

**EXTERNALIDADES Y COMPENSACIONES: EL CASO DE LA MINERÍA
DEL ORO EN LA CUENCA DEL RÍO SURATÁ**

**VANESA MARRUGO DELUQUE
FABIOLA YAÑEZ LLACH**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA
BUCARAMANGA**

2004

**EXTERNALIDADES Y COMPENSACIONES: EL CASO DE LA MINERIA
DEL ORO EN LA CUENCA DEL RIO SURATÁ**

**VANESA MARRUGO DELUQUE
FABIOLA YAÑEZ LLACH**

**Trabajo de grado como requisito para optar título de
ECONOMISTA**

**DIRECTOR
HECTOR ALFONSO OTERO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA
BUCARAMANGA
2004**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1 EXTERNALIDADES	5
1.2 BIENES COMUNES	11
1.3 NEGOCIACIÓN COASIANA	16
1.4 EXTERNALIDADES MINERÍA	18
1.4.1 Medio Ambiente	18
1.4.2 Otras Actividades Económicas	20
2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LOS MUNICIPIOS DE VETAS Y CALIFORNIA	22
2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE VETAS	22
2.2 SISTEMA SOCIAL	23
2.2.1 Población	23
2.2.2 Educación	23
2.2.3 Vivienda	24
2.2.4 Salud	25
2.2.5 Servicios públicos	25
2.2.6 Actividades productivas	27
2.3 RESEÑA HISTÓRICA DE CALIFORNIA	30
2.4 SISTEMA SOCIAL	32
2.4.1 Población	32
2.4.2 Educación	32

2.4.3 Vivienda	33
2.4.4 Salud	33
2.4.5 Servicios básicos	34
2.4.6 Actividades productivas	35
3. LA MINERÍA AURÍFERA EN COLOMBIA	39
3.1 PRODUCCIÓN NACIONAL	41
3.2 MARCO LEGAL	44
3.3 MINERÍA EN SANTANDER	50
3.3.1 Minería aurífera en Vetás	50
3.3.2 Minería aurífera en California	54
3.4 EFECTOS AMBIENTALES DE LA PEQUEÑA MINERÍA	58
3.4.1 Implicaciones en la salud por contaminación de mercurio y cianuro en los habitantes de Vetás y California	60
3.4.2 Contaminación del Río Suratá	64
4. EVALUACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO	69
4.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	71
4.2 MARCO INSTITUCIONAL	72
4.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO	73
4.4 PROCESO TÉCNICO	74
4.4.1 Descripción del proceso productivo de la minería en la zona	74
4.4.2 Descripción del pretratamiento de las aguas del río Suratá Planta Bosconia	78
4.5 ETAPAS DEL PROYECTO	80
4.6 EVALUACIÓN FINANCIERA DEL NEGOCIO DE MINERÍA CON Y SIN PROYECTO	82
4.6.1 Evaluación de la actividad minera sin proyecto	84
4.6.2 Evaluación de la actividad minera con proyecto	90

4.7 COSTOS DEL PRETRATAMIENTO EN LA PLANTA ACUEDUCTO DE BUCARAMANGA.	97
4.8 ESTIMACION DEL IMPACTO ECONÓMICO TOTAL DEL PROYECTO – EVALUACIÓN ECONOMICA	100
4.8.1 Total inversión del Proyecto	101
4.8.2 Total beneficios del Proyecto	102
4.8.3 Medición del impacto total y cálculo de la rentabilidad	104
4.9 OTROS BENEFICIOS OBTENIDOS EN LAS PRIMERAS ETAPAS DEL PROYECTO	107
4.9.1 Fase de consolidación	107
4.9.2 Fase de Ejecución del Proyecto	108
CONCLUSIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	116
ANEXOS	119

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Distribución de cultivos por veredas	28
Cuadro 2. Distribución por niveles de la población escolarizada	32
Cuadro 3. Clases de cultivos y destino de la producción	36
Cuadro 4. Participación por departamentos en producción de oro (%)	41
Cuadro 5. Indicadores técnicos y extracción de oro Sociedad Minera Trompetero	85
Cuadro 6. Consumo de insumos Sociedad Minera Trompetero	86
Cuadro 7. Costos de mano de obra Sociedad Minera Trompetero	87
Cuadro 8. Estado de pérdidas y ganancias sin mejora tecnológica Sociedad Minera Trompetero (\$ miles)	88
Cuadro 9. Plan de inversiones Sociedad Minera Trompetero	89
Cuadro 10. Indicadores técnicos y extracción de oro con mejora tecnológica Sociedad Minera Trompetero	91
Cuadro 11. Consumo de los insumos mercurio y cianuro con nueva tecnología Sociedad Minera Trompetero	92
Cuadro 12. Estado de pérdidas y ganancias con mejora tecnológica Sociedad Minera Trompetero (\$ miles)	92
Cuadro 13. Plan de Inversiones con mejora tecnológica Sociedad Minera Trompetero	93
Cuadro 14. Flujo de Fondos con mejora tecnológica Sociedad Minera Trompetero (miles)	94
Cuadro 15. Financiación de la inversión proyecto de mejoramiento tecnológico Sociedad Minera Trompetero (miles)	96

Cuadro 16. Insumos y pruebas de laboratorio pretratamiento Planta Bosconia (Miles)	98
Cuadro 17. Horas predosificadas pretratamiento Planta Bosconia	98
Cuadro 18. Proyección costos de pretratamiento Planta Bosconia	99
Cuadro 19. Inversiones en el PRS	101
Cuadro 20. Beneficios Incrementales de los Mineros (millones)	103
Cuadro 21. Ahorro costos AMB (millones)	103
Cuadro 22. Total costos y beneficios del Proyecto río Suratá	105
Cuadro 23. Relación de los indicadores de rentabilidad calculados en la Evaluación de impacto económico del proyecto Río Suratá	106

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Costos sociales y privados	7
Figura 2. Estudio neuroepidemiológico población expuesta	62
Figura 3. Flujo de fondos con proyecto Sociedad Minera Trompetero	94
Figura 4. Flujo de fondos con proyecto financiado Sociedad Minera Trompetero	96
Figura 5. Flujo de fondos económico neto del proyecto Río Suratá	105

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Consumos y producción de la Sociedad Minera Trompetero sin mejora tecnológica	119
Anexo B. Estado de Pedidas y Ganancias Sociedad Minera Trompetero sin proyecto	121
Anexo C. Flujo de fondos y tasa interna de retorno Sociedad Minera Trompetero sin proyecto	122
Anexo D. Evaluación financiera Sociedad Minera Trompetero con proyecto	123
Anexo E. Descripción del capital fijo Sociedad Minera Trompetero	125
Anexo F. Estado de pérdidas y ganancias Sociedad Minera Trompetero con proyecto	126
Anexo G. Flujo de fondos y tasa interna de retorno Sociedad Minera Trompetero con proyecto	127
Anexo H. Evaluación financiera del negocio Sociedad Minera Trompetero con proyecto financiado	128
Anexo I. Costos de la Compañía de Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, Planta Bosconia	129
Anexo J. Evaluación del impacto económico del proyecto Río Suratá	131
Anexo K. Beneficios generados por el proyecto	131
Anexo L. Flujo de retorno financiero	132
Anexo M. Análisis beneficio/costo	132

GLOSARIO

ALQUIL MERCURIO: mercurio que ha sufrido un proceso orgánico.

ARRASTREROS: mineros que trabajan con molinos de arrastre.

BARRILLEROS: mineros que trabajan con barriles de amalgamación.

BAYETAS: tejido de paño elaborado con lana de oveja que recubre las canaletas y se utiliza para retener las partículas pesadas presentes en las arenas.

CANALETAS: equipo estático utilizado para realizar el proceso de concentración gravimétrica.

CIANATO: sal resultante de la combinación del ácido ciánico con una base.

CIANURO: sal resultante de la combinación del cianógeno con un radical simple o compuesto.

CIANÓGENO: radical compuesto de nitrógeno y carbono.

CONCENTRACIÓN GRAVIMÉTRICA: proceso por el cual se aprovecha la densidad de los materiales para realizar su separación.

CONTAMINACIÓN: descarga artificial de sustancias o energía en una concentración tal que produce efectos perjudiciales sobre el medio, incluido el hombre.

DESLODE: eliminación de material fino liviano proveniente en las arenas.

FILÓN: estructura geológica tabular rellena con material ígneo (proveniente del interior de la tierra) que se convierte en roca.

FLOCULACIÓN: proceso físico químico por el cual las partículas en suspensión son convertidas en otras más grandes para realizar la sedimentación.

MERCURIO: metal blanco, brillante, pesado y líquido a la temperatura ordinaria.

MINA: es un área dedicada a la explotación de un depósito mineral, de la cual forman parte el yacimiento mineral, las instalaciones, las obras en superficie y subterráneas que se requieran para iniciar la explotación.

MINERAL: sustancia natural que tiene una composición química determinada y que siempre se presenta bajo la misma forma cristalina

MINERÍA AURÍFERA: es la misma minería del oro.

MINEROS INFORMALES: son mineros que normalmente carecen de autorización legal para realizar su actividad.

MOLINO CALIFORNIANO: equipo movido por energía eléctrica, que a través de pisones de 150 Kg. de peso aprisionan y fracturan la roca.

MOLINO DE ARRASTRE: equipo que utiliza la fuerza del agua para mover una rueda de madera articulada a un brazo que sostiene una piedra ubicada dentro de un cilindro contenedor triturando la roca hasta convertirla en arena.

MOLINO DE BOLAS: equipo formado por un cilindro rotatorio dentro del cual unas bolas de acero muelen la roca por impacto y presión.

ORO NATIVO: es el mismo oro mineral.

ORO PRECITADO: Es el mineral obtenido después del proceso de cianuración por percolación o amalgamación.

ORO PURO: es el oro que se comercializa en el mercado de ley 900.

PRESEDIMENTADORES: mecanismos que rremueven las partículas más finas y livianas, suficientemente pesadas para ser eliminadas por sedimentación simple.

SEDIMENTACIÓN: proceso físico por el cual las partículas más pesadas van al fondo de una corriente de agua.

COLOIDES: sustancia que no se disuelve, ni se suspende en un líquido sino que se dispersa.

YACIMIENTO: es una concentración o un depósito de minera presente de forma natural, en la corteza terrestre, explotable económicamente en el momento actual.

Titulo: Externalidades y Compensación. El caso de la minería del oro en la cuenca del Río Suratá*

Autoras: Vanesa Marrugo de Luque
Fabiola Yañez Llach**

Palabras claves: Externalidades, contaminación, minería aurífera, río Suratá, mercurio, cianuro, tecnología.

Resumen:

Las externalidades negativas provocadas por la minería aurífera en los municipios de Vetas y California, en el departamento de Santander ocasiona graves problemas de contaminación al medio ambiente al destruir el hábitat de muchas especies y provocar graves enfermedades en el ser humano; de igual forma genera altos costos para el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, ya que los lodos resultantes en el proceso de extracción de oro contienen cantidades considerables de mercurio y cianuro, elementos altamente tóxicos los cuales son arrojados al Río Suratá, estas aguas son tratadas en el acueducto para el abastecimiento de la población bumanguesa.

Debido a que el Río es un bien público se torna bastante complejo controlar el problema de contaminación; sin embargo con el Proyecto Río Suratá se busca implementar en las empresas mineras técnicas de producción más limpias que permitan reducir la utilización del mercurio y el cianuro con el fin de disminuir los altos índices de contaminación presentes en las aguas del río.

Con la incorporación de nuevos métodos de producción no solo se busca disminuir la contaminación sino de igual forma aumentar los niveles de recuperación del oro, generando beneficios económicos para las empresas mineras que se reflejan en un incremento en la producción y los y al mismo tiempo una disminución en los costos de pretratamiento para el acueducto. Al ser la minería aurífera, la principal actividad económica de estas regiones, una mejora en las empresas podría contribuir al desarrollo y por lo tanto proporcionar una mejor calidad de vida para sus habitantes.

* Proyecto de grado.

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía.

Title: Externalities and Compensation. The case of gold mining in the Surata River riverside.

Authors: Vanesa Marrugo de Luque
Fabiola Yáñez Llach**

Key Words: Externalities, contamination, gold mining, Suratá River, mercury, cyanide, technology.

Sumillonesary:

The negative externalities provoked by the gold mining in the municipalities of Vetás, California, causes in the Santander department serious contamination problems to the environment destroying the natural habitat of many species and provoking grave diseases to the human being; likewise it generates high costs for the Metropolitan Aqueduct of Bucaramanga, since the resulting mud in the gold extraction contain considerable quantities of mercury and cyanide, elements highly toxic which are thrown in the Suratá River, these waters are treated in the aqueduct that supplies the population of Bucaramanga.

Since the River is a public asset, it is very complex to control the contamination problem; however, the Suratá River Project looks for implementing in the mining companies cleaner production techniques that can allow the usage of mercury and cyanide that can diminish the high contamination index present in the river waters.

With the incorporation of new production methods not only does it look for diminishing the contamination, but also increase the gold recovery levels, generating economic benefits for the gold companies that reflect in the increase of the production and the earnings and a diminishing in the pre-treatment costs for the aqueduct. Being the gold mining, the principal economical activity of these regions, an technological improvement in the mining companies could contribute to the development and therefore provide a better life quality for its habitants.

*Thesis

**Human Sciences Faculty. Economics School.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la contaminación producida por algunas actividades mineras, el deterioro que las movilizaciones de tierra generan y la destrucción del medio ambiente producto de los residuos abandonados en aguas y suelos, se han convertido en tema central de numerosos debates a nivel mundial.

Durante decenios, la preocupación estuvo centrada en la contaminación y los problemas ambientales de los países desarrollados, sin embargo, la experiencia y los nuevos análisis han cambiado tales ideas y en los últimos años se ha hecho evidente que la masiva degradación ambiental también afecta, y de manera muy sensible, a los países en desarrollo (erosión de suelos, contaminación del aire, deterioro de la calidad de las aguas y deforestación).

Hoy en día muchos países, en especial las potencias económicas adelantan programas orientados hacia la protección y conservación de los recursos naturales, reconociendo la importancia que tienen la flora y la fauna, como recursos económicos claves para el desarrollo y la sostenibilidad del ser humano y su entorno.

En muchos casos, estas naciones destinan una proporción grande de sus recursos a proyectos que se realizan en los países en vía de desarrollo, con el propósito de subsanar en cierta medida los daños ocasionados por el afán incontrolado de lograr el tan anhelado crecimiento económico.

Debido a la percepción errónea que existe acerca de la abundancia de los recursos naturales y su disponibilidad ilimitada, el ser humano hace uso de ellos indiscriminadamente. Sin embargo, la realidad está demostrando todo lo contrario, el crecimiento demográfico, el uso inadecuado de los suelos, ríos y bosques y muchos otros conflictos en los usos de los recursos están contribuyendo al detrimento del medio ambiente.

Cada día que pasa, los niveles de contaminación son mayores y las medidas para solucionarlos resultan insuficientes e ineficientes, ya que gran parte de la población carece de una conciencia ecológica y la información técnica disponible es precaria y dispersa.

Muchas actividades económicas generan externalidades negativas relacionadas con la contaminación de fuentes hídricas y el deterioro de los recursos naturales, tal es el caso de la minería aurífera, la cual viene acompañada de graves problemas de contaminación ocasionados por el uso de mercurio y cianuro.

La minería como actividad que extrae los recursos básicos del subsuelo para el abastecimiento de materias primas y combustibles para la sociedad, ha tenido una fuerte influencia sobre la calidad de vida y progreso de la humanidad; aunque la extracción de estos recursos y su transformación posterior en productos y servicios tiene incidencias positivas sobre el crecimiento económico, sin embargo su aprovechamiento irracional y descuidado ha tenido graves efectos sobre el medio físico, económico y social: contaminación de aguas y suelos, deterioro de la capa de ozono, destrucción del paisaje, etc.

En Santander la minería aurífera desarrollada en los municipios de Vetas y California representa una amenaza ambiental, ya que los desechos,

productos de esta actividad (mercurio y cianuro) resultan ser altamente tóxicos. Estos elementos son arrojados al río Suratá, que constituye una fuente importante de abastecimiento de agua para el acueducto de Bucaramanga, lo que obliga a la empresa de acueducto a destinar importantes recursos para el tratamiento de las aguas, en especial teniendo en cuenta que esta fuente hídrica provee aproximadamente al 40% del líquido que consume la población del área metropolitana de Bucaramanga.

Estas fueron las razones para que la Compañía de Acueducto de Bucaramanga iniciara la búsqueda de una solución al problema existente. Fue así que con el apoyo de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), la Gobernación de Santander y contando con el apoyo de la Cooperación Técnica Alemana, representada por el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR), se formularon la solicitud de cooperación técnica y el diseño de un proyecto que hoy se conoce como Río Suratá.

Este proyecto tiene como finalidad emprender un programa de capacitación técnica y asesorías con el fin de disminuir el vertimiento de arenas cianuradas y al mismo tiempo crear una conciencia entre la población minera acerca de las consecuencias del deterioro ambiental.

Es importante crear una conciencia sobre la necesidad de aprovechar de forma correcta los recursos dados por la naturaleza, ya que muchos desconocen o pretenden ignorar la magnitud de las acciones localizadas que ellos realizan y los efectos que estas tienen sobre terceros e inclusive sobre las generaciones futuras.

Este trabajo tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales negativos, generados por la minería del oro, así como establecer la diferencia entre los

costos sociales y privados ocasionados por la actividad minera de los municipios de Vetas y California, para determinar el peso de estos factores en el manejo del recurso hídrico por parte del Acueducto de Bucaramanga. El objetivo mencionado se desarrolla en cuatro capítulos descritos a continuación.

En el capítulo uno se exponen las bases teóricas que nos permitirán interpretar el fenómeno de la contaminación desde el punto de vista económico, tratando temas como las externalidades y los bienes públicos, que se desarrollan basados en las ideas de autores como Stiglitz y Coase. El capítulo se amplía tratando el conflicto de los bienes comunes y la intervención del estado en su delimitación y retomando la negociación coasiana como alternativa de solución al problema de externalidades.

En el capítulo dos se hace una breve descripción del panorama económico y social que viven los municipios de Vetas y California, sus actividades económicas y la importancia de la minería aurífera, como el principal eslabón productivo y generador de empleo de su economía.

En el capítulo tres se desarrolla más a fondo el tema de la minería como tal en los citados municipios, el marco legal que ampara estos desarrollos, sus implicaciones y consecuencias para el hombre y el medio ambiente.

Finalmente en el capítulo cuarto se realiza la evaluación financiera de una empresa minera tipo del municipio de Vetas y se valora la rentabilidad y beneficios del Proyecto Río Suratá tomando como base para el análisis a una empresa minera tradicional, en la cual el proyecto realizó inversiones.

Por último se plantean algunas conclusiones con base en la información recolectada y analizada.

1. MARCO TEÓRICO

Para abordar el tema de los impactos ambientales, sus costos, sus efectos sobre terceros, las posibilidades de valorarlos, las ocasiones en que se hace necesario compensar a las víctimas de derrames, gases lanzados al aire o deterioro de suelos debemos estudiar el instrumental analítico que nos proporciona la teoría económica para establecer, desde el punto de vista teórico, la forma como se presentan estos fenómenos, la manera de identificarlos, valorarlos y mitigarlos.

Los efectos sobre la salud, los costos que con frecuencia son transferidos a otros agentes económicos o que son socializados para que el Estado o los gobiernos asuman la corrección de tales daños fueron tempranamente identificados por autores como Pigou, Hicks, Kaldor y muchos otros. Este primer capítulo trata acerca de la forma como la literatura económica ha tratado el tema de los efectos externos de actividades económicas sobre terceros, y sentará las bases para analizar el problema de la contaminación que generan las actividades mineras, específicamente la aurífera, en el departamento de Santander.

1.1 EXTERNALIDADES

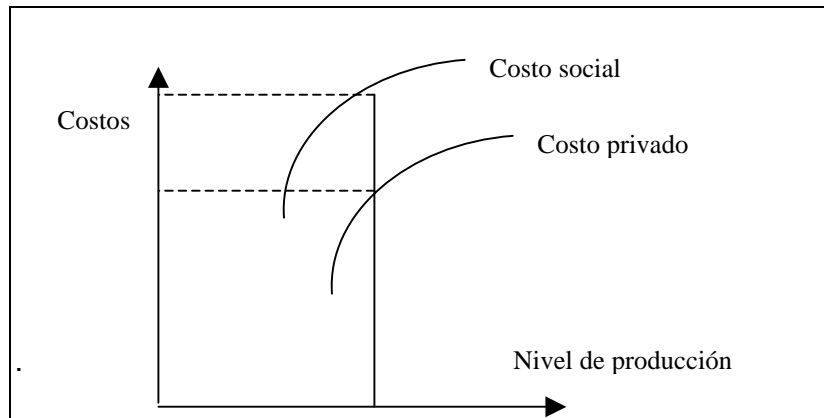
En la vida diaria se presentan con frecuencia situaciones en las que un individuo con sus acciones perjudica a otro sin darse cuenta; un ejemplo muy usual es el de las actividades económicas que generan contaminación en alguna de sus formas. En muchos casos, una empresa al desarrollar sus procesos productivos causa daños a vecinos o usuarios de los recursos que

comparte, afectando de esa manera a otras empresas o a un grupo determinado de personas ajenas a dicha actividad. Estas afectaciones pueden favorecer o perjudicar a los agentes económicos y, por lo tanto, en unos casos podemos hablar de efectos externos positivos, aquellos que procuran beneficios a terceras personas o negativos cuando les generan costos, daños o riesgos en su patrimonio, la salud o las posibilidades de desarrollo individual o colectivo.

Por eso, Pigou estableció que entre los costos privados y sociales existen diferencias, pues con frecuencia el empresario individual no reconoce los efectos que genera de puertas para afuera al arrojar efluentes líquidos, gases o materiales sólidos. En efecto, los residuos de muchos procesos son devueltos a los cuerpos de agua, al aire o a los suelos, generando problemas de diferente orden, pero que en últimas no incumben al empresario, pues salen de la esfera de su interés. El problema queda para los vecinos que ven crecer los depósitos de desechos y con ellos el aumento de enfermedades, plagas y deterioro de la calidad de los recursos.

En estos casos, los costos que representa recuperar el entorno a su situación original se trasladan del industrial a la sociedad, al obligar a los organismos de Estado a reparar el daño que el ha causado. De esta manera, se va constituyendo una diferencia entre la forma como valora el empresario privado un proyecto y como lo valora la sociedad: el costo del proyecto desde el punto de vista individual o privado es uno y desde el punto de vista de la sociedad otro.

Figura 1. Costos sociales y privados



La economía neoclásica supone que en el mercado existe competencia perfecta y, por lo tanto, que hay información completa acerca de los costos en los que incurren los productores y los beneficios que se derivan de esa actividad. En este sentido, para estos autores, todo el problema es de información y señales claras a través del mercado: una vez que se valore la importancia de un fenómeno como la contaminación, existirán agentes en el mercado que ofrecerán los servicios de limpieza o mitigación de los impactos y habrá individuos dispuestos a pagar para que los daños ocasionados se corrijan.

En estos casos, desde el punto de vista teórico sería el problema de una transacción entre dos agentes, que tendría costos y beneficios perfectamente identificados, que solo recaerían en ellos mismos sin contemplar posibles costos o beneficios adicionales que podrían involucrar a terceras personas. Es por ello que para los principales autores de esta línea de pensamiento el problema es sencillamente de hacer estos costos evidentes de forma que los agentes puedan internalizar esos costos externos, es decir los incorporen a su estructura de costos y de esa manera se llegue a un nuevo equilibrio a través del mercado.

De acuerdo a la teoría clásica del consumidor el comportamiento maximizador de los agentes económicos y la conducta maximizadora de los ingresos en los productores están asociados a la eficiencia en la producción y el consumo, pues siempre que predominen tales actitudes se llegará a un punto de equilibrio.

En esa situación el costo marginal alternativo de las inversiones y la utilidad marginal de los beneficios se igualan y en esos puntos los recursos de la economía están en sus puntos óptimos de eficiencia en la asignación. Para llegar a esta situación es necesario que se cumplan las siguientes condiciones: competencia perfecta, ausencia de bienes públicos y ausencia de externalidades.

La teoría nos muestra que el consumidor y el productor llegan a una situación en la cual ninguno de los factores de producción puede ser reasignado sin que uno de ellos este mejor que el otro a costa del bienestar del perdedor. Esto es llamado eficiencia de Pareto, la cual no es una solución única sino que depende de factores diversos. Existen muchas situaciones de óptimos de Pareto, cada una refleja una distribución de ingresos y beneficios particular, pero cumple con la condición de que nadie se ve afectado negativamente por dicha circunstancia.

En los casos en que esta situación de eficiencia no se da, es cuando surgen las llamadas externalidades; un claro ejemplo de ellas son los daños ocasionados al medio ambiente. Generalmente las externalidades son atribuidas, por los neoclásicos a fallas del mercado, sin embargo estos efectos se producen no solo cuando existe un daño ambiental, sino también cuando se afecta la función de beneficios o costos de una empresa o cuando es percibido el daño o el beneficio por otras personas.

Según Joseph Stiglitz, estos “costos y beneficios adicionales que no se reconocen en la transacción de mercado se denominan externalidades”.¹ La importancia de estas radica en que su reconocimiento conduce a que las terceras personas afectadas por la externalidad o el Estado que se ve afectado, pueden exigir de quienes ocasionan la misma la reparación o compensación del daño causado, bajo el criterio de que el que contamina debe pagar.

Las externalidades pueden presentarse ya sea en el consumo o en la producción; si a un consumidor le afecta directamente la producción o el consumo de otro, existe una externalidad en el consumo. De igual forma, existen externalidades en la producción, cuando las decisiones de una empresa o de un consumidor influyen en la producción de otra.

La pregunta crucial cuando se registran externalidades es hasta que punto existen bienes que interesan a los individuos, pero no tienen precio en los mercados y por lo tanto no es posible comprar ni vender tales bienes o servicios ambientales. Esta ausencia de mercado, que convierte a algunos elementos en bienes públicos detrás de los cuales no existen propietarios ni usuarios únicos plantea importantes problemas, que deben ser tratados a través de la intervención de representantes del interés social.²

Como ya se señaló las externalidades pueden ser consideradas positivas o negativas, ello depende de los efectos que puedan ocasionar. Stiglitz señala que si se dan beneficios que no han sido pagados se producen externalidades positivas, como en el caso de actividades de mejoramiento paisajístico que pueden disfrutar muchos individuos sin tener que pagar por

¹ STIGLITZ, JOSEPH. Principios de Microeconomía. Barcelona: Editorial Ariel. 1994. p. 639

² VARIAN, Hal R. Microeconomía Intermedia. 4 ed. Barcelona: Antoni Bosch, editor, S.A. 1996. p. 569

ello. Si se generan costos que no han sido asumidos se producen externalidades negativas. Este tipo de efectos incluyen, por ejemplo la generación de gases o material particulado que produzcan problemas respiratorios en los vecinos de fábricas o zonas industriales.

Cuando existen externalidades, la acción del mercado no conduce a una asignación óptima de los recursos, lo que conduce a situaciones de ineficiencia en términos de Pareto. El óptimo de Pareto se define como aquella situación en la que no se puede conseguir una mejora en la utilidad de un individuo sin que se presente la disminución en la de algún otro. Por lo mismo, en los casos en que la inclusión de un proyecto conduce al deterioro en la situación de otros individuos, independientemente del beneficio que les genere a los empresarios y trabajadores del proyecto, se generará una situación en la que, desde el punto de vista social, el proyecto resulta inconveniente, en términos de Pareto.

Como se mencionó anteriormente, las externalidades son atribuidas a fallas del mercado, es aquí donde la intervención del Estado se torna relevante y de gran importancia para corregir las posibles consecuencias de dichas deficiencias. Una de las soluciones que puede dar el Estado al problema de las externalidades negativas es declararlas ilegales, en muchos países el Estado define niveles de contaminación razonables sancionando a las empresas que los incumplen, son el tipo de medidas conocidas como de comando y control o límites regulatorios.

Visto de otra manera el efecto perjudicial sobre la eficiencia de una externalidad es una consecuencia del fracaso o la incapacidad para establecer derechos de propiedad, o sea la dificultad para definir tanto derechos como responsabilidades de los agentes, evitando todos los mecanismos de evasión que les permitan a los agentes apropiarse de rentas

o transferir costos a otros individuos. En otras palabras, reduciendo a un mínimo los costos de transacción podremos esperar que el mercado actúe eficientemente, pero a medida que los costos de hacer cumplir las reglas aumentan es más difícil llegar a ese punto de eficiencia del mercado.

Cómo manejar el problema de las externalidades negativas ha interesado a muchos teóricos. Ronald Coase³, sostiene que el Estado debería reasignar simplemente los derechos de propiedad. Con unos derechos de propiedad debidamente diseñados, los mercados podrían hacerse cargo de las externalidades sin la intervención directa del Estado.

Coase también hace referencia al caso de las externalidades negativas en el medio ambiente, estas resultan ser un caso especial dado que no existe un mercado donde se pueda negociar con estos bienes. La solución pues, parece ser la creación de este mercado. Si este existiese, se podría dar una negociación entre el agente que produce la externalidad y los agentes que perciben sus efectos negativos, hasta llegar a un punto de eficiencia económica.

1.2 BIENES PÚBLICOS

Sin embargo, existen casos especiales, en los cuales no es aplicable el concepto de derecho de propiedad privada debido a la dificultad de su definición, de modo que no es posible lograr una negociación en el mercado. Es el caso de los bienes públicos como los ríos, bosques, mares, y parques naturales entre otros, los cuales pertenecen a la sociedad en su conjunto y los administra el Estado. Este tipo de bienes además tienen otra importante limitante que son los altos costos involucrados en llegar a un acuerdo

³ COASE, Ronald. El problema del costo social. En: La empresa, el mercado y la ley. Madrid: Alianza Editorial. 1994. p. 15

cuando existe un gran número de personas afectadas. Los diversos intereses que pueden existir y la prioridad que los diferentes individuos le dan a cada uno de esos bienes llevan a dificultades para llegar a acuerdos aceptados por todos.

Los recursos naturales son el entorno, la fuente de materiales y el lugar de disposición de todos los desechos de la humanidad, por lo que son de gran importancia para el ser humano y su desarrollo integral. El uso sostenible de estos se encuentra en manos de nosotros mismos, sin embargo se tiene una falsa concepción sobre su utilización, ya que por el hecho de pertenecer a todos nos sentimos con el derecho a utilizarlos de forma indiscriminada causando su continua destrucción. Vale la pena citar aquí el trabajo de Garret Hardin “La Tragedia de los espacios colectivos”, en el que el autor señala como los bienes que no tienen un propietario tienden a ser explotados por encima de su capacidad de recuperación, con el consecuente agotamiento del recurso.

En el caso de los bienes públicos la asignación de los derechos de propiedad usualmente resulta muy compleja, ya que para este tipo de bienes se presentan numerosos incentivos económicos para su explotación, mientras para su cuidado y conservación existe un instrumental de incentivos precario y disperso.

Hardin reafirma la imposibilidad de delimitar estos bienes para evitar la contaminación indiscriminada; propone entonces la utilización de otros medios como leyes coercitivas que hagan que al contaminador le resulte más barato tratar sus contaminantes que desecharlos sin contemplación.

Esta es solo una de las alternativas frente a lo que Hardin ha llamado “La tragedia de los bienes comunes”. Para él la ruina es el destino al que todos

los hombres se precipitan, cada quien persiguiendo sus propios intereses en una sociedad que crece en la libertad de los espacios colectivos. Esta libertad lleva a todos a la ruina.

La tragedia de concebir a los recursos comunes como una canasta de alimentos a la que todos tiene acceso ilimitado, lleva a un aprovechamiento desmedido de los recursos y prácticamente plantea la propiedad privada o con algo formalmente parecido como única alternativa para manejar de manera eficiente los recursos colectivos. Pero el aire y el agua que nos rodean no se pueden cercar fácilmente y por lo mismo el acceso a ellos no puede ser limitado: la tragedia de los recursos comunes solo puede ser tratada con normas coercitivas o mecanismos fiscales que hagan para el contaminador más barato tratar sus desechos antes de deshacerse de ellos sin tratarlos⁴

La descarga inconsciente de desperdicios es uno de las principales complicaciones que ataca a los espacios colectivos. Los bienes como el agua y el aire no se pueden cercar, por tanto es muy fácil que estos se conviertan en botaderos de todo tipo de desechos.

Para el autor la contaminación está muy relacionada con el aumento de la población. Por ello los bienes colectivos solo están justificados en condiciones donde no exista un gran número de habitantes. Antes con densidades poblacionales bajas no importaba arrojar desperdicios al medio ambiente, lo que se explica por que la naturaleza tiene una dinámica de recuperación (resilencia) que le permite recuperarse y mantener su productividad natural, siempre que no supere ciertos límites. Superados esos máximos sobreviene la crisis del ecosistema. Por ello ahora, dada la

⁴ HARDIN Garret. La Tragedia de los Espacios Colectivos. En: DALY, Herman. Economía, Ecología, Ética. México: Fondo de Cultura Económica. 1989. p. 115

alta densidad demográfica, los desperdicios que arroja una comunidad, bien sea por una actividad productiva, representa un problema que necesita la intervención de los organismos estatales encargados de velar por la preservación de los recursos naturales.

El grave problema que afrontan los bienes comunes es su sobreexplotación, es necesario encontrar la mejor forma de limitar su uso para asegurar su sostenibilidad económica a largo plazo.

Generalmente la contaminación involucra un gran número de personas y los costos que se originan para resolverlos por medio del mercado o de una empresa terminan siendo muy elevados, por ello en estas situaciones es necesario la aplicación de regulaciones administrativas y reglamentaciones por parte del Estado las cuales resultan ser eficientes desde el punto de vista social, pues reducen la presión sobre el recurso, incentivan su preservación y fomento y prolongan la utilización del recurso en el tiempo y en el espacio.

La intervención del Estado juega un papel importante, proporcionando instrumentos de política y mecanismos de control y orientación de las actividades productivas, de tal forma que se establecen límites al aprovechamiento de los recursos y se generan incentivos para reducir la contaminación. A través de las normas y reglamentos, se informa a los agentes económicos acerca de las exigencias que se les hacen a las explotaciones y se construye una institucionalidad que permite controlar los impactos hasta un punto tolerable para el medio ambiente y para la sociedad.

Las políticas deben ante todo buscar como objetivo principal garantizar que los sistemas productivos sean sostenibles y que su manejo sea adecuado en términos del potencial de los recursos, para que a través del tiempo se pueda mantener y conservar en términos cualitativos y cuantitativos la

biodiversidad, se administren los recursos de manera sostenible y se mitiguen los impactos ambientales causados en la actualidad y en tiempos futuros.

Los mecanismos que crea el Estado para controlar las externalidades negativas en el medio ambiente buscan la mayor eficiencia posible. Un ejemplo de ellos son los impuestos sobre la contaminación que ofrecen recompensas graduadas, es decir, cuanto más se reduzca la contaminación menos impuestos tendrán que pagar. Igualmente se han extendido instrumentos como los permisos de contaminación negociables y cuotas de contaminación asignadas a empresas contaminadoras. También encontramos las sanciones ambientales que castigan a las empresas que sobrepasan los límites de contaminación establecidos.

Los anteriores son instrumentos que castigan, pero además el Estado puede establecer subvenciones que premian a las empresas que disminuyen la contaminación por iniciativa propia. De cualquier forma todos estos mecanismos buscan ajustar los costos privados de modo que se internalicen los costos externos, se hagan evidentes las consecuencias de los malos manejos y se tengan en cuenta los costos sociales totales.

Las empresas tienen una gama de opciones técnicas que permiten reducir o incluso eliminar las emisiones de un determinado contaminante. En el caso de los impuestos existen dos posibles efectos: cambiar los niveles de producción y con ella la contaminación asociada, o cambiar las técnicas productivas estimulando tecnologías más “limpias”. De cualquiera de estas formas se reduce la cantidad de emisión por unidad productiva. Para ello es necesario que se grave directamente la contaminación y no la producción.⁵

⁵ MARTINEZ ALIER, Joan y ROCA JUZMET, Jordi. Economía Ecológica y Política Ambiental. México: Fondo de Cultura Económica. 2000. p.125

La cuestión de la contaminación no consiste en si se debe permitir o no, pues, al fin y al cabo, es casi imposible eliminarla toda en una economía industrial: Tampoco sería eficiente; los costos de su eliminación total serían muy superiores a los beneficios. La verdadera cuestión está en saber a cuánto debe limitarse la contaminación; hay que sopesar los beneficios *marginales* y los costos marginales. Si el Estado averigua el costo social marginal de la contaminación y establece unas sanciones y permisos acordes con aquél, las empresas privadas controlarán la contaminación hasta el punto en el que el costo marginal del control sea igual al rendimiento social de su eliminación.⁶

Cuando un bien es de uso común, en ocasiones es necesario que los implicados tomen medidas al respecto, buscando los instrumentos adecuados para autorganizarse y autogestionarse, de forma que regulen el uso de los recursos para llegar a acuerdos en los que se realice una explotación sostenible, ellos mismos son los responsables de preservar el recurso y controlar su uso racional, por medio de reglas internas y de gran colaboración se puede llegar a acuerdos en los cuales todas las partes obtengan beneficios pero de igual forma asuman compromisos.⁷

1.3 NEGOCIACIÓN COASIANA

La solución eficiente se alcanzará independientemente de a quién se asignen los derechos de propiedad, siempre y cuando se asignen a alguien. El teorema de Coase implica que una vez que se establecen derechos de

⁶ STIGLITZ, Joseph, Op. cit, p. 647.

⁷ OSTROM, Elinor. El gobierno de los Bienes Comunes. México: Fondo de Cultura Económica. 2000. p.18

propiedad sobre un recurso, las externalidades no crean ningún problema de ineficiencia, porque los individuos negociarán una solución eficiente.

Este planteamiento de Coase ofrece una nueva perspectiva acerca de la relación entre los agentes involucrados en procesos productivos que involucran externalidades. Según este autor el problema no es unilateral, sino que es de naturaleza recíproca, en el sentido de que si bien un agente puede estar generando un daño y afectando los costos de producción o los beneficios generados a un tercero, este también limita las posibilidades del primero. Desde este ángulo ¿cuál sería el criterio para llegar a un punto óptimo social? El impacto generado por uno de los agentes podrá aceptarse si la valoración del beneficio que genera esa actividad comparado con la valoración del daño es positiva. Coase plantea que si el sistema de precios funciona, se podrá valorar la pérdida y el daño para determinar que es mas conveniente desde el punto de vista social, y que si los costos de transacción no son altos, el mercado actuará como eficiente asignador de recursos, facilitando lo que Martinez Alier llama la negociación coasiana.

Sin embargo este teorema tiene algunas limitaciones, pues en algunas ocasiones los costos de llegar a un acuerdo pueden ser muy elevados debido a que muchas personas pueden estar involucradas, o se presentan elevados costos de transacción que surgen debido a la asimetría en la información. La búsqueda de intereses individuales en muchas ocasiones también se convierte en una barrera que imposibilita llegar a una negociación para el beneficio mutuo.

1.4 EXTERNALIDADES DE LA MINERÍA

Ya se hizo referencia a las externalidades, ahora se hará hincapié en una actividad que las produce y afecta negativamente al medio ambiente y a otras actividades económicas.

Hablamos entonces de la actividad minera, esta se entiende como el conjunto de actividades de exploración, beneficio y procesamiento de yacimientos minerales metálicos y no metálicos en lugares donde se realiza una alteración mecánica del suelo o cualquier excavación, con el fin de explotar o producir sustancias que contengan material mineral, placeres, roca, calizas, tierra, arcilla, arena o grava⁸

Los efectos que puede causar la minería a pequeña escala no son los mismos que los generados por una de grandes proporciones ni todas las condiciones son iguales para los diferentes minerales que pueden ser explotados.

1.4.1 Medio Ambiente. Las externalidades que produce la minería han sido identificadas a nivel mundial la principal y más preocupante es la contaminación, esta depende de qué tipo de actividad minera se desarrolle, bajo qué dimensiones y en qué zona.

Algunos ejemplos que encontramos en el mundo son:

- Las contaminaciones de mercurio causadas por la minería aurífera en la región brasilera del Amazonas, que alcanzan a aproximadamente 200 toneladas por año.
- En los ríos grandes, la descargas de lodo causadas por la minería aluvial

⁸ QUINTERO, Trinidad. Restauración en el Cierre de Minas un Enfoque Sustentable. 2003. Tomado de Internet:< http: www.imades.org>

- En el caso de Ecuador, las más de 150 plantas de beneficio en la región de Zaruma/Portovelo, que anualmente descargan unos 20.000 toneladas de metales pesados al sistema acuático.

La recuperación ambiental en la mayoría de estos casos es difícil de conseguir o por lo menos se logra a largo plazo y depende de la fragilidad de los ecosistemas afectados.

Otro problema que presenta este tipo de externalidades es su valoración económica, diferentes autores ya citados han mencionado la dificultad de establecer derechos de propiedades en parques naturales ríos, y mares, siendo estos lugares los mayores receptores de los efectos negativos de la minería de tal forma que resulta dificultoso establecer algún tipo de negociación y compensación y es aquí donde los estados intervienen en defensa de los bienes públicos.

No obstante se han creado algunos mecanismos que permiten cuantificar de algún modo este tipo de efectos. “La cuantificación exacta en términos monetarios de los daños al medio ambiente de la actividad minera es casi imposible, debido a la cantidad de factores, que influyen en el cálculo. Sin embargo para el efecto de la valoración del impacto ambiental, se ha desarrollado varios conceptos (Banco Mundial, 1991), dependiendo de la cantidad de información existente y la naturaleza de la actividad económica”⁹.

Para proyectos, que tienen efectos ambientales negativos, como es el caso de la actividad minera, una de los métodos aplicables es el método del "Proyecto Sombra", es decir el diseño y cálculo de los costos de un proyecto, para compensar la pérdida de los activos ambientales originales, o sea el

⁹HRUSCHKA, Félix W y PRIESTER, Michael. Costos y Beneficios de la Pequeña Minería en los Países en Vía de Desarrollo. 2000. Tomado de Internet:<<http://www.hruschka.com>>

costo de su reposición. A base de este método se intentó una estimación muy preliminar del pasivo ambiental:

- El "proyecto sombra" consiste en la adquisición (o importación) de los productos, que en caso de no existir el impacto ambiental, se hubiesen producido en el área afectada y;
- Los principales impactos ambientales consisten en el deterioro del ecosistema acuático y de la aptitud del suelo para la producción agrícola.¹⁰

Sin embargo en algunas zonas este tipo de cálculos no genera una verdadera evaluación de las pérdidas ambientales sobre todo en zonas donde no se realiza actividades productivas como la agricultura o ganadería, pero que tienen un significativo valor para los ecosistemas que ahí se desarrollan y por tanto aportan al bienestar social de la humanidad al permitir el desarrollo de la vida misma.

1.4.2 Otras Actividades Económicas. La minería también puede generar externalidades en otras actividades económicas, que generalmente resultan ser efectos negativos. Este caso se presenta con frecuencia y algunos ejemplos encontrados son:

- Volumen alto de ruido que no permite el buen desarrollo de actividades cercanas a las zonas mineras que requieran de concentración como la Educación.

¹⁰ HRUSCHKA, Félix W y PRIESTER, Michael, Op. cit.

- Contaminación por residuos mineros en las aguas de los ríos aledaños que impiden que estas sean utilizadas para realizar una actividad como agricultura o para el consumo humano.

En este segundo ejemplo se encuentra una descripción muy cercana del problema que sufre el Acueducto de Bucaramanga en su planta Bosconia al captar agua del río Suratá la cual llega contaminada por mercurio y cianuro, elementos resultantes de las descargas de lodo producto de la actividad minera de oro en los municipios de Vetás y California. Este es precisamente una parte del caso que será analizado en este estudio.

2. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LOS MUNICIPIOS DE VETAS Y CALIFORNIA

2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE VETAS

Lo que hoy en día se conoce como el municipio de Vetas fue el resultado de un largo proceso de movilización y agrupación de mineros en los territorios que comprendían el Páramo Rico y las Montuosas, zonas descubiertas y trabajadas por los soldados que fundaron en el año de 1549 la ciudad de Pamplona.

“El poblamiento de este distrito con mineros y cuadrillas de indios dependió del movimiento de las vetas, de tal suerte que hacia 1590 se percibe un despoblamiento como consecuencia de la caída de la producción de oro”.¹¹

Gracias a la actividad minera que se realizaba en estos territorios se produjo poco a poco el crecimiento de la economía pamplonesa, no obstante la población en las Vetas y las Montuosas se limitaba a simples ranchos que albergaban y resguardaban del frío a los trabajadores de las minas.

“Los poblamientos urbanos no eran la norma en los distritos mineros por ello solo a partir del siglo XVIII podemos encontrar los esfuerzos de concentración de los mineros y campesinos en las aldeas la Baja y Vetas alrededor de una capilla. Solo hasta mitad del siglo puede registrarse la existencia de una parroquia secularizada en el sitio de Vetas”.¹²

¹¹GARNICA MARTINEZ, Armando y GUERRERO RINCÓN, Amado. La Provincia de Soto. Bucaramanga: Colección de Historia Regional UIS, 1995. p.100.

¹²Ibíd., p.101

Aunque se considera que Vetás fue fundado hacia el año 1555 por Ortún Velasco, solo bajo la ordenanza 37 de 1978 le fue asignada la calidad de municipio segregándolo así de California. En la actualidad este municipio se encuentra localizado a 67 Km. de la ciudad de Bucaramanga.

2.2 SISTEMA SOCIAL:

2.2.1 Población. Su población para el año 2000, se estimó en 2.579 habitantes, de los cuales el 33.3%, es decir 1.238 personas se localizan en la cabecera municipal, mientras que el 66%, un equivalente a 1.341 personas se encuentran ubicadas en la zona rural. Del total de la población el 33% corresponde a jóvenes en edad escolar. Además el 50.8% son de sexo masculino y el 42.9% restante del sexo femenino.¹³

La población en edad de trabajar, según el DANE, es del 76.4% mientras que la población económicamente activa representa al 70%; el 30% de la población que se encuentra inactiva esta conformado básicamente por las amas de casa y la población estudiantil.

Puede afirmarse que la mayor parte de sus habitantes se dedican a las oficios propios de la minería, es decir alrededor de unas 400 personas, y un porcentaje muy reducido a las labores del campo (agricultura y ganadería), debido a que sus condiciones climáticas solo permiten desarrollar unos pocos cultivos.

2.2.2 Educación. En Vetás existen 8 establecimientos educativos que ofrecen los niveles de preescolar, primaria y secundaria, de los cuales 5 escuelas se encuentran instaladas en sendas veredas que conforman el área rural, mientras que el colegio, una escuela y un preescolar se ubican en el

¹³ CDMB. Esquema de Ordenamiento Territorial de Vetás. Bucaramanga. 2002. p.3

casco urbano. El colegio se encuentra unificado con las escuelas las cuales tienen un profesor encargado.

En el colegio laboran 6 profesores, de los cuales 4 son de planta y son contratados por la Secretaría de Educación del Departamento; los 2 restantes se encuentran temporales y son designados por la Gobernación. En el caso de las escuelas, los profesores son asignados directamente por la Gobernación, a excepción de la escuela ubicada en la zona urbana los cuales son nombrados por el Ministerio de Educación y la Secretaría de Educación de Santander.

La población total estudiantil es de 474 alumnos, los cuales el 42% se encuentran cursando el bachillerato, el 55% la primaria y el 3% restante el preescolar. El 9.5 % de la población en edad de estudiar se encuentra sin este servicio.¹⁴

El índice de analfabetismo en el municipio es del 8.3% que en su mayoría se encuentran en la zona rural especialmente en las veredas de Mongóra y Chopo; mientras que a nivel urbano el índice de analfabetismo es del 5%.

En términos generales la cobertura en educación en el municipio se considera buena, ya que existen facilidades para que los niños y jóvenes puedan acceder a este servicio; cabe resaltar que los jóvenes que se quedan sin estudiar son por voluntad propia, pues prefieren ir a trabajar a las minas y así obtener sus propios ingresos.

2.2.3 Vivienda. En la zona se observa que el 76.1% es propietario de la vivienda, un 15.2% se encuentra en arriendo y el 6.5 restante en condiciones diferentes. El material que caracteriza la vivienda es un 77.4% el bloque o

¹⁴ CDMB, Esquema de Ordenamiento Territorial de Vetás, Op. Cit., p. 7

ladrillo, y en un 22.6% en tapia pisada, mientras que el piso en un 54.8% es construido en cemento y en un 26.5% en un material diferente a la madera o tabla. A nivel rural predomina la vivienda propia.¹⁵

2.2.4 Salud. La región cuenta con un Centro de Salud localizado en la zona urbana el cual fue declarado una IPS por el Ministerio de Salud. Este presta los servicios de primer nivel que comprenden consulta externa, odontología, laboratorio clínico, ayuda de parto, fisioterapia y realiza pequeñas cirugías. Los pacientes que requieran servicios de segundo nivel son remitidos al Hospital Universitario Ramón González Valencia, ya que la institución no cuenta con la dotación necesaria para la atención de estos casos.

Además se cuenta con cuatro dispensarios ubicados en las veredas los cuales solo ofrecen servicios de primeros auxilios debido a la falta de equipos y personal capacitado.

En la actualidad toda la población se encuentra afiliada al servicio de salud, por ello la cobertura es del 100%. Los regímenes existentes son el Sisbén y el Subsidiado, este último es para las personas que carecen de recursos económicos, la única EPS y ARS encargada de manejar ambos regímenes en la región es Solsalud.

2.2.5 Servicios Básicos. El acueducto del municipio aunque posee todas las características de un buen acueducto, no se encuentra en condiciones de brindar agua potable, ya que no cumple con las condiciones estipuladas en el decreto 2105 de 1983, por ello el agua es considerada como no tratada y

¹⁵ CDMB. Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial Microcuenca Río Vetás. Bucaramanga. 2001. p.36.

el servicio es catalogado como deficiente a pesar que la cobertura es del 100%.

En el sector rural, todas las veredas cuentan con un acueducto a excepción de la vereda El Chopo en donde no ha sido terminado el tanque de abastecimiento la red de distribución. Estos acueductos tienen una infraestructura de captación, almacenamiento y distribución de agua no tratada y presenta una cobertura del 100%.

En cuanto a la estructura de alcantarillado a nivel del casco urbano, está conformada por una red que cubre el 86% del área aunque carece de una planta de tratamiento de aguas residuales lo que origina que todas las aguas negras sean vertidas al Río Vetas; debido a las características del sistema se considera deficiente. En el sector rural no existe sistema de alcantarillado, se dispone como infraestructura de saneamiento básico de pozos sépticos con una cobertura promedio del 78%, aunque en dos veredas no se dispone de este servicio.

El servicio de aseo se encuentra a cargo de la administración municipal, la cual cuenta con una volqueta y trabajadores que se encargan de recoger una vez por semana las basuras, las cuales son depositadas en un relleno sanitario ubicado en la vereda El Chopo; hoy en día se adelanta la construcción de una planta de tratamiento de residuos sólidos en Berlín para los municipios de Tona y Vetas. A nivel rural no existe infraestructura, transporte y recolección de basuras.

El suministro de Energía Eléctrica al igual que en el municipio de California, es suministrado por la Electrificadora de Santander a través de las diferentes subestaciones.

Con respecto a las telecomunicaciones, la cobertura de telefonía en el sector urbano es del 38% y en el rural es de 18.5%. En total se encuentran instaladas 181 líneas, 112 en la cabecera municipal y el restante en la zona rural. El servicio presenta constantes interrupciones, igualmente se dispone de comunicación por radio teléfono especialmente en las veredas.

El transporte intermunicipal es prestado por una sola empresa durante toda la semana, la calidad del servicio se considera buena, el transporte interveredal no existe y tampoco se cuenta con una terminal de transporte.

Referente al servicio de gas, a nivel urbano no existen redes para la distribución del gas natural, por ello en los hogares se utilizan cilindros de gas propano los cuales son distribuidos puerta a puerta por la empresa Gasán de la ciudad de Bucaramanga. A nivel rural se utiliza como combustible la leña.

2.2.6 Actividades productivas. Pese a que la mayor parte de la población se encuentra localizada en el sector rural, y el casco urbano representa menos del 1% de la extensión del territorio; la agricultura no se desarrolla de forma intensificada no solo porque las condiciones climáticas y topográficas de la zona solo permiten el cultivo de algunos productos, sino también por la idiosincrasia minera, gran parte de la población tiene la concepción de que la actividad minera es mucho más productiva y genera dinero en un menor tiempo, mientras que en la agricultura o en la ganadería se debe esperar mas tiempo para obtener los resultados.

Entre los productos cultivados se encuentran la papa pastusa, la cebolla junca, el trigo y la curuba: es así que el 54% del suelo es destinado a las actividades agrícolas. Sin embargo los cultivos se desarrollan con técnicas muy rudimentarias lo cual se ve reflejado en una baja productividad.

El área total dedicada a la explotación agrícola es de 96.74 hectáreas, los tres cultivos más importantes en extensión cultivada, mano de obra y producción e ingresos son la papa, el maíz y la cebolla larga; en estos cultivos trabajan alrededor de unos 87 agricultores.¹⁶

A continuación se indica el número de hectáreas y los productos cultivados en las diferentes veredas:

Cuadro 1. Distribución de cultivos por veredas

VEREDA	CENTRO	SALADO	ORTEGÓN	BORRERO	MÓNGORA	CHOPO	CHORRERA
Papa	4.25	8.845	15.71	1.724	3.484	3.48	7.04
Arveja	0	0	0	0.375	1.25	1.257	2.95
Fríjol	0	0	0	0	0	3.01	0
Hortaliza	0	0.2516	0	0	0.258	0.011	0.6
Cebolla larga	2.96	1.052	7.01	0.251	0	0.01	0.86
Trigo	0	1	1	0.55	1	4.25	1.85
Haba	0	0.77	0	0.5	0	0	1.55
Frutas	0	0.0013	0	0.25	0.008	1.272	1
Cebada	0	0	0	0	0.255	0	0
Maíz	0	0	0	1.85	2.145	5.01	5.85
Total	7.71	11.92	23.91	5.5	8.4	18.3	21.7

Fuente: UMATA- Comunidad año 2000

Cabe mencionar que la falta de recursos económicos y de capacitación han impedido de alguna forma que la agricultura se desarrolle a un nivel más elevado, sin embargo la Umata en convenio con la CDMB está realizando estudios para el cultivo de flores y de parcelas ecológicas, que consisten en la siembra de algunas plantas de gran valor medicinal, que serían utilizadas en la fabricación de esencias naturales, entre las que se destacan la salvia, el arrayán de páramo, el frailejón, la valeriana y el romero entre otras, las

¹⁶ CDMB, Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial Microcuenca Río Vetas, Op. Cit., p.31

cuales podrían ser cultivadas en dicha zona generando ingresos ya que cuentan con una gran acogida en el mercado internacional, al mismo tiempo que contribuyen a la conservación del ecosistema.

La producción de carne bovina, ovina y cría de pescado (trucha) se realiza en menor proporción y con poca utilización de insumos y tecnologías, motivo por el cual la producción no es significativa. La leche y la lana son productos de autoconsumo, solo la carne alcanza a generar algunos excedentes.

Como consecuencia del inadecuado uso de los suelos en las labores agropecuarias, se está afectando de forma considerable el ecosistema existente, por ello se adelanta un programa de labranza mínima con el objeto de mejorar los suelos.

Además de las labores del campo, existe una Asociación de Hilanderas, la cual fue fundada en 1889, y que en estos momentos cuenta con 50 ovinos dedicados a la producción de lana para la fabricación de bufandas, sacos y productos derivados, además de bayetas que son tapetes utilizados en la actividad minera. También se están criando ovinos para la venta de carne, no obstante la producción solo abastece el mercado local.

Esta agrupación recibe capacitación por parte del Sena, Minagricultura y la UMATA, pero hasta el momento no se ha logrado conseguir el desarrollo empresarial que les permita alcanzar un nivel de competitividad.

A nivel local también existe La Asociación de Mujeres Campesinas que agrupa a amas de casa que se dedican al trabajo en las huertas, en apicultura y cría de especies menores (conejos). Además se llevan a cabo estudios avícolas para la producción de aproximadamente 200 aves mensuales. La producción de miel se comercializa en Bucaramanga.

Asimismo está la Asociación de Comercializadores y Productores de Vetas (ASOPAVES), la cual se encarga de vender los productos que se obtienen en la región.

En cuanto al comercio, este simplemente se concentra en las plazas de las cabeceras municipales, en pequeñas tiendas para la venta de bienes de consumo y abarrotes. La comercialización de los productos agropecuarios se hace por medio de intermediarios los cuales lo transportan hacia Pamplona y Bucaramanga.

En Vetas existe un pequeño restaurante a nivel familiar, una droguería, algunas tiendas, misceláneas, tres tabernas y una sucursal del Banco Agrario.

2.3 RESEÑA HISTÓRICA DE CALIFORNIA

Durante la época precolombina este territorio estuvo habitado por los Chitareros los cuales tenían como actividad principal la agricultura, además de la cerámica, la orfebrería y el comercio.¹⁷ El hecho de que estos pueblos fueran orfebres y agricultores marcó desde esa época la existencia de las dos principales actividades económicas del municipio.

La explotación de las minas de oro de las Montuosas Alta y Baja desde el año 1553 dio origen a los primeros asentamientos humanos en épocas de la conquista y colonia; de estos asentamientos surge posteriormente, en 1901, la fundación de lo que actualmente es California, municipio que se encuentra ubicado en la Provincia de Soto, a 51 Kms de la capital del departamento de Santander.

¹⁷ CDMB. Esquema de Ordenamiento Territorial de California. Bucaramanga. 2002. p.12

La conformación de California como aldea fue producto de la Ley 25 de 1869 decretada por la Asamblea Legislativa de Santander, esta reforma puso al vecindario de las parroquias de Vetas y La Baja bajo la jurisdicción civil de California.

“El distrito de California fue considerado hasta 1889 como una aldea adscrita a la provincia de Soto, pero el Régimen político y municipal dictado por el gobierno del departamento de Santander solo reconoció la existencia de distritos municipales, por ello California paso a ser parte del distrito de Suratá. En el año de 1908 se agregó a dicho municipio el caserío de Vetas en calidad de corregimiento; sin embargo este decreto fue modificado por la ordenanza 37 de 1978 que suprimió el municipio de California y en su reemplazo fue creado el municipio de Vetas, con cabecera municipal en el caserío de su mismo nombre. No obstante, en tiempos recientes debido a la inconformidad por parte de los californianos le fue devuelta su calidad de municipio.”¹⁸

Debido a la explotación minera, se produjo una gran migración de colonizadores europeos, los cuales dejaron en la región su herencia étnica y cultural, reflejo de ello es su arquitectura y el arte religioso que adorna su iglesia, pese a esto se mantienen las tradiciones autóctonas como el gusto por las comidas provenientes de los indígenas.

En la actualidad, California es una población pequeña, cuna de músicos, sus ritmos favoritos son los del folclore colombiano y la música andina. Sus habitantes se caracterizan por el apego a sus tradiciones y los vínculos familiares. Es conservadora en lo religioso, en sus costumbres y en sus ideas políticas.

¹⁸ GARNICA MARTINEZ, Armando y GUERRERO, RINCÓN, Amado. Op. Cit., p. 107

2.4 SISTEMA SOCIAL:

2.4.1 Población. Según datos suministrados por la Alcaldía del municipio, la población actual es de 1500 habitantes, de los cuales alrededor de 600 personas que corresponde a un 40% pertenecen al perímetro urbano y las 900 restantes, equivalente a un 60% se ubican en la zona rural.

El municipio está conformado por 6 veredas: El Centro, Pantanos, Santa Úrsula, Cerritos, La Baja y Angosturas, siendo estas dos últimas las más pobladas.

2.4.2 Educación. La población total escolarizada en la región es de 322 personas, los cuales se encuentran distribuidos por niveles así:

Cuadro 2. Distribución por niveles de la población escolarizada

NIVELES	Número de Alumnos
Preescolar Oficial	31
Básica Primaria	152
Básica Secundaria	84
Total Media	36
Población Educación Adultos	19
TOTAL	322

Fuente: SISBEN 2000

Entre tanto el sistema educativo presenta una cobertura en el nivel preescolar de 64.58%; a nivel de básica primaria de 92.68%; nivel de básica secundaria y media de 86.95%; representados en un total de 249 bachilleres académicos. En total existen seis planteles públicos en el municipio, de los cuales dos se hallan en el perímetro urbano y cuatro en el sector rural.

En total se cuenta con una planta de 18 profesores para el colegio y las escuelas, de los cuales 16 poseen contratos fijos y los dos restantes se encuentran con contratos temporales.

Según datos obtenidos por el SISBEN para el 2000 el porcentaje de analfabetismo es de 2.56 entre las edades de 5 a 98 años, pese a esto la cobertura en educación se considera del 100%.

2.4.3 Vivienda. La tenencia de la vivienda en el municipio se caracteriza por presentar las siguientes condiciones: un 66% es propia, un 22.7% en arriendo y el restante la está pagando o vive en otras condiciones. Es importante resaltar que una determinante que identifica a la organización familiar, es que los padres albergan en sus propiedades a sus hijos y, con frecuencia no se regulariza el traspaso de propiedades. Esta situación lleva a que cuando muere el padre, queda en sucesión la casa y el predio, estableciéndose la no legalización, casos especialmente frecuentes en la zona rural, lo que establece limitaciones en casos de necesidad de garantías para créditos u otros negocios.

2.4.4 Salud. Con respecto al sistema de salud, puede decirse que la cobertura beneficia alrededor del 97% de la población del municipio, con el servicio que se puede prestar en el primer nivel de la salud, siendo Solsalud la única EPS presente.

En la cabecera municipal se encuentra el centro de salud que ofrece los servicios de medicina general y odontología. Como consecuencia de la falta de dotación, equipos e instrumentación, los casos de urgencias, hospitalización y análisis de laboratorio son remitidos al Hospital Universitario Ramón González Valencia en la ciudad de Bucaramanga. Igualmente existen dos puestos de salud localizados en las veredas la Baja y Angosturas.

2.4.5 Servicios Básicos. La cobertura en el servicio de Acueducto a nivel urbano es del 100%, cumpliendo con los requisitos exigidos para el adecuado tratamiento de las aguas. El sector rural por su parte presenta problemas con respecto a este servicio ya que los acueductos ubicados en las diferentes veredas aún no han sido terminados, siendo esta una de las principales prioridades de la nueva administración municipal.

El servicio de alcantarillado tiene una cobertura del 100% en el sector urbano, esta red es principalmente sanitaria y recoge en forma conjunta las aguas lluvias, las aguas residuales son arrojadas directamente al Río Suratá sin ningún tratamiento. En el sector rural, no existe red de alcantarillado, el cubrimiento para esta zona es tan solo del 11% y se encuentra localizado especialmente en la vereda la Baja.

Respecto a la recolección de basuras, en la cabecera municipal, estas son recogidas y trasladadas hasta el municipio de Suratá, sin embargo este no satisface las necesidades de los habitantes. Además no existe un adecuado sistema de recolección de los residuos sólidos. En la zona rural el 98% de sus habitantes arrojan sus desechos al patio o a los solares, hecho que origina una gran contaminación y el brote de diversas enfermedades.

El suministro de Energía Eléctrica es proporcionado por la Electrificadora de Santander a través de las diferentes subestaciones. En la cabecera municipal la cobertura es del 100% y en el sector rural del 80%, ya que en las veredas Pantanos y Santa Úrsula se carece de este servicio. En cuanto al servicio de telecomunicaciones está a cargo de Telecom; en el sector urbano presenta una cobertura del 20% mientras que en el sector rural es tan solo del 3%, debido a las continuas interrupciones el servicio es catalogado como deficiente.

El transporte de pasajeros se realiza diariamente por la Flota Cáchira la cual también es la encargada del transporte hacia algunas veredas, en el caso de los mineros muchos de ellos se desplazan a sus puestos de trabajo a pie o contratan los servicios de un carro particular; cabe resaltar que el municipio carece de una terminal de transporte.

En la zona urbana la mayor parte de la población utiliza gas propano el cual es comercializado por la empresa GASAN que también lo distribuye en las veredas La Baja y el Centro, en el resto de las veredas el combustible más utilizado es la leña.

2.4.6 Actividades Productivas. La principal actividad económica que se realiza en la región es la minería del oro, seguida de la ganadería, el comercio y en último lugar la agricultura ya que esta solo representa el 2% del total de las actividades.

La actividad agrícola de la zona se desarrolla en huertas caseras alrededor de las viviendas en pequeñas áreas constituyéndose en agricultura de subsistencia, para el consumo exclusivo de sus dueños. La agricultura es una actividad poco intensa, la cual se realiza con aplicación de técnicas tradicionales tales como, quemadas, talas, siembra de cultivos en el mismo sentido de la pendiente, de los que en la mayoría de los casos se obtienen cosechas de bajos rendimientos ocasionando deterioro de los suelos.

Los cultivos propios del municipio, son: maíz, trigo, frijol, arveja y frutales (mora, curaba y tomate de árbol), de menor importancia son la papa, cebada, caña de azúcar, cebolla junca y hortalizas. Dentro de los frutales se está implementando a nivel particular el cultivo de la feijoa, con buena adaptabilidad en la zona.

En la siguiente tabla se observa el área sembrada por cultivo y el destino de la producción:

Cuadro 3. Clases de cultivos y destino de la producción

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRICOLA	ÁREA SEMBRADA Hectáreas	DESTINO DE LA PRODUCCIÓN	
		CONSUMO %	VENTAS %
MAÍZ	26	76.8	23.4
TRIGO	7.5	62.5	37.5
FRÍJOL	4.	75	25
ARVEJA	3.5	50	50
MORA	2	36	64
PAPA	1.5	55	45
CAÑA PANELERA	1.5	88	12
CEBADA	1	75	25
CURUBA	1	75	25
FEIJOA	1	0	0
CEBOLLA JUNCA	0.5	87	13
TOMATE DE ÁRBOL	0.5	55	45
HORTALIZAS	0.1	50	50
GRANADLLA	0.1	25	75

Fuente: UMATA California - 1999

Con respecto a la ganadería esta es de tipo extensivo, es explotada en latifundios en cada uno de los relieves abruptos que componen el municipio: La ganadería principalmente es de producción de carne con explotación de cría, levante y ceba. Sin embargo se requiere incorporar técnicas de manejo de praderas: rotación de potreros, instalación de bebederos, saladeros, control de malezas, fertilización y encerramiento con el fin de incrementar la productividad y lograr que estas actividades sean rentables y puedan convertirse en una importante fuente de ingresos para el municipio.

Podría decirse que la comercialización de leche es una de las actividades económicas más importantes dentro del sector rural, ya que un 71% de su producción es destinado a la venta, la cual se realiza en el perímetro urbano. Algunos productores que viven en sitios distantes y presentan dificultad para el transporte de la leche optan por cuajarla, para después venderla en el mercado local y de Bucaramanga, en forma de quesos y otros derivados lácteos.

Es necesario resaltar que las tecnologías utilizadas en la producción agropecuaria son de tipo tradicional y se observa un inadecuado manejo de suelos de ladera, se practican la tala, rocería y quema con las nefastas consecuencias que tienen esas prácticas en regiones quebradas; hay baja inversión de capital y los agricultores no utilizan semillas seleccionadas lo cual incide en la baja producción y productividad de la explotación agraria.

Otra de las actividades productivas desarrolladas en las veredas son las artesanías, las cuales comprenden la elaboración de canastas, sombreros y cestas a base de fibra y paja verde y seca, matizados en diversos colores y que representan una pequeña fuente de ingresos para las familias locales.

En el presente se acaba de firmar un convenio con el Centro Productor de joyería, la PNUD, el SENA, la UIS, Proexport y la gobernación con el propósito de articular todos los eslabones que conforman la cadena de producción del oro, incentivando el posible desarrollo de la industria de la joyería.

Además se cuenta con la Asociación de Mujeres Campesinas del municipio que con apoyo de la Cooperación Alemana realizó el montaje de una microempresa de lácteos, que en la actualidad produce alrededor de 30 litros de yogurt semanalmente; conjuntamente son las encargadas de elaborar los

alimentos para los trabajadores de la empresa Greystar, una compañía canadiense que actualmente adelanta trabajos de exploración, buscando depósitos de oro en la zona. Igualmente con ayuda de la UMATA, reciben capacitación en piscicultura, cría de especies menores y elaboración de artesanías y manualidades.

Asimismo se adelantan estudios sobre labranza mínima, mejoramiento de praderas y programas de reforestación que permitan controlar el constante deterioro de los suelos.

Debido a los problemas de orden público que aquejaron al municipio durante un periodo de cuatro años, y a la falta de fuerza pública, este se sumergió en un profundo estancamiento que ocasionó que muchos de sus habitantes vendieran sus propiedades e invirtieran en otros lugares.; solo hasta hace año y medio se estableció nuevamente el puesto de policía, además se instaló una base de alta montaña entre Suratá y Vetas, hecho que ha permitido garantizar el orden y la seguridad, reactivando la economía de la región e incentivando el turismo hacia la región.

Es necesario resaltar que debido a la insuficiente gestión de los anteriores gobiernos el municipio se encuentra ubicado en el último puesto en la asignación de recursos del departamento, al mismo tiempo tampoco se reciben regalías por la actividad minera, debido a que el municipio fue sancionado durante año y medio como consecuencia de no presentar al Fondo Nacional de Regalías, los reportes concernientes a la producción del oro, sin embargo, se espera que en los próximos meses sea solucionado este problema.

3. LA MINERÍA AURÍFERA EN COLOMBIA

La búsqueda del oro en el país fue el principal atractivo de la conquista y el poblamiento por parte de los españoles. Algunos de los grupos indígenas que habitaban en el país se dedicaron a la búsqueda y explotación del precioso mineral, entre los que se destacan: Los Chitareros (Vetas y California), Simitíes y Malibúes (San Lucas), Calimas (Valle del Cauca), Ingas (Putumayo), y los Quimbayas (Marmato).

Los conquistadores españoles ocuparon el territorio habitado de la actual Colombia y despojaron de su oro a los indígenas, a comienzos del siglo XVI,. Al culminar esta etapa, muchos se desplazaron a los ríos y quebradas que los nativos les habían indicado, a lavar sus arenas para obtener el preciado metal en sus fuentes naturales, fue así como nació la minería en nuestro país.

Más adelante, los gobiernos de la colonia trajeron la legislación minera que regía en ese entonces en España desde la Edad Media, y la impusieron a la actividad minera de estos territorios; ya que en ese entonces los ríos en Colombia arrastraban en sus aguas los anhelados metales, el oro y la plata.

Cuando la mano de obra indígena se agotó debido a la mortalidad, España autorizó la traída de negros africanos que llegaban a Cartagena. Allí eran vendidos a sus nuevos amos que los llevaban a las respectivas regiones mineras donde se les requería: Antioquia, el Chocó, el alto Cauca y el valle del Patía. Otras áreas mineras que funcionaron en esos siglos en otras regiones, como los actuales Huila, Tolima y Santanderes, trabajaban con

mano de obra indígena o mestiza por el antiguo sistema de la mita. Durante tres siglos largos el actual territorio colombiano produjo oro y lo envió a España a razón de tres, cuatro o más toneladas métricas por año. A lo largo de ese tiempo no se realizó ninguna innovación tecnológica en la minería neogranadina. Esta tecnología contaba solamente con la mano de obra esclava, algunas herramientas de hierro y la pólvora negra como medios de producción.¹⁹

Durante casi todo el siglo XIX el oro fué el principal producto de exportación y permitió equilibrar nuestra inestable balanza comercial. Este metal, además de la plata y el platino, atrajeron casi desde el comienzo de la República a inversionistas extranjeros que trajeron capital y tecnología.

Con ellos vinieron a lo largo de los años nuevos métodos para la explotación, extracción y beneficio del mineral como son el molino californiano, la amalgamación con mercurio, la cianuración, la topografía de precisión, la química metalúrgica, la turbina pelton, las bombas hidráulicas, la máquina de vapor, la dinamita, la draga de ríos, el monitor hidráulico y muchas otras innovaciones tecnológicas que eran aplicadas en el mundo moderno.

Es importante resaltar que la industria minera constituye la base de las materias primas de la industria metalúrgica y en el caso de los minerales preciosos y pesados adquiere importancia de orden estratégico bien sea en las seguridad nacional o en las reservas económicas internacionales. Sin minería y sin metales no podría subsistir ninguna rama de la economía de un país.

¹⁹ POVEDA RAMOS, Gabriel. La Minería Colonial y Republicana. En: Revista Credencial. Vol. 151. 2002.

3.1 PRODUCCIÓN NACIONAL

Puede afirmarse que Colombia fue un gran productor de oro (país de El Dorado) en siglos pasados:

- En el siglo XVI Colombia generó el 18% de la producción mundial.
- En el siglo XVIII llegó a representar el 40%, desplazando al Brasil como 1er productor mundial.
- A comienzos de este Siglo, en 1911, figuraban 35 compañías inglesas de oro en el país.

En años recientes la producción ha fluctuado entre 25 y 30 toneladas/año.

La participación porcentual actual por departamentos en la producción de oro es la siguiente:

Cuadro 4. Participación por departamentos en producción de oro (%)

BOLÍVAR	30
ANTIOQUIA	26
CHOCÓ	12
CALDAS	8
CÓRDOBA	5
SANTANDER	4
NARIÑO	3.5
CAUCA	2.5
VALLE	1.7

Fuente: www.upme.gov.co/ordenam/Mineria/panorama2.htm

El principal componente de la demanda por este metal es el cambiario (reservas), seguido de la utilización como materia prima para la joyería. Casi la totalidad de la producción nacional proviene de la mediana y pequeña

minería, con técnicas rudimentarias, bajos índices de recuperación y un grave deterioro del ambiente e impactos negativos diversos sobre la estabilidad de los terrenos y la calidad de las aguas.

El reto actual de la minería del oro en Colombia es lograr que la explotación de los recursos auríferos contribuya de forma efectiva al desarrollo sostenible del país, de las diferentes regiones mineras y de los recursos naturales, ya que esta actividad se ha convertido en una grave amenaza, que aporta en la destrucción progresiva de los recursos naturales y por ende del medio ambiente.

3.2 MARCO LEGAL

Las leyes y normas que competen a la minería de oro en Colombia se encuentran contempladas en el nuevo Código de Minas (Ley 685 de 2001) y en el futuro Plan Nacional Minero 2002 – 2006 que se encuentra en elaboración.

El Código Minero colombiano es relativamente joven y muchas de sus disposiciones aún se encuentran en reglamentación, sin embargo, es fácil advertir que con este marco legal se busca redefinir el papel del Estado y su interacción con el sector privado, delimitándolo a funciones de regulador y fiscalizador con lo que se pretende incorporarle una regulación “moderna y competitiva”.

Los antecedentes de este código se encuentran en las legislaciones españolas para esta actividad, en nuestra legislación minera se plasmó

desde sus inicios la propiedad estatal del subsuelo, independiente de la propiedad del suelo o “dominio útil”²⁰.

Esta preeminencia estatal sobre los recursos minerales se hizo patente por necesidades de la Corona Española, en las explotaciones de oro, plata y platino, que dieron lugar a las primeras explotaciones mineras en suelo americano, previa expropiación de las minas explotadas por los Indígenas que moraban en estas tierras.

A partir de 1969, se expide la Ley 20 del mismo año, mediante la cual se montaron las bases de un sistema en, el que el Estado asume la dirección y el control de la explotación de tales recursos con miras a que estos contribuyan definitivamente al bienestar y al desarrollo de la economía nacional, dando lugar al surgimiento de los instrumentos jurídicos que otorgan el Derecho a explorar o explotar tales recursos (los títulos mineros) y al señalamiento de un régimen objetivo para su otorgamiento (primeros en el tiempo, primeros en Derecho), todo ello a cargo de la Dirección General de Minas, del Ministerio de Minas y Petróleos en ese entonces.

Finalmente se establece el código de minas por ley 685 del 2001, que rige actualmente.

Cabe resaltar que muchas de las normas ahí contempladas no son cumplidas a cabalidad en los municipios de Vetas y California. Esta situación se explica en gran medida por la poca presencia del Estado en la región, que permite a los mineros evadir sus responsabilidades y al las agencias estatales aplicar una correcta verificación de las licencias, normas y compromisos legales.

²⁰ MENDOZA Eva. Legislación minera Colombiana. En: Seminario Taller Pequeña Minería Aurífera: hacia un Manejo Ambiental de Mercurio y Cianuro. Bucaramanga. 2004.p 8

Entre las reformas establecidas por el nuevo Código Minero que afectan el orden de la minería en el país (incluyendo a la pequeña minería de metales preciosos), tenemos las siguientes:

- Eliminó las categorías de pequeña, mediana y gran minería, a las que recogió en las llamadas “*Unidades Productivas Mineras*” en las que están en igualdad de condiciones el pequeño minero y el gran inversionista.
- Fijó un nuevo esquema contractual a través del Contrato de Concesión, que se convirtió en la única forma de contratar con el Estado. Incluso en áreas de Reserva Minera Especial.
- Con esta modalidad se estableció que un empresario minero puede pasar de la fase de exploración a la de explotación de los recursos naturales no renovables, con una única licencia y de manera automática.
- Redujo los trámites mineros hasta en un 80%, prohibiendo el establecimiento de requisitos adicionales a los aprobados por la Ley, lo que genera mecanismos que facilitan el desarrollo de la actividad por parte del sector privado involucrado con la gran minería.
- Definió la compatibilidad entre pago de regalías e impuestos locales, al garantizar la estabilidad de las primeras y eliminarla discrecionalidad de los funcionarios públicos.
- Fijó en treinta años la duración del contrato de concesión, dándole prelación al empresario minero para que pueda prorrogarlo hasta por veinticinco años.
- Definió nuevas reglas para la expedición del título minero, por ejemplo, eliminó el requisito de contar con licencia ambiental en la fase de exploración.
- Flexibilizó el contrato minero permitiendo su cesión parcial o total y la adición de nuevos minerales al objeto del mismo.

- Definió la minería como una industria de interés público independiente de su escala de explotación.
- Elimina la renta presuntiva.
- La autoridad minera se transfiere al respectivo departamento y alcaldía²¹.

Este nuevo código colombiano pone en igualdad de condiciones a la minería de pequeña, mediana y gran escala, haciendo un tratamiento de iguales entre desiguales; por lo que se somete a los pequeños mineros a términos contractuales de un único contrato de concesión, con idénticos principios técnicos, financieros y organizativos.

Además, crea una legislación paralela que pretende beneficiar al pequeño minero bajo la figura de “Áreas de reserva minera especial”, que son sometidas a términos de operación regidos por el Contrato de Concesión que, por sus altas exigencias técnicas, financieras y organizativas, imposibilita el acceso del pequeño minero a su operación. La explotación artesanal y a pequeña escala se limita a las mencionadas áreas de reserva: quien esté por fuera de estas reglas será considerado como ilegal.

No obstante el proceso de reglamentación que vive el código de minas, existe una fuerte resistencia por parte de los trabajadores de minas a pequeña escala y los trabajadores organizados en SINTRAMINERCOL. Ellos manifiestan un sinnúmero de inconformidades, entre las que se destacan las siguientes:

- Restringe la acción de la autoridad minera y ambiental en detrimento de la soberanía nacional.

²¹ PANTOJA, Freddy. Diagnóstico Socioambiental de la pequeña minería de metales preciosos en Colombia. Bogotá: 1998. Tomado de Internet:< [http:// www.censat.org](http://www.censat.org)>

- El control y cumplimiento de la legislación ambiental queda al libre albedrío del operador minero.
- En lo tributario hay enormes rebajas de impuestos compensaciones impositivas por obligaciones ambientales y no pago de renta presuntiva.
- Crea regalías fijas por toda la operación, disminuyendo las regalías a los propietarios privados del subsuelo de un 10% a un 0.4%.
- Prohíbe a los municipios, departamentos y a la nación misma, crear nuevos impuestos en deterioro de los escasos recursos de los entes estatales.
- Penaliza la minería informal, que en Colombia representa hasta un 80% de la producción.
- Elimina las categorías de pequeña, mediana y gran minería y crea la Unidad productiva minera²².

Ahora bien, dado el objetivo de este estudio miraremos con mayor detenimiento algunos artículos, en especial los que se encuentran relacionados con la normatividad ambiental que es uno de los mayores problemas que se presentan en los municipios de Vetas y California.

Los aspectos ambientales están contemplados en el capítulo XX del código. Entre estos destacamos:

- **Art. 194. Sostenibilidad.** En el se manifiesta la necesidad de un adecuado manejo de los recursos naturales renovables y la integridad y disfrute del ambiente, acompañados de manera compatible con la necesidad de fomentar desarrollar el aprovechamiento de los recursos mineros en pro de un bienestar económico y social.

²² PANTOJA, Freddy. Op. cit.

- **Art. 195. Inclusión de la Gestión Ambiental.** Todos los proyectos mineros deberán incluir la gestión ambiental y sus costos, como elemento imprescindible para que sus estudios sean aprobados y autorizados. La autoridad ambiental no podrá otorgar permisos, licencias para obras y trabajos mineros que no estén amparados por un título minero.
- **Art. 198. Medios e Instrumentos Ambientales.** Dentro de los medios que se cuentan para la vigilancia y control ambiental tenemos: Planes de Manejo Ambiental, Estudio de impacto ambiental (Art. 204 Cáp. XX), Licencia Ambiental (Art. 205, Cáp. XX), permisos o concesiones para la utilización de recursos renovables, Guía Ambientales y autorizaciones en los casos en que tales instrumentos sean exigibles. (Art. 199 Cáp. XX).
- **Art. 215. Costos y Tasas.** Por la utilización de los recursos naturales renovables que haga el minero en sus labores extractivas, está obligado a pagar todos los costos y tasas retributivas y compensaciones de orden ambiental que establece la ley, incluyendo la de los servicios de evaluación y seguimiento.

Otros artículos que se tienen en cuenta, en este estudio, son los relacionados con los aspectos económicos y tributarios, que deben cumplir los mineros, ellos están contemplados en el capítulo XXII del código:

- **Art. 226. Contraprestaciones Económicas.** Estas son sumas que deben pagarse al Estado por la explotación de los recursos naturales no renovables.
- **Art. 227. la Regalía.** conforme a los artículos 58, 332, y 360 de la constitución política, toda explotación de recursos naturales no renovables de propiedad estatal genera una regalía como contraprestación obligatoria. Esta consiste en un porcentaje, fijo o

progresivo, del producto bruto explotado objeto del título minero y sus subproductos, calculado o medido al borde o en boca de mina, pagadero en dinero o especie. También causara regalía la captación de minerales provenientes de medios o fuentes naturales que técnicamente sean consideradas como minas.

En el caso de propietarios privados del subsuelo, estos pagarán no menos del 0.4% del valor de la producción calculada o medida al borde de la mina, pagadero en dinero o especie. Estos recursos se recaudarán y distribuirán de conformidad con lo expuesto en la ley 141 de 1994. El gobierno reglamentará lo pertinente a la materia.

Tal como se puede observar, existe una reglamentación estricta hacia la actividad minera en cuanto a los aspectos ambientales y pago de impuestos se refiere. Sin embargo la realidad refleja una situación muy diferente, ya que los mineros de las regiones analizadas presentan una total indiferencia respecto al tema de la contaminación y deterioro ambiental; para la gran mayoría lo realmente importante es aumentar su producción, sin importar si los métodos utilizados causan efectos negativos sobre los recursos naturales y consigo la destrucción progresiva del medio ambiente.

En general, un 60% de los pequeños mineros no poseen licencia de explotación y el 100% no tienen licencia ambiental. Además las sociedades mineras, pese a que poseen en su totalidad licencia de explotación, solo el 80 % tienen licencia ambiental.²³

La débil aplicación de la normatividad en la región dificulta aun más el problema de vertimiento de residuos contaminantes. La falta de control por parte del Estado en el cumplimiento de las reglas que se han establecido ha

²³ CDMB, Esquema de Ordenamiento territorial de California, Op. cit., p.116

permitido la proliferación de minas que operan sin mayores restricciones agravando la situación para los consumidores de las aguas del río Suratá.

Es necesario que el Estado ejerza mayores controles, en especial de vigilancia a las empresas mineras para que así cumplan con las normas establecidas y se logre una disminución del problema de la contaminación, ocasionado por la utilización inadecuada del mercurio y el cianuro hasta llegar a los índices permitidos por la ley.

Además de las dificultades relacionadas con el medio ambiente, se presenta otro problema, la evasión en el pago de impuestos por la producción de oro. Este hecho trae consigo una disminución en las regalías recibidas por los municipios, las cuales podrían ser de gran ayuda para mejorar las condiciones económicas y la calidad de vida de sus habitantes.

Sin embargo, este es un problema muy difícil de controlar, pues los niveles de producción varían continuamente, impidiendo que pueda establecerse un parámetro de control que garantice el pago continuo de regalías, además existe la minería informal de la cual resulta casi imposible determinar sus índices de obtención de mineral.

La ley dice que quien tenga conocimiento del aprovechamiento, exploración o explotación ilícita de minerales dará aviso al Alcalde del lugar y éste, previa comprobación de la situación denunciada procederá al decomiso de los minerales extraídos y a poner los hechos en conocimiento de la autoridad minera sin perjuicio de las acciones penales correspondientes.

La alcaldía está en la obligación de impedir o clausurar los trabajos de exploración subterránea y de explotación si llegare a comprobar que quien los realiza carece de título minero que lo autorice. En estos casos agotara el

procedimiento del Código de Minas y cerrará los frentes de trabajo que se hallaren en actividad En el caso que los particulares, no ostenten título alguno que los acredite como explotadores legales, dicha actividad minera está prohibida contraviniendo tanto la legislación minera como a penal, por lo que es del caso que la ALCALDIA ordene la suspensión definitiva de los trabajos que vienen adelantando tales personas.²⁴

3.3 MINERÍA EN SANTANDER

A lo largo del tiempo la minería en Santander ha sido desarrollada en los municipios de Vetas y California. Esta actividad que tiene sus orígenes en la época de la colonia, hoy en día constituye la principal fuente de ingresos para estas dos regiones y representa el 9% del PIB departamental.

3.3.1 Minería aurífera en Vetas. “En cuanto a la historia minera de Vetas, esta se remonta a antes del arribo de los españoles, la explotación ya venía siendo realizada varios centenares de años por los nativos, que tenían métodos eficaces para el procesamiento del metal al parecer con la utilización de ciertas plantas, lo mismo para la extracción del mineral usaban sistemas que resultan y quedarán para siempre inexplicables.²⁵

Aunque la explotación en el municipio tiene sus inicios en la época de la colonia, en la actualidad sigue manteniéndose como la principal actividad economía de la región, ya que alrededor de 400 personas se dedican a este oficio y aproximadamente 80 individuos a las labores mineras informales, estos conforman el grupo de los llamados barrileros.

²⁴ MENDOZA Eva, Op. cit., p. 10

²⁵ SIERRA BARRENECHE, Eduardo. Tierra con pasado, presente y futuro. Bucaramanga: 1986. p. 160

Estos mineros informales, son microempresarios artesanales que desempeñan sus labores en sus propios hogares y cuya función es la transformación primaria “fundición para hacer pelusas” aplicando cianuro y mercurio, pero la práctica de este método atrasado causa gran contaminación, no solo en el agua son también en el aire.

Aunque esta actividad genera el mayor número de empleos y constituye la principal fuente de ingresos en la zona, con el pasar de los años no ha representado un elemento de consolidación del desarrollo ya que los procesos de extracción del mineral no cuentan con las tecnologías adecuadas, lo que implica que una proporción considerable de los metales se pierdan y sean arrojados al río ocasionando pérdidas, una baja productividad y aumento en los índices de contaminación del río Suratá, destino final de las arenas y lodos resultantes en el proceso.

Para la obtención del preciado mineral se utilizan como insumos básicos cianuro de sodio, viruta de zinc, mercurio, carburo, cal, algunos combustibles y explosivos. Los primeros materiales se pueden conseguir con facilidad en la ciudad de Bucaramanga; en cuanto a los explosivos estos son suministrados por la Industria Militar, por intermediación de la Asociación Minera de Vetas, mientras que la V Brigada emite el concepto de seguridad.

Debido al uso indiscriminado del mercurio y el cianuro, cada día se produce una mayor contaminación y producción de estos tóxicos. Las descargas descontroladas de arenas cianuradas las cuales son arrojados directamente a las aguas del río Suratá, disminuyen la calidad de sus aguas y causan un grave deterioro del entorno ambiental e impactos sociales negativos.

Este río es de gran importancia para la ciudad de Bucaramanga, ya que es la fuente de suministro de agua de aproximadamente el 40% de la población

del área metropolitana. Su tratamiento se realiza en la planta Bosconia, una de las cuatro plantas con las que cuenta la ciudad; en épocas de verano cuando el caudal de los otros ríos es muy bajo, esta planta abastece hasta el 80% de la población.

Además de los significativos problemas ambientales provocados por la actividad minera se suman la falta de organización predominante en las empresas y su renuencia a cambiar sus métodos tradicionales convirtiéndose en un gran obstáculo que impiden el desarrollo y aumento en los niveles de producción.

Debido a la inexistencia de un mercado que regule la actividad minera, gran parte de la producción de oro y plata se comercializan en el mercado negro y no a través del Banco de la República, eludiendo así el pago de impuestos, hecho que genera que el municipio reciba muy pocas regalías por la explotación minera.

En Vetas existen 21 empresas con titulaciones, de las cuales 10 se encuentran en funcionamiento, destacando a Reina de Oro como la principal sociedad minera ya que cuenta con una planta un poco más moderna y con una nómina de alrededor de 80 empleados y con la mayor producción en la zona, de aproximadamente 1.200 gramos de oro libre al mes.

Con relación a las demás empresas se puede afirmar que se encuentran al mismo nivel, ya que todas a excepción de La Peter, una de las empresas mineras existentes en la zona, utilizan el molino californiano como principal herramienta de trabajo en la obtención del oro; este molino tiene una capacidad para moler 6 toneladas de roca diariamente, mientras el molino de bolas utilizado en La Peter y Reina de Oro tritura hasta 60 toneladas diarias, hecho que marca la diferencia con las demás.

En términos generales, estas 9 empresas se encuentran en condiciones similares, todas emplean entre 10 y 25 empleados y sus niveles de producción oscilan en rangos muy parecidos.

Es necesario resaltar, que debido a que las empresas mineras pertenecen a varios dueños (8 – 12) es difícil llegar a acuerdos con relación a los temas relacionados con inversión ya que todos buscan sus intereses personales; por lo general los dueños son los mismos administradores los cuales se reparten las funciones y se asignan turnos con una duración de una semana.

Otro factor negativo es la falta de fuentes de crédito, ya que algunos dueños manifestaron que no existe ninguna entidad que les facilite préstamos siendo la única opción para conseguir recursos hipotecar sus bienes como instrumento de garantía.

Debido al uso de maquinaria rudimentaria, los índices de recuperación están alrededor del 35%, por ello la producción no es muy alta, sin embargo se espera que con la implementación de tecnología por parte del Proyecto Río Suratá, los índices de recuperación aumenten a un 65% aproximadamente.

Este proyecto que busca introducir entre los mineros técnicas modernas y mas eficiente de extracción del oro ha empezado a lograr éxitos en su gestión. Hasta el momento se observa una buena aceptación por parte de los mineros con respecto a la aplicación de los nuevos métodos, ya que los resultados obtenidos han sido muy favorables desde el punto de vista del rendimiento, no obstante este es un proceso largo ya que los procedimientos utilizados hasta ahora habían sido transmitidos de generación en generación.

“En cuanto al tipo de minería que se practica es la subterránea y la producción mensual en todo el municipio se estima en 5.500 gramos y la de plata en 20.000 gramos aproximadamente.”²⁶

Aunque hay cifras sobre la producción, estas no son muy exactas pues los mineros son reacios al momento de suministrar la información, además la existencia de un mercado negro hace que los registros con los que cuenta el Banco de la República se encuentren subvalorados.

El oro extraído en la región cuenta con un gran prestigio, ya que es muy cotizado en países de Europa como España e Italia. Lo anterior se debe a la alta pureza y calidad que lo caracterizan. Pese a estas cualidades el oro como tal no genera un alto valor agregado ya que en la zona no se desarrollan procesos de elaboración y comercialización de joyas (orfebrería).

La carencia de tecnología en los procesos, los pocos recursos económicos, los elevados costos de explotación, la escasa formación académica y la falta de visión empresarial, y de organización entre muchos otros factores, han hecho que esta actividad, con el transcurrir de los años no ocupe un puesto más importante y no halla impulsado el crecimiento y desarrollo del municipio.

3.3.2 Minería del oro en California. En la época de la conquista y la colonia comenzaron las primeras explotaciones de minas de oro, una de ellas fue en la vereda La Baja, gracias a ello se dio origen a los primeros asentamientos para conformar el actual municipio.

Entre las principales minas auro-argentíferas del municipio está La Baja, Angostura y la Alta; estableciéndose en 1820 la primera compañía en La

²⁶CDMB, Esquema de Ordenamiento Territorial de Vetas, Op. Cit., p.28

Baja dirigida por el Sr. Robert Stephenson, hijo del inventor de la locomotora. Luego aparece la compañía francesa (1906) Gold Silver Company; en 1923 se inician trabajos por parte de la Compañía Vetas; en 1933 se desarrollan trabajos en La Baja y en 1934 en Angosturas (Sindicato Minero Colombiano)²⁷

La minería del oro en California (Santander) ha presentado a lo largo de su historia fluctuaciones cíclicas, asociadas con bonanzas y depresiones. En periodos recesivos (1942 – 1972) la minería llegó a puntos críticos donde solo funcionaban seis minas debido a los altos costos de los insumos y la baja en los precios del metal. En épocas de auge se activaron hasta 23 minas.²⁸

En comparación con el municipio de Vetas, la minera en California es mucho menos desarrollada, allí se obtiene una mayor producción de oro fino por medio de los procesos de cianuración, mientras que Vetas se caracteriza por la producción de oro grueso mediante la amalgamación.

A excepción de la Bodega, que es la empresa con mayor producción e infraestructura en el municipio, las demás sociedades mineras, utilizan métodos muy rudimentarios ocasionando que gran parte del oro se pierda en los lodos arrojados al río. En algunas empresas todavía se puede observar el molino de arrastre, uno de los primeros molinos utilizados en la minería, el cual funciona con agua, siendo este recurso el principal motor de funcionamiento.

Cabe hacer alusión a un caso bastante particular, el de La Bodega, esta empresa que en los años 80 era una de las grandes productoras de oro se

²⁷ ALCALDIA DE CALIFORNIA. Riqueza Escondida de Santander. En: Revista Imagen Positiva, No. 2. Bucaramanga, 1996.

²⁸ CDMB. Esquema de Ordenamiento Territorial de California. Bucaramanga: 2002. p.104

encuentra hoy en día atravesando por una grave crisis. Aunque es la principal empresa en la región, volvió a utilizar los métodos rudimentarios del pasado, pese a poseer una de las mejores plantas en lo que ha tecnología se refiere, sin embargo estas máquinas se encuentran sin utilizar, ocupando simplemente un espacio, sin ser aprovechadas debido a la falta de liderazgo de los dueños, los cuales tienen como único objetivo obtener ganancias sin analizar las necesidades de la empresas como tal.

La falta de organización , la desconfianza y el escepticismo han sido factores claves que han impedido el desarrollo de estas empresas, ya que los propietarios solo buscan sacar el mayor provecho y cuando las empresas están en crisis por falta de inversión simplemente las abandonan, pues muchos prefieren invertir en otros lugares y en otro tipo de negocios.

En general, el número de minas en actividad puede variar continuamente. En estos momentos se encuentran activas un número reducido de ellas, ya que la compañía Greystar comenzó los trabajos de exploración en un territorio de gran extensión, lo que provocó que muchos trabajadores abandonaran sus antiguas empresas y se desplazaran a la compañía canadiense.

Con la llegada de la Greystar han surgido muchas expectativas, algunos la consideran como una fuente importante de generación de empleos y de progreso para la región, sin embargo existen algunos opositores los cuales consideran que la empresa se aprovechó de los mineros. Debido a su falta de conocimientos empresariales vendieron sus tierras sin llegar a imaginar los perjuicios que traería esta decisión. Muchos, con el dinero recibido se desplazaron a la ciudad de Bucaramanga, compraron una casa y un carro, malgastando el único patrimonio con el que contaban, teniendo que verse

obligados a volver nuevamente como simples trabajadores en cualquier mina.

Hoy en día la empresa canadiense posee cerca de 4.000 hectáreas, y se encuentra en la etapa de exploración, proceso que tiene una duración de dos años y que según los análisis realizados por los expertos, este podría constituir el yacimiento más grande de oro encontrado en Suramérica. Sin embargo la presencia de la compañía está causando algunos inconvenientes, ya que ellos han ejercido un riguroso control de seguridad sobre sus terrenos, sin tener en cuenta que las lagunas que se encuentran en sus alrededores son patrimonio del municipio, por lo que todos sus habitantes pueden visitarlos pero ahora no pueden porque el paso ha sido restringido hacia esa zona.

Aunque la minería se constituye en el principal proceso productivo de la zona, la extracción de minerales va de la mano del deterioro ambiental no solo porque la actividad económica causa daño al medio ambiente, sino porque las prácticas tradicionales de explotación no cuentan con la tecnología y capacitación adecuada en el uso de los insumos (mercurio y cianuro). Esto está generando una gran contaminación en las agua del Río Suratá debido a un elevado vertimiento de arenas cianuradas.

En su mayoría, el sistema de exploración, explotación y beneficio utilizado por las unidades empresariales mineras del municipio es rudimentario, se caracteriza por el uso de maquinaria obsoleta y de herramientas manuales, ocasionando que los índices de recuperación del mineral sean bajos, a esto se suma la importancia asignada a la experiencia y habilidad de los trabajadores por encima de la aplicación de tecnologías.

La producción de este municipio ha sido bastante difícil de determinar, uno de los motivos ha sido la negativa por parte de los mineros a suministrar información, ya que su objetivo es poder evadir los impuestos. Por ello algunos mineros prefieren comercializar su producción en el mercado negro, pues en el obtienen el dinero mucho más rápido que a través de los trámites en Banco de la República.

Las veredas en donde se concentran la mayor parte de las minas son La Baja, Angosturas y el Centro.

Un factor determinante en el estancamiento de la actividad minera es la falta de formación académica de los trabajadores, ya que algunos no terminaron la primaria, otros llegaron hasta el bachillerato y un número muy reducido adquirió formación universitaria.

Dentro del grupo de mineros pueden distinguirse 2 tipos: los arrastreros que son los que emplean molinos de arrastre de tipo artesanal, y las sociedades mineras las cuales cuentan con un poco de tecnologías en sus procesos de extracción de los minerales.

En el sector de arrastreros el 80% son propietarios y el 20% restante son arrendatarios, pero sus áreas no sobrepasan una hectárea. En el sector de las sociedades mineras, un 70% son propietarios y el resto utiliza permisos especiales para su explotación.²⁹

3.4 EFECTOS AMBIENTALES DE LA PEQUEÑA MINERÍA.

Como se mencionó anteriormente, la actividad minera de los a la Compañía de Acueducto de Bucaramanga (en la producción de agua para consumo

²⁹ CDMB, Esquema de Ordenamiento Territorial de California, Op. cit., p.117

humano) como al medio ambiente; no solo las aguas se ven afectadas, sino también las especies que viven alrededor de estas zonas.

En primer lugar la explotación minera genera daños a las fuentes acuíferas, la disposición de lodos que llevan residuos de mercurio y cianuro es altamente contaminante para las aguas del Río Suratá hasta generar efectos negativos sobre los seres vivos.

Algunas de las secuelas que se pueden apreciar en la zona son las siguientes:

- Contaminación por residuos (basuras) de la mina
- Destrucción de microflora acuática y terrestre
- Erosión en las zonas de explotación por arrastre de residuos sólidos, generalmente material estéril
- Pérdida de biodiversidad
- Afectación de ecosistemas ligados a fuentes hídricas de importancia regional.
- Pérdida del hábitat de algunas poblaciones.
- Contaminación por emisión de gases tóxicos y no tóxicos a la atmósfera
- Contaminación por partículas de polvo generadas por el sistema de explotación y transporte
- Contaminación por ruido.

Sin embargo, uno más grave es la contaminación por mercurio. A continuación se presentará una descripción de los efectos negativos de la liberación del mercurio utilizado en la actividad minera que afectan tanto al medio ambiente como a los hombres.

El mercurio es liberado de manera sólida y gaseosa a la atmósfera y al suelo, las corrientes de agua se convierten en medios idóneos de transporte del

contaminante, que termina por destruir las partes bajas de ríos y ciénagas. Es una de las sustancias más tóxicas en la naturaleza (en especial el metil o dimetilmercurio que es mercurio orgánico con un alto nivel de absorción por parte de los seres vivos).

Las consecuencias de respirar, entrar en contacto directo con el químico o alimentarse con productos líquidos o sólidos que estén contaminados puede tener graves consecuencias. "Los vapores de mercurio producidos durante la quema de la amalgama son absorbidos por los pulmones del operador en un 80%, se oxidan rápidamente a Hg. ++ y son transportados por la sangre a través de todo el organismo. Esta forma de mercurio atraviesa las membranas celulares y se acumula en el hígado, intestinos, riñones y tejido nervioso. Una exposición crónica al mercurio produce Mercurialismo o Hidrargirismo y es la más antigua enfermedad profesional que conoce el hombre³⁰

Se han desarrollado varios estudios de contaminación por mercurio (tanto de afluentes como de individuos, cuya relación es directa e indirecta con la minería), con los cuales se ha demostrado que los niveles permisibles o la tolerancia al mercurio se sobrepasaron, afectando en especial a trabajadores mineros, pescadores, fuentes hidrográficas, fauna, vegetación costera y lecho de ríos.

3.4.1 Implicaciones en la salud por contaminación de mercurio y cianuro en los habitantes de Vetas y California. Con el fin de determinar los daños que ocasiona el mercurio en la población minera y concientizar a las personas que hacen uso indiscriminado de este elemento, el Proyecto Río Suratá realizó un estudio médico en la zona de Vetas y California.

³⁰ PANTOJA, Freddy. Op. cit.

Como ya se mencionó la enfermedad por mercurio se conoce como hidragirismo y es una enfermedad profesional reconocida y aceptada en el código de Medicina Laboral de Colombia. Típicamente se caracteriza por la presencia de una tríada, conformada por alteraciones orales, psicológicas y temblor.

Se calculó que alrededor de 2.500 personas de estas localidades tienen contacto directo e indirecto con el mercurio.

Se determinaron los síntomas presentes dada la contaminación en los seres humanos por mercurio:

- Un cuadro subagudo contempla:
 - a) Alteraciones psicofisiológicas
 - b) Potenciales evocados lentos y bajos en todas las vías (óptica, Auditiva y Somatosensorial)
 - c) Deterioro importante del rendimiento y calidad del trabajo
 - d) Hostilidad marcada

- Un cuadro agudo: puede diferenciarse entre los síntomas que produce la contaminación por vapores de mercurio y los de sales de mercurio.
 - a) **Vapores:** Neumonitis, bronquitis, bronquiolitis, debilidad, opresión torácica, cefalea, mareo o tontina, irritación conjuntival, tos, sabor metálico, náusea y vómito, alteraciones psicopatológicas y temblor muscular, entre otras
 - b) **Sales de mercurio:** Dolor abdominal intenso, “quemante” o “desgarrante”, palidez, color ceniza de mucosa oral y faringe, epigastralgia, vómito intenso y continuo, tipo mucoso y hemorrágico, heces hemorrágicas, intenso tenesmo, sabor metálico en la boca, salivación intensa, estomatitis, glositis, gingivitis ulcerativa, alteraciones dentarias hasta la pérdida de los

dientes, poliuria, albuminuria, cilindruria, hematuria, acidosis renal, colitis membranosa y eventualmente necrosis hepática.

Merece nota especial el componente para-ocupacional del mercurio. Se han descrito alteraciones reproductivas serias con compromiso en la generación siguiente relacionadas con alteraciones a nivel del sistema nervioso central, conocido como hidrargirismo congénito.

Establecidos los síntomas se llevaron a cabo los exámenes y pruebas a la población de los municipios que revelaron los resultados resumidos en la figura 2. Las pruebas fueron dirigidas a 1.079 personas de ambas poblaciones.

Figura 2. Estudio neuroepidemiológico población expuesta



Fuente: CHAPARRO Elkhin. Efectos tóxicos del cianuro y mercurio en el distrito de Vetas y California. En: Seminario Taller Pequeña Minería Aurífera: hacia un manejo ambiental de mercurio y Cianuro. Bucaramanga. 2004. p.12

Con dichos resultados se desarrollaron un total de 53 talleres, habiendo recibido la capacitación un total de 1.133 personas entre ambos municipios, en 8 semanas de trabajo donde se explicaban todos los riesgos de la exposición al mercurio y la forma de prevenirlos se identificó también la importancia de capacitar a los niños que son los mineros del futuro y a las madres por ser un núcleo en las decisiones que se pueden tomar a nivel regional y familiar.

No obstante, estos impactos son reducibles en la medida en que los mineros tomen conciencia de una debida utilización de mercurio o lo que sería ideal el abandono total de este insumo. Solo con seguir indicaciones que el Proyecto Río Suratá a través de su asesoría técnica realiza, se disminuiría los problemas generados por el mercurio.

De igual forma el cianuro es altamente contaminante. Una vez la cianuración, las arenas cianuradas se depositan indiscriminadamente formando botaderos al aire libre (que por acción de la lluvia son lavadas); su mortal carga es transportada hacia fuentes hídricas y suelos no contaminados.

La mezcla de los lodos genera el Ácido Cianhídrico, HCN, altamente tóxico al contener un elevado porcentaje de sulfuros producidos por metales pesados como cobre, plomo y zinc.

Para evitar la hidrólisis del cianuro en algunos procesos se usa cal, que de manera irracional puede generar aumentos inesperados del PH de los lodos. Parte de estos lodos cianurados son descargados de manera directa por el minero en las fuentes de agua cercanas al yacimiento.

El cianuro, junto al mercurio son sustancias altamente tóxicas para los seres vivos, incluso en concentraciones muy bajas el cianuro puede tener efectos muy nocivos para los organismos vegetales y animales.

3.4.2 Contaminación del Río Suratá. Lo que alguna vez se consideraban impactos ambientales localizados y fácilmente corregibles de la minería, con el paso del tiempo se han convertido en efectos diseminados que podrían transformarse hechos irreversibles.

A lo largo de los años, las acciones del hombre han ido paulatinamente ocasionando el deterioro y consigo la destrucción del medio ambiente; aunque la naturaleza cuenta con su propio sistema de recuperación, la intromisión ha sido tan fuerte que ha hecho que el proceso de renovación se torne cada vez más difícil. La pérdida de los bosques por la tala de árboles, la disminución de la calidad de los suelos por prácticas agropecuarias inadecuadas y la contaminación de los ríos han influido para que se altere el funcionamiento normal del hábitat natural de muchas especies las cuales no han podido adaptarse a las nuevas condiciones provocando así su extinción.

Hoy en día el problema de la contaminación se ha convertido en tema de controversia y fuente de preocupación para muchas personas, ya cada vez surgen mayores inconvenientes que impiden su disminución. Para entender un poco más el origen del problema es necesario preguntarnos ¿Por qué se da la contaminación?

Las personas contaminan porque esta es la forma más económica que poseen para resolver un problema práctico muy común. Este problema consiste en la eliminación de los productos de desecho que quedan

después de que los consumidores han terminado de utilizarlo, o después que las firmas comerciales acaban de producir los bienes.³¹

Es importante, por ello crear algún tipo de incentivos que impulsen a las personas a modificar su comportamiento frente a la contaminación y tomar conciencia de los daños que están ocasionando, los cuales no solo perjudican a la población presente sino a las futuras generaciones, dificultando unas mejores condiciones de vida.

Sin embargo, en muchas ocasiones el ser humano presenta una total indiferencia ante estas situaciones, como es el ejemplo de la minería del oro, en donde los mineros no presentan ningún interés frente a la contaminación que sufre el Río Suratá, como consecuencia de su actividad. Aunque existen técnicas que incentivan un sistema de producción sostenible y un manejo adecuado de los recursos, muchos solo se ven atraídos por obtener dinero sin medir las consecuencias de sus acciones.

a. Agricultura, fauna y flora: La minería es una actividad económica primaria que extrae materias primas básicas provenientes del suelo con el fin de satisfacer las necesidades del ser humano. Los minerales extraídos son procesados y luego pasan a la esfera del consumo, mientras que los residuos son reciclados o depositados en el medio ambiente causando graves problemas de contaminación, que en este caso deterioran la fauna y flora existente alrededor del Río Suratá.

El manejo inadecuado de los suelos en las actividades agropecuarias también ha sido otro factor que ha influido negativamente en la pérdida de biodiversidad alrededor de la cuenca del Río.

³¹ FIELD, BARRY. Economía Ambiental. Bogotá: Editorial McGraw-Hill. 1995. p.5

El uso actual y la cobertura vegetal del suelo, son las diferentes formas de ocupación de la tierra, representadas por actividades de tipo agropecuario, minero, industrial o urbano, así como por los tipos de vegetación cuya dinámica es consecuencia de las condiciones climáticas, topográficas, socioeconómicas y culturales propias de cada región.

En la parte alta de la microcuenca del Río Suratá, la mayor parte de los suelos se dedican a las actividades agropecuarias, en las que se pueden clasificar según el tipo de cultivo: transitorios como el frijol, maíz y arveja; semipermanentes (caña, mora, tomate de árbol y plátano) y permanentes como el café y los frutales. Otra zona se destina para potreros abiertos que son terrenos en pasto dedicados a la cría de ganado y tierras agroforestales.³²

Con respecto a los bosques, puede decirse que la parte alta se encuentra medianamente protegida por la presencia de grandes extensiones de bosque, además las actividades ganaderas se realizan con manejo de pastos adecuado, por lo que a simple vista no se observa un conflicto de uso de suelos.

En términos generales, la utilización de los recursos naturales de la microcuenca del Río Suratá Alto se ha dado de una forma bastante racional, la calidad de las aguas solo se altera en una tramo, que es a partir del punto en que el Río Vetás desemboca en el Suratá, ya que sus aguas vienen contaminadas por los residuos de cianuro y mercurio producto de las labores del beneficio del oro.

³² CDMB. Plan de Ordenamiento Ambiental territorial. Microcuenca Río Suratá Alto. Bucaramanga. 2002. p.16

En el caso de la microcuenca del Río Suratá bajo, las condiciones son un poco diferentes, ya que la flora y fauna en la zona han sido afectadas considerablemente por la ocupación de terrenos para las actividades agropecuarias. La intervención antrópica ha causado el rompimiento de las cadenas biológica naturales.

La diversidad de especies ha presentando una disminución considerable, en el caso de los mamíferos, su número se ha reducido a 15 familias y 18 especies predominando las de pequeño tamaño como los armadillos, ratones, ardillas; las cuales se adaptan con facilidad al nuevo entorno. Los grandes mamíferos se extinguieron o están relegados a habitats muy pequeños en extensión y lejanos de los centros habitados, son por ejemplo especies como los venados y tigrillos. En cuanto a las aves, son las que mayor diversidad y cantidad se encuentran distribuidas en todas las formaciones vegetales que conforman la cuenca.³³

La contaminación que recibe el Río en el sector rural por vertimientos de aguas residuales es mínima ya que la principal carga contaminante proviene de las descargas de los vertimientos que provienen de la parte alta de la cuenca. Estos son generados por las actividades agropecuarias no sostenibles, las descargas de arenas cianuradas y el arrastre de mercurio vertidos sobre los afluentes del Río Suratá en la parte alta de la subcuenca (Vetas y California); esta contaminación ha provocado la notoria disminución de la fauna silvestre y recursos hidrológicos que prácticamente están extintos (especies piscícolas como la sardina o sabaleta) que dejaron de existir a mediados de los años ochenta.

³³ CDMB. Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial. Microcuenca Río Suratá Bajo. Bucaramanga. 2002. p.154

Aunque el agua tiene una capacidad de asimilación natural que permite aceptar cierto grado de contaminación, por sustancias orgánicas y hacerlas menos perjudiciales, no debemos sobrepasar estos límites ya que esto puede traer consecuencias irreversibles³⁴.

b. Otros usos de las aguas: La importancia de estas aguas no solo radica en su uso para riego de cultivos en los municipios de Matanza y Suratá, sino también para el abastecimiento de agua de la población bumanguesa, ya que el tratamiento de purificación se realiza en la Planta Bosconia para suministrar a la ciudad el preciado líquido necesario para la vida humana.

Después del acueducto, se encuentra la empresa Bavaria que también utiliza esta agua para la fabricación de sus productos, los cuales son de consumo masivo, muy apetecidos por la población colombiana.

Teniendo en cuenta lo expuesto, es indispensable poder controlar esta contaminación, ya que este problema no solo afecta al ecosistema sino a nosotros mismos, pues dependemos en gran proporción de este Río el cual es pieza fundamental para la satisfacer las necesidades de los habitantes de la ciudad.

³⁴ FIELD, Barry, Op. cit., p. 38

4. EVALUACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO

Uno de los objetivos de la presente investigación es el de la medición de los impactos y externalidades del Proyecto Río Suratá (PRS), considerando tanto los beneficios como los costos en que se incurre. Esta medición se lleva a cabo desde la perspectiva de la evaluación económica en el sentido de que se hace el análisis de la contribución del proyecto hacia **el bienestar de toda la colectividad nacional**, en este caso regional, debido a que es un proyecto regional.³⁵

Se elabora entonces un modelo matemático en el que se cuantifican los impactos del proyecto que además es herramienta importante en el análisis de los mismos.

Al hablar de un proyecto es necesario conocer el significado de lo que es un “proyecto” y lo que encierra como tal. “Un proyecto es un conjunto de inversiones y acciones interrelacionadas y coordinadas que tienen como fin cumplir unos objetivos específicos ligados con la satisfacción de una necesidad o deseo y/o la solución de un problema, en un determinado periodo.”³⁶

Estas acciones por lo general están encaminadas hacia el logro de unos objetivos planteados con anterioridad, los cuales conducen a unos resultados, estos a su vez pueden generar diversos efectos. Un efecto se define como “todo comportamiento o acontecimiento del que puede razonablemente decirse que ha sido influido por algún aspecto del proyecto”

³⁵ CASTRO Raúl y MOKATE Karen. Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión. Bogotá: Ediciones Uniandes. Alfaomega Colombiana. S.A. 2.003. p 18.

³⁶Ibíd., p. 95

y por último un impacto es el resultado de los efectos de un proyecto y constituye la expresión de los resultados realmente producidos”³⁷.

INVERSIÓN→ ACCIÓN→RESULTADO→EFECTO→IMPACTO

Al identificar los impactos generados por un proyecto determinado se prosigue a la asignación de un valor a cada uno de los impactos mencionados,” el término valor en una evaluación económica tiene que reflejar el aporte al bienestar nacional. El concepto de precio cuenta (o precio sombra) refleja la expresión de valor en términos del bienestar nacional.”³⁸

El precio sombra que se involucra en la evaluación económica de proyectos corrige las distorsiones múltiples que presenta las economías de mercado (impuestos, subsidios monopolios, etc), haciendo que los precios de mercado no representen el verdadero impacto sobre el bienestar de la comunidad, se hace necesario corregir los precios de mercado con los precios sombra con el fin de utilizar “valores para la eficiente asignación de recursos de la economía”³⁹

Sin embargo, luego de consultas con especialistas en el manejo de evaluación económica de proyectos en Colombia que asesoraron esta parte de la tesis, se concluye que no es conveniente aplicar los precios sombra que se utilizan actualmente en Colombia, debido a que fueron elaborados en el año de 1991 y no han sido actualizados⁴⁰, debido a que las condiciones de distorsiones del mercado que existían en 1991, no son las mismas que existen en la actualidad, a demás en condiciones de libre mercado y de

³⁷ CASTRO Raúl y MOKATE Karen, Op. cit.,p. 15

³⁸ *Ibíd.*, p.121

³⁹ *Ibíd.*, p. 148

⁴⁰ Banco de Proyectos de Inversión BPIN. Tomado de Internet: <[http: www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co)>

reducción de la intervención del gobierno en ellos, como lo son las que se viven en el país, los precios sombra tienden a los precios de mercado, por lo tanto se utilizan los precios del mercado.

A continuación se describe el proyecto y sus etapas, haciendo el cálculo de los beneficios y costos del mismo, con el fin de realizar el análisis costo/beneficio y cálculo del impacto del proyecto y su rentabilidad.

4.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Todo comenzó cuando a mediados de la década de los 90, el Acueducto de Bucaramanga inició operaciones en la Planta Bosconia captando una parte de las aguas del río Suratá para su tratamiento y posterior distribución de agua potable para los 700.000 habitantes estimados en el área metropolitana de la ciudad en ese entonces. Para ese momento la actividad minera de extracción de oro, ubicada aguas arriba del río, ya estaba establecida.

Al entrar en funcionamiento esta planta para potabilizar el agua de consumo humano y a través del control en la fuente de abastecimiento, se notó que en algunas ocasiones las concentraciones de cianuro y de mercurio estaban por encima de la norma colombiana establecida como consumo saludable, y por ello la Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB) inició gestiones tendientes a la disminución del problema presentado en lo cual la apoyaron la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), la Gobernación del Departamento de Santander, y el Ministerio de Minas y Energía.

La iniciativa para la descontaminación del río Suratá nace cuando en 1991 la Compañía de Acueducto Metropolitano de Bucaramanga entrega al Departamento Nacional de Planeación (DNP) una “Solicitud de Asistencia

Internacional al Gobierno Alemán”, para buscar solución al problema originado por la actividad minera que contamina las aguas. Es así como la compañía AMB y las entidades mencionadas que la apoyan: CDMB, Gobernación y Ministerio de minas logran que se cristalice su solicitud de Cooperación Técnica Alemana, representada en el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR), a través de la firma del Convenio que se conocerá como Proyecto Río Suratá.

Durante las negociaciones bilaterales de la Cooperación Técnica entre Colombia y Alemania esta problemática medioambiental fue un tema importante de discusión que concluyó en la cooperación de Alemania para el proyecto. Fue así como después de las negociaciones se iniciaron los trámites conducentes a la participación alemana dentro de este marco y se bosquejó el “Proyecto Río Suratá”, cuyo objetivo general es el de planificar y ejecutar actividades tendientes a reducir los niveles de contaminación detectados en el río.

4.2 MARCO INSTITUCIONAL

La ejecución del Proyecto por Colombia está a cargo del Convenio Interadministrativo del Río Suratá, el cual en la actualidad está compuesto por tres Instituciones del Estado y una cuarta que está en proceso de inserción dentro del convenio:

- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB): Institución ejerce como autoridad ambiental regional.
- Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (CAMB): Empresa que presta el servicio de abastecimiento de agua potable para Bucaramanga y su área metropolitana.

- Gobernación de Santander: Entidad que rige los destinos del departamento como unidad político-administrativa.
- Como cuarto signatario de este Convenio participó hasta 1.998 el Ministerio de Minas y Energía (autoridad minera), delegando su actuación a partir de 1.999 en la Empresa Nacional Minera (MINERCOL), que está realizando los trámites jurídicos respectivos para su inserción dentro de este Convenio.

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) desempeña las funciones de coordinadora y administradora de este Convenio actuando como contraparte colombiana en el proceso ejecutorio del Proyecto Río Suratá. La escogencia está basada en la función que debe cumplir la entidad como autoridad ambiental regional y en otros aspectos de detalle tales como su infraestructura, presupuesto propio y experiencia.

4.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El proyecto tiene dos objetivos principales:

- Implementar un sistema de asistencia Técnica cualificado para los mineros y sus organizaciones de Vetas y California, bajo la responsabilidad de la C.D.M.B. en el marco de dicho convenio.
- Asegurar una fuente esencial de abastecimiento de agua para la población de Bucaramanga y el área metropolitana, por la reducción de contaminación en la cuenca del Río Suratá.

Con este proyecto se implementan técnicas de producción más limpias en los procesos de beneficio del oro en los municipios de Vetas Y California, gracias a la utilización de métodos modernos que permiten aumentar los

índices de recuperación del mineral, al tiempo que sustituyen el mercurio por una nueva técnica: la cianuración por agitación.

4.4 PROCESO TÉCNICO

4.4.1 Descripción del proceso productivo de la minería en la zona. Para entender la estructura de costos de una empresa minera tradicional, es necesario tener conocimiento sobre el proceso que debe seguirse para la obtención del oro y sus diferentes etapas. En primer lugar es importante aclarar que el tipo de minería que se realiza en los municipios de Vetas y California, anteriormente era conocida como pequeña minería pero con el Nuevo Código Minero se le designa en términos de minería a pequeña escala o de tipo artesanal.

Este tipo de explotación se da en socavones o túneles es decir, subterránea. Su sistema de explotación emplea taladros y martillos hidráulicos de compresor portátil, junto a los coches de tracción humana y las carretillas de mano para el transporte. También son comunes las trituradoras de quijada, los molinos tipo californiano (pisones) y de bolas, al igual que los barriles amalgamadores.

El oro y la plata son beneficiados en su mayoría mediante procesos mixtos que integran métodos de concentración con mesas concentradoras, cianuración por percolación o por agitación y amalgamación con mercurio en barriles de bolas.

Para el caso estudiado, una empresa minera en vetas extrae un promedio entre 560 y 580 gramos de oro puro⁴¹ al mes, moliendo aproximadamente 300 toneladas en el mismo tiempo.

Las etapas del proceso minero a pequeña escala, desarrolladas en las diferentes regiones del país y asimismo en las regiones de Vetas y California, se pueden clasificar en cuatro momentos: exploración, desarrollo, explotación y beneficio:

a. Exploración.

Esta etapa se inicia buscando indicadores de existencia del mineral, búsqueda de fragmentos de mina sobre las superficies de cañadas, laderas o suelos. Es normal encontrar afloramientos de material en zonas conexas o en yacimientos ya existentes, a través de seguimientos y correlaciones de indicadores que muestran la presencia del mineral. Cuando se determina un posible punto se desarrolla un cateo (prueba de contenido mineralógico que determina en forma aproximada el potencial de las mineralizaciones), dando el tenor, o concentración de oro y otros metales presentes en la roca. En la empresa Trompetero del municipio de Vetas las pruebas arrojan una concentración de 6.2 gramos de oro por tonelada en su mina.

b. Desarrollo.

Durante esta etapa se hace la preparación para la apertura de la mina. En primer lugar se demarca el área a explotar, dando paso a sondeos a partir de trincheras para que finalmente y basados en el cateo de los minerales, se haga una planificación del desarrollo de la mina. Sin embargo en nuestro caso de estudio se trabajan en minas ya desarrolladas que tienen un avance de hasta 500 mt

⁴¹ El oro puro es el considerado de mayor grado de pureza con una ley de 900.

c. Explotación

Tiene dos momentos: el arranque y el transporte del material; en el primero se emplean herramientas, martillos hidráulicos y explosivos, mientras que el segundo se hace en su mayoría empleando la fuerza de los trabajadores, que sacan las riquezas de las minas en las vagonetas utilizando palas y picas. El transporte se hace hasta el sitio en donde se beneficia el material llamado comúnmente como *entable* o *molino*.

d. Beneficio

- Trituración: Al ser obtenido en las zonas de explotación, el material es transportado a los *entables* en donde se inicia el proceso de beneficio a través de la trituración. Aunque existe en la zona formas de trituración a través de la fuerza humana con porras o martillos en la mayoría de las minas son usadas las herramientas mecánicas como trituradoras de mandíbula o quijadas que generan mayor productividad y son parte de la maquinaria y equipo que conforma la empresa.
- Molienda: El material obtenido en la trituración se somete al proceso de molienda hasta lograr el tamaño granulométrico adecuado, con el cual inicia la concentración y cianuración, tareas que se logran con molinos de bolas o californianos y barriles amalgamadores. La empresa Trompetero cuenta con el molino californiano para esta primera el desarrollo de esta etapa.
- Amalgamación: En este proceso, el oro entra en contacto con el mercurio y forma una amalgama, las partículas de oro se adhieren al mercurio para posteriormente ser separadas mediante un sencillo método de destilación manual, en donde la amalgama se prensa hasta extraer el mercurio (que es totalmente eliminado en la quema) liberando oro y plata que en algunas minas se presenta como

aleación. Esta forma de beneficio es muy utilizada en las empresas mineras de Vetas dada la condición de oro grueso que se presenta en estas zonas, aunque en los últimos años su utilización se ha visto disminuida.

- **Cianuración:** La cianuración por percolación es el tratamiento de arenas con oro a través de una solución de Cianuro de Sodio (NaCN). Debido a su fácil acceso tecnológico que tan solo demanda la construcción de piscinas forradas con material impermeable, el sistema es común en muchas zonas mineras que se caracterizan por obtener oro fino como en la región de California.

El sistema de cianuración se compone de lo siguiente:

a. Tanque principal o percolador: Allí, las arenas obtenidas se lavan, se alcalinizan y se mezclan con cianuro. El cianuro tiene la propiedad de disolver el oro contenido en el material arenoso, que con la presencia de agua y oxígeno forma un compuesto llamado cianuro de oro junto a un hidróxido alcalino. Se debe realizar un monitoreo del grado de acidez de la mezcla por lo que se ha promovido el uso de cintas de Ph para mantener estables las concentraciones de cianuro. Este proceso de beneficio es una de las etapas que genera mayor contaminación al medio ambiente.

b. Cajas de precipitación: Son generalmente de cuatro o cinco compartimentos, en donde la solución cianurada que contiene los valores de oro y plata se pone en contacto con viruta de zinc. De este contacto se separa el oro y la plata que quedan disueltos en forma de cianuros dobles.

- c. Tanque de solución pobre: Aquí pasa por gravedad la solución para ser devuelta a través de una bomba de succión al tanque percolador para reiniciar el ciclo.

Es necesario aclarar que para el caso del estudio hemos tenido en cuenta todos los insumos que intervienen en la fase productiva: el carburo utilizado para las lámparas que iluminan los socavones, la cal que es vertida en las tinajas de cianuración, las puntillas de los taladros para realizar las perforaciones, y otros insumos químicos que son indispensable para el desarrollo de la actividad.

4.4.2 Descripción pretratamiento aguas del Río Suratá: Planta Bosconia. Como ya mencionamos anteriormente, la inquietud del problema de contaminación de las aguas del río Suratá surgió desde el acueducto de Bucaramanga quien a través de la planta de tratamiento Bosconia recoge parte de las aguas de este río con el fin de ser potabilizadas para el consumo humano.

Una planta convencional solo realizaría un tratamiento estandarizado que sería muy similar a las plantas del resto de la ciudad, sin embargo dado el tipo de contaminantes presentes en el río (mercurio HG y cianuro CN) es necesario realizar un pretratamiento y por lo tanto incurrir en costos adicionales.

El Mercurio presente en las aguas del río es mercurio metálico asociado a partículas de arena y turbiedad, es decir de tipo insoluble. La verificación de los niveles de este en el agua se realiza a través de muestras de laboratorio durante todo el año; posteriormente el agua es tratada.

El ministerio de salud a través del decreto 1594 de 1984 dictamina que en las muestras de agua cruda para tratamiento de agua potable la concentración de Mercurio no debe exceder 2,0 microgramos de Hg/litro, sin distinción del tipo de Mercurio presente, (los compuestos de mercurio más tóxicos son los vapores de Mercurio y los alquil mercurios).

El manual de evaluación y manejo de sustancias tóxicas del CEPIS afirma: " Hay varias tecnologías que han sido aplicadas para la remoción de Mercurio. El intercambio iónico y la coagulación son empleados comúnmente... la coagulación ha sido aplicada con éxito en aguas de lavado que contienen Mercurio orgánico e inorgánico. El Hierro y el Sulfato de Aluminio producen una remoción equivalente de Mercurio" ⁴²

Es decir que si en un proceso de potabilización se hace un tratamiento de coagulación (uso en planta del sulfato de Aluminio), floculación, sedimentación y filtración⁴³ se eliminará el Mercurio totalmente, tal es el procedimiento realizado en la planta Bosconia, garantizando así la calidad del agua y colocándola en una excelente clasificación dentro de las aguas potabilizadas de Colombia.

De igual forma para dar cumplimiento con el decreto 1594 del '84 respecto al agua cruda, en la planta Bosconia se hace pretratamiento por desestabilización de coloides, aplicando Sulfato de Aluminio con el fin de formar flóculos que precipiten en los presedimentadores, ubicados antes de la canaleta Parshall⁴⁴.

⁴² ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA. Manual de Tratamiento de Aguas Planta Bosconia. 2004. p. 25

⁴³ Estos son algunos procesos utilizados en la Planta Bosconia para eliminar los residuos sólidos y orgánicos del agua.

⁴⁴ La Canaleta es una estructura en concreto y metal donde se ubican los presedimentadores que son los que remueven las partículas más finas y livianas, suficientemente pesadas.

El decreto 1594 de 1984, dictamina que en las muestras de agua cruda el Cianuro total no debe exceder 0,2 mg/l y el decreto 475 de 1998 permite en las muestras de agua potable una concentración de cianuro de hasta 0,1 mg/l.

Los agentes oxidantes (H_2O_2 , SO_2 /Aire, Cloro, y otros) descomponen la mayoría de los compuestos de cianuro presentes. Un tratamiento que es aceptado industrialmente es la cloración alcalina, que desinfecta el agua Y tiene como subproducto cianato que es mucho menos tóxico que el cianuro, la concentración máxima permitida de esta sustancia es 100 mg/l.

El cianuro también es analizado horariamente; al contrario que el mercurio migra disuelto en el agua por lo que muestra una dinámica diferente y, al ser tratado con un agente oxidante es removido en su gran mayoría.

4.5 ETAPAS DEL PROYECTO

Para la implementación y el desarrollo del Proyecto Río Suratá se ha recurrido a la metodología ZOPP (Planificación Orientada a Objetivos) en donde a través de concertación entre los involucrados se obtiene un conjunto de actividades que intentan alcanzar los resultados y el objetivo perseguido. Dada las distintas situaciones sufridas en el proyecto, ha sido necesario programar actividades por una (1) vez y reprogramarlas en otras dos (2), teniendo en cuenta las condiciones especiales del tema y de las circunstancias de orden público en la zona de trabajo. Las conclusiones allegadas en los diversos eventos fueron:

- **Julio de 1.997:** Se concretaron las actividades del Proyecto para ser desarrolladas en cuatro (4) etapas a saber:

ETAPA DE DIAGNÓSTICO

ETAPA DE DISPONIBILIDAD DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS

ETAPA DE INTRODUCCIÓN Y APLICABILIDAD DE LAS
TECNOLOGÍAS SELECCIONADAS

ETAPA DE EVALUACIÓN FINAL DE LOS RESULTADOS.

- **Febrero de 1.999:** Se realizó un Taller de Ajuste a las actividades inicialmente propuestas debido a retrasos involuntarios en tiempo por la retención de dos (2) funcionarios del Proyecto en Junio de 1.998 por parte de un grupo subversivo. Al finalizar este Taller se obtuvo una planificación que comprendía tres (3) resultados y sus respectivas actividades para ser desarrolladas hasta el 30 de abril del año 2.000. Igualmente se inició la concertación entre las entidades ejecutoras del Proyecto para que los ocho (8) meses en los cuales se suspendieron actividades fueran prorrogados. Esta nueva planificación sirvió de base a la contraparte alemana para prolongar la fase actual por el mismo lapso de tiempo.
- **Marzo de 2.000:** Al final de una Evaluación Externa al Proyecto llevada a cabo entre el 27 de febrero y el 10 de marzo por la parte alemana, se planificaron los trabajos para el tiempo restante considerándose de particular importancia trabajar en los siguientes aspectos:

El proyecto en la actualidad lleva 40 meses en ejecución y se encuentra en la fase final, hoy por hoy se ven algunos resultados de los esfuerzos mancomunados de las distintas organizaciones encargadas.

En un comienzo, al realizarse el diagnóstico sobre el problema de contaminación, se observaron niveles de recuperación total de oro inferiores

al 60% con emisiones de mercurio al ambiente entre 1.0 y 1.2 toneladas por año y de cianuro de 25 a 30 toneladas anuales.⁴⁵

El estudio también reveló que un contenido significativo se perdía en los lodos los cuales eran arrojados al Río, este hecho se origina en la deficiente operación de los equipos de concentración gravimétrica y operaciones de deslode.

Ante la grave situación la CDMB tomó medidas al respecto con el fin de disminuir la contaminación por cianuro, por ello en colaboración con los mineros diseño un programa de descargas controladas de arenas cianuradas que faciliten la dilución, asimilación y degradación del químico en el río.

4.6 EVALUACIÓN FINANCIERA DEL NEGOCIO DE MINERÍA CON Y SIN PROYECTO

El objetivo de la evaluación del proyecto dentro del marco conceptual es el de realizar la evaluación de impacto socioeconómico midiendo el impacto positivo sobre el medio ambiente, pero también el impacto sobre la población de mineros y sobre la población beneficiaria del agua proveniente del río Suratá.

Dentro de este contexto y considerando que una de las poblaciones beneficiarias al hacer la inversión en tecnologías de extracción mas limpias son los mineros, en primera instancia se lleva a cabo la evaluación de impacto financiero sobre ellos. Este es uno de los varios impactos que tiene la inversión del proyecto río Suratá, por lo que posteriormente se pasa a medir los impactos positivos sobre cada una de las otras poblaciones

⁴⁵ Diagnóstico Técnico. Proyecto Río Surata. Bucaramanga.2003. p. 15

beneficiadas, para finalmente llevar a cabo la evaluación de impacto socioeconómico global.

Es así como uno de los beneficios es el retorno para los mineros por la inversión mas limpia en el proceso de extracción minera, el cual se mide a través de la evaluación financiera del negocio comparando los beneficios de la actividad sin proyecto y con proyecto, obteniendo así uno de los beneficios de la inversión.

Para llevar a cabo la evaluación de esta manera, se escoge como **modelo** una de las empresas incluidas en el proyecto, la **Sociedad Minera Trompetero**; esta empresa se selecciona en razón a que facilitan la información requerida y es una de las empresas que ha tenido gran acogida hacia el proyecto y ha realizado inversiones significativas.

En la actualidad la empresa se encuentra en el proceso de instalación de la maquinaria suministrada por el convenio para la producción mas limpia, razón por la cual es posible llevar a cabo dos tipos de evaluación de la actividad minera, para poder medir uno de los beneficios del proyecto sobre la comunidad:

- Se realizó la evaluación financiera de la actividad desarrollada por la empresa antes de la incorporación de la nueva tecnología (sin proyecto)
- Se realizó la evaluación financiera de la actividad económica con la nueva tecnología (con proyecto) y en este caso se calculó la rentabilidad del proyecto
 - Sin financiación y
 - Con financiación

4.6.1 Evaluación de la Actividad Minera Sin Proyecto: La empresa minera Trompetero fue fundada en el año de 1972 y hoy día cuenta con 10 socios y explota una mina compuesta por un túnel de 125 metros que luego se ramifica en dos: el de la derecha de 125 metros y el de la izquierda de 245 metros aproximadamente.

La empresa no lleva registros de contabilidad por lo que la información no se encuentra de forma organizada, por lo tanto para hacer el análisis de la actividad, fue necesario acudir a información directa de los socios y del proyecto. Pese a este tipo de limitantes y gracias a la colaboración de sus socios y del Proyecto, fue posible construir en primer lugar los estados financieros de la situación actual de la empresa a partir de la información suministrada y sin considerar la inversión en tecnología mas limpia.

Con el fin de calcular el **estado de pérdidas y ganancias** de la empresa se lleva a acabo las correspondientes estimaciones para determinar los ingresos y la estructura de costos con base en los datos suministrados por la sociedad minera y por el PRS. En primera instancia y tomando la información del proceso técnico de la actividad minera⁴⁶, se definen los indicadores técnicos del proceso que permiten cuantificar **la cantidad** de oro producida por la empresa, que al multiplicarla por los **precios**⁴⁷ nos permiten definir los **ingresos**.

En el cuadro 5 se observa dichos indicadores: cantidades del producto sin procesar, es decir roca molida, número de días que se labora para obtener la roca en el mes, concentración del oro en la roca, que es un indicador para los mineros de cuánto pueden obtener al final del proceso utilizando su capacidad instalada.

⁴⁶ Coordinación técnica del Proyecto Río Suratá. Bucaramanga. 2004

⁴⁷ El cálculo de las proyecciones de precios se explica mas adelante en el aparte de parámetros

**Cuadro 5. Indicadores técnicos y extracción de oro
Sociedad Minera Trompetero**

Roca molida ton/día	13
Número de días trabajados/mes	20
Total ton/roca molida/mes	260
Concentración de gr./oro por ton/roca	6,2
Total de gr./oro por ton/roca	1.612
Recuperación de oro en el proceso (%)	35%
Cantidad de gr./oro obtenida/mes	564
Precio de oro puro \$/gr	32.000
Total Ingresos ventas oro \$millones/mes	\$18millones

Fuente: Proyecto Río Suratá, Coordinación Técnica. 2004

Con base en estos indicadores se puede concluir que la recuperación del oro por parte de esta empresa es muy baja en relación con los estándares de concentración de oro de calculados en pruebas de laboratorio, en efecto, solo se está extrayendo en la actualidad el 35% del oro concentrado en las rocas. El 65% restante se pierde durante el proceso y/o es arrojándolo al río en las descargas de lodos. Es en esta instancia donde se ve una de las intervenciones del Proyecto Río Suratá al introducir la nueva tecnología para mejorar dicha recuperación, a la vez que disminuye los insumos contaminantes que se expulsan al río. La cantidad real de oro obtenida por la empresa mensualmente y **el precio del oro** puro en el mercado se observa en el cuadro 5, con ello se calcula la producción total para poder cuantificar los ingresos, que en este caso ascienden a **\$18 millones/mes.**

Con esta base se realizan las proyecciones de los ingresos de la empresa a 5 años que se observan en el Anexo A. en dichas proyecciones se establecieron parámetros que definen su comportamiento, tales como la

inflación del 6%⁴⁸ , el incremento en el precio del oro 7%⁴⁹ y el incremento del salario mínimo del 6%⁵⁰ .

Los estudios técnicos definen el **consumo de los insumos** necesarios para el proceso los cuales se encuentran en el cuadro 6. Se debe destacar que dentro de estos insumos tenemos el mercurio y el cianuro, que como ya se ha mencionado antes, los cuales son agentes muy contaminantes y originan la iniciativa para la creación del PRS.

**Cuadro 6. Consumo de insumos
Sociedad Minera Trompetero**

(En pesos)

Insumo	Consumo Mes
Cianuro Kg/ton roca molida	200
Precio cianuro \$/kg	5.000
Consumo cianuro	1.000.000
Mercurio Kg/ton roca molida	1
Precio mercurio \$/kg	45.000
Consumo mercurio	45.000
Zinc Kg/ton roca molida	60
Precio zinc \$/kg	7.300
Consumo zinc	438.000
Carburo Kg/ton roca molida	60
Precio carburo \$/kg	5.583
Consumo carburo	335.000
Cal bulto/ton roca molida	15
Precio cal \$/bulto	6.500
Consumo cal	97.500
Químicos cianuración	20.000
Consumo explosivos	1.000.000
Otros Insumos	485.000
Total insumos	3.465.500

Fuente: Sociedad Minera Trompetero 2004.

⁴⁸ Meta de inflación propuesta por el Gobierno para los próximos años: DNP, 2004

⁴⁹ Cálculos con base en la evolución del precio de este en los últimos 9 años

⁵⁰ Meta de crecimiento del salario mínimo propuesta por el Gobierno para los próximos años: DNP, 2004

El consumo de estos insumos es bastante significativo, si tenemos en cuenta que no se realizan de forma racional pues como ya se ha mencionado en esta actividad no importa cuantos desechos se arrojen al río y mucho menos sus efectos, lo que realmente interesa es maximizar el beneficio de la producción, así el manejo no sea adecuado para el impacto sobre el bienestar de la población.

En el cuadro 6 también encontramos otros insumos que son necesarios para el desarrollo de la actividad como la cal, el zinc, los explosivos, diferentes insumos químicos y otros insumos como palas picas y utensilios en general explicados con más detalles en el Anexo A.

Para el cálculo de los costos de **mano de obra** fue necesario recabar la información directamente con la Sociedad, determinando que en la actualidad está conformada por 15 obreros con un nivel de educación bajo (primaria y algunos primeros grados de secundaria), y además se utilizan turneros⁵¹ en los que se gastan aproximadamente \$1 millón al mes, cuadro 7.

**Cuadro 7. Costos de mano de obra
Sociedad Minera Trompetero**

	MES
Salario \$/mes minero	680.000
Número de mineros	15
Total salario mineros	10.200.000
Turneros \$/mes	1.000.000
Total nómina \$/mes	11.200.000

Fuente: sociedad Minera Trompetero, 2004

El Costo de de producción que incluye los insumos, la mano de obra directa y gastos de fabricación, gastos de administración, energía eléctrica, y

⁵¹ Los turneros son trabajadores esporádicos que no están vinculados a la empresa de forma directa.

depreciación de la maquinaria y el equipo a 10 años⁵², asciende a \$207 millones en el primer año como se observa en el cuadro 9. Frente a unos ingresos de \$205 millones y luego de los costos administrativos se arroja una pérdida de **\$13 millones** la cual se va reduciendo hasta llegar a \$3.6 millones, en razón a que el incremento del precio del oro es superior al incremento en los costos. Vale la pena resaltar que los costos administrativos son relativamente bajos en razón a que la empresa no se encuentra bien organizada (ver cuadro 8).

**Cuadro 8. Estado de pérdidas y ganancias sin mejora tecnológica
Sociedad Minera Trompetero (\$ miles)**

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL VENTAS	216.652	231.818	248.045	265.408	283.987
(menos) regalías 5%	10.832	11.590.	12.402.	13.270	14.199
Ventas netas	205.820	220.227	235.643	252.138	269.788
COSTO DE PRODUCCION					
1. Insumos	41.586	44.081	46.726	49.529	52.501
2. Mano de obra directa	134.400	142.464	151.011	160.072	169.676
3, Gastos de Fabricación	31.170	32.293	33.483	34.745	36.083
Deprec. Activos Fijos	12.450	12.450	12.450	12.450	12.450
Gastos de administración	600	636	674	714	757.5
Energía Eléctrica	18.000	19.080	20.224	21.438	22.724
Agua	120.000	127.200	134.832	142.922	151.497
TOTAL COSTO PRODUC.	207.156	218.838	231.221	244.347	258.261
UTILIDAD BRUTA	-1.335	1.389	4.421	7.790	11.526
Gastos Admón. y de Ventas					
Gerente	12.000	12.720	13.483	14.292	15.149
UTILIDAD OPERACIONALES	-13.335	-11.330	-9.061	-6.501	-3
PERDIDA	-13.335	-11.330	-9.061	-6.501	-3.623

Fuente: Cálculos con base en Sociedad Minera Trompetero, 2004

⁵² La gran mayoría de los equipos ya están depreciados, sin embargo, la inversión se calcula con precios actuales del mercado y se tomo bajo este supuesto para la realización del ejercicio financiero.

A continuación se determina el plan de inversiones de la empresa que aporta, además de los ingresos y egresos de la empresa, a la determinación del flujo de para lo cual tomamos el valor de la maquinaria y los equipos necesarios para llevar a cabo la actividad de la extracción del oro y que en la actualidad son propiedad de la empresa, se tomó el valor a precios de el 2004 y asciende a \$119.5 millones, los equipos se encuentran enumerados en el (Anexo E). También se consideraron las construcciones de la planta por un monto de \$10 millones. No se consideró el terreno de las minas porque las empresas extractoras no pueden ser dueñas por ley.⁵³

En estos términos el total de la inversión asciende a \$129.5 millones. Como se aprecia en el cuadro 9. Las inversiones circulantes y diferidas no se consideraron en razón a que la empresa ya está funcionando.

**Cuadro 9. Plan de inversiones
Sociedad Minera Trompetero (\$millones)**

<i>PLAN DE INVERSIONES</i>	
Inversión Fija	129.5
Acondicionamiento local	10
Maquinaria y equipo	119.5
TOTAL INVERSIÓN	129.5

Fuente: Cálculos con base en Sociedad Minera Trompetero, 2004

El siguiente paso es el de estimar el flujo de fondos necesario para calcular indicadores de rentabilidad del negocio sin proyecto, como la tasa interna de retorno (TIR) que se define como la tasa de descuento intertemporal a la cual los ingresos netos del proyecto apenas cubren las inversiones y sus costos de oportunidad⁵⁴. El flujo de fondos se determina con las fuentes y usos de fondos efectivos a la empresa, que para este caso los flujos positivos (Anexo C) son demasiado pequeños frente a la inversión por esta

⁵³ Código Minero Colombiano. Ley 685 de 2001.

⁵⁴ MOKATE, Karen. Evaluación financiera de proyectos de inversión. Bogotá: Universidad de los Andes y BID. 1998. p. 133.

razón la tasa de retorno es infinitesimal y no aparece en el modelo de evaluación financiera.

En conclusión podemos decir que las cifras muestran que el negocio de la minería aurífera en las condiciones que maneja la empresa Trompetero **actualmente** no es rentable y les está produciendo pérdidas en la actualidad como se muestra en el estado de pérdidas y ganancias del cuadro 8.

4.6.2 Evaluación Financiera de la Actividad Minera con Proyecto

Para efectos de calcular el impacto del proyecto en la actividad minera aurífera, se llevó a cabo la evaluación del negocio, en el caso de la Sociedad Trompeteros, incluyendo la inversión que planea realizar el Proyecto Río Suratá en esta empresa, con proyección a 5 años, cambiando los parámetros que se afectan por la inversión, como el monto invertido, el incremento en la recuperación del porcentaje del oro, la reducción en los insumos químicos utilizados (mercurio y cianuro).

A) Evaluación sin financiación: En primera instancia se evalúa la actividad minera con proyecto, es decir incluyendo la inversión en tecnología más limpia y los beneficios que redundan de ella **sin incluir la financiación**. En razón a que esta evaluación nos da la rentabilidad del negocio en si mismo y expresa la capacidad de un proyecto para generar ingresos por si mismo solo con recursos internos: capital y utilidad⁵⁵

Lo importante en el análisis del impacto del proyecto en la actividad minera es resaltar las diferencias entre el estado de pérdidas y ganancias de la empresa sin proyecto y con proyecto, en efecto, en el estado de pérdidas y ganancias, los ingresos se mejoran a través de la mejora tecnológica

⁵⁵ MOKATE, Karen. Op. cit., p. 136

debido a que utilizando la misma cantidad de roca, la recuperación de oro en el proceso, aumenta del 35%, que se vio en el análisis de la situación actual, a un 65%; con ello es posible aumentar los **ingresos** en un 94% pasando de **\$18. millones/mes** sin proyecto hasta **\$33.5 millones/mes** con proyecto en el mismo periodo. Esta sustancial mejora se puede observar en el cuadro 10.

**Cuadro 10. Indicadores técnicos y extracción de oro con mejora tecnológica
Sociedad Minera Trompeteros**

Producto	Mes
Roca molida ton/día	13
Número de días trabajados	20
Total ton/roca molida	260
Concentración de gr/oro por ton/roca	6,2
Total contenido de gr/oro por ton/roca	1.612
Recuperación de oro en el proceso	65%
Cantidad de gr/oro obtenida	1.048
Precio de oro puro \$/Gr	32.000
Total ingresos \$	33.529.600

Fuente: Calculos con base en Sociedad minera Trompetero y PRS 2004.

Otro efecto que se percibe es la disminución en los **costos** de los insumos tóxicos utilizados a causa de su menor utilización: un 40% menos en cianuro y el 100% en mercurio (cuadro 11). La importancia de la reducción de estos insumos radica principalmente en que ellos son los mayores contaminantes y causantes del problema que enfrenta el río; con la reducción de estos no se garantiza la total recuperación de las aguas sin embargo se disminuye sustancialmente los efectos negativos en el medio ambiente, se reducen los costos de tratamiento del AMB, a la vez que se disminuyen costos en la empresa minera.

**Cuadro 11. Consumo de insumos con nueva tecnología
Sociedad minera trompeteros**

Insumos	Sin Proyecto	Reducción.	Con Proyecto
Cianuro Kg/mes por ton roca molida	200	40%	120
Precio cianuro \$/kg	5.000		5.000
Consumo cianuro \$	1.000.000		600.000
Mercurio Kg/mes por ton roca molida	60	100%	0
Precio mercurio \$/kg	45.000		45.000
Consumo mercurio	438.000		0

Fuente: cálculos con base en Sociedad Minera Trompetero y PRS 2004.

Con estos nuevos datos se elaboró la proyección a 5 años notando una significativa mejora económica de la actividad. La reducción en el costo total de ventas al año, comparando “sin proyecto” y “con proyecto”, es de \$ 5.3 millones en el año, al pasar \$ 207.1 millones a \$ 201.8 millones (cuadro 12)

**Cuadro 12. Estado de pérdidas y ganancias con mejora tecnológica
Sociedad Minera Trompeteros (\$ miles)**

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL VENTAS	402.355	430.520	460.656	492.902	527.405
(menos) regalías 5%	20.117	21.526	23.032	24.645	26.370
Ventas netas	382.237	408.994	437.623	468.257	501.035
1. Insumos	36.246	38.420	40.726	43.169	45.759
2. Mano de obra directa	134.400	142.464	151.011	160.072	169.676
3. Gastos de Fabricación	31.170	32.293	33.483	34.745	36.083
Deprec. Activos fijos	12.450	12.450	12.450	12.450	12.450
Gastos de administración	600	636	674	714	757
Energía Eléctrica	18.000	19.080	20.224	21.438	22.724
Agua	120	127	134	142	151
TOTAL COSTO DE PCC.	201.816	213.177	225.221	237.987	251.520
UTILIDAD BRUTA	180.421	195.816	212.402	230.269	249.515
Gastos Admón.y de Ventas					
Gerente	12.000	12.720	13.4830	14.292	15.149
UTILIDAD OPERAC.	168.421	183.096	198.918	215.977	234.365
UTILIDAD ANTES DE IMP.	168.421	183.096	198.918	215.977	234.365
(menos) Impuestos	64.842	70.491	76.583	83.151	90.230
UTILIDAD NETA	103.579	112.604	122.335	132.825	144.134

Fuente: cálculos con base en la Sociedad Minera Trompetero y PRS 2004.

En este Estado de Pérdidas y Ganancias se obtiene una utilidad neta positiva que asciende de \$ 103.5 millones para el periodo 1 a \$ **144.1** millones para el último año proyectado. Estos datos indican que el aumento en la producción, gracias a la mayor recuperación de oro en el proceso y la reducción en los costos, es muy importante permitiendo a la empresa pasar de pérdidas a obtener ganancias significativas (cuadro 12).

Al introducir el monto de la inversión que realizará el PRS representados en el cuadro 13 se incluye en el plan de inversiones el equipo adicional por un valor de \$ 35 millones que deberán ser pagados en su totalidad y \$23 millones, por materiales y transporte y equipo, de los cuales solo se cancelará el 25%, es decir \$ 5.7 millones.

**Cuadro 13. Plan de Inversiones con mejora tecnológica
Sociedad Minera Trompeteros (\$millones)**

<i>PLAN DE INVERSIONES</i>			
Inversión Fija			166.2
Acondicionamiento local			10.
Maquinaria y equipo			119.
Equipo adicional			31
Materiales y transporte equipo	25%	23.	5.7

Fuente: cálculos con base en Proyecto Río Suratá 2004.

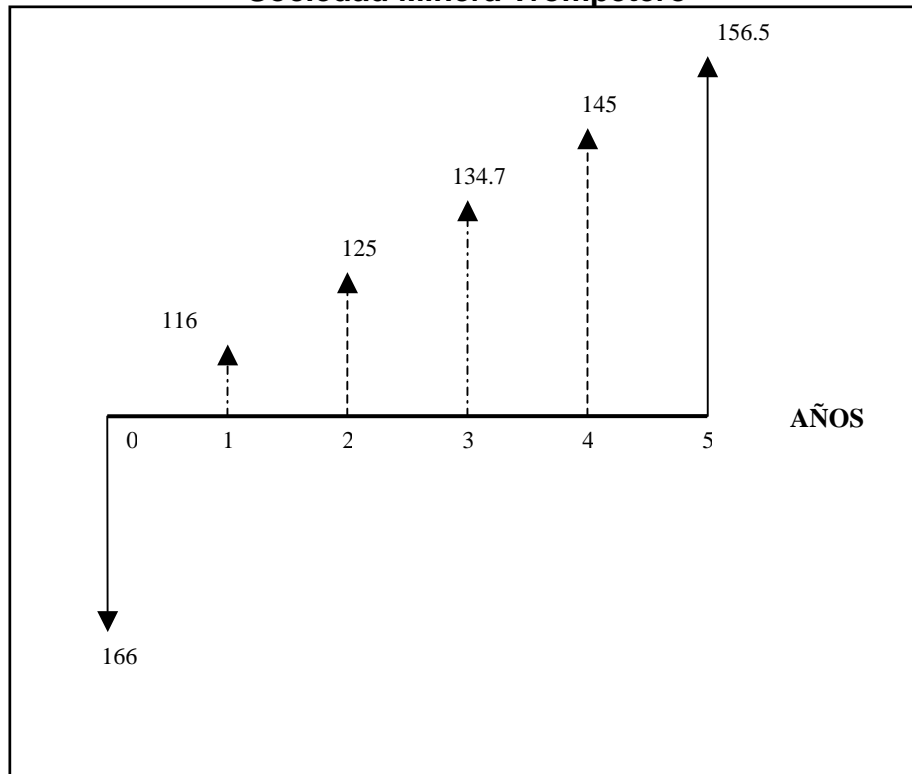
Con la información descrita se define el flujo de fondos “con proyecto” expresado: fuentes para el año \$ 116 millones y \$ 156.5 millones para el año 5 y usos de \$166 millones (cuadro14 y anexo G). La Figura 3 representa los periodos con sus respectivos ingresos.

**Cuadro 14. Flujo de Fondos con mejora tecnológica
Sociedad Minera Trompeteros (\$ miles)**

<i>FLUJO DE FONDOS \$</i>	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FUENTES:						
Utilidad Neta		103.579	112.604	122.335	132.825	144.134
Depreciación		12.450	12.450	12.450	12.450	12.450
TOTAL FUENTES		116.029	125.054	134.785	145.275	156.584
USOS:						
Activo Fijo	166.250					
TOTAL USOS	166.250					

Fuente: cálculos con base en Sociedad Minera Trompetero Y PRS

**Figura 3. Flujo de fondos con proyecto
Sociedad Minera Trompetero**



Fuente: Cuadro 14.

Para esta alternativa “con proyecto” definimos el mismos indicadores que se definen para la alternativa “sin proyecto” y que está definidos en ese aparte: es así como la tasa interna de retorno (TIR) “con proyecto” es de 70.5% (Anexo G). De ahí que se pueda concluir que la ejecución del proyecto de mejoramiento tecnológico por parte del Proyecto Río Suratá en la sociedad minera Trompeteros, no solamente es viable, sino representa una alta rentabilidad para los mineros. Esto se debe en primer lugar a la alta recuperación de oro en el proceso 65%, al incremento en el precio de oro y la disminución en costos de producción por reducción de los insumos mercurio y cianuro.

B) Evaluación con Financiación: En este aparte se tendrá en cuenta la financiación de la inversión del proyecto de mejora tecnológica por lo que los demás elementos considerados se mantienen igual es al ejercicio anterior.

La diferencia con el ejercicio anterior radica en que el flujo de fondos financiado sobre el que se calcula la TIR considera las fuentes de financiación externas como el crédito y se altera en:

- **Pago de Intereses:** es deducible de impuestos por lo que se incluye en el P y G como costos financieros y afecta la Utilidad antes de impuestos.
- **Amortización del crédito:** No es deducible de impuestos pero si implica desembolso. Si va al flujo de fondos

Como se mencionó anteriormente la inversión que se realizará es de \$31 millones en equipo adicional y \$ 5.7 millones en materiales y transporte de equipos; el monto deberá ser cancelado a la Sociedad Minera de Vetas en un plazo de 24 meses sin intereses. Como se observa en el las cuotas mensuales serían de \$ 1.531.000 durante 2 años.

Cuadro 15. Financiación de la inversión proyecto de mejoramiento tecnológico

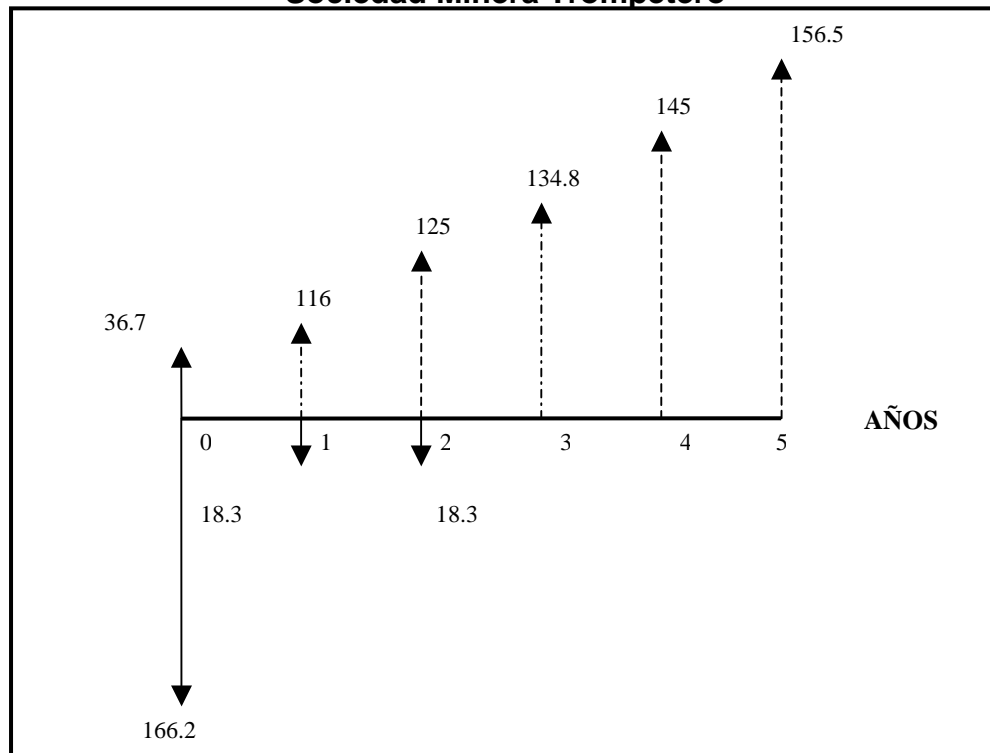
Sociedad Minera Trompeteros (\$ miles)

<i>Financiación</i>		AÑO 1	AÑO 2
CREDITO	36.750		
Cuota mensual	1.531	18.375	18.375

Fuente: PRS 2004.

En el flujo de fondos de la empresa con proyecto financiado (Anexo H.), el crédito entraría como fuente y se darían egresos en el año 1 y 2 por valor de \$ 18.3 millones en cada uno como se puede ver en la Figura 4.

Figura 4. Flujo de fondos con proyecto financiado Sociedad Minera Trompetero



Fuente: Anexo H

En este caso la TIR aumenta hasta el 81.9%, con lo cual se obtiene una alta rentabilidad al llevarse a cabo la mejora tecnológica propuesta por el PRS con las condiciones de financiamiento mencionadas anteriormente. En

conclusión el proyecto financiado mejora su rentabilidad en razón a que no se está cobrando ningún interés al minero, solo el retorno del crédito.

4.7 COSTOS DEL PRETRATAMIENTO EN LA PLANTA ACUEDUCTO DE BUCARAMANGA.

Ahora bien, este estudio ya ha hecho referencia a las externalidades negativas producto de la actividad minera y que afectan de forma directa, a la Compañía de Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB), se calculará entonces los efectos que percibe la compañía, fruto de la contaminación. En razón a que el ahorro de los gastos en que incurre la empresa de acueducto para tratar el mercurio y el cianuro proveniente de la minería en el agua del río, se constituyen en un beneficio por efectos de la inversión del proyecto en la mejora de tecnologías.

En el cuadro 16 se puede observar un resumen de los costos de los años 2001 a 2003 que ejecutó la planta para el pretratamiento del agua divididos en insumos y pruebas de laboratorio. Se establece entonces que en el año 2002 los costos por insumos disminuyeron en 10% y en el 2003 al 8%. Esto se debe principalmente a que el agua llegó en mejores condiciones y el pretratamiento se dio en menos horas.

Siempre se realizan la misma cantidad de pruebas de laboratorio al año: 10561 de cianuro y 10561 de mercurio (Anexo I), por lo que el aumento en el costo de las pruebas es atribuible a los efectos inflacionarios. En general, los costos disminuyeron en un 2% en el año 2003 a razón de que se utilizaron menos insumos.

Cuadro 16. Insumos y pruebas de laboratorio pretratamiento Planta Bosconia (\$ Miles)

	AÑO 2001	AÑO 2002	AÑO 2003
INSUMOS			
consumo sulfato de aluminio \$	41.844	37.939	34.645
Consumo cloro \$	2.137	3.260	3.227
consumo cal \$	3.981	1.933	1.805
Total insumos \$	47.963	43.134	39.679
TOTAL		-10%	-8%
PRUEBAS DE LABORATORIO			
consumo muestras mercurio	33.246	35.368	33.246
consumo muestras Cianuro	42.898	45.472	48.201
Total pruebas de laboratorio \$	76.144	80.840	81.447
		6%	1%
TOTAL COSTOS	124.107	123.975	121.126
		0%	-2%

Fuente: cálculos con base en Planta Bosconia (AMB) 2004.

De igual forma se contabilizó las horas gastadas en el pretratamiento lo cual arrojó los resultados del cuadro 17 es necesario aclarar que el valor de las horas tenidas en cuenta varía según el día y el horario en que se realicen y se encuentra detallado en el Anexo I. Se obtiene entonces una disminución de los costos en horas de pretratamiento del 20% en el año 2002 pero luego aumenta en el 2003 hasta un 50% debido a que se predosificó más horas que en el 2002 y la gran mayoría se dieron en horas nocturnas y festivas.

Cuadro 17. Horas predosificadas pretratamiento Planta Bosconia (\$ Miles)

	AÑO 2001	AÑO 2002	AÑO 2003
No. horas de predosificación	798	480	614
Total consumo horas predosificadas \$	7.564	6.028	9.020
		-20%	50%

Fuente: cálculos con base en datos suministrados por AMB

Estos datos de los 3 últimos años revelan que los costos de pretratamiento ascienden en promedio a \$ 130 millones al realizar una proyección a 5 años, dado los parámetros de inflación, aumento salarial, utilizados anteriormente e incluyendo una tasa de crecimiento de la población de 2%

encontraríamos que estos costos aumentarían hasta llegar en el año 5 a \$ 179.9 millones (Cuadro 18).

**Cuadro 18. Proyección costos de pretratamiento
Planta Bosconia**

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Proyección Costos	\$ 131.6	142.3	153.9	166.4	179.9

Fuente : cálculos con base en datos suministrados por AMB

Además de los costos la Planta Bosconia tiene una inversión en infraestructura y equipos para el pretratamiento de aproximadamente \$ 1.700 millones (precios actuales de mercado), que aunque se encuentran en la planta desde su misma construcción debieron ser adaptados para afrontar el problema de contaminación por mercurio y cianuro (Anexo I).

Debido a que la contaminación es un proceso que lleva más de cien años no es posible percibir beneficios inmediatos referentes a la descontaminación del Río pues el mercurio al entrar en contacto con el agua se sedimenta y puede demorar muchos meses en llegar a la planta de tratamiento, por ello aunque las nuevos procesos tecnológicos estén dando los resultados esperados no puede pretenderse que el acueducto reduzca sus costos de inmediato

En estos momentos podemos hablar de qué debería hacer el acueducto con el problema de la contaminación seguir aportando al PRS obteniendo beneficios progresivos en la mejora de calidad de las aguas o retirarse del proyecto y asumir los costos del pretratamiento continuando con la internalización de estos costos producto de la actividad minera.

Una negociación entre el acueducto y las empresas mineras resulta difícil, en primer lugar los mineros creen tener el derecho de arrojar estos residuos

porque su actividad es efectuada desde hace más de un siglo; además se habla de muchas empresas y personas informales que ejecutan el mismo proceso contaminante por lo cual los costos de transacción para entrar en una negociación con cada una de ellas y sus trabajadores serían muy elevados.

Una alternativa económica para el acueducto es invertir el dinero destinado al PRS en los fondos creados por las Asociaciones de Mineros que tienen por objetivos capitalizar los pagos de los préstamos para suministrar ayuda a los mineros en la incorporación de tecnologías más limpias.

4.8 ESTIMACIÓN DE EL IMPACTO ECONÓMICO TOTAL DEL PROYECTO - EVALUACIÓN ECONÓMICA

Como ya se mencionó la evaluación económica considera el impacto del proyecto sobre una colectividad regional. Este impacto se mide por los beneficios y los costos en que se incurre en el proyecto para la región como un todo. Luego de cuantificar estos impactos aplicamos el método de la relación beneficio/costo, que es el que tradicionalmente se utiliza en la evaluación de impacto económica⁵⁶. Con este método se estima la inversión y se calculan cada uno de los beneficios y los costos en que se incurren, se traen a valor presente (VPB, VPC) para estimar la relación entre el valor presente de los beneficios y el valor presente de los costos.

Para tal efecto, en el caso del proyecto río Suratá se estima primero la inversión en el año 0 y luego los beneficios y los costos de los próximos 5 años traídos a valor presente luego se estiman los indicadores de TIR y relación VPB/VPC.

⁵⁶CASTRO, Raúl y MOKATE, Karen. Op. cit.,p. 87

La tasa de descuento que se debe utilizar en la evaluación económica de proyectos es la **tasa social de descuento** que al igual que los precios sombra o precios sociales corrigen las distorsiones del mercado. Sin embargo, en el caso de la presente evaluación y al igual que para los precios sombra, luego de consultas con especialistas en el manejo de evaluación económica de proyectos en Colombia que asesoraron esta parte de la tesis, se concluye que la tasa social de descuento estimada en el año de 1991 (13.8%)⁵⁷ con base en elementos como la inflación de ese año (26.82%) que influye en indicadores como el DTF y el costo de oportunidad, no está acorde con la situación actual 15 años después (inflación 6%). Por tal motivo se calculó el VPB y el VPC con la tasa social definida por el DNP en 1991: 11.8% y además con una mas acorde con la situación actual de la economía colombiana: inflación 6% y DTF 7%, sugerida por los asesores y que se definió en 5%. Los resultados de ambas evaluaciones se incluyen a continuación.

4.8.1 Total inversión del Proyecto. En el cuadro 19 se incluyen los aportes que han realizado los diferentes organismos en el proyecto desde el año de 1997 al 2003., los cuales se constituyen en la inversión del proyecto y ascienden a \$2.629 millones.

Cuadro 19. Inversiones en el PRS (\$ millones)

INVERSION	Hasta el 2003
MINISTERIO DE MINAS	55
C.D.M.B	567.3
CA ACUEDUCTO	540.5
GOBERNACIÓN SANTANDER	586.5
UIS	20
COOPERACION ALEMANA Equipo	250
COOPERACION ALEMANA Capacitación	300
INVERSIÓN AÑO 2004	310
TOTAL	2.629.460.444

Fuente: cálculos con base PRS, AMB y CDMB

⁵⁷Cálculos realizados en el año 1991. Tomado de Internet: < <http://www.dnp.gov.co>>

4.8.2. Total beneficios del Proyecto. En términos generales los beneficios de este proyecto pueden ser considerados de tipo económico, social y ambiental. Si se considera que gracias a las nuevas técnicas, los procesos son más eficientes y a su vez se da una reducción de cianuro y mercurio, esto trae consigo una disminución en los costos y un aumento considerable de la producción, que se ve reflejado en un incremento en los ingresos de los mineros y por ende posibilita el mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes de la zona lo cual puede influir de forma positiva en el desarrollo de la región, generando oportunidades de desarrollo y crecimiento

Para efectos del presente análisis se incluyen los dos beneficios más importantes que permiten cuantificar su impacto, son ellos:

- a) Incremento en las utilidades de los **mineros**
- b) Ahorro en los costos del **acueducto**

En estos casos diferentes actores de la sociedad están liberando recursos que se pueden invertir en usos alternativos, generando un mayor bienestar en la comunidad.

- a) Incremento en las utilidades de los **mineros**

Como ya se mencionó los ingresos de las empresas mineras mejoran sustancialmente con la aplicación de las nuevas tecnologías, pasando de pérdidas a ingresos muy significativos (Anexo K). Para el cálculo del beneficio que genera el proyecto se tomo un flujo de fondos incremental calculado como la diferencia entre el flujo sin proyecto y el flujo con proyecto, esto se aplicó a 5 empresas tratadas de similares condiciones, con las cuales se prevé que el proyecto generará resultados positivos en el incremento de la productividad. Se toma como referencia los ingresos de la empresa Trompeteros para las otras cuatro lo que genera los resultados que

se muestran en el cuadro 20. Se puede concluir que el beneficio para la actividad minera es positivo: iniciando en \$585 millones en el año 1, para ascender a \$738 millones

Cuadro 20. Beneficios Incrementales de los Mineros (\$ millones)

	Número de empresas promedio.	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Trompeteros		116.9	123.9	131.3	139.3	147.7
Total mineros	5	584.5	619.6	656.9	696.6	738.7

Fuente: Anexo K.

b) Ahorro en los costos del acueducto

Ya tratado el tema de los costos del acueducto por pretratamiento, se requiere expresar de qué forma beneficia el Proyecto a esta empresa. Dado que la accesoria técnica sólo cubre un 40% de la actividad minera de la región y bajo el supuesto de que los resultados en disminución de insumos contaminantes está directamente relacionada con la calidad de las aguas, se realiza una proyección a 5 años con una sensibilidad del 40% en disminución de los costos de pretratamiento calculados en el cuadro 18. para determinar cuánto es el ahorro de la compañía AMB, de esta forma obtenemos los resultados expresados en el cuadro 21.

Cuadro 21. Ahorro costos AMB (\$ millones)

2) AHORRO COSTOS AMB	Reducción.	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
AHORRO COSTOS AMB	40%	52.6.	56.9	61.5	66.5	71.9

Fuente: Anexo K

Se determina entonces que el acueducto podría pasar de \$131.6 millones a \$52.6 millones en el primer año liberando recursos por cerca de \$79 millones y así en los demás años, que podrían utilizarse, como ya se mencionó, en garantizar que las empresas mineras abandonen los medios tradicionales de

extracción que producen contaminación y mejorar la perspectiva de calidad de las aguas del río Suratá.

4.8.3 Medición del impacto total y calculo de la rentabilidad

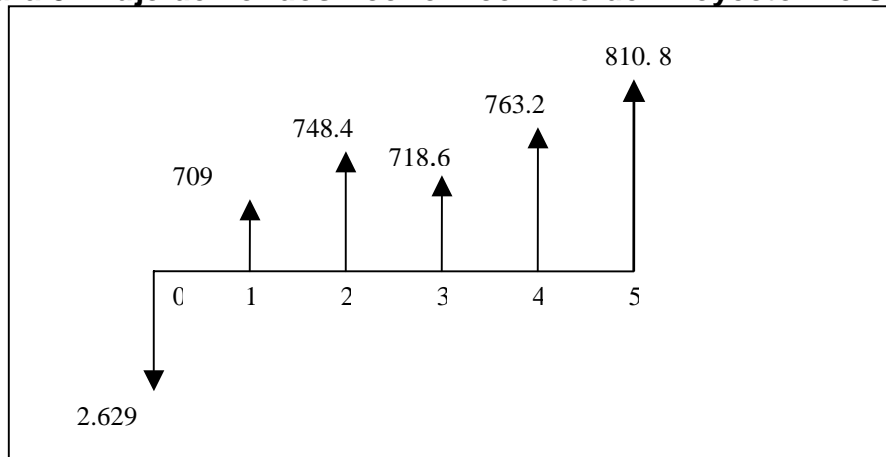
La relación de los costos y beneficios netos del proyecto en un horizonte de 5 años se incluyen en el cuadro 22 y se constituyen en la conclusión de todo el análisis realizado en el capítulo 4 y lo representamos en el flujo de fondos para el análisis de rentabilidad económica del proyecto que aparece en el gráfico 5. Los costos netos están representados en la inversión de los aportes de las entidades en el proyecto y se incluye en el cuadro 22, asciende a \$2.629 millones, este costo está ubicado en el año 0 y por lo tanto, no requiere descontarlo a valor presente, los beneficios netos de los 5 años siguientes se constituyen en la sumatoria de los beneficios para los mineros y de los beneficios en el ahorro del tratamiento del agua para los pobladores de Bucaramanga y van desde \$709 millones en el año 1 hasta \$810.8 millones en el año 5.

Cuadro 22. Total costos y beneficios del Proyecto Río Suratá

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
BENEFICIOS		709,0	748,4	718,6	763,2	810,8
COSTOS	2.629,5					

Fuente: cálculos con base en información Sociedad Minera Trompetero y PRS

Figura 5. Flujo de Fondos Económico Neto del Proyecto Río Suratá



Fuente: Cuadro 22

Con base en el flujo económico de beneficios y costos se estimaron los indicadores de rentabilidad del proyecto en el modelo matemático desarrollado para tal fin, estos indicadores se incluyen en el cuadro 23.

El primer indicador que se obtuvo fue el de la **Tasa Interna de Retorno (TIR)**, que nos muestra el retorno del proyecto por cada 100 pesos invertidos, la cual asciende a 12.9%, considerada positiva para una evaluación social y económica

Los otros indicadores utilizados son la relación beneficio/costo y el valor Presente Neto, para los cuales se requiere traer a valor presente con una tasa social de descuento. Como se menciona en la introducción de este aparte se utilizan dos tasas sociales de descuento, en razón a que la TSD

oficial fue definida por el DNP en el año 1991, no representa las circunstancias actuales del mercado: TSD BPIN: 11.8% y TSD sugerida: 5%.

Relación Beneficio/Costo representa el Valor presente de los beneficios en el tiempo descontados por una tasa de descuento a pesos de hoy, sobre el Valor presente de los costos en el tiempo descontados por una tasa de descuento a pesos de hoy, lo que me muestra las veces que los beneficios del proyecto exceden los costos. En el caso del proyecto, obtenemos dos relaciones:

- Descontado los beneficios con la TSD **del DNP** (11.8%), la relación B/C es de: 1.03 veces que superan los beneficios a los costos
- Descontado los beneficios con la TSD **sugerida** (5%), la relación B/C es de: 1.23 veces que superan los beneficios a los costos

Esto implica que aún en el escenario pesimista en que la tasa de descuento sea muy alta el proyecto tiene resultados positivos.

Cuadro 23. Relación de los Indicadores de rentabilidad calculados en la evaluación de impacto económico del proyecto río Suratá

TASA INTERNA DE RETORNO	12.9%
Tasas de descuento utilizadas en los dos análisis	
Tasa social de descuento DNP (BPIN)	11,8%
Tasa social de descuento sugerida	5,0%
Cálculos de la relación B/C y VPN con la TSD del DNP	
VP Beneficios	\$2.699
VP Costos	\$-2.629
Relación Beneficio/Costo	1,03
VPN	\$70.3
Cálculos con la TSD sugerida	
VP Beneficios \$millones año 0	\$3.238
VP Costos \$millones año 0	\$-2.629
Relación Beneficio/Costo (Veces)	1,23
VPN	\$608

Fuente: cálculos con base en la información del DNP

Valor Presente Neto: Este indicador se utiliza especialmente para ordenamiento de proyectos, en este proyecto lo hemos calculado porque si es mayor a 0 el proyecto es viable o mejor que el costo de oportunidad que representa la tasa de descuento⁵⁸. Está dado por la diferencia entre el valor presente de los beneficios y el valor presente de los costos

$$\text{VPN} = \text{VPB} - \text{VPC}$$

En el caso del proyecto río Suratá el VPN también se calculó igualmente con dos tasas de descuentos y los resultados son:

- Descontado con TSD **del DNP** (11.8%), el VPN es de \$70.3 millones
- Descontado con TSD **sugerida** (5%), el VPN es de \$603 millones

Este indicador también nos demuestra que el proyecto es viable porque aún en el escenario de la mayor TSD el VPN es positivo

4.9 OTROS BENEFICIOS OBTENIDOS EN LAS PRIMERAS ETAPAS DEL PROYECTO

4.9.1 Fase de consolidación. Pese a las innumerables inconvenientes que ha sufrido el proyecto, en especial en la etapa de consolidación y en lo que respecta a la difícil situación de orden público de la región minera; el secuestro vivido por algunos ingenieros integrantes, que indujo a paralizar funciones por alrededor de ocho meses y la hostilidad de los mineros en un principio al no querer aceptar un cambio tecnológico de personas consideradas intrusas, se ha avanzado considerablemente en algunas de las empresas mineras más grandes de las regiones de Vetas y California.

En cuanto a la implementación de técnicas de producción más limpias con métodos modernos que aumentan los índices de recuperación del oro y sustituyen el mercurio, se puede afirmar que hasta el momento ha sido aplicada en cuatro empresas mineras en Vetas y dos en California, sin

⁵⁸ MOKATE, Karen. Op. cit., p. 98

embargo próximamente se aplicará la tecnología en dos empresas más en este municipio.

los resultados obtenidos han sido muy favorables, ya que se ha logrado que los mineros utilicen de forma racional el cianuro y a su vez se esta reduciendo progresivamente el empleo de mercurio, este hecho a contribuido a la disminución en los costos por insumos y a un aumento en la productividad gracias a la eficiencia en las nuevas técnicas.

Otros resultados de la fase de consolidación del proyecto son:

- Establecimiento de bases administrativas, institucionales y organizacionales con la participación de los mineros que permiten la sostenibilidad del proceso, a largo plazo.
- El nivel del proceso de beneficio ha mejorado en aspectos técnicos ambientales.
- Las organizaciones mineras de Vetas y California se han fortalecido para sentar las bases de sostenibilidad social del proceso.

4.9.2 Fase de Ejecución del Proyecto. En cuanto a la ejecución del proyecto podemos mencionar los siguientes logros:

- Se ha trabajado en dos plantas típicas (una en Vetas y la otra en California), para demostrar que la correcta aplicación de los procesos de beneficio son compatibles con el medio ambiente. Igualmente se construyeron canaletas teniendo en cuenta medidas específicas lo cual ha logrado que se aumente la producción y se reduzca en un 50% la cantidad de concentrados procesados por amalgamación (disminución de mercurio).
- Siguiendo con el propósito de disminuir la contaminación por mercurio, se diseño y construyó un sistema que permite recuperar el 90% del químico

contenido en las amalgamas, un procedimiento que dura 10 minutos y genera bajos costos, permitiendo así su reutilización.

- Con relación al cianuro, se observó un desconocimiento por parte de los mineros en la técnica de el método de cianuración por percolación, por ello se capacitó a los mineros para que realicen controles diarios que permitan mantener constantes las concentraciones de cianuro, gracias a estas asesorías se ha logrado disminuir en aproximadamente un 40% la contaminación por esta sustancia.
- Asimismo se logró la instalación de dos laboratorios de campo, uno en cada municipio con el fin de facilitar la realización de pruebas que permitan obtener mayores beneficios para el proceso de extracción del mineral.

Por su parte, el Proyecto Río Suratá cuenta con ingenieros metalúrgicos los cuales se encargan de brindar apoyo técnico y asesorías a las empresas que están aplicando los nuevos procesos, además de ejercer control sobre el manejo adecuada de cianuro. Uno de los métodos aplicados hasta el momento ha sido la cianuración por agitación, con este procedimiento se busca eliminar la utilización de mercurio y lograr al mismo tiempo una aprovechamiento eficiente del cianuro.

La implementación de nueva tecnología contribuye a disminuir el grave problema de contaminación que sufre el Río Suratá, estas mejoras producirían las llamadas externalidades positivas, mencionadas en el marco teórico, ya que al optimizar los procesos de la actividad minera se disminuye la contaminación y con ello se mejorarían las condiciones ambientales logrando recuperar el hábitat de muchas especies, incrementando la flora y fauna existente alrededor de la cuenca del Río, la cual constituye una importante fuente de vida.

El proyecto se ha preocupado por la comunidad y es por ello que ha promovido proyectos sociales en educación a través de la entrega de cuadernos a las escuelas de la región con imágenes y leyendas que muestran la importancia de preservar el medio ambiente y enseñan la labor de la actividad minera sostenible.

Finalmente, en el mes de septiembre concluye la participación alemana en el proyecto, sin embargo se espera que gracias a la capacitación ofrecida a los técnicos colombianos, se haya fortalecido un grupo de profesionales que cuenta con las capacidades y herramientas para poder continuar con la labor realizada hasta el momento, brindando el apoyo técnico necesario a los mineros y ejerciendo controles y monitoreos en la zona para mantener la continuidad en el proceso, y así ampliar los resultados obtenidos hasta la fecha. Las entidades colombianas involucradas en el proyecto seguirán colaborando hasta el año 2006 con el fin de extender el trabajo desarrollado.

CONCLUSIONES

La minería aurífera es una de las actividades productivas que produce mayores impactos ambientales y representa un riesgo potencial para los propios trabajadores cuando los insumos que se utilizan no se manejan adecuadamente. En este sentido la explotación del oro en Santander tiene importantes externalidades negativas, que representan riesgos y costos para los usuarios del agua. El medio ambiente es afectado por la contaminación de las aguas con mercurio y cianuro y a su vez este fenómeno genera alteraciones en la función de costos de potabilización del agua para el consumo y afecta a otros agentes económicos que utilizan las aguas en sus procesos productivos. Uno de los principales afectados con este efecto externo el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

Como se ha probado, en este caso, el libre mercado no proporciona una solución al problema del abuso de los bienes públicos y mucho menos se llega a un equilibrio en el sentido de Pareto debido a la ineficiente asignación de los recursos naturales. En efecto, las prácticas de la minería tradicional, colocan en desventaja a los usuarios del agua en las partes bajas de la cuenca, y por lo tanto, son estos agentes los que deben cubrir los costos de recuperación del recurso, en particular el Acueducto de Bucaramanga.

El llevar a cabo una negociación coasina entre la Compañía de Acueducto de Bucaramanga y las sociedades mineras resulta bastante complejo ya que los costos de transacción que se originarían son muy elevados debido al gran número de personas involucradas en el conflicto.

La minería aurífera se constituye en la principal fuente de ingresos y empleo en los municipios de Vetas y California; debido a las características topográficas de los terrenos y al escaso desarrollo tanto de la agricultura y la ganadería. Las limitadas opciones que tienen las comunidades de estos municipios conducen a que desde muy temprana edad los habitantes de la región opten por la minería como la más rentable y segura fuente de ingresos.

A pesar de que las normas del código minero y la legislación ambiental exigen una serie de requisitos para la operación de las empresas mineras, hasta el momento por el nivel y la inestabilidad de las explotaciones, los propietarios de las minas no cumplen con estas demandas. Es necesario, por lo tanto, que el estado ejerza un mayor control en las sociedades mineras, con el fin de que se cumplan las leyes establecidas, en especial lo concerniente a las licencias ambientales y al uso indiscriminado de mercurio y cianuro, elementos causantes de los graves problemas de contaminación sufridos por el Río Suratá.

El problema de la contaminación ocasionado por la minería, como lo ha probado la experiencia del Proyecto Río Suratá, es básicamente una consecuencia de la falta de tecnología y métodos rudimentarios aplicados en el proceso de beneficio del oro. La percepción de los mineros es que entre mayor uso de insumos mayor recuperación del metal, sin embargo los desarrollos tecnológicos promovidos por el proyecto demuestran que es posible eliminar por completo el uso del mercurio y usar mas racionalmente el cianuro, inclusive recuperando parte de el para reducir costos de producción.

La minería en el municipio de Vetas se encuentra en un nivel de desarrollo un poco mayor en comparación con la minería practicada en California, el proyecto Río Suratá ha tenido una mayor aceptación en las sociedades

mineras de Vetas; sin embargo es importante que se continúen los programas que permitan la aplicación de técnicas de producción más limpias y logren la sostenibilidad de la actividad a largo plazo.

La inversión realizada por el Proyecto Río Suratá ha traído importantes beneficios tanto a las empresas mineras, como al Acueducto de Bucaramanga y en general a la comunidad en la medida en que se han mejorado las condiciones del medio ambiente. Gracias a la implementación de tecnologías más eficientes y menos contaminantes se están aumentando los índices de recuperación del mineral, lo que representa un aumento en la producción y en los ingresos y una reducción de costos en el largo plazo.

Las nuevas técnicas están utilizando de forma racional el cianuro y al mismo tiempo eliminan el uso de mercurio en el proceso, lo que contribuye de manera significativa en la disminución paulatina de los índices de contaminación en el Río. Aunque el proceso de descontaminación y sus efectos no son inmediatos, la reducción alcanzada en términos de las cantidades de insumos utilizados representa una disminución en los niveles de contaminantes en el agua y, por lo tanto, de los costos de pretratamiento para el Acueducto metropolitano de Bucaramanga.

Debido a que la contaminación es un proceso que lleva más de cien años no es posible percibir beneficios inmediatos referentes a la descontaminación del Río, pues el mercurio al entrar en contacto con el agua se sedimenta y puede demorar muchos meses en llegar a la planta de tratamiento, por ello aunque las nuevos procesos tecnológicos estén dando los resultados esperados no puede pretenderse que el acueducto reduzca sus costos de inmediato.

Dado que el Río es considerado un bien público, la CDMB como autoridad ambiental ha intervenido en esta problemática y ha destinado recursos para monitorear y controlar la contaminación de las aguas del río, además de realizar aportes directos al proyecto Río Suratá.

El programa de asistencia tecnológica y control ambiental que ejecuta el Proyecto Río Suratá en las regiones de vetas y California resulta ser económicamente rentable.

La evaluación financiera realizada al negocio de la Sociedad minera trompeteros con y sin proyecto arrojó dos resultados muy importantes. El primero es que la empresa en condiciones actuales de tecnología no reporta beneficios dada la baja recuperación de oro en el proceso de extracción, 35%. El segundo resultado es que con la inclusión de la nueva tecnología proporcionada por el Proyecto río Suratá a la sociedad minera mejora positivamente su situación económica, ya que al aumentar la recuperación de oro al 65% se incrementan los ingresos y se disminuyen los costos, por lo que el proyecto resulta para esta empresa tanto viable como rentable aun si se incluye la financiación propuesta por el convenio.

El ahorro de los costos del acueducto, es uno de los beneficios que produce el Proyecto Río Suratá. Estos costos seguirán disminuyendo, siempre y cuando la calidad de las aguas mejore. Sin embargo no se puede determinar la total desaparición del mercurio dado su comportamiento en las aguas, por lo que se seguirá incurriendo en costos de pruebas de laboratorio, no obstante los insumos y las horas predosificadas se disminuyen en razón al aumento de empresas mineros y que adoptan tecnologías.

Los recursos liberados por el acueducto, producto del ahorro que genera la disminución de cianuro y mercurio en el agua del río Suratá podrán ser

utilizados en apoyar las sociedades mineras para que el proceso de mejora tecnológica continúe y así garantizar el futuro del afluyente.

La Tasa Interna de Retorno del Proyecto es positiva en el sentido social y económico debido a que demuestra que el retorno por cada 100 pesos invertidos es el 12.9%

La relación Beneficio–Costo del Proyecto Río Suratá teniendo en cuenta los efectos en los mineros y el acueducto, resulta positiva, aun si se considera una tasa de descuento alta (costo de oportunidad). El indicador de valor presente neto que revela la evaluación económica determina la viabilidad del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

ALCALDIA DE CALIFORNIA. Riqueza Escondida de Santander. En: Revista Imagen Positiva, No. 2. Bucaramanga. 1996.

CASTRO, Raúl y MOKATE, Karen. Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión. Bogotá: Ediciones Uniandes y Alfaomega Colombiana S.A. 2003

CASTRO LANDINO, Álvaro. Fase Orientación del Proyecto Río Suratá. Bucaramanga: 1995

CDMB. Esquema de Ordenamiento Territorial de California. Bucaramanga.2002

----- . Esquema de Ordenamiento Territorial de Vetas, Bucaramanga. 2002

----- . Informe Evaluativo Zona Minera Vetas y California. 1998

----- . Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial Microcuenca Río Suratá Alto. Bucaramanga. 2002

----- . Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial Microcuenca Río Suratá Bajo. Bucaramanga. 2002

----- . Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial Microcuenca Río Vetas. Bucaramanga. 2001

COASE, Ronald. El problema del costo social. En: La empresa, el mercado y la ley. Madrid: Alianza Editorial. 1994

CÓDIGO MINERO COLOMBIANO. Ley 685 de 2001.

CHAPARRO Elkin. Efectos tóxicos del cianuro y mercurio en el distrito de Vetas y California. En: Seminario Taller Pequeña Minería Aurífera: hacia un manejo ambiental de mercurio y Cianuro. Bucaramanga. 2004.

DALY, Herman. Economía, Ecología y Ética. México: Fondo de Cultura Económica. 1989

FIELD, Barry. Economía Ambiental. Bogotá: Editorial McGraw-Hill. 1995

GARNICA MARTINEZ, Armando y GUERRERO RINCÓN, Amado. La Provincia de Soto. Bucaramanga: Colección de Historia Regional UIS. 1995

HRUSCHKA, Félix W y PRIESTER, Michael. Costos y Beneficios de la Pequeña Minería en los Países en Vía de Desarrollo 2000. Tomado de Internet: <<http://www.hruschka.com>>

KATS, Michael y ROSEN, Harvey. Microeconomía. Bogotá: Editorial McGraw-Hill/ Irwin. 1997

MARTINEZ ALIER, Joan y ROCA JUZMET, Jordi. Economía Ecológica y Política Ambiental. México: Fondo de Cultura Económica. 2000

MENDOZA, Eva. Legislación minera Colombiana. En: Seminario Taller Pequeña Minería Aurífera: hacia un Manejo Ambiental de Mercurio y Cianuro. Bucaramanga. 2004.

MOKATE, Karen. Evaluación Financiera de Proyectos de Inversión. Bogotá: Ediciones Uniandes y Alfaomega Colombiana S.A. 1998

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Memoria Técnica de la Estrategia Nacional del Agua. Bogotá: Editorial Gente Nueva. 1996

OSTROM, Elinor. El gobierno de los Bienes Comunes. México: Fondo de Cultura Económica. 2000

PANTOJA, Freddy. Diagnóstico Socioambiental de la pequeña minería de metales preciosos en Colombia. 1998. Tomado de Internet: < <http://www.censat.org/>>

POVEDA, RAMOS, Gabriel. La Minería Colonial y Republicana. En: Revista Credencial, Vol. 151, Bogotá. 2002

PROYECTO RÍO SURATÁ. Cooperación Técnica Colombo Alemana. Bucaramanga. 2004

QUINTERO, Trinidad. Restauración en el cierre de minas. “Un enfoque sustentable”. 2003. tomado de Internet: <<http://www.imades.org>>

SÁNCHEZ TRIANA, Ernesto y URIBE BOTERO, Eduardo. Contaminación Industrial en Colombia. Bogotá: Tercer Mundo Editores. 1994

STIGLITZ, Joseph, Principios de Microeconomía. Barcelona: Editorial Ariel. 1994.

VARIAN, Hal R. Microeconomía Intermedia. 4 ed. Barcelona: Antoni Bosch, editor, S.A. 1996

Anexo A. Consumos y producción de la Sociedad Minera Trompetero sin Mejora Tecnológica.

	MENSUAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Producto						
Roca molida ton/día	13					
Número de días trabajados	20	240	240	240	240	240
Total ton/roca molida	260	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120
Tenor de gr/oro por ton/roca	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Contenido de gr/oro por ton/roca	1.612	19.344	19.344	19.344	19.344	19.344
Recup. de oro en el proceso	35%	35%	35%	35%	35%	35%
Cantidad de gr/oro obtenida	564	6.770	6.770	6.770	6.770	6.770
Precio de oro puro \$/Gr	32.000	32.000	34.240	36.637	39.201	41.945
Total producción oro \$	18.054.400	216.652.800	231.818.496	248.045.791	265.408.996	283.987.626
Insumos						
Cianuro Kg/ton roca molida	200	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
Precio cianuro \$/kg	5.000	5.000	5.300	5.618	5.955	6.312
Cons. cianuro \$	1.000.000	12.000.000	12.720.000	13.483.200	14.292.192	15.149.724
Mercurio Kg/ton roca molida	1	12	12	12	12	12
Precio mercurio \$/kg	45.000	45.000	47.700	50.562	53.596	56.811
Cons. Mercurio	45.000	540.000	572.400	606.744	643.149	681.738
Zinc Kg/ton roca molida	60	720	720	720	720	720
Precio zinc \$/kg	7.300	7.300	7.738	8.202	8.694	9.216
Cons. zinc \$	438.000	5.256.000	5.571.360	5.905.642	6.259.980	6.635.579
Carburo Kg/ton roca molida	60	720	720	720	720	720
Precio carburo \$/kg	5.583	5.583	5.918	6.273	6.650	7.049
Cons. carburo \$	335.000	4.020.000	4.261.200	4.516.872	4.787.884	5.075.157
Cal bulto/ton roca molida	15	180	180	180	180	180
Precio cal \$/bulto	6.500	6.500	6.890	7.303	7.742	8.206
Cons. cal \$	97.500	1.170.000	1.240.200	1.314.612	1.393.489	1.477.098
Puntillas/arrobos	12	144	144	144	144	144
Precio puntillas \$/arroba	4.667	4.667	4.947	5.243	5.558	5.892
Cons. puntillas \$	56.000	672.000	712.320	755.059	800.363	848.385

Cons. pruebas de laboratorio \$	60.000	720.000	763.200	808.992	857.532	908.983
Cons. explosivos \$	1.000.000	12.000.000	12.720.000	13.483.200	14.292.192	15.149.724
Cons. químicos \$	20.000	240.000	254.400	269.664	285.844	302.994
Cons. cintas ph \$	35.000	420.000	445.200	471.912	500.227	530.240
Cons. palas \$	36.000	432.000	457.920	485.395	514.519	545.390
Cons. aceite para martillos \$	48.000	576.000	610.560	647.194	686.025	727.187
Cons. aceite para el compresor \$	205.000	2.460.000	2.607.600	2.764.056	2.929.899	3.105.693
Cons. grasa para molinos y vagonetas \$	45.000	540.000	572.400	606.744	643.149	681.738
Total insumos \$	3.465.500	41.586.000	44.081.160	46.726.030	49.529.591	52.501.367
Salario \$/mes minero	680.000	8.160.000	8.649.600	9.168.576	9.718.691	10.301.812
Número de mineros	15	15	15	15	15	15
Total salario mineros	10.200.000	122.400.000	129.744.000	137.528.640	145.780.358	154.527.180
Turneros \$	1.000.000	12.000.000	12.720.000	13.483.200	14.292.192	15.149.724
Total nómina \$	11.200.000	134.400.000	142.464.000	151.011.840	160.072.550	169.676.903
Depreciación (años)		(\$/año)				
Construccion	20	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Maquinaria y equipo	10	11.950.000	11.950.000	11.950.000	11.950.000	11.950.000

PARÁMETROS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Inflación	6%	6%	6%	6%	6%
Incremento precio oro	7%	7%	7%	7%	7%
Incremento salario mínimo	6%	6%	6%	6%	6%
Incremento en ventas	0%	0%	0%	0%	0%

PLAN DE INVERSIONES \$	
Inversión Fija	129.500.000
Acondicionamiento local	10.000.000
Maquinaria y equipo	119.500.000
TOTAL INVERSIÓN	129.500.000

Fuente: Cálculos con base en Sociedad Minera Trompetero, 2004

Anexo B. Estado de Pedidas y Ganancias Sociedad Minera Trompetero sin proyecto

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS	\$/mes	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL VENTAS	18.054.400	216.652.800	231.818.496	248.045.791	265.408.996	283.987.626
(menos) regalías 5%	902.720	10.832.640	11.590.925	12.402.290	13.270.450	14.199.381
Ventas netas	17.151.680	205.820.160	220.227.571	235.643.501	252.138.546	269.788.245
COSTO DE PRODUCCION						
1. Insumos	3.465.500	41.586.000	44.081.160	46.726.030	49.529.591	52.501.367
2. Mano de obra directa	11.200.000	134.400.000	142.464.000	151.011.840	160.072.550	169.676.903
3, Gastos de Fabricación	2.597.500	31.170.000	32.293.200	33.483.792	34.745.820	36.083.569
Deprec.Equipo.Vehic.Constr.	1.037.500	12.450.000	12.450.000	12.450.000	12.450.000	12.450.000
Gastos de administración	50.000	600.000	636.000	674.160	714.610	757.486
Energía Eléctrica	1.500.000	18.000.000	19.080.000	20.224.800	21.438.288	22.724.585
Agua	10.000	120.000	127.200	134.832	142.922	151.497
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN	17.263.000	207.156.000	218.838.360	231.221.662	244.347.961	258.261.839
UTILIDAD BRUTA	-111.320	-1.335.840	1.389.211	4.421.840	7.790.585	11.526.406
Gastos Administrativos y de Ventas						
Gerente	1.000.000	12.000.000	12.720.000	13.483.200	14.292.192	15.149.724
UTILIDADES OPERACIONALES	-1.111.320	-13.335.840	-11.330.789	-9.061.360	-6.501.607	-3.623.318
UTILIDAD ANTES DE IMP.	-1.111.320	-13.335.840	-11.330.789	-9.061.360	-6.501.607	-3.623.318
(menos) Impuestos	38,5%	0	0	0	0	0
UTILIDAD NETA		-13.335.840	-11.330.789	-9.061.360	-6.501.607	-3.623.318

Fuente: Cálculos con base en Sociedad Minera Trompeteros y PRS. 2004

Anexo C. Flujo de fondos y Tasa Interna de Retorno Sociedad Minera Trompetero sin proyecto

<i>FLUJO DE FONDOS \$</i>	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FUENTES:						
Utilidad Neta		-13.335.840	-11.330.789	-9.061.360	-6.501.607	-3.623.318
Depreciación		12.450.000	12.450.000	12.450.000	12.450.000	12.450.000
Capital	129.500.000					
TOTAL FUENTES	129.500.000	-885.840	1.119.211	3.388.640	5.948.393	8.826.682

USOS:						
Activo Fijo	129.500.000					
TOTAL USOS						
TASA INTERNA DE RETORNO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FUENTES:						
Ingresos		-885.840	1.119.211	3.388.640	5.948.393	8.826.682
Egresos	129.500.000					
Flujo Neto	-129.500.000	-885.840	1.119.211	3.388.640	5.948.393	8.826.682
TIR						

Fuente: Cálculos con base en Sociedad Minera Trompetero y PRS. 2004

Anexo D. Consumo y producción de la Sociedad Minera Trompeteros con Mejora Tecnológica.

		MENSUAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Producto							
Roca molida ton/día		13					
Número de días trabajados		20	240	240	240	240	240
Total ton/roca molida		260	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120
Concentración de gr/oro por ton/roca		6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Contenido de gr/oro por ton/roca		1.612	19.344	19.344	19.344	19.344	19.344
Recuperación de oro en el proceso		65%	65%	65%	65%	65%	65%
Cantidad de gr/oro obtenida		1.048	12.574	12.574	12.574	12.574	12.574
Precio de oro puro \$/Gr		32.000	32.000	34.240	36.637	39.201	41.945
Total producción oro \$		33.529.600	402.355.200	430.520.064	460.656.468	492.902.421	527.405.591
Insumos	Redc.						
Cianuro Kg/ton roca molida (Redc.de 40%)	40%	120	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440
Precio cianuro \$/kg		5.000	5.000	5.300	5.618	5.955	6.312
Cons. cianuro \$		600.000	7.200.000	7.632.000	8.089.920	8.575.315	9.089.834
Mercurio Kg/ton roca molida (Redc. de 100%)	100%	0	0	0	0	0	0
Precio mercurio \$/kg		45.000	45.000	47.700	50.562	53.596	56.811
Cons. Mercurio		0	0	0	0	0	0
Zinc Kg/ton roca molida		60	720	720	720	720	720
Precio zinc \$/kg		7.300	7.300	7.738	8.202	8.694	9.216
Cons. zinc \$		438.000	5.256.000	5.571.360	5.905.642	6.259.980	6.635.579
Carburo Kg/ton roca molida		60	720	720	720	720	720
Precio carburo \$/kg		5.583	5.583	5.918	6.273	6.650	7.049
Cons. carburo \$		335.000	4.020.000	4.261.200	4.516.872	4.787.884	5.075.157
Cal bulto/ton roca molida		15	180	180	180	180	180
Precio cal \$/bulto		6.500	6.500	6.890	7.303	7.742	8.206
Consumo cal \$		97.500	1.170.000	1.240.200	1.314.612	1.393.489	1.477.098
Puntillas/arrobas		12	144	144	144	144	144
Precio puntillas \$/arroba		4.667	4.667	4.947	5.243	5.558	5.892

Cons. puntillas \$		56.000	672.000	712.320	755.059	800.363	848.385
Cons. pruebas de laboratorio \$		60.000	720.000	763.200	808.992	857.532	908.983
Cons. explosivos \$		1.000.000	12.000.000	12.720.000	13.483.200	14.292.192	15.149.724
Cons. químicos \$		20.000	240.000	254.400	269.664	285.844	302.994
Cons. cintas ph \$		35.000	420.000	445.200	471.912	500.227	530.240
Cons. palas \$		36.000	432.000	457.920	485.395	514.519	545.390
Cons. aceite para martillos \$		48.000	576.000	610.560	647.194	686.025	727.187
Cons. aceite para el compresor \$		205.000	2.460.000	2.607.600	2.764.056	2.929.899	3.105.693
Cons. grasa para molinos y vagonetas \$		45.000	540.000	572.400	606.744	643.149	681.738
Total insumos \$		3.020.500	36.246.000	38.420.760	40.726.006	43.169.566	45.759.740
Salario \$ minero		680.000	8.160.000	8.649.600	9.168.576	9.718.691	10.301.812
Número de mineros		15	15	15	15	15	15
Total \$ salario mineros		10.200.000	122.400.000	129.744.000	137.528.640	145.780.358	154.527.180
Turneros \$		1.000.000	12.000.000	12.720.000	13.483.200	14.292.192	15.149.724
Total nómina \$		11.200.000	134.400.000	142.464.000	151.011.840	160.072.550	169.676.903
Depreciación (años)			(\$/año)				
Construcción		20	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Maquinaria y equipo		10	11.950.000	11.950.000	11.950.000	11.950.000	11.950.000
PARÁMETROS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5		
Inflación	6%	6%	6%	6%	6%		
Incremento precio oro	7%	7%	7%	7%	7%		
Incremento salario mínimo	6%	6%	6%	6%	6%		
Incremento en ventas	0%	0%	0%	0%	0%		
PLAN DE INVERSIONES \$							
Inversión Fija				166.250.000			
Acondicionamiento local				10.000.000			
Maquinaria y equipo				119.500.000			
Equipo adicional				31.000.000			
Materiales y transporte equipo		25%	23.000.000	5.750.000			
TOTAL INVERSIÓN				166.250.000			

Fuente: Cálculos con base en Sociedad Minera Trompetero, 2004

Anexo E. Descripción del capital fijo Sociedad Minera Trompetero

EMPRESA "TROMPETERO"			
CAPITAL FIJO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Molino Californiano	2	15,000,000	30,000,000
Canaletas		2,000,000	2,000,000
Martillo neumático	5	12,000,000	60000000
Vagonetas	3	1,500,000	4500000
Herramientas		1,000,000	1,000,000
Planta de cianuración	6	2,500,000	15,000,000
Tanque de deslode	2	2,000,000	4,000,000
Barril amalgamador	2	1,500,000	3000000
Lote		10,000,000	10,000,000
TOTAL		47,500,000	129,500,000

Fuente: Sociedad Minera Trompetero. 2004

Anexo F. Estado de pérdidas y ganancias Sociedad Minera Trompetero con proyecto

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS	\$/mes	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
TOTAL VENTAS	33.529.600	402.355.200	430.520.064	460.656.468	492.902.421	527.405.591
(menos) regalías 5%	1.676.480	20.117.760	21.526.003	23.032.823	24.645.121	26.370.280
Ventas netas	31.853.120	382.237.440	408.994.061	437.623.645	468.257.300	501.035.311
1. Insumos	3.020.500	36.246.000	38.420.760	40.726.006	43.169.566	45.759.740
2. Mano de obra directa	11.200.000	134.400.000	142.464.000	151.011.840	160.072.550	169.676.903
3, Gastos de Fabricación	2.597.500	31.170.000	32.293.200	33.483.792	34.745.820	36.083.569
Deprec.Equipo.Vehic.Constr.	1.037.500	12.450.000	12.450.000	12.450.000	12.450.000	12.450.000
Gastos de administración	50.000	600.000	636.000	674.160	714.610	757.486
Energía Eléctrica	1.500.000	18.000.000	19.080.000	20.224.800	21.438.288	22.724.585
Agua	10.000	120.000	127.200	134.832	142.922	151.497
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN	16.818.000	201.816.000	213.177.960	225.221.638	237.987.936	251.520.212
UTILIDAD BRUTA	15.035.120	180.421.440	195.816.101	212.402.007	230.269.364	249.515.099
Gastos Administrativos y de Ventas						
Gerente	1.000.000	12.000.000	12.720.000	13.483.200	14.292.192	15.149.724
UTILIDADES OPERACIONALES		168.421.440	183.096.101	198.918.807	215.977.172	234.365.376
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		168.421.440	183.096.101	198.918.807	215.977.172	234.365.376
(menos) Impuestos	38,5%	64.842.254	70.491.999	76.583.741	83.151.211	90.230.670
UTILIDAD NETA		103.579.186	112.604.102	122.335.067	132.825.961	144.134.706

Fuente: Cálculos con base en Sociedad Minera Trompetero, 2004

Anexo G. Flujo de fondos y Tasa Interna de Retorno Sociedad Minera Trompetero con proyecto

<i>FLUJO DE FONDOS \$</i>	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FUENTES:						
Utilidad Neta		103.579.186	112.604.102	122.335.067	132.825.961	144.134.706
Depreciación		12.450.000	12.450.000	12.450.000	12.450.000	12.450.000
TOTAL FUENTES		116.029.186	125.054.102	134.785.067	145.275.961	156.584.706
USOS:						
Activo Fijo	166.250.000					
TOTAL USOS	166.250.000					
TASA INTERNA DE						
RETORNO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FUENTES:						
Ingresos		116.029.186	125.054.102	134.785.067	145.275.961	156.584.706
Egresos	166.250.000					
Flujo Neto	166.250.000	116.029.186	125.054.102	134.785.067	145.275.961	156.584.706
TIR	70,5%					

Fuente: Cálculos con base en Sociedad Minera Trompetero, 2004

Anexo H. Evaluación financiera del negocio Sociedad Minera Trompetero con proyecto financiado

<i>Financiación</i>		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CREDITO	36.750.000					
Cuota mensual	1.531.250	18.375.000	18.375.000			
<i>FLUJO DE FONDOS \$</i>	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FUENTES:						
Utilidad Neta		103.579.186	112.604.102	122.335.067	132.825.961	144.134.706
Depreciación		12.450.000	12.450.000	12.450.000	12.450.000	12.450.000
Crédito	36.750.000					
TOTAL FUENTES	36.750.000	116.029.186	125.054.102	134.785.067	145.275.961	156.584.706
USOS:						
Activo Fijo	166.250.000					
TOTAL USOS	166.250.000					
<i>TASA INTERNA DE RETORNO</i>	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FUENTES:						
Ingresos	36.750.000	116.029.186	125.054.102	134.785.067	145.275.961	156.584.706
Egresos	166.250.000	18.375.000	18.375.000			
Flujo Neto	-129.500.000	97.654.186	106.679.102	134.785.067	145.275.961	156.584.706
TIR	81,9%					

Fuente: Cálculos con base en Sociedad Minera Trompetero, 2004

Anexo I. Costos de la Compañía de Acueducto Metropolitano de Bucaramanga. Planta Bosconia.

	AÑO 2001	AÑO 2002	AÑO 2003
INSUMOS			
consumo sulfato de aluminio/kg	119,555	95,325	87,050
precio sulfato de aluminio/kg	350	398	398
Consumo sulfato de aluminio \$	41.844.250	37.939.350	34.645.900
Consumo cloro/kg	1.873.05	2.444.5	1.829.5
precio cloro gas/ kg	1,141	1,334	1,764
Consumo cloro \$	2,137,150	3,260,963	3,227,238
consumo cal/ kg	16,800	8,160	7,620
precio cal \$/kg	237	237	237
Consumo cal \$	3.981.600	19.333.920	1.805.940
Total insumos \$	47,963,000	43,134,233	39,679,078
PRUEBAS DE LABORATORIO			
consumo muestras mercurio	33,246,028	35,368,114.89	33,246,028.00
No muestras mercurio	10,561	10,561	10,561
precio muestra mercurio/unidad	3,148	3,348.94	3,148.00
Consumo muestras Cianuro	42,898,782	45,472,708.92	48201071.46
No muestras Cianuro	10,561	10,561	10,561
precio muestra cianuro/unidad	4,062	4305.72	4564.0632
Total pruebas de laboratorio \$	76,144,810	80,840,823.81	81,447,099.46
		6%	1%
	124,107,810	123,975,057	121,126,177
Costo horas pretratamiento			
horas diurnas \$	4,554,014	1,338,081	2,423,790
No horas diurnas	570	158	270
precio hora/diurna	7,989	8,469	8,977
horas extras diurnas \$	1,425,067	1,058,585	2,423,790
No de horas extras diurnas	127	100	114.5
precio hora/extra diurna	9,987	10,586	11,221
horas extras nocturnas \$	1,034,656	2,371,321	2,309,370
No horas/extras nocturnas	74	160	147

precio hora/extra nocturna	13,982	14,821	15710
horas extras fest. Diurnas \$	242,678	876,517	838,217
No horas/extras festivas diurnas	13.5	46	41.5
precio hora/extra festiva diurna	17,976	19,055	20198
horas extras fest. Nocturnas \$	307,736	384,450	1,024,967
No horas/extras festivas nocturnas	14	16.5	41.5
precio hora/extra festiva nocturna	21,981	23,300	24698
Total consumo horas predosificadas \$	7,564,151	6,028,954	9,020,134
		-20%	50%
TOTAL COSTOS PRETRATAMIENTO	131,671,961	130,004,011	130,146,311
		-1%	0%

VALORIZACIÓN DE PRESIMENTADORES		BOSCONIA (\$)		
DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Excavación y retiro	M3	12.000	35.000	420.000.000
Rellenos	M3	2.000	10.000	20.000.000
Concreto 300 PSI	M3	1.200	550.000	660.000.000
Acero de refuerzo	KG	108.000	3.800	410.400.000
Pozos de Inspección	UND	8	2.500.000	20.000.000
Tubería GRS 18"	ML	60	400.000	24.000.000
Tubería GRS 24"	ML	200	600.000	120.000.000
Compuertas	UND	8	5.000.000	30.000.000
Total				1.704.400.000

Fuente: Acueducto Metropolitano de Bucaramanga. 2004

Anexo J. Evaluación del impacto económico del proyecto Río Suratá

INVERSION	Hasta el 2003
MINISTERIO DE MINAS	55.068.032
C.D.M.B	567.312.787
CA ACUEDUCTO	540.530.625
GOBERNACIÓN SANTANDER	586.549.000
UIS	20.000.000
COOPERACION ALEMANA Equipo	250.000.000
COOPERACION ALEMANA	
Capacitación	300.000.000
INVERSIÓN AÑO 2004	310.000.000
TOTAL	2.629.460.444

Fuente: Coordinación Técnica. Proyecto Río Suratá. 2004

Anexo K. Beneficios generados por el proyecto

1) INCREMENTO MINEROS	N. Emp. Prom.	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Trompeteros		116.915.026	123.934.891	131.396.427	139.327.568	147.758.024
Total mineros	5	584.575.128	619.674.454	656.982.135	696.637.840	738.790.120
2) AHORRO COSTOS AMB		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
AHORRO COSTOS AMB	40%	52.668.784	56.945.490	61.569.464	66.568.904	71.974.299
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
BENEFICIOS		709.003.172	748.379.203	718.551.599	763.206.744	810.764.419
COSTOS	2.629.460.444					

Fuente: Coordinación Técnica. Proyecto Río Suratá. 2004

Anexo L. Flujo de Retorno Financiero

FLUJO RETORNO FINANCIERO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Flujo Neto	-2.629.460.444	709.003.172	748.379.203	718.551.599	763.206.744	810.764.419
TIR	12.9%					

Fuente: Cálculos con base en datos Sociedad Minera Trompetero, PRS y AMB.

Anexo M. Análisis Beneficio/ costo

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
BENEFICIOS		709.003.172	748.379.203	718.551.599	763.206.744	810.764.419
COSTOS	2.629.460.444					
Tasa social de descuento DNP (BPIN)				11,8%		
Tasa social de descuento sugerida				5,0%		
Tasa Social de descuento del DNP						
VP Beneficios				2.699.802.229		
VP Costos				-2.629.802.229		
Relación Beneficio/Costo				1.03		
VPN				70.341.785		
Tasa Social de descuento sugerida						
VP Beneficios				3.237.902.216		
VP costos				-2.629.460.444		
Relación Beneficio/Costo				1.23		
VPN				608.441.772		

Fuente: Cálculos con base en datos Sociedad Minera Trompetero, PRS y AMB

