja</b>	114	18,61	13,99	27,52
<b>Moderada</b>	212	34,62	0	0,00
<b>Alta</b>	0	0%	0	0,00
<b>Muy Alta</b>	10	1,63	0	0%

Fuente: Adaptado de (ECOPETROL, 2012)

Se aclara que para la zonificación se tuvo en cuenta los sistemas acuáticos, pero los mismos hacen parte de las zonas de exclusión del proyecto.

Tabla 42. Niveles de sensibilidad biótica

<b>Rango</b>	<b>Sensibilidad biótica</b>
1 - 6	<b>Muy Baja</b>
7 - 13	<b>Baja</b>
14 - 20	<b>Moderada</b>
21 - 27	<b>Alta</b>
28 - 33	<b>Muy Alta</b>

Fuente: Adaptado de (ECOPETROL, 2012)

No se identificaron zonas con sensibilidad ambiental alta o muy alta, debido al alto grado de intervención que tiene el área, en cuanto el área del proyecto el 45,145 pertenece a zonas de sensibilidad muy baja, un 18,6 %, y solo un 34,62 % a sensibilidad moderada las cuales corresponden a vegetación en estado de sucesión. Las zonas con sensibilidad muy alta 1,6% corresponden a los cuerpos de agua presentes.

Debido a la poca presencia de coberturas en la zona s de explotación la sensibilidad de dichas áreas corresponde a un 72,48% muy baja y un 13,99 a baja.

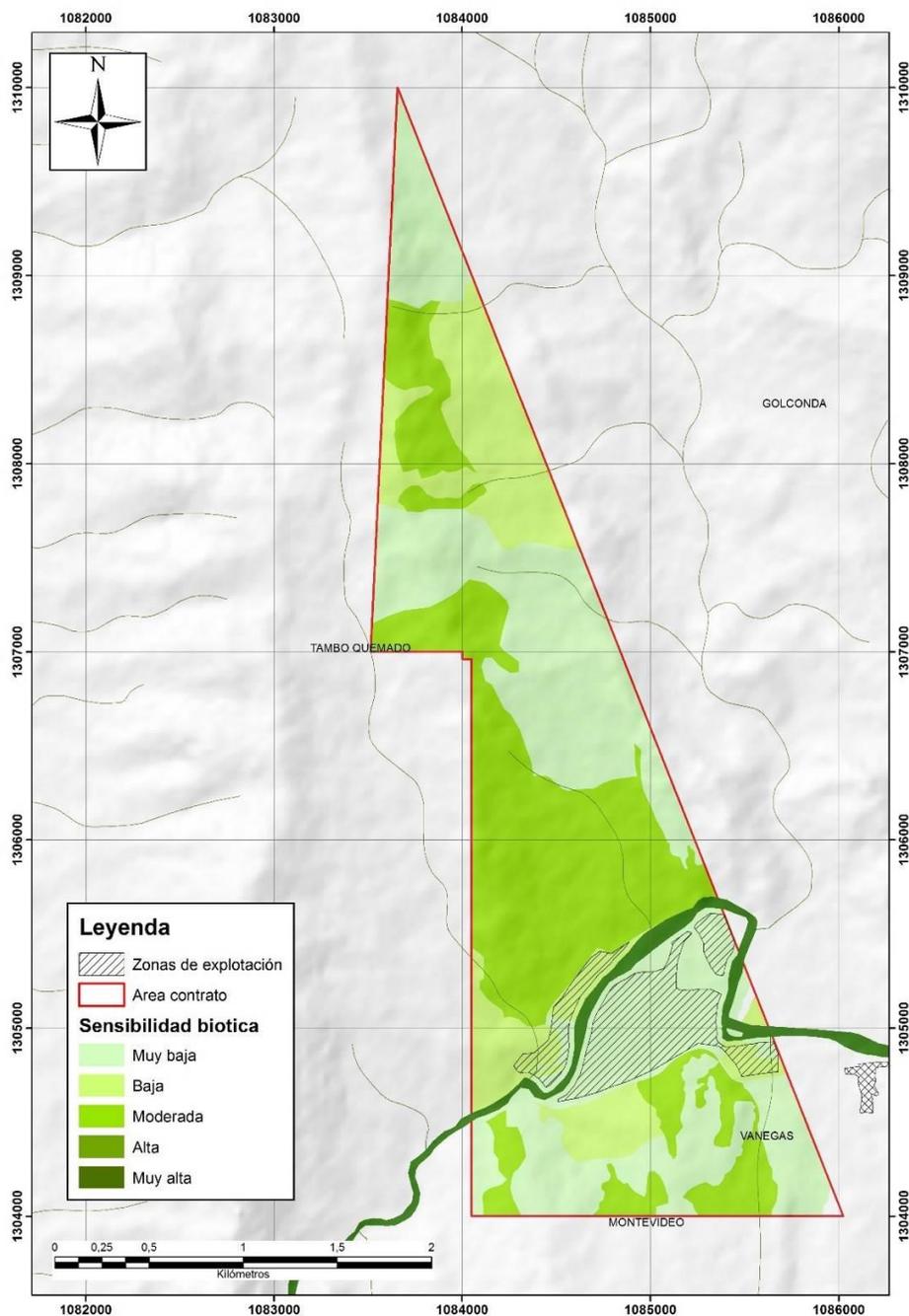


Figura 24. Zonificación intermedia medio biótico. Fuente: autor

### 3.1.1.3 Zonificación del medio socio-económico

En la zonificación socioeconómica, del área del contrato de concesión y sus zonas de explotación, se busca reflejar la importancia social, que cada sector puede manifestar en el proyecto.

Es por eso que a continuación se procederá a evaluar la sensibilidad de la población y de sus actividades económicas, con base en el análisis del uso del suelo la calidad de vida de los pobladores del área de Influencia, así como su nivel de organización, y la tenencia de la tierra de los mismos. En la tabla 43 se presenta las variables a analizar y se realiza una breve descripción de cada una para un mayor entendimiento.

Tabla 43. Variables medio socio-económico

ZONIFICACIÓN	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>ZONAS DE USO INTENSIVO</b>	Zonas urbanas	Áreas de mayor concentración poblacional, dedicadas a la vivienda o a la producción industrial.	9
	Zonas agrícolas / agroforestales	Zonas de cultivos de uso intensivo del suelo, incluyendo los cultivos agroforestales.	6
<b>ZONAS DE USO SEMINTENSIVO</b>	Actividad pecuaria	Áreas dedicadas a la ganadería extensiva.	4
<b>ZONAS DE BAJO USO</b>	Bosques		3
	Rastrojos	Áreas en las cuales no se obtiene beneficio económico directo significativo o que no están articuladas directamente al mercado.	2
	Suelos desnudos		1
	Bajo	Los servicios domiciliarios de acueducto, manejo de excretas, energía eléctrica y gas; más el acceso	1

		a telefonía y educación primaria poseen coberturas inferiores al 50%.	
<b>CALIDAD DE VIDA</b>	Medio	Los servicios domiciliarios de acueducto, manejo de excretas, energía eléctrica y gas; más el acceso a telefonía y educación primaria poseen coberturas entre el 50 % y el 80%.	4
	Alto	Los servicios domiciliarios de acueducto, manejo de excretas, energía eléctrica y gas; más el acceso a telefonía y educación primaria poseen coberturas superiores al 80%.	8
<b>ORGANIZACIÓN COMUNITARIA</b>	Bajo	Unidad donde no existen o son escasas las organizaciones comunitarias y ejercen presencia en uno o dos ámbitos de participación.	1
	Medio	Unidad donde se encuentran dos o más organizaciones comunitarias que ejercen participación en por lo menos dos de los ámbitos.	4
	Alto	Unidad donde hay diversidad de organizaciones sociales, incluyendo las que representan asociaciones y que se involucran o ejercen participación en los tres ámbitos.	8
<b>TENENCIA DE LA TIERRA</b>	Latifundio	Propiedades cuyo tamaño dominante es superior a 100 ha.	1
	Mediana Propiedad	Propiedades tamaño dominante oscila entre 20-100 ha.	4
	Minifundio	Propiedades cuyo tamaño dominante es inferior a 20 Ha.	8

Fuente: (ECOPETROL, 2012)

### 3.1.1.3.1 Uso de suelo

En general, las zonas áreas que en su momento fueron usadas para la ganadería extensiva perteneciente a Fondo ganadero de Santander, que en la actualidad fueron vendidas, y al parecer se busca la reactivación de dicha actividad por parte de los nuevos dueños.

Los cultivos son escasos y generalmente de pancoger, esto también se relaciona a que la tenencia de tierra es de muy pocos, y algunas de las fincas se encuentran en abandono,

En la fig. 42 se muestra el mapa de la zonificación del uso de suelos, y en la tabla 44 se pueden apreciar las hectáreas (ha) y los porcentajes de área que ocupa cada una de las variables de aplicadas, apreciando que para el área del contrato el 52,78% son de bajo uso, y 47,22% son de uso semintensivo, caracterizando por una pequeña ganadería y cultivos de pancoger, se resalta que para el área de explotación el 95,87% corresponde a zonas de bajo uso y solo un 2,1 % a uso semintensivo.

Tabla 44. Uso de suelos

Variable	Área contrato (Ha)	% de la zona contrato	Área Zona explotación (Ha)	% de la zona de explotación
Zonas de uso bajo	323,82	52,78	48,7	95,87
Zonas de uso semintensivo	289,68	47,22	2,1	4,13
Zonas de uso intensivo				

Fuente: autor

### 3.1.1.3.2 Calidad de vida

La variable calidad de vida está basada en la cobertura de los servicios públicos.

A continuación, se presenta resumen de los resultados de la caracterización socioeconómica para los servicios públicos, donde se evidencia el abandono por parte del estado.

**Acueducto:** los habitantes de Vanegas, toman su agua de pequeños nacimientos cercanos a sus poblaciones y cuentan con un tanque central de almacenamiento. De donde se distribuye el agua a las diferentes viviendas, esta no cuenta con ningún tipo de tratamiento, y el estado no genera ningún tipo de control sobre estos acueductos veredales.

**Disposición de excretas:** el 40% de las viviendas cuenta con pozos sépticos, un 20% dirige sus descargas directamente al río Lebrija, mientras que la población restante, tiene sus sitios de descarga al aire libre en zonas cercanas a sus viviendas.

**Sistema de recolección y disposición de basuras:** la población no cuenta con sistema de recolección de basuras, y la disposición se realiza en algunos casos en botaderos a cielo abierto, mientras que algunas son quemadas en lugares aledaños a sus viviendas.

**Electrificación:** este servicio es eficiente, toda la cabecera corregimental cuenta con redes, no hay alumbrado público. Algunas viviendas dispersas alrededor de las veredas no cuentan con el servicio eléctrico.

**Telecomunicaciones:** en el corregimiento de Vanegas solo es posible acceder a la telefonía móvil, mediante la instalación de antenas individuales por parte de los pobladores. No hay servicio de telefonía fija, ni servicio de internet en la zona.

Tabla 45. Uso de suelo

Variable	Área contrato (Ha)	% de la zona contrato	Área Zona explotación (Ha)	% de la zona de explotación
Calidad de vida bajo	613	100	50,8	100
Calidad de vida media	0	0	0	0
Calidad de vida alta	0	0	0	0

Fuente: autor

### 3.1.1.3.3 Organización comunitaria

En esta zona solo actúan dos organizaciones comunitarias, las juntas de acción comunal y la asociación de barequeros de Vanegas, por lo tanto, su valoración en baja en el 100% del área.

### 3.1.1.3.4 Tenencia de la tierra

El título minero es afectado por 8 predios, de los cuales solo dos, Campillo, y El Paso, serán intervenidos con actividades de exportación, por lo tanto, el 100% del área del contrato y de las zonas de explotación tiene una sensibilidad de mediana propiedad.

### 3.1.1.3.5 Zonificación intermedia medio socioeconómico

Una vez ponderados los ecosistemas presentes se procede a crear los rangos de valoración en la tabla 46, donde se obtendrán los niveles de sensibilidad socioeconómica.

$$Sen - Socio_{econo} = \sum Uso_{suelo}; Calividad_{vida}; Organizacion_{comun}; Tenencia_{tierra}$$

(ECOPETROL, 2012)

Se aclara que los valores de sensibilidad cambian debido a que se usaron más variables que en los demás medios.

Tabla 46. Sensibilidad socioeconómica

Sensibilidad Física	Área del contrato	% Área	Área zona de explotación	% área zona de explotación
Muy Baja	321,92	52,68	48,7	95,87
Baja	289,21	47,32	2,1	4,13
Moderada	0	0,00	0	0,00
Alta	0	0,00	0	0,00
Muy Alta	0	0,00	0	0%

Fuente: autor

Tabla 47. Niveles de sensibilidad socioeconómica

RANGO	SENSIBILIDAD ABIÓTICA
1 - 9	<b>Muy Baja</b>
10 - 16	<b>Baja</b>
17 - 23	<b>Moderada</b>
24 - 30	<b>Alta</b>
31 - 36	<b>Muy Alta</b>

Fuente: (ECOPETROL, 2012)

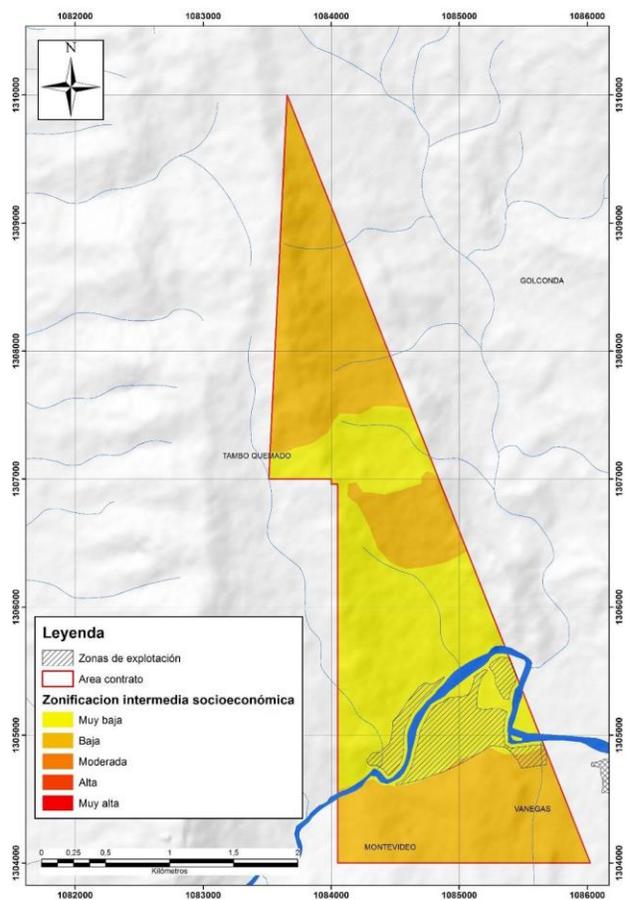


Figura 25. Sensibilidad socioeconómica. Fuente: autor

La sensibilidad baja, se presenta donde el uso de suelo tiene una actividad semintensiva, como el pastoreo o los cultivos de pancoger y corresponde al 47,32% del área del proyecto y el 2,1 de las zonas de explotación, el resto de las zonas quedaron con sensibilidad muy baja, debido al abandono por parte del estado y las condiciones precarias de vida que se presentan en el corregimiento de Vanegas y zonas aledaña.

### **3.2 Análisis de zonas de restricción o exclusión**

Una vez revisado la información disponible sobre áreas protegidas o excluidas vigentes en la legislación colombiana en la zona del proyecto, se determina que no se encuentran áreas pertenecientes a Sistema de Parques Nacionales, Reservas Forestales Protectoras, Parques Naturales Regionales, Distritos de Manejo Integrado, Distritos de Conservación de Suelos, Áreas de Recreación o Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

Tampoco se encuentra evidencia de la presencia de reservas forestales de Ley 2da, áreas naturales únicas, complejos de páramos, áreas de interés arqueológico, resguardos indígenas o Concejos comunitarios de poblaciones afrocolombianas.

### **3.3 Otras zonas de exclusión**

Hasta el momento no se cuenta con ningún Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de Cuenca Hidrográfica (POMCA), en las fuentes hídricas identificadas.

En cuanto de nacimientos de agua y corrientes superficiales, se protegerá las corrientes de agua que cruzan el área del proyecto, respetando las rondas de protección hidráulica (30 m). No se identificaron nacimientos. En cuanto a bosques rivera, no se encontraron en la zona de estudio, solo se identificaron algunos fragmentos de vegetación secundaria baja, en las partes altas del contrato de concesión, pero ninguna en las zonas de explotación, Además, se deben considerar como área de exclusión las vías que comunican los asentamientos y su faja de retiro, conforme a

la Ley 1228 de 2008, en un ancho de 30 m (carreteras de 3 orden), tomando la mitad a cada lado del eje de la vía, esto en razón a las connotaciones sociales que conlleva la presencia de la explotación aurífera.

### 3.4 Zonificación ambiental unificada

Luego de obtener la zonificación ambiental intermedia para cada uno del medio analizados, se realiza el cruce de las capas intermedia para de esta forma obtener una zonificación ambiental unificada del área del proyecto y de las zonas de explotación.

$$Sensibilidad_{Ambiental} = \sum Medio_{Físico}; Medio_{Biótico}; Medio_{Socioeconómico}$$

(ECOPETROL, 2012)

Tabla 48. Zonificación ambiental del proyecto

Sensibilidad Física	Área del contrato	% Área	Área zona de explotación	% área zona de explotación
Muy Baja	0	0	0	0
Baja	613	100	50,8	100
Moderada	0	0	0	0
Alta	0	0	0	0
Muy Alta	0	0	0	0

Fuente: autor

Tabla 49. Escala de sensibilidad ambiental

RANGO	SENSIBILIDAD ABIÓTICA
0 - 20	Muy Baja
20 - 40	Baja
40 - 60	Moderada
60 - 80	Alta
80 - 100	Muy Alta

Fuente: (ECOPETROL, 2012)

Dada las condiciones ambientales encontradas en la zona del proyecto, luego de valorar los datos obtenidos por la sumatoria de las zonificaciones intermedias, de los cinco rangos de sensibilidad planteados por la metodología, la zona presenta una sensibilidad baja en el 100% de sus áreas.

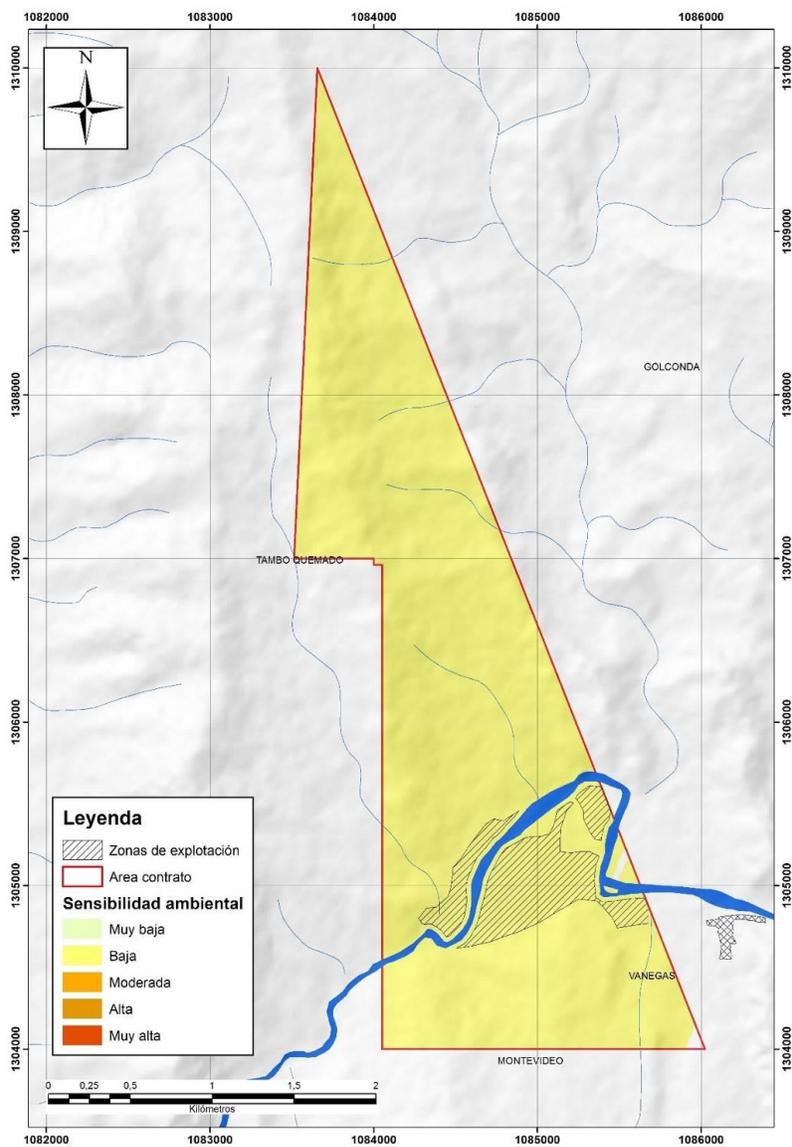


Figura 26. Mapa de sensibilidad ambiental. Fuente: autor

## **4. Evaluación Ambiental**

La evaluación de los impactos ambientales, que se pueden derivar del proyecto minero, tiene como objetivo analizar la relación entre el proyecto a realizarse y los diferentes componentes del ambiente (natural, antrópico y construido) en el que se emplazará.

Dicha evaluación, constituye un instrumento útil para la toma de decisiones con respecto al proyecto, ofrece un panorama simplificado de las situaciones críticas que requerirán un control riguroso, permitiendo prever aquellas medidas que atenúen, prevengan o mitiguen los impactos identificados. (Diodato, Ludueña, Olmos, & Sarmiento, 2013)

Para evaluar los impactos ambientales del proyecto, en los escenarios “sin” y “con” proyecto, se utilizó la metodología de (Conesa F. V., 2010).

Se seleccionó esta metodología debido a que cumple con los requerimientos exigidos en el Manual de Evaluación de Estudios Ambientales del Ministerio del Medio Ambiente, (MAVDT, 2010) para la evaluación de impactos, el cual establece los pasos mínimos que esta evaluación debe incluir:

- Identificación de los impactos,
- Predicción de los impactos,
- Evaluación de los impactos,

y en los Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental para la explotación de yacimientos de oro por el método de explotación de minería a cielo abierto.

### **4.1 Escenario ambiental sin proyecto**

A partir de la caracterización socioeconómica del área del proyecto, se logró establecer las actividades que a la fecha se desarrollan en el AID, y logran generar algún tipo de impacto ambiental, en consecuencia, siguiendo la metodología planteada se procederá a identificar los

impactos ambientales presente en el área de estudio sin el proyecto las cuales se describen a continuación.

#### 4.1.1 Aspectos generales

En general la población está representada por los habitantes del corregimiento de Vanegas, y los campesinos que viven en sus alrededores, de ahí que las actividades de subsistencia estén relacionadas solo con su entorno o lo que la naturaleza les pueda ofrecer, como la pesca, la caza, la minería y los pocos trabajos que genera la ganadería y la agricultura.

Una vez identificadas las actividades de los lugareños se procede a describir cada una de las actividades. (Tabla 50)

Tabla 50. Actividades sin el proyecto Mina Guayos

Sector	Actividades	Impacto ambiental
<b>Minería artesanal (Barequeo)</b>		Alteración del paisaje
	Excavaciones superficiales	Potenciador de conflictos sociales
		Modificación y alteración del suelo
	Lavado de material aurífero	Aporte de sólidos al río
		Alteración de la fauna Ictica
	Beneficio	Afectaciones a la salud de la población
		Potenciador de conflictos sociales
	Comercialización	Potenciador de conflictos sociales
<b>Extracción de madera</b>		Alteración del paisaje
	Desmonte	Modificación de la flora
		Afectación a la fauna
<b>Agricultura</b>		Afectación al suelo
	Desmonte	Alteración del paisaje
		Modificación de la flora
		Fragmentación de hábitats
	Fertilización	Alteración del suelo

<b>Sector</b>	<b>Actividades</b>	<b>Impacto ambiental</b>
		Contaminación de fuentes hídricas
	Arado del suelo	Alteración del suelo
<b>Pesca</b>	Captura de animales silvestres	Alteración de la fauna Ictica Pérdida de individuos
	Comercialización	Potenciador de conflictos sociales
<b>Cacería</b>	Captura de animales silvestres	Alteración de las poblaciones de fauna Pérdida de individuos Potenciador de conflictos sociales
		Pérdida de suelo
<b>Ganadería</b>	Desmante	Cambio en el uso del suelo Modificación de la cobertura vegetal Alteración del paisaje Fragmentación de habitas
		Modificación de las poblaciones fauna terrestre
	Contratación de mano de obra	Generación de expectativas
	Comercialización	Dinamización economía local
<b>Centros poblados y viviendas dispersas</b>	Actividades domesticas	Afectaciones a la salud de la población Alteración de la calidad del agua Alteración del paisaje Modificación de la cobertura vegetal Potenciador de conflictos sociales
		Alteración de la calidad del aire

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### **4.1.1.1 Identificación de impactos ambientales**

A partir de la identificación de las actividades desarrolladas en la zona sin el proyecto minero, se procede a determinar los impactos ambientales de dichas actividades.

*Tabla 51. Impactos ambientales sin proyecto*

<b>Sector</b>	<b>Actividades</b>	<b>Impacto ambiental</b>
	Excavaciones superficiales	Alteración del paisaje

<b>Sector</b>	<b>Actividades</b>	<b>Impacto ambiental</b>
<b>Minería artesanal (Barequeo)</b>	Lavado de material aurífero	Potenciador de conflictos sociales
		Modificación y alteración del suelo
	Beneficio	Aporte de sólidos al río Alteración de la fauna Ictica Afectaciones a la salud de la población
<b>Extracción de madera</b>	Comercialización	Potenciador de conflictos sociales
	Desmante	Alteración del paisaje
		Modificación de la flora Afectación a la fauna
<b>Agricultura</b>	Desmante	Afectación al suelo Alteración del paisaje
		Modificación de la flora
	Fertilización	Fragmentación de hábitats Alteración del suelo
	Arado del suelo	Contaminación de fuentes hídricas Alteración del suelo
<b>Pesca</b>	Captura de animales silvestres	Alteración de la fauna Ictica Pérdida de individuos
	Comercialización	Potenciador de conflictos sociales
<b>Cacería</b>	Captura de animales silvestres	Alteración de las poblaciones de fauna Pérdida de individuos
		Potenciador de conflictos sociales
<b>Ganadería</b>	Desmante	Pérdida de suelo Cambio en el uso del suelo Modificación de la cobertura vegetal Alteración del paisaje
		Fragmentación de hábitats
		Modificación de las poblaciones fauna terrestre
		Contratación de mano de obra
	Comercialización	Dinamización economía local

<b>Sector</b>	<b>Actividades</b>	<b>Impacto ambiental</b>
<b>Centros poblados y viviendas dispersas</b>	Actividades domesticas	Afectaciones a la salud de la población
		Alteración de la calidad del agua
		Alteración del paisaje
		Modificación de la cobertura vegetal
		Potenciador de conflictos sociales
		Alteración de la calidad del aire

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### **4.1.1.2. Análisis de resultado de la evaluación ambiental sin proyecto**

En general la actividad que mayor cantidad de impactos ambientales genera en la zona es la ganadería, ya que la misma se desarrolla sin ningún tipo de control, y es la mayor causante de los grandes problemas de antropización de las coberturas vegetales.

Si bien la forma como sus habitantes desarrollan la minera es bastante rudimentaria, los impactos asociados a la misma son de pequeña escala, de muy baja intensidad, debido a que generalmente es realizada a orillas del río, el cual en los eventos de creciente se encarga de recuperar las zonas afectadas. El uso del mercurio es en pequeñas cantidades, y no generan mayores problemas de contaminación por mercurio como se puede constatar en los resultados de calidad de agua; en general los problemas de contaminación del río Lebrija están asociados a las aguas residuales de Bucaramanga y su área metropolitana, y las descargas de lodo de la represa del corregimiento de Bocas.

La fauna silvestre si ha sido muy afectada por la caza ya que las poblaciones en el AID presentan una fuerte disminución (Ver ítem Fauna), y por eso los pobladores a la fecha realizan sus actividades de caza en las zonas altas del sector, áreas a donde ha migrado la fauna debido a las actividades ganaderas y de caza.

#### **4.1.2 Escenario con actividad extractiva**

La condición de los problemas o efectos relativos al medio ambiente que pueden surgir durante el desarrollo de actividad minera pueden ser: pérdida total o parcial de un recurso, como suelo productivo, la destrucción de una especie vegetal o animal endémica, el deterioro del paisaje, inestabilidad, erosión, alteración de redes de drenaje, contaminación del agua superficial, etcétera, o la inducción a que se desencadene o aumente la probabilidad de ocurrencia y materialización de una amenaza.

Para llegar a conocer el origen y condición de los efectos, es conveniente trabajar de forma sistemática, eligiendo entre una o varias de las metodologías utilizadas para tal fin. (CORTOLIMA, 2008)

A continuación, se presenta una descripción de los principales impactos que se pueden presentar durante el desarrollo de las actividades propias del proyecto minero y una vez identificadas, se procederá a su evaluación por dos métodos, uno cualitativo que permitirá identificar mediante una matriz de identificación de impactos, las actividades desarrolladas y el tipo de impacto (positivo o negativo), en cada uno de los componentes ambientales intervenidos y finalmente se procederá a la evaluación de dichos impactos, mediante la Matriz de Importancia desarrollada por (Conesa F. , 2010), con la cual se buscará valorar la intensidad de los impactos ambientales generados por el proyecto.

##### **4.1.2.1 Identificación de las actividades**

En la siguiente tabla se realiza la descripción de las actividades del proyecto y su etapa.

Tabla 52. Actividades del proyecto que generan impactos

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Características</b>	
<b>Construcción y montaje</b>	Construcción de campamentos.	construcción de campamento, taller, oficinas y laboratorio necesarios para el desarrollo del proyecto	
	Construcción de vías.	Desbroce de las áreas para la movilización de la maquinaria necesaria para la operación del proyecto	
	Construcción de infraestructura	Construcción de sistema de captación de agua y piscinas de almacenamiento y sedimentación.	Adecuación del sitio de captación de agua y construcción y adecuación de las piscinas de sedimentación y almacenamiento.
	Contratación de la mano de obra.	Contratación de la mano de obra necesaria para la operación del proyecto.	
<b>Explotación</b>	Preparación del terreno	Desmante	Retiro de la cobertura vegetal del área de la celda de explotación, y de las piscinas de sedimentación y almacenamiento de agua, asociadas al frente de explotación activo.
		Descapote.	Retiro del suelo de la celda de explotación, y de las piscinas de sedimentico y almacenamiento de agua
	Extracción del material de mina	Arranque mecánico del material aurífero (retroexcavadoras)	Retiro del material de mina por medio de retroexcavadora.
		Transporte del material de mina.	Transporte del material de mina en la celda de explotación.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Características</b>
Beneficio del material de mina (Obtención de concentrados)	Cargue.	Cargue del material aurífero a la clasificadora.  Se realiza mediante la utilización de una clasificadora que se ubicará provisionalmente al lado de cada celda de explotación mientras estas sean explotadas.
	Lavado del material de mina.	Por medio de este método se separará los concentrados a partir del material extraído de cada celda de explotación.
	Cierre de celda explotadas	Recuperación de celda explotada.  Una vez se realiza la explotación de la celda, la misma entra en proceso de recuperación.
Beneficio de concentrados	Concentración gravimétrica.	Proceso de recuperación de oro mediante la utilización de un equipo de concentración gravimétrica centrífuga.
	Reforestación.	Una vez termina el ciclo de explotación de la celda (preparación, extracción, beneficio y cierre de celda) la misma entra en proceso de reforestación.
Abandono y cierre	Desmantelamiento de campamentos.	Desmantelamiento y reubicación de unidades fuera del área del contrato.
	Cierre y recuperación de piscinas	Una vez realizada la explotación del frente, se procede al cierre y recuperación de las piscinas.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Características</b>
	sedimentación y almacenamiento de agua.	
	Reubicación de infraestructura de apoyo.	Retiro de la zona de la infraestructura de apoyo, zaranda, caseta de almacenamiento temporal de combustibles, motobombas etc.

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### 4.2.2 Identificación de impactos ambientales

Una vez identificadas las actividades del proyecto que generan impactos procedemos a la identificación de los mismos.

*Tabla 53. Impactos identificados*

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>
<b>Construcción y montaje</b>	Construcción de campamentos	Alteración del paisaje. Cambio en el uso del suelo. Aumento en los niveles de ruido. Modificación de la cobertura vegetal.
	Construcción de vías de infraestructura	Alteración del paisaje. Pérdida de suelo. Aumento en los niveles de ruido. Modificación de la cobertura vegetal.
	Construcción de sistema de captación de agua y piscinas de almacenamiento y sedimentación	Alteración del paisaje. Pérdida de suelo. Pérdida de individuos de fauna.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	
<b>Explotación</b>	Contratación de la mano de obra	Cambio de actividades productivas.	
		Cambio en las actividades productivas.	
		Dinamización de la economía local.	
		Potenciación de conflictos sociales.	
	Preparación del terreno	Desmante	Alteración de los patrones culturales.
			Modificación de la cobertura vegetal.
		Perdida de especies vegetales.	
		Alteración del paisaje.	
		Perdida de individuos de fauna.	
		Alteración de la dinámica del agua superficial.	
Descapote	Descapote	Alteración de la calidad del aire.	
		Aumento en los niveles de ruido.	
	Perdida de suelos.		
	Alteración de la calidad del aire.		
Extracción del material de mina	Arranque mecánico del material aurífero (retroexcavadoras)	Alteración del paisaje.	
		Contaminación del suelo.	
		Aumento en los niveles de ruido.	
		Alteración de la calidad del agua superficial.	
		Alteración de la calidad del aire.	
		Aumento en los niveles de ruido.	

Etapa	Actividad	Impacto ambiental
		Alteración de la calidad del aire.
	Transporte del material de mina	Alteración de la calidad del agua superficial. Aumento en los niveles de ruido. Alteración de la calidad del aire.
	Cargue	Aumento en los niveles de ruido. Alteración de la calidad del agua superficial.
Beneficio del material de mina (Obtención de concentrados)	Lavado del material de mina	Alteración de la calidad del agua superficial. Contaminación del suelo. Alteración de la calidad del aire.
Cierre de celda explotadas	Recuperación de celda explotada	Cambio en el uso del suelo. Alteración de la calidad del agua superficial. Aumento en los niveles de ruido Repoblación de especies vegetales. Modificación de la cobertura vegetal. Repoblación de especies de fauna.

Etapa	Actividad	Impacto ambiental
Beneficio de concentrados	Beneficio de concentrados	Aumento en los niveles de ruido.
	Reforestación	<p>Repoblación de especies vegetales.</p> <p>Modificación de la cobertura vegetal.</p> <p>Alteración del paisaje.</p> <p>Cambios en el uso del suelo.</p> <p>Repoblación de especies de fauna</p>
Abandono y cierre	Desmantelamiento de campamentos	<p>Aumento en los niveles de ruido</p> <p>Contaminación del suelo</p> <p>Cambios en el uso de suelo</p>
	Abandono y cierre	<p>Aumento en los niveles de ruido</p> <p>Cambios en el uso de suelo</p>
	Cierre y recuperación de piscinas de sedimentación y almacenamiento de agua	<p>Alteración de la calidad del agua superficial</p> <p>Modificación de la cobertura vegetal</p>
	Reubicación de infraestructura de apoyo	<p>Repoblación de especies vegetales</p>
	Desvinculación del personal	<p>Perdida de individuos de fauna</p> <hr/> <p>Aumento en los niveles de ruido</p> <p>Cambio en las actividades productivas</p> <p>Dinamización de la economía local</p>

<b>Etapas</b>	<b>Actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>
		Potenciación de conflictos sociales

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### **4.1.2.2 Descripción de los impactos ambientales**

En la tabla 54 se presenta la descripción de los impactos

*Tabla 54. Descripción de los impactos.*

<b>Medio</b>	<b>Componente</b>	<b>Impacto</b>	<b>Descripción</b>
		Contaminación del suelo	La calidad del suelo puede verse afectada, eventualmente por derrames de aceites y combustibles, se evitará mediante diferentes medidas de manejo de sustancias (combustibles y aceites.)
<b>Abiótico</b>	<b>Suelos</b>	Pérdida del suelo	La remoción del suelo para poder realizar las actividades de explotación, pueden en generar pérdidas de suelo, sin embargo, las medidas de manejo enfocadas a la protección del material edáfico, garantizarán la protección del mismo.
		Cambios en el uso del suelo	En las zonas intervenidas el uso de suelo cambiará temporalmente, pero a través de la aplicación de las medidas de manejo ambiental se recuperará la características físicas, químicas y ecológicas, aspecto que

<b>Medio</b>	<b>Componente</b>	<b>Impacto</b>	<b>Descripción</b>
			permitirán reestablecer su uso anterior.
<b>Agua</b>		Alteración de la calidad del agua superficial	Aunque no se realizar ningún tipo de vertimiento, ya que el agua era recirculada, se pueden presentar algún tipo de contaminación de agua, por combustibles, residuos o desbordamiento de piscina de almacenamiento, es por eso que se contemplaran unas medidas ambientales enfocadas a la prevención de dichas afectaciones
		Alteración de la dinámica del agua superficial	El impacto será evitado debido a que los drenajes existentes en la zona, no serán intervenidos y los mismo contarán con zonas de protección hidráulica.
		Alteración de la calidad del aire	El movimiento de tierra generará material particulado, pero no se prevé la superación de los niveles permitidos, debido a que en el proceso de miniado el uso de agua es frecuente.
<b>Atmosfera</b>		Aumento en los niveles de ruido	La ejecución del proyecto generará aumento en los niveles de ruido, pero debido a que se realizarán en zonas aisladas de la población, no afectarán a la misma, pero si puede causar un estrés en la fauna presente.

<b>Medio</b>	<b>Componente</b>	<b>Impacto</b>	<b>Descripción</b>
	<b>Paisaje</b>	Alteración del paisaje	Aunque el ciclo del frente es de 15 días, las áreas de almacenamiento temporal de estériles, infraestructura, maquinaria etc., alteraran el paisaje y sus contrastes cromáticos, se aclara que una vez sean recuperadas dichas áreas, el nuevo paisaje se integrara armónicamente al entorno.
		Modificación de la cobertura vegetal	Para el desarrollo del proyecto será necesario un aprovechamiento forestal de las áreas a intervenir. Sin embargo, el plan de manejo contempla una reforestación de estas mismas zonas, lo cual permitirá una regeneración natural y a futuro la propagación de las especies.
<b>Biótico</b>	<b>Ecosistemas terrestres</b>	Perdida de individuos de fauna	La ejecución del proyecto, puede generar la pérdida de los pocos individuos de fauna presente en el AID, sin embargo, se implementarán medidas de manejo ambiental enfocadas hacia la conservación de la fauna existente. Se aclara que, debido a la puntualidad del proyecto en su ejecución, la presión sobre la fauna será mínima.

<b>Medio</b>	<b>Componente</b>	<b>Impacto</b>	<b>Descripción</b>
		Repoblación de especies vegetales	La recuperación de las áreas afectadas, por medio de la siembra de árboles y la implementación de sistemas silvopastoriles en las áreas potrerizadas.
		Repoblación de especies de fauna	Una vez se reforeste las áreas afectadas, la fauna podrá regresar a los sitios donde fueron desplazados hace varios años, debido a la deforestación y la caza.
		Cambio en las actividades productivas	Se prevé que sea de poca intensidad, debido a que la oferta de empleo en la zona es muy baja.
	<b>Económico</b>	Dinamización del económico local	En general es un impacto muy positivo, ya que algunos bienes y servicios serán adquiridos directamente en la zona, apoyando así a la economía local y la formalización de empleos.
<b>Socio económico</b>	<b>Cultural</b>	Alteración de los patrones culturales	La contratación de personal ajeno a la zona, (operadores, ingenieros etc) pueden introducir patrones culturales nuevos.
	<b>Social</b>	Potenciación de conflictos sociales	La llegada de nuevas actividades económicas, pueden generar conflictos entre los pobladores y los corregimientos vecinos, sin embargo, se prevé que la mayor

<b>Medio</b>	<b>Componente</b>	<b>Impacto</b>	<b>Descripción</b>
			parte de la mano de obra sea contratada directamente en la zona.

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

Una vez se han identificado los impactos y las actividades del proyecto se procede a generar la Matriz de Identificación de Impactos, la cual está basada en método matricial de (Arboleda G., 2008) donde podremos observar si su impacto es positivo o negativo, para así poder generar la matriz de importancia.





### 4.1.3 Evaluación y calificación de impacto

Como se mencionó anteriormente, se utilizará la Matriz de Importancia de (Conesa V., 2003) con la cual se buscará la evaluación individual de los impactos identificados y así se podrá valorar la trascendencia ambiental de los mismos.

La valoración es de tipo cualitativa, y se generará a partir de la matriz de impactos, donde se identificaron las acciones que impactan y los aspectos del medio impactados.

Consiste en distribuir en las filas, las acciones del proyecto con los factores de impacto del medio, ordenados en forma anidada, como entradas de la matriz, y en las columnas se distribuyen los criterios para la tipificación de impactos indicados en la tabla 56.

*Tabla 56. Tipificación de impactos*

<b>Signo +/-</b>	<b>Intensidad (I)</b>
Extensión (EX)	Momento (MO)
Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)
Sinergia (SI)	Acumulación (AC)
Efecto (EF)	Periodicidad (PR)
Recuperabilidad (MC)	Importancia (I)

*Fuente: (Conesa V., 2003)*

Realizada la estructura general de la matriz se procede a valorar cada uno de los impactos generados por cada actividad del proyecto y bajo cada uno de los puntos mencionada en la tabla anterior. (Aristizábal, 2013)

En este caso no se realiza ninguna modificación al método de (Conesa V., 2003) debido a que puede generar un sesgo en el resultado de la evaluación.

A continuación, se presentan los criterios establecidos en la metodología mencionada y cada uno de los valores asignados para la evaluación de los impactos.

Tabla 57. Criterios de valoración

<b>NATURALEZA</b> — Impacto beneficioso + — Impacto perjudicial -		<b>INTENSIDAD (I)</b> (Grado de Destrucción) — Baja 1 — Media 2 — Alta 4 — Muy alta 8 — Total 12	
<b>EXTENSION (EX)</b> (Area de influencia) — Puntual 1 — Parcial 2 — Extenso 4 — Total 8 — Crítica (+4)		<b>MOMENTO (MO)</b> (Plazo de manifestación) — Largo plazo 1 — Medio plazo 2 — Inmediato 4 — Crítico (+4)	
<b>PERSISTENCIA (PE)</b> (Permanencia del efecto) — Fugaz 1 — Temporal 2 — Permanente 4		<b>REVERSIBILIDAD (RV)</b> — Corto Plazo 1 — Medio Plazo 2 — Irreversible 4	
<b>SINERGIA (SI)</b> (Regularidad de la manifestación) — Sin sinergismo (simple) 1 — Sinérgico 2 — Muy sinérgico 4		<b>ACUMULACION (AC)</b> (Incremento progresivo) — Simple 1 — Acumulativo 4	
<b>EFECTO (EF)</b> (Relación causa - efecto) — Indirecto (secundario) 1 — Directo 4		<b>PERIODICIDAD (PR)</b> (Regularidad de la manifestación) — Irregular o aperiódico y discontinuo 1 — Periódico 2 — Continuo 4	
<b>RECUPERABILIDAD (MC)</b> (Reconstrucción por medios humanos) — Recuperable de manera inmediata 1 — Recuperable a medio plazo 2 — Mitigable 4 — Irrecuperable 8		<b>IMPORTANCIA (I)</b> $I = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	

Fuente: (Conesa F. V., 2003)

Para determinar el valor de intensidad del impacto se utiliza la siguiente fórmula

$$I = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Los valores numéricos “3” y “2”, corresponden a constantes de ponderación aplicadas en el método para mejorar la precisión de la valoración del impacto. (Aristizábal, 2013).

La importancia del impacto calculado con la anterior ecuación puede tomar valores entre 13 y 100, es así como los valores inferiores a 25 son relevante. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Finalmente, los impactos se consideran severos cuando la importancia se encuentra entre 50 y 75 y críticos cuando rebase los 75 puntos. (Conesa V., 2003).

Tabla 58. Clasificación de la intensidad

Impacto	Valoración
Relevante	<25
Moderado	25 -50
Severo	50 -75
Crítico	>75

Fuente: adaptado de (Conesa F. V., 2003)

A continuación, se describen cada uno de los parámetros establecidos por el método según (Conesa V., 2003).

**Signo:** hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que se van a actuar sobre los distintos factores considerados.

**Intensidad (I):** expresa el grado de incidencia de la acción sobre el factor, que puede considerarse desde una afección mínima hasta la destrucción total del factor.

**Extensión (EX):** representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada, el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total.

**Momento (MO):** se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que ésta produce. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que el Corto Plazo corresponde a menos de un año, el Medio Plazo entre uno y cinco años, y el Largo Plazo a más de cinco años.

**Persistencia (PE):** se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse, temporal si lo hace entre uno y diez años, y permanente si supera los diez años. La persistencia no es igual que la reversibilidad ni que la recuperabilidad, conceptos que se presentan más adelante, aunque son

conceptos asociados: Los efectos fugaces o temporales siempre son reversibles o recuperables; los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, recuperables o irrecuperables.

**Reversibilidad (RV):** se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medios naturales, y en caso de que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo que si es de menos de un año se considera el corto plazo; entre uno y tres años se considera el medio plazo, y si se superan los diez años se considera Imposible o irreversible.

**Recuperabilidad (MC):** se refiere a la posibilidad de reconstruir, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. (Introducción de medidas correctoras).

**Importancia del Impacto (I):** es la importancia del efecto de una sección sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental.

#### **4.1.3.1 Evaluación de Impactos**

A continuación, se presenta el resultado final o matriz de importancia. Se inicia con la elaboración de una matriz para cada parámetro contemplado en la metodología de (Conesa F., 2010) para finalmente entrega el resultado de la evaluación de impactos en la matriz de importancia.

Tabla 59. Matriz de importancia

Componente y aspecto ambiental			MATRIZ DE IMPORTANCIA																		
			Construcción y montaje				Explotación								Beneficio		Abandono y cierre				
			Construcción de campamentos	Construcción de vías	Piscinas de almacenamiento de agua	Contratación de mano de obra	Desmonte	Descapote	Arranque de material aurífero	Transporte del material de mina	Cargue	Lavado del material de mina	Recuperación de celda explotada	Beneficio de concentrados	Reforestación	Desmantelamiento de campamentos	Cierre y recuperación de piscinas	Reubicación de infraestructura	Desvinculación de personal		
Medio	Componente	Impacto																			
Abiótico	Suelos	Contaminación del suelo	-20	-20	0	0	0	-27	0	0	0	-24	0	0	0	0	-23	0	0	0	
		Perdida del suelo	0	-27	0	0	0	-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Cambios en el uso del suelo	-34	0	0	0	-24	0	0	0	0	0	42	0	52	48	25	0	0	0	
	Agua	Alteración de la calidad del agua superficial	0	0	0	0	0	-15	-14	-14	-14	-17	0	0	0	0	14	0	0	0	
		Alteración de la dinámica del agua superficial	0	0	17	0	-14	-17	0	0	0	0	-14	0	0	0	0	0	0	0	
	Atmosfera	Alteración de la calidad del aire	-16	0	-16	0	-26	-26	-23	-23	-23	0	-24	0	34	0	0	0	0	0	
		Aumento en los niveles de ruido	-26	-26	0	0	-26	-26	-26	-26	-26	0	-24	-24	0	-20	-20	-20	0	0	
Paisaje	Alteración del paisaje	-35	-26	-24	0	-30	-30	0	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0		
Biótico	sistemas terres	Modificación de la cobertura vegetal	0	-32	-38	0	-33	0	0	0	0	0	46	0	50	0	31	0	0		
		Perdida de individuos de fauna	0	-17	-22	0	-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0		
		Repoblación de especies vegetales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	49	0	32	0	0		
		Repoblación de especies de fauna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	31	0	0	0	0	0	
Socio económico	Económico	Cambio en las actividades productivas	0	0	34	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37		
		Dinamización del económico local	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-55		
	Social	Alteración de los patrones culturales	0	0	0	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Potenciación de conflictos sociales	0	0	0	-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-18		
			El valor será 0 cuando el impacto sea inexistente																		
				Relevante		Moderado		Severo		Crítico											

Fuente: autor

#### 4.1.3.2 Análisis de resultados de la evaluación ambiental con proyecto

A continuación, se presenta el análisis de los resultados de la evaluación ambiental utilizando la metodología de (Conesa F., 2003).

Una vez analizados los resultados, podemos determinar que la etapa más impactante es la de la operación del proyecto, la cual presenta un total de 28 impactos sobre el medio ambiente.

Tabla 60. Total, de impactos negativos del proyecto

<b>IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS</b>						
<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Relevante</b>	<b>Moderado</b>	<b>Severo</b>	<b>Critico</b>	<b>Total</b>
Construcción y montaje	Construcción de campamento	2	3	0	0	5
	Construcción de vías	2	4	0	0	6
	Piscina de almacenamiento de agua	3	1	0	0	4
	Contratación de mano de obra	1	2	0	0	3
explotación	Desmonte	3	4	0	0	7
	Descapote	3	4	0	0	7
	Arranque de materia aurífero	2	1	0	0	3
	Transporte de material de mina	2	1	0	0	3
	Cargue	2	1	0	0	3
	Lavado de material de mina	2	0	0	0	2
	Recuperación de celda explotada	3	0	0	0	3
Beneficio	Beneficio de concentrados	1	0	0	0	1

	Reforestación	0	0	0	0	0
Abandono y cierre	Desmantelamiento de campamentos	2	0	0	0	2
	Reubicación de infraestructura	1	0	0	0	1
	Desvinculación de personal	1	0	1	0	2
	Cierre y recuperación de piscinas	1	0	0	0	1
	<b>Total</b>	29	18	1	0	48

*Fuente: autor*

A continuación, se describe los impactos ambientales por medio afectado (Biótico, abiótico y socioeconómico).

**Medio Abiótico:** debido al tamaño del proyecto y al modelo de explotación propuesto no se identifican impactos, severos ni críticos, esto en gran medida a que las áreas intervenidas son zonas planas, donde no se presentara alteraciones de geoforma.

En lo que se refiere al suelo, solo se prevé afectación moderada del mismo en la etapa de Construcción de vías, ya que las mismas se delimitarán por medio del desbroce de dichas zonas, dejando el suelo desprovisto de cubierta vegetal, en el descapote para las celdas de explotación el impacto será relevante, esto en parte por el corto tiempo del ciclo minero para cada celda y las medidas ambientales que se adoptaran para proteger el suelo una vez se inicie la explotación de la celda.

Las afectaciones a las aguas superficiales serán relevantes también, esto en gran parte a que se respetara su ronda de protección hidráulica y no serán intervenidas, y se planean medidas de manejo orientadas a su protección. En cuanto a el componente atmosférico es el medio que más afectaciones presenta, pero el mismo está ligado al efecto que pueda causar la maquinaria pesada usada en el proyecto, y tomando en cuenta la ubicación de las zonas de explotación el mismo será

muy puntual y de baja intensidad. En cuanto a la afectación del paisaje y debido a la puntualidad de las afectaciones las mismas serán relevantes.

**Medio Biótico:** Como no se prevé la intervención de ecosistemas naturales, diferentes a la Zonas Arenosas Naturales, (ZAN), en los cuales el grado de intervención antrópica es muy alto, no habrá fragmentación de ecosistemas, ni disminución en áreas boscosas, por lo tanto, sus afectaciones serán moderadas. En cuanto a las comunidades de fauna, la poca presencia de las mismas en las zonas afectadas determinan el poco grado de afectación, si bien el mayor número de individuos son las aves, la mismas están asociadas a la zona, por la presencia del río Lebrija, el cual no será intervenido y su ronda de protección hidráulica respetada.

**Medio Socioeconómico:** una vez analizados los factores socioeconómicos afectados por el proyecto y debido a al tamaño del proyecto, solo se prestarán afectación en cuanto a la generación del empleo, el cual, es muy positivo debido a la baja demanda que existe en el corregimiento y en la zona en general, y la dinamización de la economía local, aunque se prevé la generación de conflicto, los mismo serán moderados.

En cuanto a los impactos positivos todos están relacionados con la generación de empleo y la dinamización de la economía local, así como con la aplicación de las medidas de cierre y abandono, las cuales están enfocadas a mejorar las condiciones ambientales de las are intervenidas.

Tabla 61. Total, de impactos positivos del proyecto

<b>IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS</b>						
<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Relevante</b>	<b>Moderado</b>	<b>Severo</b>	<b>Critico</b>	<b>Total</b>
Construcción y montaje	Construcción de campamento	0	0	0		0
	Construcción de vías	0	0	0		0
	Piscina de almacenamiento de agua	1	1	0		2
	Contratación de mano de obra	0	1	1		2
explotación	Desmonte	0	0	0		0
	Descapote	0	0	0		0
	Arranque de materia aurífero	0	0	0		0
	Transporte de material de mina	0	0	0		0
	Cargue	0	0	0		0
	Lavado de material de mina	0	0	0		0
	Recuperación de celda explotada	0	4	0		4
Beneficio	Beneficio de concentrados	0	0	0		0
Abandono y cierre	Reforestación	0	4	2		6
	Desmantelamiento de campamentos	0	1	0		1
	Reubicación de infraestructura	1	0	0		1
	Desvinculación de personal	0	1	0		1
	Cierre y recuperación de piscinas	2	2	0		4
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>21</b>

Fuente: autor

En resumen, se presentarán un total de 48 impactos negativos de los cuales 18 serán moderados y 29 relevantes, y de los 21 impactos positivos 3 serán severos esto en cuanto a la generación de empleo, el cual será muy benéfico para la región, y 14 moderados y solo 4 relevante.

#### **4.2 Zonificación del manejo ambiental del proyecto**

La zonificación de manejo busca evaluar la vulnerabilidad de las unidades ambientales (zonificación ambiental) ante la construcción y operación de un proyecto. El análisis de cada una de las unidades de manejo debe realizarse de manera cualitativa y cuantitativa, utilizando sistemas de información geográfica. (MAVDT, 2010)

**Áreas de exclusión:** la categoría de áreas de exclusión está relacionada con la sensibilidad y funcionalidad socio ambiental que se puede encontrar en la zona, de la capacidad de recuperación de los medios a ser afectados y del carácter de las áreas con régimen especial de protección. En esta categoría las zonas protegidas expresamente por la legislación o por disposiciones del gobierno local y aquellas áreas que identifique el estudio, que por presentar un alto grado de vulnerabilidad o riesgo ambiental y social no deben ser intervenidas. (Gobernación de Antioquia, 2013)

En la zonificación ambiental, no se detectó ninguna área de exclusión, al no encontrar ecosistemas sensibles, ni áreas protegidas, zonas vulnerables, etcétera.

**Áreas de intervención con restricciones:** las áreas de intervención con restricciones son áreas donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias de las actividades que se realizan en estas zonas. A su vez, se deben considerar los sitios de intervención puntual por las obras del proyecto y la sensibilidad socio-ambiental de la zona. El equipo técnico no encontró

zonas en esta categoría debido al tipo de proyecto y a las zonas a intervenir. (Gobernación de Antioquia, 2013)

**Áreas de intervención:** corresponden a áreas en donde se puede desarrollar el Proyecto, con la implementación de las medidas de manejo correspondientes y que presentan la mínima sensibilidad ambiental, con manejo socio-ambiental, acorde con las actividades y etapas del mismo. Estas áreas no presentan ninguna restricción importante desde el punto de vista físico, biótico y socioeconómico. (Gobernación de Antioquia, 2013)

#### **4.2.1 Identificación de restricciones de carácter legal**

El área del proyecto no se identifican ningún tipo de restricción de carácter legal, ya que no presenta superposición con Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) (Decreto 2372 de 2010), tales como; Sistema de Parques Nacionales Naturales, Reservas Forestales Protectoras, Parques Nacionales Regionales, Distritos de Manejo Integrado, Distritos de Conservación de Suelos, Áreas de Recreación o Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

Tampoco se presentan reservas forestales de ley segunda, áreas naturales únicas, complejos de páramos, bosques de ribera, áreas de interés arqueológico, resguardos indígenas o concejos comunitarios de poblaciones afrocolombianas.

A continuación, se presenta tabla de las áreas afectadas por las obras vs las áreas sensibles identificadas en la Zonificación Ambiental.

Tabla 62. Zonas afectadas vs sensibilidad

Zona	Descripción	Justificación	Zonas de explotación (Ha)	
			AID	Obras
<b>Sensibilidad Baja</b>	Corresponden, al 100% de las áreas intervenir (Pastos enmalezados, Pastos arbolados y zonas arenosas naturales).	Zonas intervenidas con algún uso productivo -Actividades humanas en áreas de baja pendiente con conflictos menores por uso del suelo (agricultura, ganadería)	50,8	50,8

Fuente: autor

Se aclara que las fuentes hídricas presentes en el área no serán intervenidas y las mismas quedaron como zona de exclusión.

#### 4.2.2 Conclusión de la zonificación de manejo ambiental

Para determinar las áreas de intervención y el tipo de manejo ambiental se desarrolla la siguiente tabla con base en la zonificación ambiental del proyecto.

Tabla 63. Manejo de acuerdo a la sensibilidad

Sensibilidad Ambiental	Manejo de la Actividad
Muy alta	Áreas de exclusión
Alta	Áreas de intervención con restricción
Moderada	
Baja	Áreas de intervención
Muy Baja	

Fuente: autor

Como se puede observar en la Figura 27, el área a intervenir del proyecto corresponde a Áreas de Intervención baja, ya que no presentan restricción de uso, por lo tanto, se propondrán medidas de manejo que atenderán los diferentes impactos identificados en la evaluación ambiental.

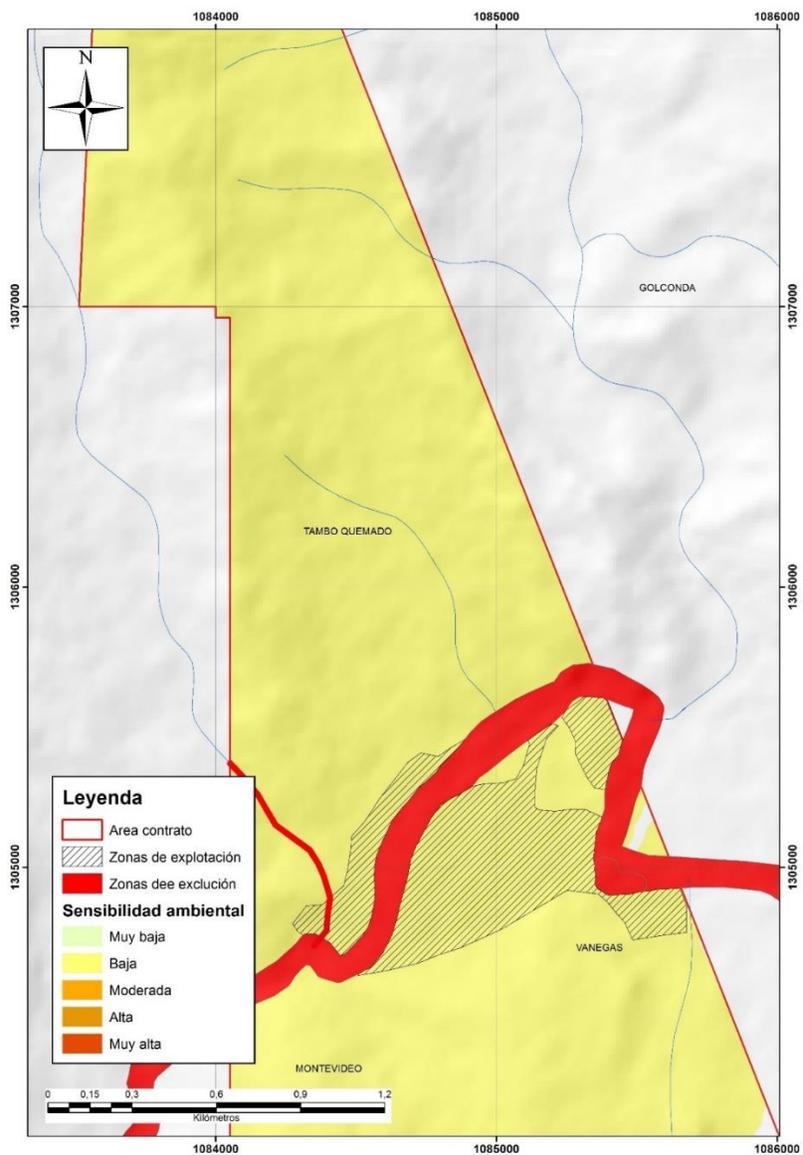


Figura 27. Mapa zonificación manejo ambiental. Fuente: autor

### **4.3 Planes y programas**

El Plan de Manejo Ambiental contempla una estructura de responsables y responsabilidades que deben asumir los involucrados en los programas propuestos para que se cumplan a cabalidad los objetivos.

Los programas se presentan por componentes; sin embargo, el enfoque dado para su formulación es el de considerar el ambiente como un sistema conformado por un conjunto de elementos, que corresponden a los componentes evaluados en la identificación de impactos.

Estos elementos interactúan entre sí y esta conexión le da características propias al área de influencia del proyecto. Cualquier acción en uno de los elementos afecta estas características y bajo esta perspectiva se considera que los programas del Plan de Manejo deben estar articulados.

El plan de manejo ambiental está compuesto por los programas de manejo ambiental que previenen, mitigan, corrigen o compensan los posibles impactos que generará el proyecto Mina Campillo en sus diferentes etapas.

#### **4.3.1 Plan de Manejo Ambiental (PMA)**

Una vez de identificados los impactos ambientales ocasionados por el proyecto en cada uno de sus medios (Biótico, Abiótico y Social), se procede a la formulación de un conjunto de medidas con las cuales se busca prevenir, mitigar, compensar, corregir, aquellos impactos generados durante el desarrollo de las actividades necesarias para el desarrollo de la explotación.

El Plan de Manejo Ambiental PMA, constituye el principal instrumento para la gestión ambiental, en la medida en que reúne el conjunto de criterios, estrategias, acciones y programas; necesarios para prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos y potencializar los positivos. Existe una relación de correspondencia entre los impactos ambientales y las medidas incluidas en

el PMA. El alcance de la medida, debe estar en relación con la magnitud e importancia del impacto ambiental en cada proyecto en particular. (Ángel, 2010)

La estructura del plan de manejo se realizó teniendo unos programas específicos para el manejo de cada componente y a su vez se tendrá en cuenta los lineamientos y directrices establecidos por el, (MAVDT, 2010) donde indica que deben contener entre otros aspectos; tipo de impacto, tipo de medida, localización (ubicación cartográfica cuando aplique), objetivos, metas, descripción técnica, actividades, cronograma, costo y responsable.

Se deben presentar de manera clara y precisa indicadores ambientales de evaluación y seguimiento que permitan evaluar el cumplimiento y efectividad de las medidas de manejo planteadas.

A continuación, se presenta el listado de los Programas de Manejo Ambiental (PMA), establecidos para el manejo de los medios (Biótico, Abiótico y Social) intervenidos por el proyecto.

*Tabla 64. Programas de manejo a implementar*

<b>Medio</b>	<b>Código</b>	<b>Programa de manejo</b>
	<b>PMA_MA_MCa-01</b>	Programa de manejo de suelos
	<b>PMA_MA_MCa-04</b>	Programa de manejo de Aguas
<b>Abiótico</b>	<b>PMA_MA_MCa-05</b>	Programa de manejo de recurso aire
	<b>PMA_MA_MCa-06</b>	Programa de manejo de residuos solidos
	<b>PMA_MA_MCa-07</b>	Programa de manejo de Combustibles y lubricantes
	<b>PMA_MA_MCa-08</b>	Programa de manejo de señalización seguridad Industrial
<b>Biótico</b>	<b>PMA_MB_MCa-01</b>	Programa de manejo y salvamento de especies de fauna
	<b>PMA_MB_MCa-02</b>	Programa de restauración, rehabilitación de celdas de explotación

---

**PMA\_MS\_MCa-02** Programa de Educación Ambiental

**Social**

**PMA\_MS\_MCa-04** Programa de Capacitación e implementación de seguridad industrial

---

*Fuente: autor*

**4.3.1.1 Programas medio abiótico**

**4.3.1.1.1 Ficha PMA\_MA\_MCa-01 Subprograma de manejo de suelos**

---

<b>PMA_MA_MCa-01</b>	<b>Subprograma de manejo de suelos</b>
<b>Etapa</b>	
Explotación	
<b>Objetivo general</b>	
Prevenir y minimizar, el impacto generado por la remoción del suelo necesario para la explotación de las celdas mineras.	
<b>Objetivos específicos</b>	
Delimitación de celdas de explotación.	
Almacenamiento del suelo en área contigua a la celda de explotación.	
Realizar procesos de protección de suelo preservado, a fin de evitar pérdidas del mismo o disminución en su calidad.	
<b>Impacto a atender</b>	
Pérdida de suelo.	
Alteración de los servicios base del suelo.	
Contaminación de aguas superficiales.	
<b>Tipo de medida ambiental</b>	
A. <i>Prevención</i> <b>X</b> B. <i>Mitigación</i> C. <i>Corrección</i> D. <i>Compensación</i>	
<b>Descripción de las medidas</b>	
<b>Delimitación de las áreas a explotar.</b>	

---

Antes de la remoción del suelo se establecerán los procedimientos para la liberación de las áreas a remover, de los individuos de fauna presente, así como de los arboles a aprovechar desbroce o retiro de las coberturas vegetales presentes en el área delimitada para la remoción del suelo. **(PMA\_MB\_MCa-02)**

La remoción del suelo debe hacerse de forma rápida e inmediatamente después de retirada la capa vegetal, evitando así la exposición prolongada a la acción erosiva de la lluvia.

El acarreo del suelo será realizado por retroexcavadora.

### **Almacenamiento de Suelos**

Los suelos extraídos se almacenarán contiguos a los frentes de explotación, dichos sitios no tendrán ningún otro uso, ni se permitirá el paso de personal o maquinaria por encima del mismo. Se prevé un área de la zona de almacenamiento temporal de 15m x 15m, la pila no excederá en ningún momento los 10 metros (m) de altura.

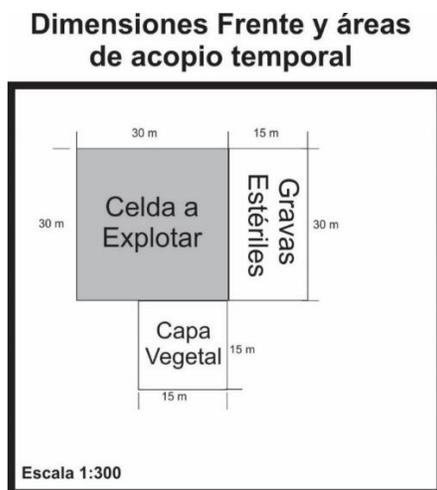


Figura 28. Vista superior zona de acopio temporal. Fuente: autor

El suelo almacenado será protegido con geomembranas evitando así la pérdida de suelos por acción del viento o de las aguas lluvias y serán debidamente señalizadas y acordonadas.

No se dispondrán de cunetas perimetrales debido a que el almacenamiento es temporal.

Teniendo en cuenta que el almacenamiento del suelo, se realizará por un corto período de tiempo, no se prevé que presente pérdida de nutrientes, por lo tanto, no se realizará la adición de



---

**PMA\_MA\_MCa-01**
**Subprograma de manejo de suelos**


---

**Etapa**

Recuperación de celdas explotadas y cierre y abandono de mina.

**Objetivos específicos**

Recuperación de las celdas explotadas y las piscinas de sedimentación y almacenamiento de agua.

Reconfiguración de las celdas explotadas y las piscinas, con el suelo almacenado.

**Impacto a atender**

Cambios uso de suelo

Contaminación de aguas superficiales.

Alteración del paisaje

**Tipo de medida ambiental**

*A. Prevención*    **X**    *B. Mitigación*    **X**    *C. Corrección*    *D. Compensación*

**Descripción de las medidas**
**Reconformación de los suelos removidos y almacenados**

Reconfiguración de las celdas explotadas con el material edáfico removido de la misma, la cual consiste en la homogenización del área explotada con el suelo removido. El procedimiento será realizado con retroexcavadora.

Una vez reconfigurado el suelo se procede a la estabilización del mismo por medio de cargador frontal.

La revegetalización será realizada según **PMA\_MB\_MCa-05**.

**Metas**

Delimitación del 100% de los frentes a explotar.

Remover y almacenar el 100% del suelo presente en la celda a exportar.

Aplicar las medidas de protección al 100% de los suelos almacenados.

**Responsable**


---



#### 4.3.1.4 Ficha PMA\_MA\_MCa-04 Programa de manejo de aguas

El programa de manejo de recurso hídrico, desarrollara los siguientes subprogramas:

##### 4.3.1.4.1 Subprograma 1 de manejo de aguas residuales domésticas

<b>PMA_MA_MCa-04</b>	<b>Subprograma 1 manejo de aguas residuales domésticas e industriales</b>
<b>Etapa</b>	
Explotación	
<b>Objetivo general</b>	
Prevenir, mitigar o corregir el deterioro de la calidad, la alteración de la dinámica y la disminución de la disponibilidad del agua superficial en el área de influencia del proyecto.	
<b>Objetivos específicos</b>	
Garantizar el buen manejo de manejo de aguas servidas que se generen durante el desarrollo y operación del proyecto.	
Evitar la afectación del recurso hídrico por disposiciones directas de las aguas residuales domésticas.	
<b>Impacto a gestionar</b>	
Alteración de la calidad del agua superficial.	
<b>Tipo de medida ambiental</b>	
A. <i>Prevención</i> <b>X</b> B. <i>Mitigación</i> C. <i>Corrección</i> D. <i>Compensación</i>	
<b>Descripción detallada de la medida</b>	
<b>Metas</b>	
Llevar el 100% de las aguas residuales de campamentos al pozo séptico.	
Sedimentar el 100% de las aguas utilizadas en el lavado del material aurífero.	
Disposición del 100% de los lodos de la piscina de sedimentación-	
<b>Responsable</b>	

Titular Minero Se encargará de cumplir y hacer cumplir todas las actividades relacionadas con la protección del recurso agua en las zonas de explotación e infraestructura asociada al proyecto.

### **Cronograma**

Todas estas actividades deberán realizarse una vez que se inicien los trabajos de explotación, las mismas que deberán mantenerse durante la operación de la mina.

### **Responsable del seguimiento**

Técnico Ambiental.

### ***Presupuesto***

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total COP</b>
Compra tanque y trampa de grasas	1	2.600.000
<b>Costo Total COP</b>		<b>2.600.00</b>

Los costos para la construcción de las piscinas de almacenamiento y sedimentación se encuentran en la **Subprograma 4 de manejo de la captación y piscina de almacenamiento y sedimentación.**

### **Lugar de aplicación**

A lo largo de las zonas de explotación, en cada una de las piscinas de sedimentación y almacenamiento de agua.

### **Personal requerido**

Personal especializado contratado para el seguimiento y control y ejecución de las medidas de manejo ambiental.

*Fuente: autor*

### **4.3.1.4.2 Subprograma 2 de manejo de agua lluvia**

---

PMA\_MA\_MCa-04

**PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS**
**Subprograma 2 de manejo de agua lluvia**


---

**Etapa**

Explotación y cierre y abandono.

---

**Objetivos específicos**

Realizar el manejo de las aguas de escorrentía, con el fin de evitar desbordes de las piscinas de sedimentación y almacenamiento de aguas de mina.

---

**Impacto a gestionar**

Alteración de la calidad del agua superficial.

---

**Tipo de medida ambiental**

A. *Prevención*    **X**    B. *Mitigación*            C. *Corrección*            D. *Compensación*

---

**Descripción detallada de la medida**

Se aclara que solo se realiza manejo de aguas lluvias para las piscinas de sedimentación y almacenamiento debido a que son las únicas estructuras que, por su carácter de permanentes, son susceptibles a ser afectadas por los eventos de lluvia.

**Manejo de agua lluvia en la piscina de sedimentación y almacenamiento**

Se construirán canaletas alrededor de la piscina de sedimentación y almacenamiento de agua para la canalización de las aguas lluvias y escorrentía hacia los cuerpos de aguas presentes en la zona.

Este tipo de canal tiene como objetivo interceptar, desviar y conducir el agua de escorrentía hacia los cursos de agua y tendrá las siguientes dimensiones.

---

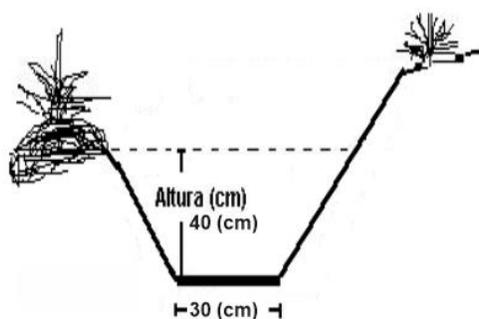


Figura 29. Dimensiones canaleta

Se construirán a 2 m de distancia del área perimetral de la piscina de almacenamiento de agua de lavado de mineral y sedimentación, esto para garantizar un posible desborde de las piscinas. Los canales se construirán con una vida útil igual a la vida de las piscinas, tiempo durante el cual se realizarán labores de limpieza de desechos acumulados y el arranque de maleza en el centro del canal.

Adicional a las canaletas se recubrirán en caso de lluvia las piscinas con plásticos o lonas para evitar el desbordamiento de las mismas.

Una vez sean reubicadas las piscinas, se procederá a la recuperación de las canaletas y se realizara la construcción de las mismas en las nuevas piscinas.

---

### Metas

Garantizar que se construyan el 100% de las obras para el control de aguas lluvias y esorrentía, para las piscinas de sedimentación y almacenamiento.

---

### Responsable

Titular Minero

Se encargará de cumplir y hacer cumplir todas las actividades relacionadas con la protección del recurso agua en las zonas de explotación e infraestructura asociada al proyecto.

---

### Cronograma

Todas estas actividades deberán realizarse una vez que se inicien los trabajos de explotación, las mismas que deberán mantenerse durante la operación de la mina.

---

**Responsable del seguimiento**

Técnico Ambiental.

---

***Presupuesto***

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total COP</b>
Construcción de canaleta	14440 m	2.400.000
Plástico	1 rollo de 80 kg, (rollo de 129 x 4 m).	320.000
<b>Costo Total COP</b>		<b>2.720.000</b>

---

**Lugar de aplicación**

A lo largo de las zonas de explotación, en cada una de las piscinas de sedimentación y almacenamiento de agua proyectadas.

---

**Personal requerido**

Personal especializado contratado para el seguimiento y control y ejecución de las medidas de manejo ambiental.

---

*Fuente: autor*

#### 4.3.1.4.4 Subprograma 4 de manejo de la captación y piscina de almacenamiento y sedimentación

---

**PMA\_MA\_MCa-04**

**PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS**

**Subprograma 4 de manejo de la captación y piscina de almacenamiento y sedimentación**

---

**Etapa**

Explotación

---

**Objetivos específicos**

Garantizar que las piscinas de sedimentación y almacenamiento cumpla con las medidas necesarias para evitar pérdidas de aguas por infiltración y desbordamientos por aguas lluvias. Garantizar que el volumen de agua captada, cubra el consumo necesario para ejecutar las actividades del proyecto.

---

**Impacto a gestionar**

Alteración de la calidad del agua superficial.  
Perdida de agua por alto consumo.

---

**Tipo de medida ambiental**

A. *Prevención*    **X**    B. *Mitigación*    C. *Corrección*    D. *Compensación*

---

**Descripción detallada de la medida**

**Manejo de la captación**

La captación se hará del punto que autorizado.  
Se utilizará motobomba de agua Honda WT 40X la cual cumple con el caudal solicitado 25 L/seg. Según especificaciones técnicas.

Debido a que la captación de agua es intermitente, se utilizara medidor de agua garantizando control sobre el consumo de agua.

---

Se realizará el mantenimiento preventivo de la motobomba.

El mantenimiento a las estructuras y equipos de captación se realizará de manera periódica.

Se realizarán actividades de detección de fugas en la red de conducción de agua con el fin de evitar pérdidas de agua o incremento en el consumo.

Para un adecuado control de los consumos, mantenimiento e inspecciones se generarán los formatos de control necesarios.

### **Manejo de la piscina de sedimentación y almacenamiento de agua.**

La piscina de sedimentación y almacenamiento serán revestidas por geomembranas evitando así las pérdidas por infiltración.

Las medidas para el control de agua lluvia esta previstos en la **PMA\_MA\_MCa-04**

Subprograma 3 manejo de agua lluvia.

Los suelos y estériles que se generan con la construcción de las piscinas, serán recubiertos con plásticos se seguirán los mismos procedimiento de protección y recuperación contenidos en los programas **PMA\_MA\_MCa-01** y **PMA\_MA\_MCa-03**

### **Metas**

Garantizar el 100% de las medidas detalladas.

Asegurar el 100% de los mantenimiento y actividades de control programados.

Generar los formatos de control para el lavado de vehículos.

### **Responsables de su ejecución**

Titular Minero	Se encargará de cumplir y hacer cumplir todas las actividades relacionadas con la protección del recurso agua en las zonas de explotación e infraestructura asociada al proyecto.
----------------	---

### **Cronograma**

Todas estas actividades deberán realizarse una vez que se inicien los trabajos de explotación, las mismas que deberán mantenerse durante la operación de la mina.

### **Responsable del seguimiento**

Personal Ambiental.

---

**Presupuesto**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total COP</b>
BOMBA DE AGUA HONDA XT40	1	3.500.000
Medidor de agua Modelo	1	1.100.000
Manguera de 4"	2000 metros (m)	2.820.000
Geomembranas de polietileno de alta densidad de 40 mls de pulgada para revestimiento de piscinas	3 rollos de 7 metros (m) ancho x 380 metros (m) de largo	1.800.000
<b>Costo Total COP</b>		<b>9.220.000</b>

\*Los costos de construcción son inherentes a los costos de operación de mina.

---

**Lugar de aplicación**

En el punto de captación de agua aprobado y cada una de las piscinas de sedimentación y almacenamiento proyectas.

---

**Personal requerido**

Personal de producción.

---

*Fuente: autor*

#### 4.3.1.5 Fichas PMA\_MA\_MCa-05 Programa de manejo de recurso aire

##### 4.3.1.5.1 Subprograma 1 de manejo y control de gases y material particulado

<b>PMA_MA_MCa-05</b>	<b>PROGRAMA DE MANEJO DE RECURSO AIRE</b> <b>Subprograma 1 de manejo y control de gases y material particulado</b>
<b>Etapa</b>	
Construcción y montaje, explotación y cierre y abandono	
<b>Objetivo general</b>	
Prevenir y mitigar las emisiones de material particulado y gases generadas por las actividades del proyecto durante cada una de las etapas.	
<b>Objetivos específicos</b>	
Preservar la calidad del aire dentro de los niveles permisibles por la legislación.	
Establecer medidas para disminuir el porcentaje de partículas suspendidas en el aire en el frente de explotación de la cantera y vías utilizadas. (CORTOLIMA, 2008)	
Evitar la afectación del recurso hídrico por disposiciones directas de las aguas residuales domésticas.	
<b>Impacto a gestionar</b>	
Alteración de la calidad del aire.	
Pérdida de individuos de fauna	
<b>Tipo de medida ambiental</b>	
A. <i>Prevención</i> <b>X</b> B. <i>Mitigación</i> <b>X</b> C. <i>Corrección</i> D. <i>Compensación</i>	
<b>Descripción detallada de la medida</b>	
<b>Manejo de vías</b>	
No se realizará humectación de las vías terciarias, debido a que por la magnitud del proyecto el flujo vehicular será escaso, por lo tanto, no se prevé un aumento considerable en las emisiones de material particulado en la zona que puedan alterar el medio ambiente, sin embargo, se crearan	

otras medidas que busques mitigar el material particulado que puedan generar los vehículos de la empresa que transiten por la zona.

Se realizará mantenimiento a las vías en el tramo correspondiente a la zona del proyecto, para así lograr evitar el desgaste de las mimas y un aumento en las emisiones de material particulado. Se controlará la velocidad de los vehículos que transitan por las vías aledañas al proyecto, considerando la restricción de un límite de velocidad máxima de 30 km/h para las vías que estén entre los corregimientos de Vanegas y Chuspas, así como las vías de acceso a la zona de influencia, utilizando la señalización adecuada (Fig. 59), lo que mitigará la suspensión de material particulado y los accidentes con la fauna presente en la zona.



*Figura 30. Señal preventiva, límite de velocidad. Fuente: autor*

Se realizarán recorridos mensuales para verificar el estado de las señales preventivas instaladas a lo largo de la carretera.

### **Manejo de vehículos y maquinaria**

La maquinaria que inicie actividades de operación minera, estará sujeta a inspección para corroborar su correcto funcionamiento. El resultado de dicha inspección deberá ser guardado en archivo para referencia futura.

Se debe disponer del certificado de revisión técnico mecánica y emisión de gases de los vehículos que laboren en el proyecto.

---



Mantenimiento de vías	mensual	5.000.000
<b>Costo Total COP</b>		<b>19.000.000</b>

---

### Lugar de aplicación

Vías, y demás infraestructura asociada al proyecto.

---

### Personal requerido

Personal especializado contratado para el seguimiento y control y ejecución de las medidas de manejo ambiental.

*Fuente: adaptado (Integral, 2015)*

#### 4.3.1.5.2 Subprograma 2 de manejo de ruido

---

**PMA\_MA\_MCa-05                      PROGRAMA DE MANEJO DE RECURSO AIRE**

**Subprograma 2 manejo de ruido**

---

### Etapa

Construcción y montaje, explotación y cierre y abandono.

---

### Objetivos específicos

Reducir las fuentes emisoras de ruido, generados por las actividades propias del proyecto (Explotación, transporte etc.),

---

### Impacto a gestionar

Afectaciones a la salud de trabajadores.

Migración de especies faunísticas.

Aumento en los niveles de ruido

---

### Tipo de medida ambiental

A. *Prevención*    **X**    B. *Mitigación*    **X**    C. *Corrección*                      D. *Compensación*

---

### Descripción detallada de la medida

**Control de ruido en la explotación**

---

La retroexcavadoras, compresores y demás implementos utilizados en la extracción del material aurífero generan sonidos superiores a 85 db, (*Los mismos están exentos en la resolución 0910 DE 2008 Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones*) sin embargo el 100% de las actividades de explotación se encuentran en zonas aisladas por lo tanto solo se tomará como medida el uso de tapa oídos por parte del personal de mina.

Se debe dar mantenimiento preventivo adecuado a los motores, bombas, maquinaria pesada y generador eléctrico para eliminar los ruidos provenientes de elementos desajustados o muy desgastados que trabajan con altos niveles de vibración.

El personal de trabajo, contara con los implementos necesarios de seguridad personal y protección auditiva.

#### **Control de ruido por al movimiento de vehículos en la zona**

Restringir el uso de pitos y bocinas de los vehículos que transite por el área de influencia del proyecto.

Mantenimientos periódicos preventivos a los vehículos, ya que motores en regular estado generan mayores niveles de ruido.

---

#### **Metas**

Dotar al 100% del personal asociado al proyecto con implementos de protección auditiva.

Realizar el mantenimiento preventivo del 100% de los equipos, maquinaria y vehículos del proyecto.

Garantizar que el 100% de los vehículos asociados al proyecto cumplan con la restricción de uso de pitos

---

#### **Responsable**

Titular Minero

Se encargará de cumplir y hacer cumplir todas las actividades relacionadas con la protección del recurso aire en las zonas de Explotación.

---

---

**Cronograma**

Todas estas actividades deberán realizarse una vez que se inicien los trabajos de Construcción y montaje, las mismas que deberán mantenerse durante la operación de la mina.

---

**Responsable del seguimiento**

Técnico Ambiental.

---

**Presupuesto**

<b>Manejo de ruido</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total COP</b>
Tapa oídos	1	15.000
<b>Costo Total COP</b>		<b>15.000</b>

Los costos de mantenimientos de maquinaria, vehículos y equipos están previstos en el Subprograma 1 de manejo y control de gases y material particulado.

Solo se contempla en valor unitario de los protectores de oído ya que la cantidad está determinada por el personal de mina.

---

**Lugar de aplicación**

Vías, y demás infraestructura asociada al proyecto y frentes de explotación

---

**Personal requerido**

Personal especializado contratado para el seguimiento y control y ejecución de las medidas de manejo ambiental.

---

*Fuente: adaptado (Integral, 2015)*

### 4.3. 1.6 Ficha PMA\_MA\_MCa-06 Programa de manejo de residuos solidos

#### 4.3.1.6.1 Subprograma 1 manejo de residuos sólidos.

---

**PMA\_MA\_MCa-06            PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS**

**Subprograma 1 manejo de residuos sólidos.**

---

**Etapa**

Construcción y montaje, explotación y cierre y abandono

---

**Objetivo general**

implementar las medidas necesarias para el manejo adecuado de los residuos domésticos y especiales que se generan en la explotación minera, con el fin de proteger la salud humana y los recursos suelo, aire, agua y paisaje.

---

**Objetivos específicos**

Implementar un sistema de separación en la fuente que permita una adecuada disposición de los residuos de acuerdo con su clasificación.

Establecer medidas para el adecuado manejo, recolección, almacenamiento y transporte de los residuos generados en el proyecto.

Garantizar la disposición final de los residuos generados en el proyecto.

Capacitar al personal del proyecto para lograr un adecuado manejo de los residuos sólidos generados en el proyecto.

---

**Impacto a gestionar**

Alteración de la calidad del aire.

Alteración de la calidad del agua superficial.

Contaminación del suelo.

Alteración del paisaje

---

**Tipo de medida ambiental**

A. *Prevención*    **X**    B. *Mitigación*    **X**    C. *Corrección*            D. *Compensación*

---

**Descripción detallada de la medida**

### Manejo de residuos sólidos.

La gestión de los residuos sólidos se hará de la siguiente forma:

- Reducción y segregación en la fuente: la primera prioridad del proyecto en cuanto a residuos sólidos es reducir la cantidad de los residuos que se generan en las diversas actividades del proyecto.
  - Reciclaje: en segundo lugar, está el reciclaje, que implica la separación y recolección de ciertos materiales residuales y su preparación para su reutilización y posterior envío a empresas recicladoras de la región.
  - Disposición final: por último, hay que hacer algo con los residuos que no pueden ser reciclados y no tienen ningún uso adicional, para lo cual se propone serán dispuestos en el sitio de disposición final del municipio de Bucaramanga.
  - En el área de campamento, celdas de explotación, se dispondrán recipientes temporales de almacenamiento de residuos, que estarán debidamente identificadas.
  - Se evitará la descarga y disposición de todos los tipos de desechos sólidos en las inmediaciones de los campamentos y celdas de explotación no autorizadas y no destinadas para tal fin.
  - Se realizarán inspecciones frecuentes de los recipientes de almacenamiento de desechos para asegurar el manejo y disposición de desechos.
  - Los recipientes de residuos sólidos comunes que se encuentran al ambiente (aire libre), deberán estar cubiertos para evitar el contacto con el agua de lluvia y vectores (propagación de plagas).
  - No se deberá mezclar la basura orgánica, inorgánica.
  - Completamente prohibido la incineración de basura.
  - Para un manejo adecuado, los desechos sólidos serán caracterizados y clasificados, para luego ser colocados temporalmente en recipientes con tapa de acuerdo a su clasificación, así tenemos:
    - Verde: desechos orgánicos.
    - Blanco: todo material plástico, derivado del papel, telas, vidrio.
    - Gris: desechos contaminados con grasas, aceites u otros productos tóxicos.
-

- Rojo: clínicos y sanitarios.



Figura 31. Sitio almacenamiento de residuos sólidos. Fuente: autor

- Los residuos orgánicos generados serán llevados a compostaje.

---

### Metas

Recolectar y clasificar el 100% de los residuos generados en el proyecto.

Capacitar al 100% de personal asociado al proyecto.

---

### Responsables de su ejecución

Titular Minero

Se encargará de cumplir y hacer cumplir todas las actividades relacionadas con el manejo de residuos sólidos

---

### Cronograma

Todas estas actividades deberán realizarse una vez que se inicien los trabajos de Construcción y montaje, las mismas que deberán mantenerse durante la operación de la mina.

---

### Responsable del seguimiento

Técnico Ambiental.

---

### *Presupuesto*

---

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total COP</b>
Recipientes para el almacenamiento de basuras	20	420.000
Compostera	1	60.000
<b>Costo Total COP</b>		<b>480.000</b>

---

### **Lugar de aplicación**

Zonas de campamento, zonas de Explotación y áreas aledañas al proyecto.

---

### **Personal requerido**

Personal especializado contratado para el seguimiento y control y ejecución de las medidas de manejo ambiental

*Fuente: autor*

## **4.3.1.7 Ficha PMA\_MA\_MCa-07 Programa de manejo de combustibles y lubricantes**

### **4.3.1.7.1 Subprograma 1 manejo de combustibles y lubricantes**

---

<b>PMA_MA_MCa-07</b>	<b>PROGRAMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES</b>
	<b>Subprograma 1 manejo de combustibles y lubricantes</b>

---

### **Etapa**

Construcción y montaje, explotación y cierre y abandono

---

### **Objetivo general**

Prevenir las afectaciones sobre el ambiente ocasionadas por el inadecuado almacenamiento, manejo, y transporte de combustibles y lubricantes en el desarrollo del Proyecto.

---

### **Objetivos específicos**

Implementar buenas prácticas para el almacenamiento, manejo, manipulación, cargue, descargue y transporte de combustibles y lubricantes en el proyecto.

---

Minimizar los impactos sobre el suelo, por derrames de combustibles y lubricantes.

### **Impacto a gestionar**

Alteración de la calidad del agua superficial.

Alteración de la calidad del aire.

Contaminación del suelo

### **Tipo de medida ambiental**

A. *Prevención*    **X**    B. *Mitigación*                      C. *Corrección*    **X**    D. *Compensación*

### **Descripción detallada de la medida**

#### **Trasporte del combustible**

Se utilizará vehículo de estacas para el transporte de combustible desde la estación hasta el lugar de almacenamiento temporal en los frentes de trabajo.

Los combustibles serán almacenados para su transporte en Cisternas sobre palletsen de metal de 1000 lts (Fig. 61)



*Figura 32. Tanque transporte y almacenamiento combustible Sipea SP0350. Fuente: (SIPAE AMERICANA S.R.L., 2017)*

Para el transporte de combustible, en el área de explotación se utilizará tanque provisto de ruedas y motobomba con capacidad para 5000 L.

Los combustibles para la utilización en el proyecto, serán obtenidos de uno de los centros de abastecimiento más cercanos al proyecto minero.

### **Almacenamiento de combustible**

Para el almacenaje se utilizarán varias Cisternas sobre pallets de metal, colocados encima de una estructura techada con zinc con un piso de metálico 40 cm de altura, tendrá una dimensión aproximada de 5 x 2 m. con una buena ventilación.

El suelo estará recubierto con geomembranas y aserrín, necesarios para caso de goteos o pequeños derrames.

El material contaminado con hidrocarburos será entregado a un gestor autorizado por el Ministerio del Ambiente.

Contará con los extintores contra incendios, necesarios y adecuados al volumen y tipo de combustibles almacenados. Serán ubicados estratégicamente para su utilización en casos de emergencia.

En el área de almacenamiento de combustibles existirá las señales preventivas que indiquen el acceso limitado al área y letreros de “PRECAUCIÓN”, “NO FUMAR” “PELIGRO”, etc.

El área de almacenamiento de combustibles deberá estar libre de otros materiales excepto los lubricantes.

Las herramientas y materiales, incluyendo material absorbente, palas y fundas plásticas, deberán estar fácilmente disponibles para limpiar cualquier derrame o goteo.

Una vez terminada las actividades de explotación, se dismantelará toda la infraestructura montada, y se realizará la reconfiguración del sector y se iniciará la revegetación

### **Transferencia de combustibles y abastecimiento de maquinaria**

Las operaciones para transferencia de combustibles deben realizarse de tal forma que se minimicen los derrames y sobre superficies impermeabilizadas

Las operaciones de recarga de combustibles deben ser monitoreadas por parte del personal encargado para evitar el sobrellenado

---



Tanques para el Transporte y almacenamiento	10	7.000.000
Tanque de transporte	2	6.000.000
<b>Costo Total COP</b>		<b>18.500.000</b>

---

### **Lugar de aplicación**

Campamentos, zonas de explotación.

---

### **Personal requerido**

Personal especializado contratado para el seguimiento y control y ejecución de las medidas de manejo ambiental.

*Fuente: autor*

## **4.3.1.8 Ficha PMA\_MA\_MCa-08 Programa de manejo de señalización y seguridad industrial**

### **4.3.1.8.1 Subprograma 1 manejo de señalización y seguridad industrial**

---

**PMA\_MA\_MCa-08**

**PROGRAMA DE MANEJO DE MANEJO DE  
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

**Subprograma 1 manejo de señalización y seguridad industrial**

---

### **Etapa**

Construcción y montaje, explotación y cierre y abandono

---

### **Objetivo General**

Garantizar la señalización sobre las obras del proyecto, informando sobre los riesgos y las condiciones peligrosas, de la operación minera.

---

### **Objetivos Específicos**

Implementar señalización informativa y preventiva, en todas las áreas del Proyecto.  
Garantizar la salud y seguridad de los trabajadores y pobladores.

---

---

**Impacto a gestionar**

Riesgo de accidentes por mala información sobre los peligros y actividades que se desarrollan en la mina.

Riesgo de accidentes por falta de implementos de seguridad industrial.

---

**Tipo de medida ambiental**

A. *Prevención*     **X**     B. *Mitigación*     C. *Corrección*     D. *Compensación*

---

**Descripción detallada de la medida**
**Uso de equipo de protección personal**

Todo el personal que trabajará en las diferentes fases Explotación del proyecto utilizará como equipo básico de seguridad lo siguiente:

- Casco para protección de la cabeza.
- Guantes para la protección de las manos.
- Zapatos de hule con punta de acero para protección de los pies.
- Gafas para protección de la vista.
- Orejeras para protección del sistema auditivo.
- Chalecos refractivos
- Mascarillas para protección del sistema respiratorio.

Este equipo de protección personal será obligatorio para todos los trabajadores y cualquier persona que deba ingresar al permiso minero deberá ser dotado de por lo menos un casco, botas, guantes y un chaleco refractivo.

**Señalización** Se identificará sitios y actividades riesgosas dentro del área de influencia del área minera, las cuales deberán ser debidamente señalizadas. Las señales serán informativas, de atención, de prohibición, de seguridad, de uso obligatorio y de concientización.

Todas las señales deberán ser construidas de latón galvanizado y deberán ser colocadas en un sitio visible y seguro.

---

### Señales informativas:

Estas indicarán que es lo que existe en determinado lugar, tendrán un fondo azul y letras blancas. Serán de 40\*30 cm.



Figura 33. Señales informativas. Fuente: autor

### Señales de advertencia

Estas señales serán colocadas en áreas en donde existe un potencial riesgo, advirtiendo a los trabajadores y ciudadanos del peligro. Deberán ser de 40x30 cm, con fondo amarillo y letras negras:

- Peligro productos inflamables.
- Precaución hombres trabajando.
- Peligro, excavaciones.



Figura 34. Señales de advertencia. Fuente: autor

### Señales de prohibición

Procuran regular el comportamiento de las personas que se encuentran ocupando un espacio particular, también advierten sobre acciones no deseadas que pueden provocar accidentes o incomodar a otros. Estas tienen el fondo blanco y letras rojas. Serán de 40\*30 cm.

- Prohibido fumar.
- Solo personal autorizado.
- No desperdicie el agua.
- No arroje basura.
- Prohibido ingresar.



Figura 35. Señales prohibitivas. Fuente: autor

### Señales de seguridad

Estas indican las salidas y teléfonos de emergencia, puntos de reunión, etc. Estas deben tener el fondo blanco y las letras verdes. Serán de 40\*30 cm.

- Salida de emergencia.
  - Punto de reunión.
  - Teléfonos de emergencia.
-



Figura 36. Señales de seguridad. Fuente: autor

### **Señales de concientización**

Estas señales deber ser colocadas en un sitio visible dentro del área de influencia.

La señalización será revisada periódicamente, todos los trabajadores recibirán capacitación sobre el manejo y funcionamiento del Sistema de Señalización.

### **Metas**

Señalizar el 100% de las instalaciones y frentes de trabajo.

Dotar al 100% del personal asociado al proyecto.

### **Responsables**

Titular Minero.

### **Cronograma**

Todas estas actividades deberán realizarse una vez que se inicien los trabajos de explotación, las mismas que deberán mantenerse durante la operación de la mina.

### **Responsable del seguimiento**

Técnico en Seguridad Industrial.

---

**Presupuesto**

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total COP</b>
Ropa de Trabajo	1	80.000
Botas de caucho	1	40.000
Guantes industriales	1	35.000
Cascos	1	55.000
Chalecos	1	40.000
Mascarillas	1	78.000
Tapa oídos	1	15.000
Gafas	1	30.000
<b>Costo Total COP</b>		<b>373.000</b>

---

Se presenta costos solo para 1 empleado

<b>Señalización</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total COP</b>
Señales informativas	10	200.000
Señales de advertencias	10	200.000
Señales de seguridad	10	200.000
Señales obligatorias	10	200.000
Conos	20	180.000
Cinta de seguridad	Rollo	30.000
<b>Costo Total COP</b>		<b>1.100.000</b>

---

**Lugar de Aplicación**

Zonas intervenidas o afectadas por el proyecto, campamentos y demás áreas del proyecto.

**Personal Requerido**

Personal especializado contratado para el seguimiento y control y ejecución de las medidas de manejo ambiental.

---

Fuente: autor

### 4.3.2 Programa medio Biótico

#### 4.3.2.1 Ficha PMA\_MB\_MCa-01 Programa de ahuyentamiento de especies de fauna

##### 4.3.2.1.1 Subprograma de ahuyentamiento de especies de fauna

---

**PMA\_MB\_MCa-01      PROGRAMA DE MANEJO DE AHUYENTAMIENTO DE  
ESPECIES DE FAUNA**

**Subprograma 1 de ahuyentamiento de especies de fauna**

---

**Etapa**

Explotación

---

**Objetivo general**

Prevenir y mitigar los impactos causados a la fauna, presente en las zonas a intervenir en el proyecto minero.

---

**Objetivos específicos**

Realizar la evaluación y selección de los métodos de ahuyentamiento de fauna presente en las zonas a intervenir.

Establecer medidas de prevención para evitar el atropellamiento de especies con la maquinaria pesada y el tránsito de vehículos.

Capacitar al personal ambiental en los diferentes procesos de manejo de fauna.

---

**Impacto a gestionar**

Perdida de fauna presente en las zonas de intervención.

---

**Tipo de medida ambiental**

A. *Prevención*      **X**    B. *Mitigación*      **X**    C. *Corrección*      D. *Compensación*

---

**Descripción detallada de la medida**

Se aclara que debido a que las operaciones de explotación del proyecto minero, intervendrán las áreas de manera muy puntual, no se prevé la reubicación de fauna considerando la poca presencia de especies en la zona, ya que el 100% de las áreas a intervenir son sitios abiertos con coberturas de pastos y zonas arenosas naturales abiertas dedicadas a la ganadería y no se encontraron especies de mamíferos en peligro de extinción, amenazados, endémicos ni migratorios durante este muestreo para el caso de la mastofauna.

---

Se plantea el mismo método para la avifauna solo se identificaron especies en PREOCUPACIÓN MENOR (LC), y la presencia de las mismas obedecen a la presencia del río Lebrija el cual no será intervenido y se respetará las zonas de protección hidráulica.

Para los reptiles se hace necesario concentrar los esfuerzos de manejo, ahuyentamiento de herpetofauna.

### **Consideraciones generales**

Cada grupo faunístico se puede ahuyentar y reubicar de la siguiente manera:

#### **Herpetofauna**

Para generar su ahuyentamiento se pueden remover rocas, troncos y hojarasca; con el fin de encontrar especies de este grupo sea ahuyentados a zonas aledañas no intervenidas.

#### **Aves**

Se buscarán en los troncos y ramas de los árboles la presencia de nidos con huevos e individuos juveniles con el propósito de rescatarlos y trasladarlos hacia un área de manejo adecuada. En esta fase también se deberá provocar la migración asistida de las aves utilizando medios sonoros

#### **Mamíferos**

Para provocar la migración de los animales de mediano y gran tamaño se podrán emplear medios sonoros, bocinas, pitos y otros métodos adecuados para tal fin.

El ahuyentamiento se desarrollará en dos fases la primera 48 horas antes de las actividades de desmonte y descapote hasta su ejecución, con el fin de ahuyentar la mayor cantidad de especies de fauna silvestre y evitar con esto que durante estas actividades las especies de fauna vertebrada resulten heridas o mueran

La segunda 2 horas antes del inicio de las operaciones se realizará paralela al desmonte y descapote, y tiene como fin ahuyentar las especies que en la primera fase no fueron ahuyentadas. Se aclara que debido a que las celdas de explotación son de 30 m x 30 m en proceso de ahuyentamiento de fauna será sencillo y se espera que su efectividad sea del 100%.

*Nota: La oferta laboral que se generará con la pronta puesta en marcha de la fase de explotación del proyecto se constituye en sí misma como una solución temporal a la explotación de especies de reptiles de interés económico debido al potencial de empleo que estaría*

---

*disponible para los habitantes que encuentran sustento económico en la cacería y recolección de huevos e individuos juveniles de las especies de reptiles de interés económico.*

### **Metas**

100% de las áreas de intervención sometidas a medidas de ahuyentamiento.

100% del personal ambiental vinculado capacitado en el manejo de fauna.

### **Responsable**

Titular Minero.

### **Cronograma**

Todas estas actividades deberán realizarse una vez que se inicien los trabajos de explotación, las mismas que deberán mantenerse durante la operación de la mina.

### **Responsable del seguimiento**

Titular Minero	Se encargará de cumplir y hacer cumplir todas las actividades relacionadas con el ahuyentamiento de fauna
----------------	---

### ***Presupuesto***

<b>Manejo de ahuyentamiento de Fauna</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Precio Total COP</b>
Manejo de ahuyentamiento de fauna por celda	5.00.000
<b>Costo Total COP</b>	<b>5.00.000</b>

### **Lugar de aplicación**

Zonas solicitadas para aprovechamiento forestal en los frentes de explotación.

### **Personal requerido**

Personal ambiental debidamente capacitado que cuenten con las competencias requeridas para el rol.

*Fuente: autor*

### 4.3.2.2 Ficha PMA\_MB\_MCa-02 Programa de restauración, rehabilitación de celdas de explotación y áreas de apoyo

#### 4.3.2.2.1 Subprograma 1 de restauración, y rehabilitación de frentes de trabajo

---

**PMA\_MB\_MCa-02      PROGRAMA DE RESTAURACIÓN Y REHABILITACIÓN  
DE FRENTES DE TRABAJO Y ÁREA DE APOYO  
Subprograma 1 de restauración, y rehabilitación de frentes de  
trabajo**

---

#### **Etapa**

Explotación y cierre y abandono

#### **Objetivo general**

Corregir el impacto causado por el aprovechamiento forestal y desbroce de las áreas explotadas por el proyecto y sus áreas de apoyo.

---

#### **Objetivos específicos**

Establecer las coberturas vegetales una vez se haya recuperado morfológicamente los frentes explotados.

Generar medidas que garanticen la sucesión vegetal, de manera progresiva.

---

#### **Impacto a gestionar**

Perdida de suelos.

Alteración del paisaje.

Perdidas de coberturas vegetales.

---

#### **Tipo de medida ambiental**

A. *Prevención*      B. *Mitigación*      C. *Corrección*    **X**    D. *Compensación*

---

#### **Descripción detallada de la medida**

Como medida correctiva a la intervención realizada en cada uno de los frentes explotados, se plantea a revegetalización una vez terminen las actividades de reconfiguración morfológica de las áreas explotadas (**PMA\_MA\_MCa-01** Programa de manejo de suelos y **PMA\_MA\_MCa-**

---

**03** Programa de manejo de arranque de material y estériles) evitando así pérdida de suelos o contaminación de fuentes hídricas por arrastre de sólidos.

Debido a que las áreas intervenidas son privadas, la restauración estará sujeta a los acuerdos que se puedan llegar los dueños de predios, esto con el fin de no realizar cambios en el uso de suelos. Teniendo en cuenta que la zona de estudio no presenta coberturas que no han sido intervenidas, es decir de tipo natural no se aplica el manual de compensación por pérdida de biodiversidad. A continuación, se hará relación de una serie de medidas propuestas para las actividades de compensación por aprovechamiento de la cobertura vegetal existente sobre el área.

Es importante aclarar que, las actividades de compensación aquí propuestas, son totalmente ajenas a las siembras planteadas por revegetalización de fuentes hídricas, adicionalmente se reitera que, los lineamientos de la compensación forestal son definidos por el MADS, la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS y la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB.

#### **Recuperación y rehabilitación de zonas intervenidas**

Para estas áreas se pretende implementar sistemas silvopastoriles garantizando así la continuación del uso actual del suelo.

#### **Sistema Silvopastoriles a implementar:**

Árboles dispersos en pastos limpios y pasos arbolados: se plantarán árboles dispersos al azar en las zonas recuperadas, los cuales prestarán función de sombra y protección de lluvias.

El tipo de árbol a utilizar él es Nauno Amarillo (*Pseudosamanea guachapele*), debido a que está presente en la zona y su óptimo desarrollo lo alcanza con precipitaciones entre 600 y 1.800 mm anuales y temperatura media anual de 24 a 28°C que corresponden a las características de clima de la zona a intervenir.

#### **Plantación y manejo silvopastoriles:**

El Nauno Amarillo, Malagano y Orejero ya posee un crecimiento de hasta 25 m de altura con un diámetro de 50 cm, con un incremento anual de 1 a 4 cm de diámetro

Siendo un Sistema Pastoril, la distribución tendrá distancias de 20 m entre cada árbol, para alcanzar un total de 25 árboles por hectárea (ha) recuperada.

---



---

**Personal requerido**

Personal ambiental debidamente capacitado que cuenten con las competencias requeridas para el rol.

---

*Fuente: autor*

### 4.3.3 Programas Medio Social

#### 4.3.3.2 Ficha PMA\_MS\_MCa-02 Programa de educación ambiental

##### 4.3.3.2.1 Subprograma 1 de educación ambiental

---

**PMA\_MS\_MCa-02**


---

**PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL**


---

**Subprograma 1 de Educación Ambiental**


---

**Nombre de la medida**

Subprograma de Educación Ambiental.

**Objetivo general**

Presentar las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto y las Normas Ambientales existentes acerca de los cuidados que deben observarse para el uso y manejo de los recursos naturales (suelo, aire y agua) y evitar efectos negativos en el desarrollo del proyecto.

**Objetivos específicos**

Desarrollar las condiciones para que la comunidad realice un proceso de formación que le permita, prestar el apoyo necesario a la empresa minera en el cuidado del medio ambiente.

**Impacto a gestionar**

Afectación al entorno natural, por desconocimiento de medidas de manejo adecuadas.  
Expectativas de generación de empleo.

**Tipo de medida ambiental**

A. *Prevención*    **X**    B. *Mitigación*            C. *Corrección*            D. *Compensación*

---

**Descripción detallada de la medida**

Capacitación a los trabajadores respecto a las medidas de manejo ambiental y demás compromisos ambientales adquiridos con el PMA para la explotación de la mina.

---



#### 4.3.3.4 Ficha PMA\_MS\_MCa-04 Programa de capacitación e implementación de seguridad industrial

##### 4.3.3.4.1 Subprograma 1 capacitación e implementación de seguridad industrial

---

**PMA\_MS\_MCa-04      PROGRAMA DE CAPACITACIÓN E IMPLEMENTACIÓN  
DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**

**Subprograma 1 capacitación e implementación de seguridad  
industrial**

---

#### **Etapa**

Construcción y montaje, explotación y cierre y abandono

#### **Objetivo general**

Garantizar el conocimiento y cumplimiento de las normas básicas de Seguridad Industrial a implementar durante las diferentes etapas del proyecto, siendo la meta el difundir y cumplir con las normas de seguridad industrial básicas.

#### **Objetivos específicos**

Implementar el programa de seguridad Industrial, en todas las dependencias del proyecto.

#### **Impacto a gestionar**

Lesiones personales e incapacidades.

Daños a equipos.

Muertes accidentales.

#### **Tipo de medida ambiental**

*A. Prevención      **X**      B. Mitigación              C. Corrección              D. Compensación*

#### **Descripción detallada de la medida**

Se deberá indicar a cada trabajador las normas básicas a seguir en cada posición de trabajo y la forma más segura de realizar sus labores.

Contar con un plan de evacuación, en el cual se detallarán las medidas pertinentes para una posible evacuación de heridos en caso de presentarse una emergencia durante las diferentes etapas del proyecto, así como la localización de los hospitales y centros médicos más cercanos, teléfonos de personas a contactar.

---

Realizar charlas periódicas, tipo caja de herramientas, cuando los trabajadores realicen el cambio de turno. El supervisor de Seguridad Industrial dictará charlas a los trabajadores para instruirlos acerca de las medidas de seguridad que se deben tener en el trabajo, hablar sobre las herramientas utilizadas y sobre la operación que se efectuará durante la jornada laboral.

Supervisar diariamente que se utilicen los elementos de protección personal señalados para cada puesto de trabajo considerando el grupo poblacional de la zona donde se emplaza el proyecto y luego de determinar la mano de obra que se necesita, la contratación de personal no calificado para la realización de las diversas labores de apoyo será.

### **Metas**

0% de accidentes laborales.

### **Responsables de su ejecución**

Titular Minero	Se encargará de cumplir y hacer cumplir todas las actividades.
----------------	--

### **Cronograma**

Todas estas actividades deberán realizarse una vez que se inicien los trabajos de Construcción y montaje, las mismas que deberán mantenerse durante la operación de la mina.

### **Responsable del seguimiento**

Técnico en seguridad industrial.

### **Presupuesto**

No tiene costos asociados, salvo del personal encargado de la contratación en la empresa.

### **Lugar de aplicación**

Campamento, áreas auxiliares, y área de explotación.

### **Personal requerido**

Personal especializado contratado para el seguimiento y control y ejecución de las medidas de manejo ambiental.

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### 4.4 Plan de Monitoreo y Seguimiento (PMS)

A continuación, presentan una serie de Programas de Monitoreo y Seguimiento (PMS) a los Planes de Manejo Ambiental (PMA), que permitirán evaluar la efectividad de los planes propuestos, y de ser necesario generar las medidas correctivas que permitan lograr las metas propuestas en dichos planes

*Tabla 65 Programas de monitoreo y seguimiento*

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>	
<b>Código</b>	<b>Medio Abiótico</b>
<b>PMS_MA_MCa-01</b>	Programa de seguimiento del manejo de suelos
<b>PMS_MA_MCa-03</b>	Programa de seguimiento y monitoreo recurso aire
<b>PMS_MA_MCa-04</b>	Programa de seguimiento y monitoreo del manejo de aguas
<b>PMS_MA_MCa-05</b>	Programa de seguimiento y monitoreo residuos solidos
<b>PMS_MA_MCa-06</b>	Programa de seguimiento y monitora manejo de combustibles y lubricantes
	<b>Medio Biótico</b>
<b>PMS_MB_MCa-01</b>	Programa de seguimiento y monitora de la vegetación
<b>PMS_MB_MCa-02</b>	Programa de seguimiento y monitora de ahuyentamiento de especies de fauna
	<b>Medio Social</b>
<b>PMS_MS_MCa-01</b>	Programa de seguimiento y monitora Información y participación comunitaria
<b>PMS_MS_MCa-02</b>	Programa de seguimiento y monitora de Educación Ambiental

*Fuente: autor*

#### 4.4.1 Programas de monitores y seguimiento al medio abiótico

##### 4.4.1.1 PMS\_MA\_MCa-01 Programa de monitoreo y seguimiento manejo de suelos

<b>PMS_MA_MCa-01</b>	<b>Programa de seguimiento y monitores manejo de suelos</b>
<b>Etapa</b>	Construcción y <b>X</b> montaje Explotación <b>X</b> Cierre y <b>X</b> abandono
<b>Objetivos</b>	Monitorear durante el tiempo de almacenamiento y reconfiguración del suelo, que el mismo no genere pérdidas por acción de la lluvia o el viento, así como los parámetros fisicoquímicos del suelo, parámetros de inestabilidad, erosión y restitución morfológica del suelo.
<b>Impactos a monitorear</b>	Pérdida de suelo Alteración del paisaje Contaminación del suelo
<b>Tipo de medida PMA a monitorear</b>	Prevención <b>X</b> Mitigar <b>X</b> Corregir Compensar
<b>Programa a monitorear</b>	<b>PMA_MA_MCa-01</b> Programa de manejo de suelos
<b>Acciones a desarrollar</b>	La verificación visual de las condiciones bajo las cuales se realicen el desmonte y descapote (la separación de la capa vegetal, su almacenamiento y protección), los movimientos de tierras y de almacenamiento temporal. Realizar el control de arrastre de suelos durante los movimientos de tierra realizado en épocas de lluvia. Verificación de las membranas protectoras cumplan con su objetivo Verificar que la reconfiguración del suelo inicie una vez se haya finalizado el proceso de extracción del material aurífero de la celda explotada. Se deber llevar el control de los volúmenes de suelos extraídos y del almacenamiento del mismo

	Se deberá observar en el área de trabajo posibles fugas de lubricantes y combustible que presente la maquinaria, la cuales deben ser solucionadas de inmediato, en caso de que haya algún contacto el suelo debe ser recogido y enviado a disposición final como residuo peligroso
<b>Sitios a monitorear</b>	Suelos almacenados Celdas de explotación Piscinas de almacenamiento de agua
<b>Frecuencia de medición</b>	Inspección semanal, una vez se inicien lo trabajo y se deberán mantener durante la operación de la mina
<b>Indicadores de seguimiento</b>	Numero de monitoreo realizados a la semana. Registro fotográfico por celda monitoreada Volumen de material de descapote almacenado y reconformado
<b>Responsable</b>	Titular Minero

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### 4.4.1.3 PMS \_MA\_MCa-03 Programa de monitoreo y seguimiento recurso aire

PMS _MA_MCa-03	Programa de seguimiento y monitoreo recurso aire					
<b>Etapas</b>	Construcción y montaje	X	Explotación	X	Cierre y abandono	X
<b>Objetivos</b>	Definir las medidas de seguimiento para el control de las emisiones de material particulado, gases y ruido generadas durante todas las etapas del proyecto.					
<b>Impactos a monitorear</b>	Alteración de la calidad del aire Aumento en los niveles de presión sonora					
<b>Tipo de medida PMA a monitorear</b>	Prevención	X	Mitigar	X	Corregir	Compensar

---

<b>Programa a monitorear</b>	<b>PMA_MA_MCa-05</b> Programa de manejo de recurso aire
<b>Acciones a desarrollar</b>	<p><b>Monitoreo de Ruido</b></p> <p>Como medida de control a los niveles de ruido, generados por el proyecto, se plantea:</p> <p>Efectuar mediciones del nivel total de presión sonora dentro de la celda de explotación y en el área circundante, con el fin de estimar el grado de perturbación.</p> <p>Los sitios de medición se localizarán, como mínimo, tres (3) dentro de la locación y tres (3) en el área circundante</p> <p>La ejecución y periodicidad de estos monitoreos será definido por el Departamento Ambiental del proyecto o las veces que lo requiera la autoridad ambiental.</p> <p><b>Monitoreo de Aire</b></p> <p>Para el monitoreo de emisiones atmosféricas se ejecutarán las siguientes pruebas:</p> <p>Muestreo para material particulado en suspensión. PM10.</p> <p>Los resultados obtenidos de la evaluación de contaminación se deben comparar e interpretar con las normas contempladas en la resolución 601 de 2006, modificada por la resolución 610 de 2010 emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial</p> <p>Para el seguimiento del proyecto, se realizarán un muestreo que se ejecutará a los seis meses de reiniciar el proyecto y para posteriores muestreos se acordará con la autoridad ambiental de acuerdo a los resultados arrojados en los anteriores monitoreos, así como al desarrollo y dinámica del proyecto minero.</p> <p>Realizar sondeos periódicos en la vía aledaña al proyecto para garantizar que los vehículos de la compañía transiten con la velocidad máxima permitida (30 km/h).</p>

---

Verificar la ejecución de los planes de mantenimiento de vehículos, maquinaria pesada y equipos empleados en las actividades del proyecto

### **Ruido**

Consistirá en medir los niveles equivalentes de presión sonora, y demás parámetros de interés de todas las fuentes ruidosas existentes en el área de la actividad sobre sí y sobre sus posibles receptores sensibles.

Las mediciones de emisión de ruido, se realizarán de acuerdo a los criterios de la resolución 627 del 2006 del MAVDT:

<b>Sitios a monitorear</b>	Zonas de explotación Vías utilizadas por el proyecto Maquinaria y equipo de apoyo usada en el proyecto.
<b>Frecuencia de medición</b>	Las actividades de Monitoreo de material particulado y gases se realizarán una vez al año en fechas previamente establecidas, las demás actividades se realizarán de forma periódica.
<b>Indicadores de seguimiento</b>	Número de monitoreo realizados Informes de los monitoreos realizados
<b>Responsable</b>	Titular Minero

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### **4.4.1.4 PMS\_MA\_MCa-04 Programa de monitoreo y seguimiento del manejo de aguas**

<b>PMS_MA_MCa-03</b>	<b>Programa de seguimiento y monitoreo del manejo de aguas</b>					
<b>Etapa</b>	Construcción	y	X	Explotación	X	Cierre y X
	montaje					abandono
<b>Objetivos</b>	Verificar las condiciones y el manejo ambiental bajo los cuales se ejecutará la explotación minera para la prevención del deterioro de la					

	calidad de aguas superficial en las fuentes hídricas que recorren el proyecto.			
<b>Impactos a monitorear</b>	Alteración de la calidad del agua superficial			
<b>Tipo de medida PMA a monitorear</b>	Prevención <b>X</b>	Mitigar <b>X</b>	Corregir	Compensar
<b>Programa a monitorear</b>	<b>PMA_MA_MCa-04</b> Programa de manejo de Aguas Subprograma 1 de manejo de aguas residuales domésticas Subprograma 2 de manejo de agua lluvia Subprograma 3 de manejo de cuerpos de agua Subprograma 4 de manejo de la captación y piscina de almacenamiento y sedimentación			
<b>Acciones a desarrollar</b>	<p>Para la realización de los monitoreos de calidad de las aguas, de acuerdo con los planes de manejo ambiental, se realizará monitorio diario del equipo bombeo, para evitar así contaminación de la fuente por combustibles.</p> <p>Verificar que los mantenimientos planteados al sistema de pozos séptico cumplan con los estándares medio ambientales necesarios para su buen funcionamiento.</p> <p>Verificar que en épocas de lluvias las canaletas ubicadas en las piscinas de sedimentación y almacenamiento de agua, canalicen el 100% de las aguas recolectadas, de presentarse desbordamientos se procederá al redimensionamiento de las mismas.</p> <p>Realizar inspecciones a las geomembranas de recubrimiento de las piscinas de sedimentación y almacenamiento de agua, garantizando así el correcto funcionamiento de las mismas.</p> <p>De encontrar cualquier anomalía se procederá al reemplazo de las mismas.</p>			

Se realizan mantenimientos al pozo séptico instalado con el fin de garantizar su óptimo funcionamiento y remoción de cargas contaminantes.

Verificación de las franjas de retiro de las celdas explotación de los cuerpos de agua.

<b>Sitios a monitorear</b>	Sistemas de recirculación de agua. Piscinas de almacenamiento Sistema de captación de agua
<b>Frecuencia de medición</b>	Inspección diaria de los sistemas de recirculación y captación de agua de mina. Revisión mensual y limpieza semestral del pozo séptico.
<b>Indicadores de seguimiento</b>	Número de monitoreo realizados Número de limpiezas de cunetas realizadas Informes de inspección y mantenimiento de pozo séptica
<b>Responsable</b>	Titular Minero

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### 4.4.1.5 PMS \_MA\_MCa-05 Programa de monitoreo y seguimiento residuos solidos

<b>PMS _MA_MCa-05</b>	<b>Programa de seguimiento y monitoreo residuos solidos</b>
<b>Etapa</b>	Construcción y <b>X</b> Explotación <b>X</b> Cierre y <b>X</b> montaje abandono
<b>Objetivos</b>	Realizar el seguimiento al sistema de manejo integral de los residuos sólidos en el Proyecto
<b>Impactos a monitorear</b>	Alteración de la calidad del agua superficial Alteración de la calidad del aire Contaminación del suelo Alteración del paisaje

<b>Tipo de medida</b>	Prevención <b>X</b>	Mitigar <b>X</b>	Corregir	Compensar
<b>PMA a monitorear</b>				
<b>Programa a monitorear</b>	<b>PMA_MA_MCa-06</b> Programa de manejo de residuos solidos			
<b>Acciones a desarrollar</b>	<p>Se realizar el vaciado de los diferentes recipientes utilizados para la recolección de residuos sólidos ubicados en el proyecto, dos veces por semana, evitando el desborde de basuras.</p> <p>Se debe realizar dos viajes semanales para disponer los residuos sólidos generados en el proyecto en el relleno Sanitario de Bucaramanga, evitando así la acumulación de los mismos en campo.</p> <p>El material reciclado se entregará debidamente seleccionado, a las empresas especializadas en reciclaje, las cantidades generadas deben ser registrados en un formato que contenga nombre de la empresa, fecha de entrega, tipo de residuo, peso o volumen. Esto con el fin de generar indicadores de aprovechamiento de residuos sólidos.</p> <p>Se realizará 1 inspección mensual de los recipientes recolectores de basura, reemplazando los que se encuentren en mal estado.</p> <p>Se realizará una inspección semanal de las áreas del proyecto con el fin de recolectar residuos sólidos abandonados.</p>			
<b>Sitios a monitorear</b>	<p>Sitios de almacenamiento de residuos solidos</p> <p>Zonas del proyecto minero</p>			
<b>Frecuencia de medición</b>	<p>Disposición de basuras en relleno sanitario miércoles y viernes.</p> <p>Vaciado de recipientes recolectores miércoles y viernes.</p> <p>Entrega de reciclaje 2 vez al mes.</p>			
<b>Indicadores de seguimiento</b>	<p>Planilla de entrega de residuos sólidos en sitios de disposición final autorizados.</p> <p>Kilos de residuos reciclados entregados por mes.</p>			
<b>Responsable</b>	Titular Minero			

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### 4.4.1.6 PMS\_MA\_MCa-06 Programa de monitoreo y seguimiento manejo de combustibles y lubricantes

<b>PMS_MA_MCa-06</b>	<b>Programa de seguimiento y monitora manejo de combustibles y lubricantes</b>			
<b>Etapa</b>	Construcción y montaje	X	Explotación	X Cierre y abandono
<b>Objetivos</b>	Realizar el seguimiento a las medidas para el manejo de combustible y lubricantes			
<b>Impactos a monitorear</b>	Contaminación de suelo Alteración de la calidad del agua superficial			
<b>Tipo de medida</b>	Prevención	X	Mitigar	X Corregir Compensar
<b>PMA a monitorear</b>				
<b>Programa a monitorear</b>	<b>PMA_MA_MCa-07</b> Programa de manejo de Combustibles y lubricantes			
<b>Acciones a desarrollar</b>	Efectuar el seguimiento a los sitios de almacenamiento temporal de combustibles. Verificar estado de equipo de atención de emergencia de la caseta de almacenamiento de combustible. Efectuar revisión de los tanques de almacenamiento y transporte de combustibles.			
<b>Sitios a monitorear</b>	Zonas del proyecto minero Área de almacenamiento temporal de combustibles			
<b>Frecuencia de medición</b>	Semanal			
<b>Indicadores de seguimiento</b>	Formato de inspección de casetas de almacenamiento Formato de inspección de tanques de almacenamiento y transporte			

---

**Responsable** Titular Minero

---

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### 4.4.2 Programas de monitores y seguimiento al medio Biótico

##### 4.4.2.1 PMS\_MB\_MCa-01 Programa de monitoreo y seguimiento de la vegetación

PMS_MB_MCa-01	Programa de seguimiento y monitora de la vegetación			
<b>Etapa</b>	Construcción y montaje	y	Explotación	X Cierre y abandono
<b>Objetivos</b>	Evaluar la efectividad de los programas de manejo implementados para la prevención, mitigación y corrección de las afectaciones que puedan generarse en la vegetación por la construcción y puesta en operación del Proyecto			
<b>Impactos a monitorear</b>	Modificación de la cobertura vegetal Modificación de las poblaciones de flora Alteración del paisaje			
<b>Tipo de medida PMA a monitorear</b>	Prevención	X	Mitigar	X Corregir Compensar
<b>Programa a monitorear</b>	PMA_MB_MCa-02 Programa de restauración, rehabilitación de celdas de explotación			
<b>Acciones a desarrollar</b>	<p><b>Recuperación de área afectadas</b></p> <p>Se realizará el levantamiento de las áreas que serán rehabilitadas para ubicarlas espacialmente y hacer seguimiento conforme avanzan las actividades. Adicionalmente se realizará el seguimiento y monitoreo de estas áreas, con el fin de establecer si cada uno de los procesos de revegetalización establecidos presenta resultados favorables. A continuación, se describen las actividades que serán implementadas:</p> <p><b>Evaluación de la cobertura herbácea</b></p> <p>Al mes de establecida la revegetalización, se realizará una inspección visual de las áreas recuperadas, identificando zonas en las cuales no se</p>			

---

---

evidencia buen desarrollo de la cobertura herbácea o se haya presentado una alta mortalidad, lo anterior, para proceder a una resiembra.

Una vez definido el éxito del establecimiento de la cobertura herbácea se procederá a la siembra de las especies seleccionadas para los sistemas silvopastoriles.

#### **Evaluación y seguimiento de árboles plantados**

Se realizará seguimiento al establecimiento de las especies sembradas a través de parcelas de monitoreo para evaluar mortalidad.

Después de la reforestación de zonas explotadas se realizarán mediciones anuales sobre el número de individuos muertos (evaluar mortalidad y sobrevivencia). (Integral, 2015)

---

<b>Sitios a monitorear</b>	Zonas de implementación de silvopastoriles Área a reforestar
<b>Frecuencia de medición</b>	Verificación de siembra de cobertura herbácea al mes.  Después de la implementación de las especies se realizarán mediciones anuales durante la etapa de explotación del proyecto.
<b>Indicadores de seguimiento</b>	Áreas restauradas con cobertura herbácea Incremento de cobertura vegetal en áreas reforestadas
<b>Responsable</b>	Titular Minero

---

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### **4.4.2.2 PMS \_MB\_MCa-02 Programa de monitoreo y seguimiento de ahuyentamiento de especies de fauna**

---

<b>PMS _MB_MCa-02</b>	<b>Programa de monitoreo y seguimiento de ahuyentamiento de especies de fauna</b>
-----------------------	---

---

<b>Etapa</b>	Construcción y montaje	X	Explotación	X	Cierre y abandono	X
<b>Objetivos</b>	Evaluar la efectividad de las medidas implementadas para la prevención y mitigación de los impactos que puedan generarse sobre la fauna terrestre por la ejecución del Proyecto.					
<b>Impactos a monitorear</b>	Alteración de los patrones culturales. Aumento de la accidentalidad vial. Cambio en las actividades productivas					
<b>Tipo de medida PMA a monitorear</b>	Prevención	X	Mitigar	X	Corregir	Compensar
<b>Programa a monitorear</b>	<b>PMA_MB_MCa-03</b> Programa de manejo y salvamento de especies de fauna					
<b>Acciones a desarrollar</b>	Se realizará una inspección ocular de las celdas a explotar una hora antes del inicio de actividades. Se verificará que las medidas implementadas para evitar los accidentes de fauna en las piscinas de almacenamiento de agua sean efectivas. Identificar posibles problemas que puedan causar pérdidas de la fauna en las zonas del área minera.					
<b>Sitios a monitorear</b>	Zonas de explotación Áreas de piscinas de almacenamiento de agua					
<b>Frecuencia de medición</b>	Semanal, antes del inicio de las actividades de explotación y durante su desarrollo					
<b>Indicadores de seguimiento</b>	Especies de fauna rescatadas.					
<b>Responsable</b>	Titular Minero					

Fuente: Adaptada (Integral, 2015)

#### 4.4.3 Programa de monitoreo y seguimiento medio social

#### 4.4.3.1 PMS\_MS\_MCa-01 Programa de monitoreo y seguimiento Información y participación comunitaria

PMS_MS_MCa-01	Programa de seguimiento y monitoreo de información y participación comunitaria					
<b>Etapa</b>	Construcción y montaje	y <b>X</b>	Explotación	<b>X</b>	Cierre y abandono	y <b>X</b>
<b>Objetivos</b>	Monitorear y evaluar la medida de manejo propuestas para el monitoreo de información y participación ciudadana, así poder identificar impactos no previsto y proponer nuevas medidas.					
<b>Impactos a monitorear</b>	Alteración de los patrones culturales. Aumento de la accidentalidad vial. Cambio en las actividades productivas.					
<b>Tipo de medida PMA a monitorear</b>	Prevención	<b>X</b>	Mitigar	<b>X</b>	Corregir	Compensar
<b>Programa a monitorear</b>	<b>PMA_MS_MCa-01 Programa de Información y participación comunitaria</b>					
<b>Acciones a desarrollar</b>	Realización de encuesta a la comunidad en general, sobre la percepción que tiene de la comunicación del proyecto minero presenta a las comunidades de sus avances y propuestas de mejoramiento social. Tabulación y análisis de los resultados de las encuestas con comunidad Análisis de la rapidez y eficacia en la respuesta a las peticiones de la comunidad Presentación de un informe de los análisis y, de ser necesario, implementación de mejoras o corrección en el desarrollo de la medida					
<b>Sitios a monitorear</b>	Comunidad de vengas Lugar de reuniones					
<b>Frecuencia de medición</b>	Durante las etapas de Construcción y montaje, explotación y cierre y abandono.					

<b>Indicadores de seguimiento</b>	Grado de satisfacción de comunidad con las estrategias de comunicación y participación implementadas. Número de inquietudes atendida a la comunidad y las autoridades en general.
<b>Responsable</b>	Titular Minero

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### 4.4.3.2 PMS\_MS\_MCa-02 Programa de monitoreo y seguimiento de Educación

##### Ambiental

<b>PMS_MS_MCa-02</b>	<b>Programa de seguimiento y monitora de Educación Ambiental</b>
<b>Etapa</b>	Construcción y <b>X</b> montaje Explotación <b>X</b> Cierre y <b>X</b> abandono
<b>Objetivos</b>	Monitorear y evaluar la medida de manejo propuestas para el monitoreo de la educación ambiental de los trabajadores y comunidad en general, e identificar posibles fallas de la misma.
<b>Impactos a monitorear</b>	Afectación al entorno natural, por desconocimiento de medidas de manejo adecuadas. Expectativas de generación de empleo.
<b>Tipo de medida PMA a monitorear</b>	Prevención <b>X</b> Mitigar <b>X</b> Corregir Compensar
<b>Programa a monitorear</b>	<b>PMA_MS_MCa-02</b> Programa de Educación Ambiental
<b>Acciones a desarrollar</b>	Encuesta de percepción a los trabajadores relacionado a su compromiso y comportamiento con la empresa, sus familias y el medio ambiente. Revisión de las bases de datos Plan de capacitación, para realizar monitoreos de asistencia y de frecuencia de las capacitaciones
<b>Sitios a monitorear</b>	Comunidad de Vanegas Campamento

<b>Frecuencia de medición</b>	Durante las etapas de construcción y montaje, explotación y cierre y abandono se realizará semestralmente.
<b>Indicadores de seguimiento</b>	Apropiación de los trabajadores de los procedimientos para manejo de residuos, y recursos de flora y fauna de la zona. Los trabajadores se sienten comprometidos y a gusto con los programas y cursos que se proponen desde el programa de capacitación laboral
<b>Responsable</b>	Titular Minero

*Fuente: Adaptada (Integral, 2015)*

#### **4.5 Plan de Cierre y Abandono de Labores Mineras**

El plan de cierre enmarca el conjunto de actividades, que serán implementadas con el fin de minimizar aquellos impactos negativos que las actividades mineras pudieran ocasionar, logando de esta forma, un área explotada con un legado positivo, enfocándolo así un interés general, donde prevalecen los derechos ambientales, se cumplen los objetivos ambientales.

En el método de explotación presentado, se expone un plan de cierre que va avanzando gradualmente con la explotación, donde no se empiece la explotación de una nueva celda, hasta que la explotada no se encuentre recuperada, logrando así minimizar los impactos ambientales ocasionados por el proyecto, y disminuyendo la contaminación del paisaje en un gran porcentaje.

A continuación, se presentan los aspectos que serán tenidos en cuenta para el plan de cierre minero y el desmantelamiento de la infraestructura existente.

##### **4.5.1 Objetivo General del Plan de Cierre**

Establecer los lineamientos, técnicos y ambientales, que se tendrán en cuenta para el abandono y cierre de cada uno de los frentes explotados, así como de la infraestructura instalada para el desarrollo del proyecto.

#### 4.5.2 Componentes del cierre

Al finalizar la explotación de cada celda, las mismas se someterán a una serie de actividades, que garanticen su reincorporación con el medio ambiente, para el caso de la infraestructura al ser temporal y móvil, será retirada del sitio despejando así los espacios ocupados por las mismas.

Tabla 66. Componentes del cierre minero

<b>Zona minera</b>	<b>Componentes</b>	<b>Etapas de liberación</b>
Zonas de explotación 1, 1A, 2	Frentes y celdas de explotación	Post Cierre, ya que serán recuperadas una vez finalice su explotación, por lo tanto, antes del cierre final del proyecto ya son liberadas
Piscinas de Sedimentación y almacenamiento	Infraestructura de captación y alimentación de agua de mina	Cierre final
Maquinaria y equipo	Retroexcavadoras, generadores de energía con torre de luz, vehículos etc.	Cierre Final
Infraestructura de apoyo	Clasificadoras, caseta de almacenamiento de combustible	Cierre final
Campamentos	Taller, dormitorios, oficinas, laboratorio de beneficio etcétera	Cierre Final

Fuente: autor

### **4.5.3 Actividades de cierre implementadas durante la operación y el cierre**

Como se ha mencionado a lo largo del estudio, las celdas explotadas serán recuperadas una vez terminen su ciclo de aprovechamiento, por lo tanto, al finalizar las actividades de explotación solo será necesario dismantelar las áreas de apoyo minero y la infraestructura móvil vinculada con el proceso.

#### **4.5.3.1 Reconformación de celdas de explotación**

Una vez finalizada la explotación de la celda se proceder al reto llenado de la mismas siguiendo el procedimiento presentado en el ítem

### **6.10 Recuperación de las áreas explotadas.**

Las áreas serán revegetalizadas con pasto ya que son áreas dispuesta para la cría de ganado y no se cambiará la vocación de uso, sin embargo, se plantea sistemas silvopastoriles para todas las áreas intervenidas.

#### **4.5.3.2 Sistema de captación y almacenamiento de agua de mina**

Se utilizará el mismo proceso de recuperación de las celdas de explotación, aclarando que para el final de la explotación ya estarán recuperadas las primeras 10 piscinas de almacenamiento y sedimentación implementadas, solo entrarían en cierre final las 2 últimas piscinas implementadas, y el sistema transporte y captación de agua.

Las motobombas y los componentes del transporte del agua, (mangueras, uniones etcétera), serán retiradas y trasladadas fuera del área donde serán almacenadas en un lugar apropiado.

#### **4.5.3.3 Maquinaria y equipo**

Toda la maquinaria usada en el proceso será retirada en su totalidad del área y ubicadas en lugares apropiados o vendidas para su uso en otras actividades.

#### **4.5.3.4 Desmantelamiento de infraestructura existente**

Al finalizar en su totalidad la explotación, el procesamiento mineral y todas las actividades mineras, los dormitorios, taller, oficinas, laboratorio y sus componentes, serán retiradas y trasladadas fuera del área donde serán almacenadas en un lugar apropiado o vendidos para uso en otros proyectos.

#### **4.5.3.5 Infraestructura de apoyo**

Las Clasificadoras, caseta de almacenamiento de combustible, serán desmantelados y almacenados en un lugar adecuado fuera del are del proyecto o serán vendidos para su uso en otros proyectos.

## Conclusiones

- Una vez realizada la descripción de cada uno de los aspectos ambientales del área del proyecto, se logró determinar que son zonas cuya intervención antrópica es muy alta, debido en parte a la realización de actividades ganaderas sin ningún tipo de control por parte de las autoridades ambientales, y el abandono que sufre la comunidad presente por el Estado Colombiano, obligando así a sus pobladores a aprovechar los recursos presentes en la zona como medio de subsistencia, deteriorando considerablemente el medio ambiente en la zona de estudio.
- El componente más afectado por la acción de los impactos sobre el ambiente es el componente biótico; especialmente la fauna, que, aunque no presenta una gran abundancia de especies, las existentes pueden sufrir migración temporal debido a las actividades minera.
- Como resultado de una correcta zonificación ambiental del área de estudio, se dota al proyecto de las herramientas necesarias para la elaboración de los Planes de Manejo Ambiental (PMA), logrando la generación de medidas adecuadas para la minimización de impactos al medio ambiente.
- El plan de seguimiento y monitoreo ambiental se aplica sobre los componentes físico y biótico; definiendo parámetros y formas de medición de la gestión ambiental, como medio de control de las actividades generadoras de impactos.

## Recomendaciones

- Para el desarrollo de futuros trabajos, enfocados a la obtención de Licencias Ambientales, es importante socializar los estudios a realizar con los dueños de las tierras del Área de Influencia Directa (AID) del proyecto, esto procedimiento garantizaría el respeto a los derechos de los titulares de la tierra y un correcto desarrollo de las actividades planeadas en la Línea Base (LB).
- Es importante conocer de antemano los periodos de lluvia de la zona a estudiar, para que los estudios no sean planeados en dichas épocas, esto tomando en cuenta la dificultad que genera las épocas de lluvias para la realización de determinados estudios como la caracterización de fauna y flora en las Áreas de Influencia Directa (AID) de los proyectos.
- En la Zonificación de Manejo Ambiental se establecieron áreas de exclusión, para el aprovechamiento de estas zonas se debe aumentar el conocimiento ambiental de dichas áreas y generar medidas de manejo ambiental adecuadas.
- Para evitar impactos ambientales en la zona, es importante realizar la correcta implementación de los Planes de Manejo Ambiental (PMA), y la contratación de una empresa auditora que verifique de igual manera el cumplimiento de los mismos, y genere de ser necesarios correcciones, a las actividades propuestas para la mitigación y prevención de los posibles impactos a generarse.
- Es necesario que, durante el desarrollo de la actividad minera, se fortalezcan las relaciones con la comunidad, la cual debe ser integrada al proyecto, mediante la contratación de fuerza laboral y la participación en la toma de decisiones sobre el desarrollo del mismo.

### Referencias bibliográficas y bibliografía

- A&A Consultoría e Ingeniería. (2012). *Plan de manejo Ambiental para el Programa de Exploración Sísmica 2D Rio Ariari 2012*.
- Acosta, G. F., & Castro, C. R. (2008). *METODOLOGÍA DE ZONIFICACIÓN AMBIENTAL PARA PROYECTOS DEL SECTOR HIDROCARBUROS, SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA EXPEDIDOS POR EL MAVDT*. Proyecto de Grado, Universidad de La Salle, Bogotá D.C.
- Aguilo, M., & et al. (1993). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Transporte.
- Alcandía Municipal de Lebrija. (2003). *EOT Lebrija, Componente Social*. Recuperado el 22 de Julio de 2016, de <http://www.lebrija-santander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Componente%20Social%20EOT%20final.pdf>
- Alianza Mundial de Derecho Ambiental. (2010). *Guía para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros* (1era ed.). Eugene, USA. Recuperado el 18 de Julio de 2016, de <http://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Guia%20%20para%20Evaluar%20EIAs%20de%20Proyectos%20Mineros.pdf>
- Ángel, S. (2010). *Gestión Ambiental en Proyectos de Desarrollo*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Aristizábal, J. L. (2013). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN MINERA INFORMAL DE ORO DE ALUVIÓN A PEQUEÑA ESCALA SOBRE EL RIO*

- SALDAÑA, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA, COLOMBIA.* Universidad del Tolima, Ibagué - Colombia.
- Blanco, A. (1979). *La definición de unidades de paisaje y su clasificación en la provincia de Santander.* Tesis Doctoral, Univ. Politécnica de Madrid., Madrid.
- Bonilla, M. C., Montoya, Y. H., Paz, M., & Saavedra, M. (2013). *PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE EXPLOTACIÓN AURÍFERA DE PEQUEÑA MINERÍA ASOCIADA CON MINERÍA ARTESANAL EN LA MICROCUENCA LINDAY, VEREDA YAGUARA, MUNICIPIO DE CHAPARRAL, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.* Tesis, Universidad del Tolima, Ibagué.
- Cáceres, C. H. (216). *Caracterización del Componente Biótico.* Rio Gold S.A.S, Bucaramanga.
- Calvo, j., & Jones Navas, F. V. (2017). *Programa de Trabajos y Obras –PTO- del Contrato de Concesión No. GJI-093.* Bucaramanga.
- Camacho Valdez, V., & Ruiz Luna, A. (2011). *MARCO CONCEPTUAL Y CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.* Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Mazatlán, Sinaloa.
- Castañeda, S. M. (2011). *Implementación de Planes de Manejo Ambiental.* Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
- CDMB. (2000). *Plan 2001- 2003 CEDMB.* Recuperado el abril de 2017, de [http://caracoli.cdm.gov.co/plan\\_2001\\_2003/31agua.htm](http://caracoli.cdm.gov.co/plan_2001_2003/31agua.htm)

- CDMB. (10 de septiembre de 2001). *Plan de Acción 2001 -2003 Corporación ara la Defensa de la Meseta de Bucaramanga*. CDMB. Recuperado el 1 de septiembre de 2016, de [http://caracoli.cdm.gov.co/plan\\_2001\\_2003/contenido.htm](http://caracoli.cdm.gov.co/plan_2001_2003/contenido.htm)
- Cifuentes, P. (1979). *La Calidad Visual de Unidades Territoriales. Aplicación al valle del río Tiétar*. Madrid: Tesis Doctoral.
- Conesa, F. (1993). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid, España: MUNDI-PRENSA.
- Conesa, F. V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación de impactos ambientales* (Cuarta Edición ed.). Madrid: Mundi Prensa.
- Conesa, V. (2003). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental* (3ª ed.). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Constructora Buenos Aires*. (14 de 12 de 2016). Obtenido de <http://www.constructorabuenosaires.com/tanques/tanques-de-agua.html>
- CORTOLIMA. (2008). *Proyecto Mina Pedregal. Estudio de Impacto Ambiental, Contrato GEO-081*. Recuperado el septiembre de 2016, de [www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/edictos/EsIA\\_ANTENOR\\_GONZALES.pdf](http://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/edictos/EsIA_ANTENOR_GONZALES.pdf)
- Diaz Ospina, H. (2010). *Definición de Suelos*. Recuperado el 12 de Julio de 2016, de <http://es.slideshare.net/HECTORVICENTEDIAZOSPINA/4-definicion-de-suelo>
- Diodato, L., Ludueña, A., Olmos, L., & Sarmiento, M. (2013). *estudio de Impacto Ambiental Cloaca Máxima y Planta De Tratamiento de Líquidos Cloacales Ciudad de Santiago del*

- Estero*. Santiago del Estero, Argentina. Recuperado el 12 de agosto de 2016, de [http://www.sde.gob.ar:84/secAgua/20130731\\_Informe\\_EsIA\\_Final.pdf](http://www.sde.gob.ar:84/secAgua/20130731_Informe_EsIA_Final.pdf)
- Dwight, E., Ward, Goldsmith, R., Jimeno, A., Cruz B, J., Restrepo, H., & Gómez R, E. (1977). Mapa Geológico del Cuadrángulo H-12, Bucaramanga. Colombia.
- Earth Google, S. (2016). Imagen © DigitalGlobe.
- Echarri Prim, L. (2010). Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente. Recuperado el 12 de Julio de 2016, de <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/15HombAmb/150ImpAmb.htm>
- ECOPETROL. (2012). *Guía Metodológica para La Zonificación Ambiental de Áreas de Interés Petrolero*. Bogotá. D.C.
- Equipos Corsa*. (14 de 12 de 2016). Obtenido de <http://www.equiposgorsatiendavirtual.com/esp/items/20/bombas-de-agua-gasolina>
- Etayo, F., & et al. (1983). *Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia*. Bogotá: Publicaciones Geológicas Especiales Ingeominas,
- Garner A, H. (1926). *Suggested nomenclature and correlation of the geological formations in Venezuela*. Inst. Min. Metall. Eng.
- GENTILI*. (14 de 12 de 2016). Obtenido de <http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/acoplados/gentili/tanque-plastico-1000.htm>
- Gobernación de Antioquia. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Conexión Vial Aburra - Oriente*. Medellín. Recuperado el 16 de agosto de 2016, de

[http://www.cornare.gov.co/Audiencias\\_Publicas/Caracter\\_Ambiental/Tunel\\_de\\_Oriente/EIA-2013/capitulos/Capitulo\\_6.pdf](http://www.cornare.gov.co/Audiencias_Publicas/Caracter_Ambiental/Tunel_de_Oriente/EIA-2013/capitulos/Capitulo_6.pdf)

*Henrich*. (14 de 12 de 2016). Obtenido de <http://henrichinc.com/tienda/gpi-tm150-n-economy-digital-water-flow-meter-10-100-gpm-2703.html>

*HONDA POWER EQUIPMENT*. (05 de 2017). Obtenido de <http://www.hondaencasa.com/7-motobombas>

ICONTEC. (1995). *Directrices para el diseño de programas de muestreo*. Recuperado el 15 de Julio de 2016, de [http://ingenieria.udea.edu.co/isa/normas\\_decretos/norma%20muestreo.pdf](http://ingenieria.udea.edu.co/isa/normas_decretos/norma%20muestreo.pdf)

IDEAM. (2007). *Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento del Agua*. Recuperado el 16 de Julio de 2016, de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021172/Protocoloparaelmonitoreoyseguimientodelagua.pdf>

IDEAM. (2016). *Geoservicios Institucionales*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/geoservicios-institucionales>

IDEAM. (13 de enero de 2017). Obtenido de Metodología Corine Land Cover: <http://www.cambioclimatico.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>

IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, IIAP. (2007). *Ecosistemas Continentales, Costeros y Marítimos de Colombia*. Bogotá D.C: Imprenta Nacional de Colombia. Recuperado el 20 de Julio de 2016, de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiUtKvSnrHPAhXG6CYKHaNNB7gQFggkMAE&url=http%3A%2F%2Fsecad.unex.es>

- %2Fconocimiento%2Findex.php%3F%2FgetAttach%2F19%2FAA-00230%2FMemoria%2Becosistemas%2Bde%2BColombia.pdf&usg=AFQjCNFpP
- Instituto de Desarrollo Urbano IDU. (2005). *Guía de manejo ambiental para el desarrollo de proyectos de infraestructura en Bogotá*. D.C Bogotá.
- Instituto de Desarrollo Urbano IDU. (2015). *Guía de Manejo Ambiental para el Desarrollo de Proyectos de Infraestructura en Bogotá*. Bogotá. D.C.
- Instituto Geológico y Minero de España. (2004). *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. Madrid: Graficas Chile, S.A.L. Recuperado el 19 de Julio de 2016, de <https://books.google.com.co/books?isbn=8478400192>
- Integral. (2015). *Estudio de Impacto Ambiental Gramalote*. Medellín. Recuperado el 23 de agosto de 2016, de <http://www.cornare.gov.co/contactenos/172-eia/491-eia-gramalote>
- Integral. (2015). *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Gramalote*. Medellín. Recuperado el 13 de Julio de 2016, de <http://www.cornare.gov.co/contactenos/172-eia/491-eia-gramalote>
- Jiménez, Y., & Porcel, L. (2008). Metodología para el estudio evolutivo del paisaje, aplicado al espacio protegido de la sierra nevada. *Cuadernos Geográficos*, 151-179.
- Koch Tovar, J. (2009). *Libro sobre el Oro*. Recuperado el 12 de Julio de 2016, de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2009c/568/568.zip>
- MAVDT. (2010). *Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá D.C.
- MAVDT, IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia*. Bogotá D.C.: Editorial Scripto Ltda.

Metodologías para la Identificación y Valoración de Impactos Ambientales (Artículo pdf). (mayo - agosto de 2013). *Temas de Ciencia y Tecnología*, 17(Num 50), pp 37-42. Recuperado el 2016, de [http://www.utm.mx/edi\\_anteriores/temas50/T50\\_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf](http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas50/T50_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf)

Mijailov, L. (1985). *Hidrogeología*. Rusia: Mir. Moscú.

Milleniun Ecosystem Assesment. (2005). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*. Recuperado el 22 de Julio de 2016, de [www.millenniumassessment.org](http://www.millenniumassessment.org)

Mina Altamira. (2009). *Estudio de Impacto Ambiental*. San José de Cúcuta.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & ANLA. (2013). *Términos de Referencia para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Proyectos de Explotación de Yacimientos de Oro a Cielo Abierto*. Bogotá. D.C.

Ministerio de Obras públicas y Transporte. (1992). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología*. (S. d. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Ed.) España.

Morales, L., & et al. (1958). *General geology and oil ocurrence of the Middle Magdalena Valley, Colombia. In habitat of oil a Symposium American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. Tulsa.

Morales, L., & et al. (1958). *General geology and oil occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia Habitat of Oil Syposium Am Ass. Petrol. Geol*. Tulsa.

MWH Perú S.A. (2006). *Estudio de Impacto Ambiental Suplementario Yanacocha Oeste*. Lima, Perú. Recuperado el 12 de febrero de 2016, de

[http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/estudios/yanacocha/oeste/yana\\_oeste.htm](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/estudios/yanacocha/oeste/yana_oeste.htm)

Nauticalia. (23 de agosto de 2016). *Siorena Ecoblast para el ahuyentamiento de aves*. Obtenido de <http://www.nauticalia-trade-sales.com/ecoblast-foghorn-3119>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *Servicio Ecosistémicos y Biodiversidad*. Recuperado el 2016, de <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>

Ospina, F. V., López, H. A., & Gutiérrez, R. H. (2013). *CONSTRUCCION DE UN MODELO DE ZONIFICACION AMBIENTAL PARA ESTUDIOS AMBIENTALES DE PROYECTOS DE EXPLORACION SISMICA TERRESTRE*. Proyecto de Grado, Universidad de Manizales, Manizales.

Pilsbry, A., & Olsson, A. (1935). *Tertiary fresh water mollusks of the Magdalena embayment, Colombia, with Tertiary stratigraphy of the Middle Magdalena Valley by O. C.* (Vol. 87). (A. N. Sci, Ed.) Philadelphia.

Pixabay. (14 de 12 de 2016). Obtenido de <https://pixabay.com/es/se%3%B1alizaci%3%B3n-de-seguridad-de-salud-32739/>

Ramírez, A., Restrepo, R., & Viña, G. (dic. de 1997). Cuatro Índices de Contaminación para la Caracterización de aguas Continentales. Formulación y Aplicación. *Ciencia, Tecnología y Futuro*, Vol. 1(Núm. 3), Pag. 135 - 153.

Ramírez, R. R., & M. C. (diciembre de 1999). Índices de Contaminación para la Caracterización de Aguas Continentales y Vertimientos. *Ciencia, Tecnología y Futuro*, Vol. 1(Num. 5), Pag. 89-99.

- Ramírez, R., Restrepo, R., & Cardeñosa, M. (1999). Índices de Contaminación para Caracterización de Aguas Continentales y Vertimientos. Formulaciones. *Vol. 1*(Num. 5), Pag. 89 -99. Recuperado el 16 de Julio de 2016, de <http://www.scielo.org.co/pdf/ctyf/v1n5/v1n5a08.pdf>
- Rodríguez Castañeda, S. (2011). *Implementación de Planes de Manejo Ambiental*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
- Rotoplast*. (23 de 04 de 2017). Obtenido de <http://www.rotoplast.com.co/sistema-septico-integrado/>
- Servicio Geológico Colombiano. (2016). *Geoportal del Servicio Geológico Colombiano*. Obtenido de <http://geoportal.sgc.gov.co/geoportalsgc/catalog/main/home.page>
- SIPAE MAERICANA S.R.L.* (05 de 2017). Obtenido de <http://www.sipea.net/sp0350.htm>
- Solari, F., & Cazorla, L. (s.f.). Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje. En *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y* (Vol. 30, págs. 213 - 225).
- Taborda, B. (1965). *Guide Book to the Geology of the De Mares Concession*. (6 ed.). Bogotá: Geotec.
- Toussaint, J., & Restrepo, J. (1994). *The Colombian Andes During Cretaceous Times*. In *Cretaceous tectonics of The Andes*.
- TREMARCTOS-COLOMBIA*. (12 de 07 de 2016). Obtenido de <http://www.tremarctoscolombia.org/index.html>
- USDA, S. (1974). *National forest landscape management* (Vol. Vol11). (A. H. United States Department of Agriculture, Ed.) U.S. Washington, District of Columbia: Government Printing Office.

*Varga Proveedor Integral de EPP.* (14 de 12 de 2016). Obtenido de [http://www.vargas-sa.com.mx/activacionsite\\_subs2.cfm?CID=5&SCID=19&Session=00258AFE-905B-377C-EC2C4D2CDA1843E6](http://www.vargas-sa.com.mx/activacionsite_subs2.cfm?CID=5&SCID=19&Session=00258AFE-905B-377C-EC2C4D2CDA1843E6)

Vizcano, M. R. (2015). *ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA ACTIVIDAD GANADERA SUBCUENCA LOS PESCADOS, VALENCIA CORDOBA.* Tesis, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.

Ward, E. (1971). *Memoria Explicativa del Mapa Geológico del Departamento de Santander.* Ingeominas.