

APLICACIÓN DEL INSTRUMENTAL ANALITICO DE LA ECONOMICO ECOLOGICO
AL SECTOR MINERO DEL NORTE DE SANTANDER Y EL PAIS

TANIA JUANITA VILLAMIZAR SOLANO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD

AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

INGENIERIA AMBIENTAL

PAMPLONA MAYO 2017

APLICACIÓN DEL INSTRUMENTAL ANALITICO DE LA ECONOMICO ECOLOGICO
AL SECTOR MINERO DEL NORTE DE SANTANDER Y EL PAIS

TANIA JUANITA VILLAMIZAR SOLANO

Monografía

Asesor:

MARIA FERNANDA DOMINGUEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD

AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

INGENIERIA AMBIENTAL

PAMPLONA MAYO 2017

DEDICATORIA

A mi nonita Alba Villamizar de Solano quien fue y seguirá siendo la guía en mi camino,
mostrándome siempre los escalones por los cuales transitar.

Siempre estarás presente.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, especialmente a dos hombres que la motivan y me hacen querer ser mejor persona, mi papa Eliseo Villamizar gracias por todo tu esfuerzo en trabajar para que nada me faltara y por tu amor incondicional y a mi tío Kico Villamizar por apoyarme y ser ese ser hermoso mi segundo papa.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	7
OBJETIVOS	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos.....	11
CAPITULO I.....	12
DE LA ECONOMIA AMBIENTAL A LA ECONOMIA ECOLOGICA: INSTRUMENTAL PARA LA INGENIERIA AMBIENTAL	12
1.MODELO ORTODOXO	13
1.1 Marco para el Análisis	16
1.2 MODELO HOTELLING	18
2.LA ECONOMIA ECOLOGICA	19
2.1PLANTEAMIENTOS.....	23
2.1.1 La termodinámica	23
3.LA INGENIERIA AMBIENTAL Y LA ECONOMIA ECOLOGICA	28
CAPITULO II.....	32
¿HAY ESPERANZAS PARA LA SOSTENIBILIDAD?: MODELOS.	32
1. ALGUNOS DE LOS MODELOS.....	36
1.1. MODELO DE FLUJO DE MATERIALES EN SISTEMAS HUMANOS.....	38
1.2. MODELO DE CICLO DE VIDA	40
1.3MODELO DE PRODUCCION MAS LIMPIA.....	44
1.4MODELOS DE PROGRAMACION POR OBJETIVOS MULTIPLES	46
1.5MODELOS PARA EL ESTUDIO DE SERVICIOS AMBIENTALES.....	48
1.6MODELO PARA LA MINERIA.....	50
1.6.1 El Modelo de Producción	51

1.6.2	Calculo de la Energía Neta	52
CAPITULO III.....		55
LA MINERIA Y SUS IMPACTOS: COLOMBIA Y NORTE DE SANTANDER		55
1. ANTECEDENTES		55
1.1 LA MINERIA HOY		59
1.1.1. Colombia.....		59
1.1.2. Norte de Santander.....		61
1.3 ¿CUALES SON LOS IMPACTOS DE LA MINERIA?		62
CONCLUSIONES.....		77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		82

INTRODUCCION

Es evidente que la actividad del hombre sobre el planeta ha sido desde todo punto de vista depredadora y particularmente cuando los países más desarrollados pasaron de taylorismo¹ al fordismo² y las postofordismo³ como las expresiones más representativas de los modelos en los que la ganancia y el consumismo se convirtieron en el hilo conductor.

En la llamada globalización se ha desatado una carrera donde el único perdedor va a ser el mundo que hoy conocemos, porque las grandes potencias han decidido que el camino correcto es producir y explotar más para conquistar las ganancias más fabulosas, a costa de la estabilidad del planeta. El cambio climático, la contaminación, la disminución de la capa de ozono, la pérdida de los cascos polares y en fin un sinnúmero de fenómenos que hoy en día son apenas noticias.

La explotación de petróleo y la utilización de nuevas técnicas como el cracking que producen exorbitantes daños ambientales, el lanzar a la atmosfera todos los desechos de la producción, la contaminación de los mares, la deforestación de los bosques, los químicos que afectan la capa de ozono y la vida, el mal procesamiento de los desechos, la destrucción del hábitat y el mal uso de los recursos naturales.

¹ El Taylorismo es un sistema de organización científica racional de las tareas laborales que apuesta por la mecanización para incrementar la eficiencia.

² El Fordismo se caracteriza por la producción en cadena o en serie

³ El posfordismo es un modelo de automatización flexible, que introduce nuevas tecnologías, que permite la subcontratación de parte del proceso, crean redes de empresas, producen justo a tiempo, flexibiliza el mercado laboral precarizando el trabajo

Parece que estamos enfrentados a una carrera donde le premio mayor es acabar con la vida en el planeta tierra y hasta existen personajes nefastos como el señor Trump presidente de USA que en su avaricia por el vil metal se atreve a negar la realidad.

Pero no todo está perdido pues se ha empezado a expandir una conciencia ambiental de preservación, que poco apoco avenida incluyendo cada día más países y el último compromiso está firmado en el protocolo de Kioto, donde se comprometieron a reducir las emisiones de 6 gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.

De otra parte, pareciera que la ingeniería ambiental siguiera presa de los viejos conceptos empresariales de la llamada economía ambiental y siguiera utilizando sus modelos en tanto quisieran morigerar los impactos ambientales y sin detenerse a pensar que nuestro compromiso va mucho más allá de fijar algunas pautas para tratar de controlar el deterioro del medio ambiente.

Es por eso que el presente trabajo es pertinente, porque en él se pretende dejar al descubierto que existen otros caminos científicos para que en la transdisciplinariedad podamos aportar junto con los físicos, químicos, economistas, etc., tal y como lo transcribiera Garay (2002) “Como lo señala con claridad Nicolescu (2002), “la transdisciplinariedad concierne, como lo indica el prefijo “trans”, a lo que simultáneamente es entre las disciplinas a través de las diferentes disciplinas y más allá de toda disciplina. Su finalidad es la comprensión del mundo presente, uno de cuyos

imperativos es la unidad del conocimiento. (...) la transdisciplinariedad se interesa en la dinámica que se engendra por la acción simultánea de varios niveles de realidad”⁴.

Es ahí donde aparece la relación entre la ingeniería ambiental y la economía ecológica, pues de lo que se trata entonces es partir de la termodinámica, de sus leyes y en un proceso transdisciplinar, de dar los pasos para que podamos dejarles a las generaciones futuras la posibilidad de disfrutar este planeta, no se trata del culto a la vida silvestre o la defensa de la naturaleza prístina, se trata de que globalmente se asuma que la carrera por acabarlo debe detenerse.

Por eso en el primer capítulo de esta monografía, se aborda el proceso de construcción teórica desde la llamada economía ambiental neoclásica que lo único que pretende es solucionar el problema de las llamadas externalidades que produce la desaforada carrera capitalista; pasando por las nuevas y conscientes formulaciones de Nicholas Georgescu Roegen que expreso en la magistral obra La Ley de Entropía y el Proceso Económico, en la cual logra establecer claramente la relación entre las obras del hombre y las ciencias de la naturaleza y que ha seguido siendo desarrollado por teóricos de la escuela francesa y del mundo.

Finalmente, en este primer capítulo se establece la relación entre la ingeniería ambiental y la economía ecológica.

En el segundo se pretende mostrar el proceso de la construcción económica del intento de incorporar la naturaleza en los procesos económicos y el título así lo menciona específicamente: Hay Esperanza para la sostenibilidad.

⁴ En Garay Luis Jorge, Minería como sistema complejo, gobernanza adaptativa y ecología política. Contraloría General de la Republica

Y aquí se parte de formular alguno de los modelos más importantes, como el modelo de flujo de materiales en sistemas humanos, el modelo de ciclo de vida, producción más limpia, de programación por objetivos múltiples, para el estudio de servicios ambientales y finalmente el modelo para la minería construido en nuestro país.

En el tercer capítulo el trabajo incursiona en la historia de la minería en Colombia y Norte de Santander, mostrando que durante más de trecientos años solo se exporto oro y plata; luego petróleo, carbón, níquel y platino y algunas piedras preciosas como la esmeralda y que este proceso tuvo su máximo esplendor en el gobierno de Uribe quien se dedicó a feriar las licencias de explotación minera a las trasnacionales sin detenerse a pensar en los impactos planetarios que ello podía producir.

Allí también entrara en escena las consecuencias de la carrera minera y los desastres ambientales que ha causado, tanto legal como ilegalmente.

OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar la minería como uno de los causantes más importantes del deterioro ambiental en Colombia y Norte de Santander, que requiere de la aplicación por parte de los ingenieros ambientales de modelos que eviten la destrucción de la vida en el país y el planeta e implementen propuestas de sostenibilidad.

Objetivos Específicos

1. Reconocer las propuestas de la economía ambiental, sus aspectos más importantes y sus falencias y la utilización de modelos matemáticos que se alejan de la realidad.
2. Establecer las bases de la economía ecológica desde la termodinámica y la preservación del planeta, sus modelos de sostenibilidad.
3. Avanzar en la identificación de las afectaciones ambientales que la minería genera y sus consecuencias en las comunidades dentro y fuera de las áreas de explotación, entendidas estas afectaciones como los costos sociales no medibles cuánticamente sino socialmente aplicando el instrumental teórico de la economía ecológica.
4. Auscultar la aplicación de modelos de economía ecológica a los más variados procesos económicos y deducir sus bondades.

CAPITULO I

DE LA ECONOMIA AMBIENTAL A LA ECONOMIA ECOLOGICA: INSTRUMENTAL PARA LA INGENIERIA AMBIENTAL

Un importante teórico asevero que la Economía era la ciencia social que más se parecía a la ingeniería (Schumpeter, 1954) y lo sostenía por el andamiaje matemático que la soporta. Es evidente la matemática en economía que, incluso podría decirse que tiene mayor presencia en sus análisis que las ingenierías, de tal suerte que hasta ha aparecido la economía matemática que tiene amplio desarrollo en universidades como la de los Andes de Bogotá y Nacional.

También podemos decir que los análisis de la economía neoclásica se soportan de tal manera en el instrumental matemático, que dan lugar, partiendo de la función de producción microeconómica, a complejos modelos que en la medida en que se van incluyendo más y más supuestos, llega a situaciones que ellos mismos denominan como de **bienaventuranza** en donde la vida real se convierte en una talanquera, en el infierno vulgar de la realidad frente al cielo del modelo teórico más perfecto (Cataño, 2004).

En la economía casi desde siempre ha existido una profunda línea separadora entre dos grandes corrientes: la ortodoxa y la heterodoxa; y esas diferencias están marcadas por la aceptación o no de la incorporación de variables cualitativas, o de situaciones que atenten contra el modelo, como por ejemplo la materia y la energía

Para Arribas (2007), Como la ingeniería ambiental tiene que ver y mucho con la economía y sus expresiones, nos dedicaremos en los siguientes párrafos a dilucidar los

soportes de la llamada economía ambiental expresión clara de los modelos de mercados y la economía ecológica expresión viva de la transdisciplinariedad.

1. MODELO ORTODOXO

La corriente ortodoxa que surge a finales del siglo XIX, se conoce como la escuela neoclásica. Construye su modelo de mercado de competencia perfecta donde operan libremente la oferta y demanda, los individuos son racionales sean consumidores o empresarios, maximizan satisfacción o utilidad y minimizan costos. Sus modelos utilizan instrumental matemático y geométrico y utilizan otras ciencias como la psicología, para describir el comportamiento racional. Allí no existe el tiempo, la materia ni la energía.

Cuando un individuo elige una canasta de consumo, se basa en un objetivo implícito no observable para el resto de la población y que se conoce como las preferencias de los consumidores. Así pues, el consumidor elige de una manera racional una canasta de bienes para satisfacer sus preferencias.

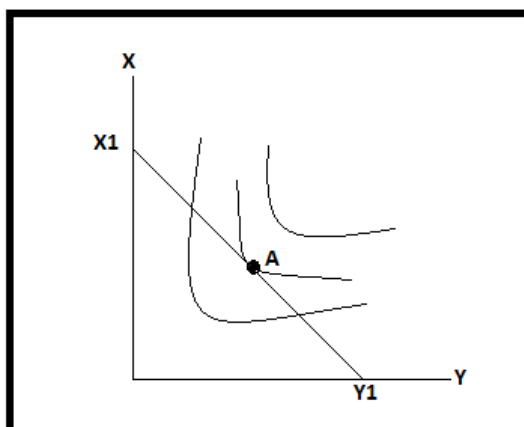
Cuando un consumidor elige entre canastas de bienes y cantidad de bienes no puede escoger un consumo ilimitado. La cantidad de ingreso disponible determina la canasta de bienes que el individuo puede escoger y si tuviera ingreso ilimitado, tendría que contar con el factor tiempo que si Es limitado para consumir los bienes; por lo tanto, debe sacrificar el consumo de unos bienes para incrementar el consumo de sus bienes preferidos (Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de la Republica 2012).

Este comportamiento del consumidor se puede expresar a partir de un instrumento denominado las curvas de indiferencia que tienen 4 propiedades: 1. No saciedad, 2. Pendiente negativa, 3. Transitividad y 4. Convexidad (Cuerdo y Freyre, 2016).

Entonces tenemos que existen infinito número de curvas de indiferencia y cada una de ellas expresa un nivel de utilidad o satisfacción. El consumidor tiene una restricción que es su ingreso limitado y con el buscara el nivel de utilidad mayor posible o la canasta de bienes más preferida.

Entonces concluyendo: un consumidor cualquiera actúa racionalmente maximizando su satisfacción y minimizando su coste; se ubica dentro de un mapa de curvas de indiferencia en la más alta posible que le permite su ingreso limitado (ver grafica 1).

Figura 1. Mapa de curvas de indiferencia.



Sobre este andamiaje se monta, casi como repetición la denominada teoría del productor, donde ahora las curvas se llamarán isóclinas y la restricción isocuantas; pero ahora se trata de maximizar la producción y minimizar los costos y surge el punto de máximas ganancias.

Es sobre estos aspectos que por allá en la década del sesenta apareció el análisis económico de los problemas ambientales al que se le dio el nombre de las externalidades, que no es otra cosa que tratar de incluir a la sociedad dentro del análisis de costos y beneficios. (Rionda, 2006).

Para este punto de vista el ambiente no es otra cosa que el entorno dentro del cual se presentan todo tipo de actividades del hombre y la sociedad que impactan positiva o negativamente el entorno ambiental. Y todo se reduce a que existe una parte de la sociedad que se ve impactada por el uso de los recursos y que no perciben algún tipo de retribución por el proceso.

Se reduce el asunto a un mero problema de mercado entre los productores-oferentes y los demandantes-consumidores y establece que los beneficios que cada uno de ellos deriva del intercambio se expresan en los precios de los bienes transados.

Pero el mercado **no es perfecto**, y, en la producción, el intercambio y el consumo, pueden aparecer situaciones indeseables que afectan a alguno de los participantes. Este problema se puede analizar en dos escenarios:

- a) Cuando una relación de intercambio tiene un impacto negativo en algún miembro, pero que expresa sus preferencias al participar en la decisión que genera el impacto;
- b) Al tener en cuenta a quienes se ven afectados sin que ellos hayan participado en dicha elección que produjo para ellos efectos negativos.

En estas dos situaciones tenemos entonces, individuos que pueden tener impactos negativos de su propia decisión e individuos que sin participar en la elección se ven afectados por la misma. He aquí una externalidad negativa.

Las externalidades muestran claramente la existencia de imperfecciones del mercado y por eso se hace necesaria la intervención del estado mediante multas, subvencionar los gastos para reducirlas, reglar para atenuar y definir un conjunto de derechos de propiedad que disuada a los individuos de ocasionar externalidades negativas (Stiglitz, 1997).

No se trata en esta monografía el abordar en profundidad los aspectos teóricos que involucra las llamadas externalidades (positivas o negativas), sino tratar de buscar las formulaciones que pueden ilustrar la relación entre el medio ambiente y la escuela económica neoclásico u ortodoxa y cae como anillo al dedo la argumentación del análisis de aquellos factores que utilizan la producción y el consumo, que surgen de fenómenos naturales o biológicos, químicos o geológicos que tienen ocurrencia en la naturaleza.

Los clasifican de acuerdo a la cantidad disponible y su proceso de regeneración que dependen de condiciones naturales por fuera del control del hombre tales como el suelo, los minerales metálicos, los combustibles fósiles, los paisajes y otros recursos o los bosques, la fauna, la flora, el agua, el aire y los demás de origen biológico.

Entonces tenemos que el problema a resolver tiene que ver con la asignación intertemporal de los recursos y la sociedad debe decidir cuánto consume ahora y cuanto deja para el futuro (Mendieta, 2014).

1.1 Marco para el Análisis

Uno de los modelos más interesantes es el planteado por MCINERNEY JHON donde utiliza las variables: demanda, costo marginal de producción, discriminación de precios, tasa de descuento y el principio de equimarginalidad, para mostrar cómo se asignan óptimamente los recursos, bajo los supuestos siguientes:

- a) La existencia disponible del recurso natural se utiliza en un periodo de tiempo hasta que satisface a la sociedad.
- b) Abarca en la planeación dos periodos discretos: el presente T_0 y el futuro T_f .

- c) Las preferencias sociales de recursos son curvas de demanda (o los beneficios sociales marginales del consumo del recurso).
- d) Ya están establecidos los costos de extracción presente y futura.
- e) Cada recurso tiene un solo uso.
- f) Hay cuatro tipos de recursos naturales: renovables, no renovables, reciclables, biológicos y recurso de flujo.

El análisis se hace mediante un mapa de curvas de indiferencia que muestran las preferencias relativas en el consumo en dos periodos. La pendiente de una curva de indiferencia es la tasa marginal de sustitución entre el consumo actual y el consumo futuro, mostrando cuanto se sacrifica del futuro por el actual y los agentes económicos prefieren el consumo actual frente al consumo futuro.

La asignación óptima de un recurso en el tiempo parte de una existencia fija del recurso (S) que ni se deprecia ni aprecia en el tiempo, la sociedad tiene establecido un consumo intertemporal indicado por la restricción ss , con un agotamiento total en T_0 , o la conservación total en T_1 .

En la figura siguiente se expresa la situación anterior y se incorpora el mapa de indiferencia y en ella encontramos que, si se consumen C_0 unidades ahora, se dejan para el futuro ($S - C_0$) y encontramos las tres situaciones que se expresan en la gráfica, donde la primera muestra una asignación igual entre el presente y el futuro; la segunda más en el presente y menos en el futuro y la tercera que inversa de la segunda.

El modelo continúa formulando el comportamiento económico a partir de los instrumentos de la teoría del productor incorporada en lo ambiental y para determinar la utilización óptima de los recursos naturales se parte de dos periodos con costos de

extracción marginales constantes donde se igualan los beneficios marginales sociales netos del consumo actual y futuro.

Para el caso de los recursos naturales no renovables, es claro que tienen una existencia finita y su tasa de renovación es igual a cero; por eso cuando consumimos una unidad del el, esta se destruye. Para nuestra grafica el límite del consumo futuro es la cantidad que está disponible después de satisfecha la demanda en T_0 y la situación óptima se encuentra cuando una asignación intertemporal se satisface cuando el beneficio neto derivado de la última unidad del recurso extraído T_0 sea igual al beneficio de la última unidad extraída en T_1 .

También existen situaciones optimas de asignación de recursos reciclables, para casos como el oro, el cobro y otros metales, que para el caso de esta presentación no es necesario explicitar (Mcinerney, 1976).

1.2 MODELO HOTELLING

Harold Hotelling se graduó de periodista y magister en matemáticas de la Universidad de Washington, doctor de matemáticas de la U de Princeton quien con sus aportes produjo el resurgimiento de la teoría marginalista (neoclásica) en la década del 30 del siglo XX.

Su modelo analiza el punto óptimo de extracción o periodo óptimo de agotamiento y la tasa optima de extracción de un recurso natural durante toda su vida útil. Está determinado por la demanda, por la tecnología y por las reservas disponibles. La extracción del recurso no renovable provoca un incremento de su precio en la misma dirección que la tasa de descuento reflejando una mayor escasez y en la medida que se agota ella decrece.

Los supuestos del modelo son los siguientes:

- a) cero costos de extracción del mineral
- b) la oferta del recurso es elástica
- c) en estas condiciones el beneficio es igual al ingreso por la venta del recurso. Si los precios son bajos extraerá en el presente para invertir en otras alternativas y si los precios esperados en el futuro son altos conservara hasta conseguir el mayor beneficio, siempre que la tasa de interés de la economía sea menor que los precios y la máxima ganancia se encontrara cuando la tasa de cambio de los precios sea igual a la tasa de interés.

Hotelling es el primero que formula una nueva teoría para evaluar la conservación de los recursos naturales, luego existen desarrollos importantes que no abordaremos en esta monografía (ugr.es 1995).

2. LA ECONOMIA ECOLOGICA

Es evidente que siempre ha existido relación entre la economía y el sustrato biofísico que la sostiene y ha sido interés especialmente de la corriente heterodoxa interesada en la incorporación de variables cualitativas y cuantitativas que han superado el mero análisis del mercado. Ya David Ricardo y Marx en la formulación de la teoría de la renta del suelo se habían propuesto evidenciar dicha relación y por allá en los años sesenta del siglo XX empezó a ser materia de estudio los impactos que la actividad económica tenía sobre los ecosistemas.

La economía ecológica apenas va transitando por lo que podríamos llamar el segmento adolescente que reclama un enfoque eco integrador, que desde luego afecta el método, los instrumentos y demás aspectos de la economía, al traspasar el ámbito

tradicional y convertirla en transdisciplinario cuando establece un sistema abierto para la economía, pues se ocupara de las interrelaciones dinámicas con el conjunto total de los sistemas físico y social.

Es una verdad irrefutable que en nuestro planeta la vida material del hombre esta entrelazada con los procesos de producción y reproducción de bienes y por supuesto relaciones variadísimas que se mueven dentro de ciclos que se presentan periódicamente. Por eso la economía ecológica tienen un enfoque eco sistémico que se fundamenta en las leyes de la termodinámica y que es una carga de profundidad contra el centro de la argumentación neoclásica de las externalidades, pues no es algo que suceda esporádicamente, pues es materia misma del proceso de producción (Castiblanco, 2007).

Dentro de los que podemos considerar como los teóricos que han venido creando las bases de la economía ecológica encontramos científicos del más diverso origen: químicos, físicos, biólogos, ingenieros, médicos y economistas.

A finales del siglo XIX y comienzo del XX, el biólogo Patrick Geddes, el ingeniero Josep Popper y el medico Sergei Podolinsky, intentaron promover una visión biofísica de la economía, el premio nobel de física Frederick Soddy, el economista Bulding en 1966 quien considera a la tierra como una nave espacial que fue lanzada a un viaje muy largo cuya fuente de energía será la solar e internamente algún stock que en la medida que se gaste también disminuirá la esperanza de vida, salvo que puedan reciclar. Muestra la relación circular entre economía y medio ambiente.

Solo a nivel de ilustración vamos a presentar a tres de los más importantes exponentes de la economía ecológica, el primero de los cuales es Nicolas Georgescu roegen quien nació el 4 de febrero de 1906 en Rumania, de escasos recursos siempre

tuvo que trabajar para lograr su subsistencia y gracias a su inteligencia se ganó becas estatales que le permitieron licenciarse en la universidad de Bucarest en 1926, luego delo cual en la Sorbona de Paris se doctoro en Estadística.

Más tarde, en la University College de Londres se familiarizo con los trabajos de biología matemática, la genética de las poblaciones y la teoría de la evolución; estudio “el principio de Carnot” que incorpora a su formulación sobre las condiciones materiales delos procesos económicos (Gómez, 1977).

Colaboro con uno de los más grandes economistas: Joseph Schumpeter y en Harvard se formó como economista siendo amigo de Paul Samuelson y Wassily Leontief reconocidos por sus aportes a la ciencia económica.

Como un dato adicional tuvo que salir de Rumania asilándose en los Estados Unidos porque los estalinistas lo perseguían.

Se puede afirmar que su análisis contribuyo a demostrar que no se puede adoptar el estatuto de la mecánica clásica a los eventos económicos e introduce importantes elementos de análisis que muestran la fragilidad e irrelevancia de los paradigmas establecidos por los marginalistas.

Incorporó los conceptos biofísicos, las leyes de conservación de la energía y la ley de la entropía al análisis económico.

Cuando se planteó el estudio de las propiedades termodinámicas de los procesos económicos, incorporo el tiempo histórico como variable. Al demostrar que tanto la energía como la materia no se regeneran en ciclos continuos y perpetuos dejo la idea existente del flujo de circulación del valor de cambio, estableciendo su planteamiento más importante de los limites biofísicos del crecimiento económico.

El mismo autor señala claramente la existencia de límites en el grado de sustitución entre el capital manufacturado y el natural que está ligado al nivel tecnológico que tiene también limitantes temporales y espaciales.

De la misma manera Nicolás Georgescu Roegen estableció que la materia y la energía se encuentran sujetas a procesos de disipación irreversibles y por lo tanto la materia se convierte en la limitante fundamental del proceso económico, ya que “el proceso disgregatorio, degradativo y disipatorio de la materia es irreversible” y a René Passet quien nació en Francia en 1926 este profesor emérito de la Sorbona especializado en desarrollo. Creador del centro de economía, el espacio y el medio ambiente de la U de Paris, siempre se ha interesado en los estudios que relacionan los organismos vivos con la economía, escuela que se ha llamado la Bioeconomía y que el autor sustenta con la siguiente metáfora la cual simplificamos nosotros: Si el big bang hubiera sucedido hace tres semanas, la tierra se habría formado hace una semana, el hombre habría aparecidos hace tres minutos, el nacimiento de Cristo habría sido hace un cuarto de segundo y la sociedad industrial habría surgido hace la cuadragésima parte de un segundo. Sostiene que los recursos son finitos y si se destruye el medio ambiente se destruye absolutamente todo y finalmente a Herman Daly, norteamericano, ganador de los premios Right Livelihood Awardn y Heineken de ciencias ambientales concedido por la Real Academia Holandesa de Artes y Ciencias por sus trabajos que desafían la ciencia económica tradicional desde una perspectiva ética.

Por supuesto su interés se centra en la economía, la ética y el medio ambiente y realiza una síntesis sobre el capital, renta y medio ambiente, las leyes de la termodinámica y la bioecología de lo cual concluye en su libro “Para el Bien Común” que la economía destruirá el mundo: “Lo que Daly ponía de manifiesto era la

incompatibilidad fundamental del “desarrollo” y de la “sostenibilidad” ecológica aunque, como veremos después, tenía en mente una determinada concepción del desarrollo como mero crecimiento económico.”(Arribas, 2007).

2.1 PLANTEAMIENTOS

La economía ecológica es una disciplina científica que integra elementos de la economía, la ecología, la termodinámica, la ética y otras ciencias naturales y sociales. Nace como una crítica al denominado núcleo duro de la economía o situación de equilibrio general soportado en modelos matemáticos y desde un enfoque transdisciplinar le permite estudiar y analizar el impacto de la actividad del hombre sobre su entorno.

Por ser la termodinámica la guía sobre la cual se ha venido construyendo el análisis de la economía ecológica, haremos una presentación sintética de dicha formulación.

2.1.1 La termodinámica

Cuando hablamos de un sistema de este tipo, tenemos que referirnos a cualquier cantidad de materia o radiación que puede ser descrito por parámetros macroscópicos. Se requiere describir sus límites y sus interacciones.

Los contornos pueden permitir el paso de materia y energía mientras que el sistema aislado no lo hace, el sistema cerrado solo intercambia energía y la abierta materia y energía.

Las leyes de la termodinámica son las siguientes:

- a) Ley Cero: si dos sistemas están por separado en equilibrio con un tercero, entonces deben estar en equilibrio entre ellos. Si tres o más sistemas están en

contacto térmico y todos juntos en equilibrio, entonces cualquier par está en equilibrio por separado.

b) Primera Ley: El trabajo necesario para cambiar el estado de un sistema aislado depende únicamente de los estados inicial y final, y es independiente del método usado para realizar el cambio.

c) Segunda Ley:

i). Enunciado de Clausius: no hay ninguna transformación termodinámica cuyo único efecto sea transferir calor de un foco frío a otro caliente;

ii). Enunciado Kelvin: no hay ninguna transformación termodinámica cuyo efecto sea extraer calor de un foco y convertirlo totalmente en trabajo.

ii). Principio de máxima entropía: existe una función de estado de los parámetros extensivo a cualquier sistema termodinámico, con las siguientes propiedades: 1. Los valores que toman las variables extensivas son los que maximizan los parámetros externos, 2. La entropía de un sistema compuesto es la suma de las entropías de sus subsistemas.

d) La entropía de un sistema en el cero absoluto es una constante definida. Esto se debe a que un sistema a temperatura cero existe en su estado fundamental por lo que su entropía está determinada solo por la degeneración del estado fundamental (uam.es).

Así pues, siguiendo la a termodinámica, la economía ecológica considera al sistema económico moviéndose dentro de un ecosistema global del cual surte los fundamentos biofísicos para sus procesos de producción y por lo tanto es un subsistema abierto que intercambia flujos de energía y materia con el ecosistema global del cual depende.

Ya mencionamos como Georgescu Roegen de la mano de Joseph Schumepeter se introdujo por primera vez en la selva de las interpretaciones e innovo con su descripción de la producción económica como un proceso de transformación en donde la energía y los recursos cambiaban a productos útiles, desperdicios y energía degradada originado por la combinación entre el trabajo y el capital. Claramente muestra que la economía y la naturaleza tienen un cordón umbilical indisoluble, como la expresión de la termodinámica integrada al análisis económico.

Se muestra entonces como se aplican las ideas biofísicas al proceso económico, de tal suerte que las ya planteadas leyes de la termodinámica que expusimos más atrás se expresan en que los procesos de producción y el consumo generan unos residuos que retornan medio natural soportada en la primera ley que nos establece que la materia no se crea ni se destruye sino que simplemente se transforma (Georgescu - Roegen, 1996).

Con la aplicación de la segunda ley de que lo que le da valor económico a la materia y energía es su disponibilidad para ser usada ya que la materia y la energía se degradan irreversiblemente desde una forma disponible y ordenada a una no disponible y desordenada, la utilicemos o no.

Aquí está la entropía de manera más clara pues como la tierra no es infinita, el sistema económico al utilizar los recursos naturales lo va agotando y consecuentemente cuando los transforma y ofrece deja una estela de desperdicios que provocan efectos perversos en el ecosistema global y el proceso económico. Ya en forma de producción y consumo los bienes se reciclan parcialmente y los restantes retornan al ambiente, es decir que sufren cambios en sus estados de energía y entropía.

Así pues tenemos que la ley de conservación de la materia y la energía o primera ley termodinámica es indispensable para el análisis económico ecológico, porque a partir de ella logra formular dos proposiciones: i) en el proceso de extracción de recursos de producción y de consumo de bienes se producen residuos que en términos de materia y energía son iguales a los recursos que fluyeron entre los sectores económicos y ii) realizado el proceso de producción se degrada energía, aparecen residuos alguno de los cuales es imposible de reciclar, lo cual significa que el análisis de flujo de materias y energía es la encarnación de la economía ecológica ya que se parte de que el proceso económico es un proceso de trabajo soportado por un flujo de energía de baja entropía y de materia del medio ambiente.

Por lo tanto, se trata de reconocer el flujo permanente de materia y energía dentro del proceso económico, poder medir el tamaño del subsistema económico con relación al sistema global y ajustar la actividad económica a la capacidad de carga del ecosistema.

Cabe destacar que la economía ecológica reconoce que cada día que pasa nos enfrentamos con un mundo golpeado por el hombre con dos límites claros: no podemos generar más residuos que aquellos que puedan los ecosistemas asimilar y no se pueden extraer los recursos renovables más allá de su capacidad de regeneración y el hombre ve claramente que con su actividad productiva realiza cambios en el ecosistema y necesita adaptar la economía a ellos (Georgescu-Roegen 1996).

De acuerdo con lo expuesto hasta aquí, la economía ecológica muestra nítidamente que las señales de precios y el intercambio no son variables determinantes pues lo que muestra la realidad física es que el asunto no es de mercado, sino instituciones

exteriores, a los modelos predictivos, opciones tecnológicas y procesos de negociación social.

La economía ecológica asumió el concepto de capital natural a partir del cual realiza su análisis con el capital fabricado por el hombre y a partir de ello clasificaron los flujos que generan todos los recursos y servicios provenientes de la naturaleza usados por la economía: los recursos renovables y no renovables fuentes de materia y energía; la ecosfera como la absorbe los desechos y la gama de servicios ambientales provenientes de procesos eco sistémicos tales como la composición de la atmosfera, la regulación del clima y la operación del ciclo hidrológico, etc.

Entonces alcanzar el desarrollo sostenible solo puede darse si el acervo de los recursos naturales debe permanecer constante y surge la explicación para cuando la sociedad consume el capital y no el ingreso, aparece la noción de complementariedad entre los capitales natural y el elaborado por el hombre.

Por eso para la economía ecológica es evidente que hay que renunciar a las actividades que produzcan pérdida de capital natural en situación crítica y a aquellas actividades que son soporte indispensable para la vida de las especies y los procesos naturales.

Los recursos renovables se usarían a una tasa de regeneración y la creación de residuos no podrían superar la capacidad de asimilación de la biosfera, y para los no renovables solo se utilizarían cuando existan sustitutos provenientes de los recursos renovables.

Concluyendo los postulados de la economía ecológica podemos resumir el asunto en los siguientes cuestionamientos:

- i) Existe relación entre la biosfera y la economía y por lo tanto se tienen que abordar lo relativo a procesos ambientales y a las leyes biofísicas esenciales.
- ii) Enfatiza la naturaleza evolutiva del sistema y los hechos irreversibles y las asignaciones de recursos deben ser eficientes desde el punto de vista social definiendo prioritariamente la equidad intergeneracional.
- iii) Parte de la escases de recursos que se manifiesta en el agotamiento del capital natural, la caída en la calidad de los mismos por el aumento de la tasa de explotación y de la extracción.

3. LA INGENIERIA AMBIENTAL Y LA ECONOMIA ECOLOGICA

Cuando observamos el plan de estudios de Ingeniería Ambiental que nos ofrece nuestra universidad, encontramos que el paseo que un estudiante recorre desde el primer semestre, está sembrado por el abordaje de la ciencias: la física, la química, la biología, las matemáticas, la estadística y que con ellas va construyendo un bagaje que le permitirá el auscultar los problemas más sensibles que preocupan al hombre y que no son otros sino la posibilidad de la existencia misma del planeta tierra donde vivimos. Por eso cae como anillo al dedo presentar en este aparte unos pocos párrafos que escribía Renan a Berthelot:

“La historia del mundo es la historia del sol. El pequeño átomo separado de la gran masa central, alrededor de la cual gravita, apenas cuenta. Usted me ha enseñado, de una manera que ha hecho callar mis objeciones, que en realidad la vida de nuestro planeta tiene su fuente en el sol, que toda fuerza es una transformación del sol, que la leña que alimenta nuestros hogares no es nada más que sol almacenado, que la locomotora camina por efecto del sol que

duerme desde hace siglos en las capas subterráneas de carbón de tierra, que el caballo obtiene su fuerza de los vegetales, producidos también por el sol, que el resto del trabajo en la superficie de nuestro planeta se reduce a la elevación de agua, fenómeno que es un producto directo del sol...El sol es nuestra misma patria y el dios particular de nuestro planeta (Passet, 2011: p. 223).

Por eso esta transcripción de la carta tiene todo que ver con la relación de lo que pretendemos plantear en esta monografía: que tienen que ver la ingeniería ambiental y la economía ecológica.

La ingeniería ambiental se propone el estudio de los procesos naturales y su interacción con los procesos económicos, sociales, políticos y tecnológicos, para lograr identificar los problemas ambientales, darle una respuesta, prevenirlos, reducirlos, compensarlos y corregirlos y lograr el desarrollo sostenible. El campo de la ingeniería es muy amplio pues es nada menos que las actividades humanas que transforman el ambiente: la producción y el consumo de bienes y servicios y donde puede contribuir a minimizar los impactos ambientales.

En el libro Economía Ambiental de J Glyn Henry y Gary W Heinke publicado por Pearson Educación, en su capítulo 16 titulado “La Administración del Ambiente”, pareciera que un asunto tan complejo como la posibilidad de subsistencia de nuestro planeta, se pudiera solucionar aplicando el instrumental neoclásico de intentar mitigar los efectos perversos que la ambición capitalista representada hoy por el señor Trump le producen al ambiente, o, que el proceso de expansión capitalista debe reestructurarse o en el sentido ambiental debe evolucionar(Glyn, 1999).

Entonces, parece ser que la identidad existente por lo menos en Colombia sobre la Ingeniería Ambiental, tendría que ver con “las actividades humanas que generan transformaciones negativas en el ambiente” y obviamente el trabajo a realizar estaría en la producción y consumo de bienes y servicios para minimizar los impactos y los problemas que genera el hombre con los residuos y vertimientos. De la misma manera el manejo de los ecosistemas y recursos estratégicos y los problemas de los territorios (Passet, 2011).

Ya no se trata de la relación que muestra la economía basada en modelos matemáticos de equilibrio estilo Solow y la denominada economía ambiental que solo opera en su relación con la ingeniería ambiental en tanto puede suministrarle instrumentos basados en las curvas de indiferencia y la teoría de la utilidad, para encaminar a los ingenieros ambientales en sus procesos para mitigar los efectos negativos del hombre, mediante el análisis de las externalidades negativas y las correcciones propuestas al denominado fallo de mercado, sino de avanzar hacia campos que son consustanciales a todas las ciencias.

Por eso afirmar que “proceso es cambio o no es nada en absoluto” como lo hace Georgescu - Roegen, nos lleva al campo de los “procesos irreversibles” a la termodinámica, a la incorporación del tiempo, donde hay factores que entran y no vuelven a salir, los que salen sin haber entrado, los que salen inalterados.

Por eso los procesos económicos son procesos en el tiempo, irreversibles, que incluyen la tierra, el capital, el trabajo; también los recursos naturales y los gastos, donde queda incorporada la entropía a la economía, como un elemento que permite un nuevo orden epistemológico.

Entonces son pertinentes los párrafos de la carta que citamos más arriba y los caminos nuevos que ya se construyeron los pueden andar teórica y prácticamente los ingenieros ambientales utilizando propuestas compartidas como la entropía.

CAPITULO II

¿HAY ESPERANZAS PARA LA SOSTENIBILIDAD?: MODELOS.

Cuando se toma como un camino a seguir, la clara diferenciación entre la llamada economía ambiental, instrumento en algunas ocasiones preferido por algunos ingenieros ambientales y la economía ecológica que es connatural con el desarrollo de las investigaciones y de la formulación de instrumentos en la marcha de nuestra profesión, teníamos plena conciencia de cuán difícil podía ser su desarrollo.

Efectivamente ha sido complicado intentar plantear de manera clara los principios, argumentaciones y modelos que surgen de una relativamente nueva formulación teórica, que se basa esencialmente en las mismas ciencias que la ingeniería ambiental. Podemos destacar que se trata de un proceso de reingeniería donde existe una clara comunicación entre la economía y la ecología que supera el aislacionismo de la ciencia “pura” y da paso a la integración de saberes diferentes con el objeto de defender y proteger la naturaleza. Así nació la Sociedad Internacional para la Economía Ecológica que se proponía recomponer el camino de la humanidad mediante el impulso de la transdisciplinariedad⁵.

Entonces, tenemos que la economía se integra al medio natural como subsistema de un suprasistema proponiendo estudios y entendimiento para la disminución significativa de la contaminación, utilización de tecnologías limpias, cambios en las costumbres actuales; utilización de los recursos renovables a un ritmo que no exceda su tasa de renovación, los no renovables a un ritmo no superior al de sustitución por recursos

⁵ La ISSE se fundó en 1989 para ayudar a los economistas ecológicos y publica una revista Ecological Economics, investigaciones y libros.

renovables; conserva la diversidad biológica silvestre y agrícola; genera residuos en cantidad tal que puedan ser asimilados por el ecosistema y reciclados; incorpora la política ya que los debates serán científicos y democráticos; incluye personas, plantas y animales; requiere interdisciplinaridad y su campo de acción es global y de largo plazo.(Garay 2010)

Es apenas comprensible que la Economía Ecológica base sus decisiones en las ciencias naturales, en la físico-química, en la biología, por eso las decisiones de mercado están limitadas por las leyes de la naturaleza, incluido el hombre, entendiendo que el ser humano necesita más de la naturaleza que la naturaleza necesite de él.

Igualmente, parte de que el planeta es un sistema abierto, un ente vivo que necesita conservarse, que requiere de la entropía y la entalpia; entradas de energía y materiales y produce residuos de dos tipos: Calor disipado y residuos materiales que pueden utilizarse si se reciclan. Solo podrá funcionar el subsistema si se respeta el sistema global, si se acomoda a las condiciones estructurales y funcionales de la biosfera.

Para estudiar la realidad, los procesos social, económico, cultural, ecológico, físico, biológico, químico, etc., que están involucrados en la materia y la energía, no es adecuado ir clasificándolos en una disciplina particular ya que son una totalidad donde los elementos no son separables y por lo tanto no pueden estudiarse aisladamente de tal manera que un sistema así está compuesto por subsistemas cuyas relaciones son determinantes porque configuran la estructura y propiedades del sistema, actúan con el medio circundante.

Por lo tanto, lo que surge es la investigación transdisciplinaria, que impone una actitud abierta que obedece a una integración de distintos tipos de conocimientos, ya que la naturaleza y la ecología, los ecosistemas y sistemas ambientales conforman un

conjunto de subsistemas que, repitiendo, abarcan desde lo físico, lo biológico, económico, político, social y cultural en una multiplicidad de interrelaciones. (Castiblanco, 2007)

Para el presente trabajo es necesario dilucidar aspectos relativos a la relación que existe entre la naturaleza y la economía en un entorno de explotación minera, por eso debemos plantear el asunto en términos de mostrar esa relación ya que el medio natural condiciona pero a su vez es determinado por la acción de la población, es lo que se conoce como sistema socio-ecológico, que no es otra cosa que un subconjunto de sistemas sociales que se realizan en medio de unidades biofísicas o biológicas no humanas.

El sistema mencionado como sistema complejo que comprende la sociedad con sus roles y relaciones en entornos físicos, simbólicos y culturales que están en permanente cambio: alteración y perturbación impredecibles e irreversibles a nivel del ordenamiento ecológico y su impacto en la sociedad presente y futura, que no es otra cosa que el resultante de la interacción de conflictos, contradicciones, disputas de los grupos sociales para el aprovechamiento, conservación y reserva de espacios del suelo y el subsuelo dentro de lo que puede determinarse como un bien colectivo mayor: la naturaleza/medio ambiente.

Concentrando el trabajo en la relación economía ecológica y minería que corresponde con este capítulo, describiremos los modelos que más se utilizan para vincular los aspectos físicos y económicos y algunas generalidades sobre la minería.

Partamos del hecho que la demanda de materiales y energía que hace el sistema económico al medio ambiente, nos es otra cosa que una interrelación de este con el sistema global y que se expresan en dos tipos de flujos: la demanda que tiende a

agotar los recursos no renovables y la capacidad que tiene el medio ambiente de absorber los desechos o residuos que la economía produce al utilizar los minerales como el petróleo, el carbón y otros que tienen efectos sobre el ecosistema. Si se agota la capacidad de absorción puede ponerse en peligro la existencia de la vida misma.

Es evidente que entender estos intercambios que no son otra cosa que flujos de materia y energía es uno de los objetivos de la economía ecológica y para hacerlo se han venido formulando modelos de los intercambios físicos.

Por las décadas del 60 y 70 se empezaron a plantear modelos de equilibrio que se basan en complementar el concepto de balance de materiales, logrando establecer un método que proyecta los cambios en los residuos que se generan producto de la demanda de productos finales.

En las palabras de Estrella Bernal y otros, encontramos que muchos estudios plantean el concepto de sostenibilidad como producto de la gestión ambiental, aspecto que puede superar la simple medición monetaria llevándolos a la esfera de la economía ecológica, incorporando la biosfera que requerirá un nuevo marco con la formulación de tres instrumentos: 1- inclusión de nuevos elementos que logre un modelo ampliado que logre no solo la inclusión de biosfera sino también a las personas que pueden contribuir a la conservación o destrucción del medio ambiente; 2- la armonización de los ámbitos económico, social y medioambiental tienen su motor en una ética profunda del ser humano que se exprese en las propuestas empresariales y 3- generar en las organizaciones empresariales la ética biológica (Bernal y Carnicer, s.f.).

1. ALGUNOS DE LOS MODELOS

Los modelos son simplificaciones de la realidad, se diseñan para analizar algunos aspectos de la realidad. Evidentemente este instrumento ha sido utilizado por las ciencias y en particular por la economía de manera significativa, uno de los más conocidos es el modelo de equilibrio general walrrasiano; y por ciencias afines como la ecología.

Los modelos ecológicos van desde simples modelos empíricos hasta complejos modelos de simulación. Es un instrumento muy utilizado porque es mejor que trabajar con la realidad (Sancho Gil, 2014).⁶

Hay que señalar que entre más simple sea el modelo comparado con la realidad menos información contiene y por lo tanto es menos útil, salvo que se quede atrapada en las redes de la ficción y abandona el estudio de la realidad. Esto significa que entre más simples sean los modelos ecológicos son con frecuencia más engañosos.

Al respecto hay que hacer referencia al “principio de la parsimonia o navaja de Occan” (Biografías y vidas, 2017).

Con la formulación de modelos es posible dar problemas del pasado, presente y futuro, se puede describir la estructura de un ecosistema, construir teorías y probarlas, hasta interpretar el conocimiento ecológico.

Obviamente, al plantear la relación naturaleza-economía, los primeros que lo hicieron fueron los neoclásicos, por ejemplo el modelo de costo-beneficio ambientales de Myrdal

⁶ “modelo' remite a una versión estilizada, réplica, esquema o diseño de algo; señala una imitación o simulación de su referente, que sólo captura de manera simplificada algunos elementos centrales -elegidos según una determinada mirada intencionada- y que pasa por alto los detalles a fin de permitir un acercamiento más sencillo al entendimiento y la manipulación de lo que se está modelizando.”

(Peña, Sánchez, 2006)⁷; el modelo de la valoración contingente y el coste de viaje, que tiene tres problemas potenciales: usan la función de utilidad para calcular el valor, la naturaleza hipotética de solicitar ordenaciones según el valor y por último es la de validar los datos resultantes); el modelo de método de precio hedónico, que utiliza la regresión entre el precio de mercado del bien y los diferentes atributos para asignarle valores a esos atributos (Eberle y Hayden, 1991).

Ahora bien, no han sido los neoclásicos los únicos que han pretendido formular modelos para analizar la relación del mercado y la naturaleza, también encontramos modelos que van desde aquellos que explican el potencial del crecimiento del pino caribeño hasta el modelo desarrollado para estudiar la influencia de la disponibilidad de agua y otros recursos en el crecimiento de ecosistemas forestales. (Blanco, 2013)

Como se mencionó más arriba fue en la década del 60 cuando empezaron a aparecer modelos para abordar la realidad eco sistémica desde la perspectiva de la economía ecológica.

Se presenta resumidamente los modelos colindantes con las formulaciones de la Economía Ecológica y los propios que son abordados desde varias alternativas tales como la valuación económica, las cuentas ambientales y la evaluación del pago por servicios ambientales. Estos modelos de la economía ecológica son construidos

⁷ “Modelo de corte neokeynesiano, elaborado por Gunnar Myrdal (1957) , surge como reacción al optimismo de las teorías neoclásicas, aportando algunas diferencias con la misma: critica la hipótesis de la unicidad de la función de producción admitiendo la existencia de una multiplicidad de técnicas productivas , especifica cuál es la función de inversión que va a utilizar y otorga especial atención a los procesos acumulativos producidos por la interacción de la oferta y la demanda.”

utilizando variadas metodologías para la incorporación de las variables ecológicas y económicas.

1.1. MODELO DE FLUJO DE MATERIALES EN SISTEMAS HUMANOS

El primero de ellos fue el construido por (Ayres y Kneese, 1969) que plantea el problema del metabolismo de los sistemas humanos.

El primero que hablo sobre el metabolismo urbano fue Marx quien lo describió como el intercambio de materia y energía causado entre la naturaleza y la sociedad realizando así una crítica a la industrialización, así mismo pero unos años después unos sociólogos chilenos hablaron sobre el metabolismo biológico en el cual también se enfatiza en el metabolismo urbano y explican que existen dos procesos uno el anabólico y catabólico los cuales se relacionan con el desarrollo que hace el señor Abel Wolman que crea un modelo en donde se calcula las entradas de materiales y los residuos que generaban pero el especifica que debe ser un ecosistema inmerso en su caso un subsistema urbano.

Aparte del metabolismo ya nombrados existe el social que se encarga de organizar ciertos sectores como es el crecimiento, los intercambios de energía y materia con relación al ambiente, pero se tiene que tener en cuenta que todos estos conceptos provienen del método de final del tubo el cual se encarga de disminuir los impactos generados por los residuos buscando la sostenibilidad con herramientas que posibiliten conocer el problema de manera temprana para así mismo tener mejor comprensión de las estrategias implementadas.

- Análisis del flujo de la materia AFM

El análisis de flujo estudia el balance de la masa de materiales considerando todas las entradas, salidas y flujos internos donde actúan dos redes de flujo de materia y energía, la primera es la natural (sol) y la segunda es la interacción de los ecosistemas regionales, globales y el hombre.

La metodología utiliza herramientas para el manejo integrado de los residuos obteniendo información sobre la cantidad, calidad y efecto sobre el medio ambiente para realizar el diseño y tecnologías para su tratamiento.

- Descripción matemática

Esta se basa en la primera y segunda ley de la termodinámica (conservación de la materia), donde estudian el proceso en el que masa entrando = masa saliendo + cambio en la acumulación primera ley y los cambios en la calidad de la energía (entropía) segunda ley cuantificando las interacciones entre los ecosistemas y sus alrededores.

Esa cuantificación es igual a la suma de los flujos de masa de entrada menos la suma de los flujos de masa de salida.

$$\frac{dM_i^{(j)}}{dt} = \sum_r A_{i,r-j} - \sum_s A_{i,j-s}$$

i = sustancia indicadora

j = es el número de proceso

$M_i = (j)$ la masa de la sustancia i en el proceso j

t = el tiempo

r = el proceso de origen

s = el proceso de destino

$A_{i,r-j}$ = el flujo de entrada de la sustancia i desde el proceso de origen r al proceso de destino j

$A_{i,j-s}$ = flujo de salida de la sustancia i desde el proceso j al proceso de destino s .

Las ciudades se consideran sistemas complejos abiertos lo que quiere decir que no tienen un equilibrio gracias a los flujos de energía y materia que fluyen a través de sus límites, estos sistemas procesan flujo de energía y materiales y a su vez descargan materiales de energía de baja calidad enviando la entropía la cual es igual a la materia y energía degradada.

1.2. MODELO DE CICLO DE VIDA

Método del ciclo de la vida (LCA) (Gramas, 2014).

Este método permite la recogida, cuantificación y evaluación integral de los daños medioambientales relacionados con algún tipo de producto, procedimiento o algún tipo de servicio en algún tema específico.

Lo que quiere decir es que sirve para comparar los efectos ambientales de dos o más productos o servicios diferentes observando los grupos de productos, sistemas, procedimientos o comportamientos definiendo las debilidades buscando mejorar sus comportamientos logrando alternativas razonables para generar las acciones que se deben tomar.

Se estudian los temas como materiales de partida, la demanda de energía, la emisión y eliminación de residuos logrando un balance general.

La idea clave del método de ciclo de la vida es observar y detallar todos los flujos de materia y energía relacionados con un producto o proceso, teniendo en cuenta toda la vida del producto, su explotación, transformación, distribución, uso y consumo hasta su eliminación final.

El método

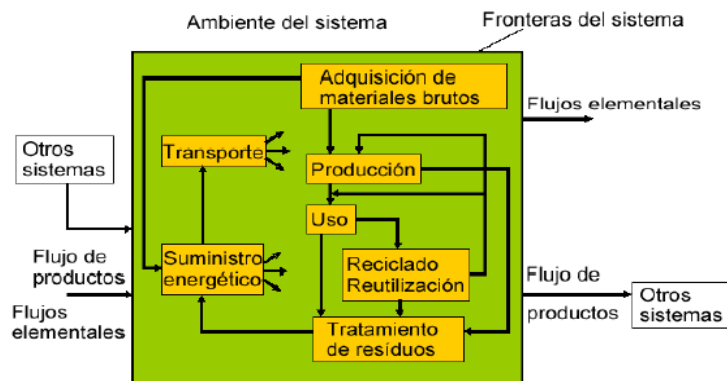
Este método se divide en cuatro partes.

- Definición del objetivo y la amplitud: esta fase es sumamente importante ya que en ella se define el marco del examen y se determinan las necesidades de las fases siguientes.

La definición del objetivo define el papel que juega el ciclo de la vida teniendo en cuenta el proceso de toma de decisiones buscando o informándose si existen estudios anteriores pueden ser temas económicos, técnicos o sociales, y así comunicar los resultados dejando claro que aspectos son adecuados en el LCA y cuáles no.

Las fronteras del sistema marcan la interface del medio ambiente y otros sistemas de productos y a la vez define que procedimientos se incluyen o excluyen al estudio.

Figura 2. Ilustración idealizada de un sistema de producto para un análisis de inventario de ciclo de vida.



Fuente: El Método de la Valoración del Ciclo de Vida (LCA). p.5. Disponible en:

http://www.oc-praktikum.de/nop/es/articles/pdf/LCAMethod_es.pdf

Al identificar el balance se hacen evidentes dos problemas: se debe definir el criterio de corte y localización y se determinan las funciones de los sistemas examinados.

Existen tres tipos de criterios

El **criterio de corte** indica que, para reducir el estudio a un tamaño adecuado, el ambiente de balance se limita a una escala de estudio que se adecue a la investigación ayudándose de un análisis de sensibilidad y criterios que determinan cuando puede cortarse el flujo de materia.

Criterio de masa este solo puede cortar la manufactura de los materiales lo que quiere decir es que debe estar por debajo de los límites insignificantes para que el balance de materia de flujo entrante y saliente sea inferior.

Criterio de energía consiste en que solo se puede cortar una materia si la utilización del contenido energético total de la materia está por debajo de los límites de insignificancia.

- **Análisis de inventario:** en este análisis los flujos de los materiales y de energía se estudian y se enlistan durante toda la vida (base de datos), se realizan estructuras de modelación para el ensamblaje, los flujos de materia y energía se clasifican por tamaños de entrada y salida para cada proceso dentro de la fronteras del sistema, y a partir de esto se relacionan los módulos y el medio ambiente para generar el balance masa7energía como inventario del sistema total.
- **Evaluación del impacto:** esta evalúa los flujos de la materia y de la energía realizados en el inventario de acuerdo a los efectos ambientales los cuales sirven para reconocer, resumir y cuantificar los efectos potenciales de los sistemas examinados y general información para su evaluación.
- **Interpretación:** consiste en el análisis de los resultados y la explicación de las restricciones, los hechos esenciales los cuales analizan los resultados del inventario y la evaluación del impacto, se debe tener claro que la información debe ser real, sensible y verídica debe ser consistente en los resultados.

1.3 MODELO DE PRODUCCION MAS LIMPIA

El modelo de producción más limpia PML: Se construye partiendo de que un proceso eficiente requiere de sistemas estacionarios (maquinaria y equipo), materiales, energía y agua que entran y salen del sistema, los flujos de información y el trabajo. Las entradas se transforman en salidas de productos y residuos que contienen lo que entro. El proceso puede analizarse con base en el flujo de valor de los insumos, la energía etc.,

Las Naciones Unidas recomiendan la implementación de este modelo para lograr el desarrollo sostenible, porque conserva la materia prima y la energía, elimina de los procesos las materias primas toxicas y reduce las emisiones y desperdicios. Igualmente, porque en los productos se intenta reducir los impactos que los productos y servicios tienen en el entorno.

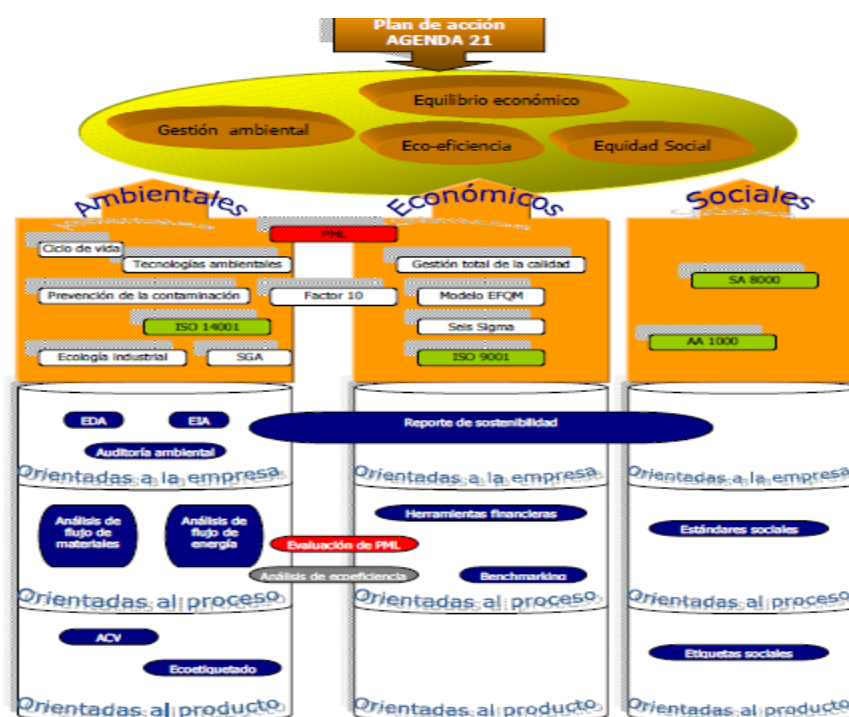
El modelo tiene pasos que recomienda seguir a las empresas, porque es a este nivel donde se aplica:

- i) Debe el modelo estar interiorizado en la organización empresarial que lo va a implementar, partiendo de los peldaños más altos de la organización hasta su base.
- ii) Dotar al proceso de un equipo líder que implemente la metodología y realice los análisis pre facticos.
- iii) Construir un estudio cuantitativo detallado del proceso de producción donde se midan los factores ecológicos, técnicos, económicos y organizacionales para poder realizar la optimización del conjunto.

- iv) Se materializa el proceso y se deducen dentro del mismo los ahorros resultantes.

Los pasos mencionados de implementación del modelo, necesariamente parten de la socialización de las consecuencias benéficas que su implementación traerá para el medio ambiente y la posibilidad de subsistencia del planeta y su metodología para ganar la aceptación. (CEGESTI, 2010)

Es interesante para este trabajo mostrar uno de los diagramas que son base de la formulación del modelo de PMA y que encontramos en la versión del manual del Centro Nacional de Producción más limpia pág. 41.



Grafica tomada de http://www.cegesti.org/manuales/download_produccion_mas_limpiar/manual_produccion_mas_limpiar.pdf

1.4 MODELOS DE PROGRAMACION POR OBJETIVOS MULTIPLES

Existen modelos que se basan en la programación lineal y que se conocen como programación por metas que tiene la ventaja de admitir una solución simultánea de un sistema de objetivos complejos o sea que capaz de manejar problemas de decisión con una meta simple y múltiples sub metas o problemas con metas múltiples con múltiples sub metas con unidades no homogéneas de medida. Al tener múltiples metas pueden entrar en conflicto por lo que hay que sacrificar las menos importantes, porque a diferencia del modelo lineal lo que se maximiza o minimiza son las desviaciones entre las metas y como pueden ocurrir dentro de un conjunto de restricciones.

Para muestra de la aplicación de esta metodología, traemos un documento denominado Zonificación ecológica-económica: una propuesta metodológica para la Amazonia que en el caso del uso de la tierra caracterizan:

- i) Horizonte de planificación de tierra requerida,
- ii) Conjunto de zonas ecológicas con disponibilidad de tierra para la utilización de recursos,
- iii) Conjunto de reglas de decisión para determinar aptitud e idoneidad de cada una de las zonas, metas, objetivos múltiples para ser optimizados.

Las condiciones del modelo se plantean de la siguiente forma

$$\text{maximizar } Z = F[f_1(X_{ij}), f_2(X_{ij}), \dots, f_S(X_{ij})] \quad (1)$$

$$\begin{array}{l} N \\ S X_{ij} < A_j, \quad j = 1, 2, \dots, N, \\ j=1 \end{array} \quad (2)$$

$$\begin{array}{l} M \\ S X_{ij} > D_i, \quad i = 1, 2, \dots, M, \\ i=1 \end{array} \quad (3)$$

$$X_{ij} < GX_{pj}, \quad (4)$$

$$X_{ij} > 0, \quad i = 1, 2, \dots, M, \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

Las condiciones del modelo se plantean de la siguiente forma “maximizar

Donde (1) es la función objetivo que es una función de funciones que incluye objetivos diferentes por optimizar, las (2) y (3) la tierra, la (4) la razón de uso de los recursos.

Es claro que modelos de este tipo pueden usarse para garantizar la utilización y conservación de los recursos.⁸

Otro modelo de este tipo lo encontramos formulado en un estudio realizado por el departamento de matemáticas de la facultad de ciencias económicas y Empresariales

un modelo típico multi-objetivo para la planificación del uso de la tierra tiene la forma general:

sujeto a:

$$\text{maximizar } Z = F[f_1(X_{ij}), f_2(X_{ij}), \dots, f_S(X_{ij})] \quad (1)$$

$$\begin{array}{l} N \\ S X_{ij} < A_j, \quad j = 1, 2, \dots, N, \\ j=1 \end{array} \quad (2)$$

$$\begin{array}{l} M \\ S X_{ij} > D_i, \quad i = 1, 2, \dots, M, \\ i=1 \end{array} \quad (3)$$

$$X_{ij} < GX_{pj}, \quad (4)$$

$$X_{ij} > 0, \quad i = 1, 2, \dots, M, \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

de la Universidad de Málaga, sobre los arboles cubanos (León, Gómez, Caballero y Molina, 2003)

1.5 MODELOS PARA EL ESTUDIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Los procesos que mantienen los bienes y servicios que para la gente es importante o servicios ambientales pueden dividirse en:

- i) los que proveen bienes naturales,
- ii) los que regulan los procesos naturales
- iii) los que generan beneficios eco sistémicos y culturales

Existen varias metodologías para incorporación de los servicios ambientales, algunas utilizan el índice de biodiversidad, los barriles de petróleo, las toneladas de piedra caliza etc., y como se ha planteado desde siempre, cuando incorporamos el cambio, en este caso un ecosistema es muy complicado, pero la cadena trófica lo permite.

La investigadora mejicana Ávila Foucault, ha planteado el siguiente modelo:

- a) Combina la utilización de una función de producción, cadenas tróficas y la aceptación de un cambio ambiental
- b) Incorpora la dinámica del ecosistema y
- c) Utiliza varias metodologías de valuación económica.

La señora Ávila Foucault construye su modelo sobre la relación existente entre la agricultura que requiere uso de fertilizantes y en su proceso produce residuos que afectan el manglar, el ecoturismo y la pesca y la meta que busca es un óptimo desarrollo de las 3 actividades.

- Parte de estudios que han concluido que la urea y el lavado de café afectan un 20% y 15mg de nitrógeno por litro respectivamente.
- Ellos provocan cambios en la biomasa del fitoplancton del 30% que se analiza (los cambios de la cadena trófica) con el programa ecopath con ecosim⁹.
- El principal atributo ecológico que produce la llegada de visitantes es la presencia en el manglar de cocodrilos y aves.
- La función de producción de la agricultura y pesca se restringen a insumos naturales.
- La producción agrícola depende de la disponibilidad de agua, del uso de fertilizantes y del capital humano.
- La producción pesquera depende de la biomasa que depende del fitoplancton que varía en función de los nutrientes especialmente el nitrógeno.
- La agricultura y la pesca se ven afectadas por los fertilizantes que a su vez provocan cambios en la cadena trófica.

El resultado de la formulación del modelo fue:

- El agua no presenta niveles máximos de contaminación
- Desde la perspectiva económica el atributo principal son los cocodrilos que llaman la atención de los turistas
- Y para la pesca el aumento de nitrógeno provoca aumentos en la población de peces generando ganancias a los pescadores.

⁹ Este programa es un software suite de modelización de un ecosistema.

El modelo logra incorporar el valor resultante de la actividad agrícola, pesquera, paisajística y calidad del agua y es una muestra de que existen opciones de análisis en situaciones dinámicas.

1.6 MODELO PARA LA MINERIA

Ya se planteó que cualquier sistema socioeconómico afecta el medio ambiente porque utiliza recursos naturales y provoca cambios de todo orden y produce residuos afectando la calidad de vida por los daños que produce.

Debemos partir de la necesidad de reconocer unos mínimos ambientales que limitan el proceso económico y que a su vez restringen los ecológicos con la intervención de factores institucionales, políticos y sociales.

La sostenibilidad es un concepto que hace referencia a la posibilidad de mejoramiento de la calidad de vida del hombre (disfrute de bienes de todo orden) hasta el punto donde ponga en peligro los ecosistemas soportes determinado por el componente físico que exige un análisis de los flujos energéticos y el balance de los materiales que permita cuantificar la utilización de los recursos y su contribución al bienestar humano.

Se encontró que la reflexión y la toma de decisiones sobre la actividad minera, está inscrita dentro de la propuesta de la preservación de la vida del planeta y por supuesto del conjunto de expresiones de vida que en él existen y que requieren una formulación de futuro.

La interrelación de los variados procesos pueden ser medidos a partir de una mismas categorías; en la minería arranca con la extracción de recursos hasta los residuos, es decir su ciclo de vida, por supuesto desde la economía debe incluirse su reconversión

para que se garantice el mantenimiento del capital total, porque como ya se ha establecido todos los procesos desde los naturales hasta los manufacturados no son otra cosa que flujos de energía y pueden ser medibles mediante el cálculo de la energía neta del proceso en la etapa de extracción.

Adicionalmente el modelo plantea otros cálculos relevantes en los físico: materiales estériles, consumo de agua, emisión de contaminantes; en cuanto tiene que ver con la sostenibilidad social se considera que dicha explotación debe mantener o por lo menos no empeorar las condiciones de vida de la zona minera.

Para los eventos sociales: problemas de mercado, inflación, sobrecargas de población, segregación social, etc., la forma de medición es cualitativa.

1.6.1 El Modelo de Producción

En Colombia existen propuestas de economía ecológica que parten de reconocer que los procesos económicos se basan en flujo de materia y energía proveniente del medio ambiente. La propuesta metodológica que hacen se basa en los modelos energéticos de Odum¹⁰. El modelo económico ecológico se plantea sobre la producción a cielo abierto de carbón en el Cesar, analizando la energía neta de la extracción en una explotación de mediana minería a cielo abierto.

¹⁰ “Una sucesión ecológica puede definirse en función de tres parámetros (ODUM, 1963):

1. Es un proceso ordenado de crecimiento de una comunidad, lo bastante direccional como para poder considerarlo predecible.
2. Es el resultado de la modificación del entorno físico por parte de la comunidad. Esto significa que la comunidad controla el proceso de sucesión, aunque el entorno físico determine los patrones, el ritmo de los cambios y a menudo establezca los límites del crecimiento.
3. La sucesión culmina en un ecosistema estable, en el cual se mantiene un máximo de biomasa (o contenido de mucha información) y de relaciones de simbiosis entre los organismos por unidad de flujo energético disponible.”

El modelo asume que para medir la contribución de la materia y la energía al proceso económico hay que calcular la energía neta del proceso, esto es la energía total menos la energía que contribuyo a su realización. Si se encuentra que las actividades de ubicar, sacar y transportar gastan más energía que la que tiene el producto final, deducimos que no es viable ni energética ni económicamente.

Así pues, si la tasa de rendimiento es mayor que uno, hay energía neta. Pero esto puede no medir adecuadamente porque los efectos que produce pueden ser negativos ya que la contaminación interfiere con los flujos de energía del ecosistema que mantiene la vida.

1.6.2 Calculo de la Energía Neta

La medición se realiza el proceso en una explotación carbonífera de mediana minería a cielo abierto y no se tienen en cuenta las etapas de exploración y pre minería. En cuanto a costos económicos solo se toman los costos operativos que representan el 31% de los costos totales.

- i) El cálculo de la energía neta establece una función donde esta depende de: las cantidades extraídas de carbón, la potencia de las maquinas, las horas hombre de trabajo y la tecnología para la extracción.
- ii) Calcular el consumo medio de la maquinaria, los insumos y mano de obra por unidad física de recurso extraído y tipo de tecnología aplicada.
- iii) Establecer el coeficiente de consumo medio de energía por unidad de recurso extraído.
- iv) La función es la siguiente: "EC = f (QE, PM, HH, EMCA, MS)

Dónde: C = Energía consumida (kilojulios)

QE = Cantidades extraídas de carbón y de estériles en toneladas

PM = Potencia de las máquinas (Kilovatios)

HH = Horas hombre de trabajo (Kilojulios)

EMCA, MS = Tecnología: según el grado de mecanización de la actividad extractiva, para los métodos de MCA y MS, (PM, MM, GM) El cálculo del consumo total de energía se hace explícito mediante la siguiente ecuación”

v) El consumo total de energía se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo total de energía} = Q_n \cdot P_m / n \cdot E_h / n \cdot E_e / n$$

Dónde:

QE . = Cantidad de material extraído en toneladas

PM = Potencia de las máquinas

EH = Energía contenida en el trabajo humano

EE = Energía eléctrica

n = Toneladas extraídas

vi) La ecuación para calcular la energía neta es:

$$EN = PC / \text{Ton Ex} - CE / \text{Ton Ex}$$

Dónde:

EN = Energía Neta

PC/Ton Ex = Contenido calorífico del carbón extraído por tonelada

CE /Ton Ex = Consumo de energía para extraer una tonelada

El modelo va definiendo las variables: potencia de salida de las maquinas, energía eléctrica, trabajo humano, explosivos; los flujos de energía y finalmente la ecuación de energía neta por tonelada de carbón (Duarte, 2000).

Terminando este capítulo en donde hemos expuesto algunos de los modelos que incorporan la materia y la energía y los procesos económicos, encontramos que efectivamente existe un amplio campo de acción para los ingenieros ambientales.

CAPITULO III

LA MINERIA Y SUS IMPACTOS: COLOMBIA Y NORTE DE SANTANDER

En este aparte se encontrara la descripción de los problemas ambientales, especialmente los producidos por la minería, tanto en el país como en el Norte de Santander; iniciando con los antecedentes históricos de oro y plata que conformaron las dos primas fases desarrolladas por los colonizadores en gran parte de América, consistente en una primera de saqueo generalizado de metales preciosos sobre superficie y posteriormente mediante la explotación de yacimientos con mano de obra indígena y esclava. Esta fue la actividad fundamental de producción y exportación de las colonias americanas hacia España durante más de 300 años de dominio español. Luego una presentación resumida de la actividad minera en el país y el Norte de Santander.

La sección determinante de esta presentación tiene que ver con la relación transdisciplinar de la economía, la ecología y la aplicación de modelos de sostenibilidad por parte de la ingeniería ambiental, para generar un proceso que permitan las condiciones de existencia del planeta y de la vida en el mismo.

1. ANTECEDENTES

Con la llegada de los españoles a nuestro territorio se inició la primera fase de colonización caracterizada por la apropiación de los metales preciosos sobre superficie. Todas las historias que quedaron de esta época demuestran que el afán de los españoles en esta tierra era el de apropiarse de los metales preciosos, como las contadas en el Carnero y las que hacen referencia a la leyenda del dorado. Colon lo

expreso así: *“el oro es excelentísimo; del oro se hace tesoro, y con él quien lo tiene hace cuanto quiere en el mundo, y llega a que hecha las animas al paraíso.”*

<http://pensaresdifícil.blogspot.com.co/2011/06/el-oro-de-cristobal-colon.html>.

Al agotarse los minerales sobre superficie esclavizaron a los indios a través de la mita minera para la explotación en los ríos colombianos que estaban cargados de oro y plata esparcidos en gránulos en sus arenas utilizando la batea o cuna o mediante socavón en la cual se explotaba de la manera más rudimentaria. Durante más de tres siglos la minería se trabajó de la forma más simple y primitiva, en algunos casos en reales de minas que era el otorgamiento de la concesión de explotación sufragando los gastos y otorgándole a la corona la quinta parte de las riquezas extraídas ya que era propiedades de rey y en otras de manera particular a los cuales el gobierno les quitaba el 20% de su producción llamado a así el quinto real que obviamente era enviado a España.

La locura de la fiebre del oro, marca a la región del Norte de Santander con el desenfreno que despertó el descubrimiento de los yacimientos en cercanías de la Pamplona colonial con todas las historias de Pamplonilla la loca¹¹

Al ver que la mano de obra indígena se agotaba España autorizó la traída negros africanos los cuales llegaban a Cartagena en donde eran vendidos a sus amos quienes los trasladaban a las regiones donde se requerían, Antioquia, Choco, el alto de Cauca y el Valle del Patía, a diferencia de otras áreas mineras que, si trabajan aun con mano de

¹¹ Pamplonilla la loca En 1850 don Manuel de Ancízar recorrió la Provincia de Pamplona con el Coronel Agustín Codazzi en aquella trascendental Comisión Corográfica. Para resaltar la opulencia de Pamplona en aquellos tiempos de los descubrimientos de filones, Ancízar dejó consignado en su extraordinaria obra, Peregrinación de Alpha; “Hidalgo hubo que festejando sus bodas, sirvió aceitunas de oro macizo y aconteció que arruinado por el juego y desenfrenados devaneos a que todos se entregaban, los amigos le daban de limosnas aquellas mismas aceitunas” .tomado de <http://www.vanguardia.com/opinion/columnistas/edmundogavassavillamizar/295604-pamplonilla-la-loca>.

obra indígena o mestiza como Huila, Tolima y lo que hoy se conoce como el gran Santander por antiguo sistema de la mita.

Durante tres siglos largos Colombia fue explotada y sus riquezas enviadas a España a razón de entre tres, cuatro o más toneladas métricas anuales, al transcurso de este periodo no se realizaron ningún tipo de avance tecnológico contaban solamente con la mano de obra esclava, algunas herramientas de hierro y la pólvora negra.

A finales del siglo XVIII el señor Carlos III decide enviar ingenieros de minas alemanes a Colombia para explotar plata y más oro buscando así algún grado de tecnificación, para lo cual envían a el ingeniero Juan José D'Elhúyar¹² a dirigir la explotación de las minas de plata en la aldea de Santa Ana providencia de Mariquita.

Entre los años de 1810 y 1820 en plena guerra de independencia se cierran algunas minas menores generando así que los mineros particulares más grandes se enriquecieran con el metal ya que estos no pagaban el quinto real.

En los tres años siguientes llegaron más ingenieros alemanes que visitaron tierras colombianas específicamente en Marmato y Supia donde modernizaron la minería de socavón y la aluvial formando a su vez capataces con mejores conocimientos enseñándoles mineralogía, hidráulica practica y agrimensura y así crearon y desarrollaron la profesión de ingeniería.

Esta modernización que se realizó beneficio específicamente a la minería de socavo adquiriendo importancia que antes no tenía.

Al transcurso del siglo XIX el producto protagonista fue el oro el cual empezó a exportarse y permitió equilibrar nuestro comercio, ese metal sumado a la plata y platino

¹²Los hermanos Elhuyar fomentaron el desarrollo científico en España y viajaron a América Latina, donde realizaron tareas de supervisión de los trabajos de minería que allí se hacían; analizaron la wolframita, un nuevo mineral obtenido en una mina de estaño, y aislaron de él el wolframio o tungsteno

atrajeron a inversionistas que trajeron capital y tecnología que inyectó el desarrollo minero, con ellos llegó 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 entre otras más innovaciones tecnológicas que aparecían por todo el mundo.

En los departamentos de Antioquia y Cauca surgen empresarios mineros colombianos que fundaron sus empresas con éxito haciéndolas crecer a medida que el mercado lo requería, en esa misma época un general llamado José Hilario López ordenó que se liberaran los esclavos reemplazándolos por la mano de obra asalariada.

En 1886 en el gobierno del presidente Núñez adopta el código de minas que regía en el departamento de Antioquia para toda Colombia, este fue el primer estatuto minero de alcance nacional.

Durante el siglo XX los metales preciosos siguieron siendo los únicos productos de la minería nacional, en 1910 comenzó a producirse la hulla que es un carbón negro que se emplea como combustible en este caso para las primeras locomotoras de vapor.

En 1920 en Barrancabermeja comenzó la perforación de pozos de petróleo y en 1930 y 1937 aparecen las primeras cementeras las cuales empezaron la explotación de yacimientos de calizas, pero en 1941 fue el periodo en el que el oro tuvo su punto máximo, después declinó la producción, pero se empezaron a explotar azufre, caliza, arcilla, cuarzo, yeso, etc.

1.1 LA MINERIA HOY

1.1.1. Colombia

Entre 1950 y 1990 el aporte de la minería al PIB estuvo por debajo de 5% pero en 1971 Estados Unidos libero el precio en dólares del oro y esta economía volvió a reanimarse y en los años ochenta empezó la explotación de carbón en el Cerrejón.

Petróleo, carbón, oro y platino han sido los minerales que más se han explotado a través de la historia del país y para el caso del Norte de Santander ellos solamente son petróleo, carbón y fosforo.

En los gobiernos de Uribe y Santos la minería ha tenido un papel muy importante, debido a los favorables precios internacionales y que llevaron el barril de petróleo hasta los 120 dólares y consecuentemente el incremento en los precios del carbón como el sustituto más cercano. De otra parte, los buenos precios del oro que se originaron producto de la incertidumbre que sobre el crecimiento mundial existía, después de la volatilidad y de depresiones repetidas, esto claro porque desde el surgimiento del capitalismo metal precioso se comporta como un activo financiero que es depósito de valor.

De otra parte, el crecimiento y sostenibilidad de los precios internacionales produjeron que la inversión en petróleo, carbón y níquel se expandiera llevando incluso a denominar como la “locomotora minera” a unos de los pilares del plan de desarrollo de Santos 2012-2018.

La minería ha pasado de representar el 1.6% del PIB en 1975 al 11.3% en 2012, donde la extracción de hidrocarburos fue el más significativo (Escobar y Martínez, 2014).

Y es evidente que el comienzo del milenio muestra la dinámica de crecimiento de la minería y sus exportaciones sin incluir el petróleo ascendieron a los cinco mil millones de dólares para 2006, con una inversión extranjera que llegó a los 2.157 millones de dólares en el 2005 (FEDESARROLLO, 2008).

Cabe mencionar que el sector minero representa un aporte promedio del 2.2% del PIB, pasando de generar 9.5 billones de pesos en 2010 a 10.6 billones en 2015, donde la participación del carbón en el PIB minero fue del 65.9%. Igualmente, el sector tiene un peso importante en las exportaciones llegando a la suma de US\$6.408 millones donde el carbón es el más relevante.

Para estos últimos años la actividad minera ha disminuido producto de la caída de los precios internacionales originada en el descenso de la demanda externa producto de la desaceleración de las economías de USA, UE y China y con relación a la inversión extranjera Colombia sigue estando entre los 5 países de América Latina donde han llegado cerca del 9%, con un promedio de US\$ 2.272 millones entre 2010 y 2014 y a partir de ese año empezó a disminuir a US\$533 en 2015, tendencia que sea conservado en los dos últimos años.¹³

13

<https://www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/Pol%C3%ADtica+Minera+de+Colombia+final.pdf/c7b3fcad-76da-41ca-8b11-2b82c0671320>.

1.1.2. Norte de Santander

La minería en el departamento se inició en 1905 cuando el gobierno de la época le concedió permiso para explotar a Virgilio Barco el campo de Cira-Infantas y un área de 400.000 Has, que paso a la COLPET mediante contrato Chaux Folson. El crudo se transportaba por oleoducto construido entre 1938 y 1939 que iba de Tibú a Coveñas.

Hoy el departamento no figura dentro de los 5 departamentos más productores del crudo y ocupa el puesto 11 y no aporta recursos interesantes al PIB departamental, sin embargo, a partir de 2010 ha venido aumentando la producción de barriles diarios pasando de 3427 a 4445 en el 2013 (MINMINAS y MINTRABAJO, s.f.).

En cuanto tiene que ver con la explotación del carbón hay que decir que las principales zonas mineras están en el Catatumbo con 43.63Mt, Zulia-Chinácota con 34.01Mt, Tasajero con 11.46Mt. Aparecen otras zonas, aunque menos importantes que las anteriores: Pamplona, Pamplonita, Salazar, Herrán, Toledo, Mutiscua, Cacota y Chitagá. Se extraen dos tipos de carbón: 1.5 millones de toneladas de térmico y 635.000 de metalúrgico. Se estima que el 81% es térmico y solo el 19% coquizable.

Existen alrededor de 200 minas la mayoría legalizadas y hasta 600 bocas de extracción y la gran mayoría son minas pequeñas que producen menos de 3 mil toneladas y tiene grandes problemas como la inseguridad, contaminación, deterioro, erosión y desestabilización del terreno.

Es el quinto productor de carbón de Colombia y exportaba por Venezuela vía golfo de Maracaibo el 60% de la producción (Vega, 2006).

El segundo recurso que se explota regularmente en el Norte de Santander es la arcilla, la cual es reconocida a nivel nacional e internacional por su excelente calidad, la

cual históricamente se ha dedicado a la fabricación de bloques y ladrillos, tabletas, tablonos, tejas, fachaleras entre otros productos decorativos.

La arcilla tiene una participación importante en el producto interno bruto del departamento ya que en el 2014 represento el 12.8% de este, cuenta con aproximadamente 93 empresas y 210 constructoras.

En el Norte de Santander se cuentan con otros residuos mineros como la caliza, roca fosfórica, gravas y arenas, verita, feldespato, asfaltita y oro entre otros, pero a la fecha sean han explotado únicamente los depósitos de caliza, roca fosfórica y las gravas y arenas, los demás minerales se encuentran en fase de prospección y explotación.

En el departamento existen dos tipos de productividad la legal y la ilegal, las principales causas para que la minería no haya tenido el desarrollo esperado es causado por el conflicto armado, la dificultad de acceso a créditos de inversión, la deficiente capacitación del personal operativo, técnico y empresario, la falta de apoyo en procesos de investigación, la infraestructura para el transporte de minerales para consumo interno y externo, entre otros.

Y finalmente cabe destacar que el departamento ocupa un puesto destacado en la pequeña minería de roca fosfórica, producción que básicamente se realiza en el municipio de Sardinata.

1.3 ¿CUALES SON LOS IMPACTOS DE LA MINERIA?

De acuerdo con los datos de OXFAM solo 8 personas en el mundo poseen la misma riqueza que 3.600 millones de personas que corresponden a la mitad más pobre del planeta, lo cual indica que con la globalización la concentración de la riqueza se ha

agudizado y que el crecimiento económico solo le sirve a los que más tienen y que incluso pasan por encima de los límites del planeta.

Gran parte de este crecimiento surge de los insumos que proporcionan los recursos naturales o de los sistemas naturales que permiten procesarlos deshechos. Es claro que se utilizan los combustibles fósiles, la madera, la pesca, la capa del suelo arable, el agua dulce, la arena, los metales y un sinnúmero de materiales.

Pero la mayoría de los señalados insumos y productos medioambientales no aparecen en la contabilidad nacional o en los balances de las empresas, como si estos fueran gratis. El crecimiento económico ha sido extractivista y basado en la explotación del medio ambiente.

Se ha exigido a la naturaleza en los últimos 40 años mucho más que su capacidad de recuperación; se están agotando los recursos naturales destruyendo árboles a un ritmo mayor del que ellos pueden crecer, agotando los bancos de peces, nuestro planeta necesita 1 año medio para reponer lo que gastamos en un año.

Las empresas nunca pagan el coste de los insumos naturales que gastan y solo se interesan si estos afectan sus intereses futuros y por ello adoptan posturas supuestamente altruistas que mejoran su imagen pública, al respecto un científico de la EXXON MOBIL señalaba que la empresa estaba impulsada por obtener el máximo rendimiento mientras que “Mientras tanto, las comunidades que antes vivían de esas tierras o se beneficiaban de ellas suelen verse desplazadas y quedar empobrecidas, y los suministros de agua de la región en cuestión pueden verse gravemente afectados por las actividades de la agroindustria. Los cambios en el uso de la tierra suelen tener

impactos sociales más amplios, como la pérdida de la biodiversidad y consecuencias para el clima.”¹⁴

OXFAM ha calculado que el 10% más rico de la población mundial es el responsable de la mitad de las emisiones totales mientras que la mayoría de la población que tiene bajos ingresos es quien se ve perjudicada por el fenómeno.

En Colombia, según el periódico el Tiempo, la situación en las zonas de minería no solo no mejora, sino que evidencian retrasos con relación a las no productoras.

En el Chocó el déficit de vivienda es del 82% y en el Cesar el NBI es del 76.31%; en salud la tasa de mortalidad infantil llegaba al 42%, 24% más alta que el resto del país. Y en relación a la deforestación en el norte del país cada año desaparecen 19 Has y en la zona carbonera 46 Has. y el impacto ambiental en la población es una amenaza porque el polvo de carbón puede generar neumoconiosis.

La violencia es otro factor que acompaña las zonas de minería, cuando aparecen grupos armados que se apoderan de su explotación y que lavarían cerca de 10 billones anuales, “La prueba más certera de esa afirmación es que solo el 37% de las 14.357 unidades mineras censadas en 2010 y 2011 tenían título minero y que de esas el 47%, aunque estuviesen en etapa de explotación, no tuvieran licencia ambiental. Es más: el 65% ni siquiera pagaba regalías.”¹⁵

Todas las investigaciones sobre el impacto de la minería sobre el medio ambiente y la biodiversidad muestran que estamos en situaciones críticas y sobre todo porque aumentan las presiones sobre los recursos naturales.

¹⁴ Informa de OXFAM enero 2017 en <https://www.oxfam.org/sites/...oxfam.../bp-economy-for-99-percent-160117-es.pdf>

¹⁵ Periódico el Tiempo, La Minería en Colombia: La Maldición de los Recursos Naturales, julio 16/2014

Ello es evidente cuando abordamos el cambio climático y como se extrapolan el aumento o la disminución de la temperatura y las épocas de lluvias y sequías determinadas por lo que se conoce como los fenómenos “del niño o la niña”, el aumento en el nivel del mar, el deshielo de los nevados y en fin el surgimiento de impactos en la vida, extinción de especies de fauna y flora y si consideramos que a finales de siglo el planeta tendrá más de 10 mil millones de habitantes, el panorama es absolutamente sombrío.

La minería afecta la calidad y disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo, daños al paisaje y al suelo y para el caso colombiano hemos dado un viraje hacia la exportación de recursos naturales no renovables que han provocado un deterioro irreversible del ambiente.

Esa afectación es más sensible teniendo en cuenta que nuestro país es el más biodiverso del planeta por Km², debido sus particularidades de tener tres cordilleras, dos valles interandinos, la sierra litoral más alta del mundo, la amazonia subandina y los tepuyes, dos zonas litorales y planicies con diferentes grados de humedad que se configuro según los científicos hace dos millones de años.

Esta situación le da la especificidad de tener ecosistemas muy diversos, donde aparecen un número muy alto de endemismos y complejas interacciones biogeoquímicas hacen que nuestro país sea muy rico pero vulnerable porque la desaparición de un área relativamente pequeña puede significar la extinción de un ecosistema único.

Los estudios muestran que Colombia en el 2010 era ya el tercer país más afectado por el cambio climático y las proyecciones sobre precipitaciones señalan que estas caerán en la zona Andina y Caribe entre un 10% y un 30% entre 2010 y 2040 y de

continuarse los proyectos mineros por ejemplo en el Cesar muy rápidamente tendremos el surgimiento de desiertos allí.

Por otra parte, y con relación a la afectación poblacional encontramos 35 pueblos indígenas en peligro de extinción física y cultural como las etnias Jiw y Nukak que según la ONIC es producto de la minería o de actividades ligadas a ella como los grupos paramilitares e insurgentes que en su confrontación provocan despojo y desplazamiento de indios y negros.

Colombia es el segundo país más mega diverso con el 10% de la flora y el 20% de aves del mundo; sin embargo, en los últimos años la calidad ambiental ha descendido aceleradamente y ello por la deforestación, la contaminación hídrica, atmosférica, alteración de ecosistemas de paramo.

La calidad del aire es precaria en la mayoría de ciudades del país y los ríos se pudren por los residuos domésticos, agropecuarios, industriales, los basureros, la presencia de grupos armados ilegales, el narcotráfico y la minería.

Con relación a esta última, tenemos que es el 5 productor de carbón del mundo, extrae metales y piedras preciosas como el oro, plata, platino, esmeraldas; minerales metálicos: níquel, cobre, hierro, manganeso, plomo, zinc, titanio; minerales no metálicos: sal terrestre, sal marina, gravas, arenas, arcilla, caliza, azufre, barita, bentonita, feldespato, fluorita, asbesto, magnesia, talco, yeso, roca fosfórica y rocas ornamentales.

Las exportaciones de carbón de Cesar y Guajira llegan al menos 1.000 millones de toneladas y si ello se vincula con la relación carbón/descapote que es de cerca de 1 a

10 (con base en lo reportado en los informes mineros de Drummond y Cerrejón¹⁶), se tendría que en el mencionado periodo se habrían generado 10.000 millones de toneladas de escombros y residuos rocosos potencialmente contaminantes. En el caso del oro, las proyecciones de residuos generados por tres proyectos de mega minería a cielo abierto (Marmato, con datos de la empresa Gran Colombia Gold; Angosturas, con datos de Greystar y La Colosa, y proyecciones hechas por la Contraloría General de la República con base en datos de AngloGold Ashanti (Contraloría 2012) sumarían cerca de 4.300 millones de toneladas de escombros rocosos y colas o relaves en un periodo de menos de 30 años, y con la preocupante liberación de especies químicas tóxicas como el arsénico a partir de la arsenopirita asociada con el oro dentro del yacimiento. Confrontar estos datos con los 2 millones de toneladas de basura al año que produce Bogotá pone en contexto la inmensa cantidad de residuos que se relacionan con el modelo extractivista basada en la exportación de materias primas como el oro. Dado el volumen de generación de residuos que le es inherente a la mega minería a cielo abierto, se hace necesario compararlo con los de otras actividades tales como la generación y disposición de residuos domésticos. Los datos de generación de residuos de los proyectos de mega minería de oro analizados, suponen volúmenes anuales de 50 a 140 millones de toneladas año (M Ton/año), mientras que los de carbón oscilarían en el rango de 20 a 25 M Ton/año.

La ciudad colombiana que mayor volumen de residuos domésticos genera es Bogotá, con cerca de 2 millones de toneladas al año (2 M Ton/año).

¹⁶ http://www.cerrejon.com/site/Portals/0/Documents/pdf/informes_sostenibilidad/Cerrejon-Informe-sostenibilidad-2012.pdf

“Carl Brechtel¹⁷, director del estudio sobre el proyecto La Colosa, afirmó que AGA considera que necesitará aproximadamente 1.0 metro cúbico de agua por segundo para procesar cada tonelada de mineral. Procesar una tonelada de mineral requerirá, entonces, anualmente 31,5 millones de metros cúbicos de agua”. Si procesar una tonelada de material significa 1 m³ de agua por segundo y el tenor aproximado del yacimiento es 0,86 gramos de oro por cada tonelada de roca mineralizada, cada gramo de oro extraído significaría el uso de 1.160 litros. Si se recirculara el 60% del agua tomada, la huella del agua por gramo de oro sería de 464 litros. La empresa ha argumentado que la huella sería mucho menor, pero no se han remitido los estudios técnicos de soporte. No obstante, estos datos son prácticamente iguales que los que se encuentran en la literatura (477 litros por gramo). Esta huella sólo involucra la demanda (uso) para el proyecto, pero no el aprovechamiento o la afectación (daño) a las aguas por la contaminación. Además de la información técnica de carácter público que puede consultarse en las memorias del Congreso Latinoamericano de Geología llevado a cabo en Lima en septiembre de 2008, existe un estudio reciente de Jorge Tapia¹⁸ que libera nuevos datos para la discusión: un tenor de 0,94 g/ton de oro en La Colosa y el uso de entre 0,5 y 1 m³ de agua por tonelada de mena procesada dependiendo del reciclaje, lo cual significa el requerimiento de 530 a 1060 litros de agua por gramo de oro. La comparación de la huella del agua del oro con productos básicos para la alimentación o el vestuario de los seres humanos, provee el contexto de la profunda huella del agua para un artículo cuyos principales usos son suntuarios o soporte de valor en razón de

¹⁷ <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13274676>

¹⁸ <https://es.scribd.com/document/76792887/Manual-Practico-de-Biomagnetismo-Holistico-Jorge-Tapia-Marquez>

que es considerado como un cuasi-equivalente a una moneda patrón, y contribuye con elementos para la discusión sobre la apuesta minera en un país donde los escenarios de cambio climático alertan sobre la baja en la disponibilidad del agua por la probable disminución en área en los ecosistemas de alta montaña, debido al aumento de temperatura y la disminución de la precipitación pluvial en los lugares con mayores demandas para el consumo humano: la zona Andina y el litoral Caribe

Greystar define la producción de 7,7 millones de onzas de oro en 15 años, removiendo para ello cerca de 110 millones de toneladas de roca. El uso estimado de Anfo es de 0,132 Kg/ton, para un total de 14,5 millones de toneladas de Anfo (398.000 ton Anfo/año). Así, la huella de contaminantes relacionados con la voladura de un gramo de oro sería de 910 Kg de Anfo. En el Plan de Minería año para la mina de carbón de La Loma, Drummond establece que se extraerán 21.443.000 toneladas de carbón, con un descapote de 180.312.000 toneladas. En este caso se usarían cerca de 50.000 toneladas de nitrato de amonio/año y un millón de galones de ACPM. Con estos datos, cada tonelada de carbón extraída requeriría el uso de 2,3 kg de nitrato de amonio y 0,17 litros de ACPM Implicaciones de la contaminación Es evidente que cada uno los problemas de contaminación planteados se constituye en parte de una red intrincada de relaciones, ya que aire y agua contaminadas pueden implicar problemas de salud pública y, además, un riesgo sobre la soberanía alimentaria, en particular de comunidades campesinas y étnicas marginadas y con ingresos económicos precarios que dependen de sus propios cultivos (Martínez 2014).

Para el caso del Norte de Santander solo existe una mención de los impactos que la minería produce en el entorno ecológico del Plan de Acción Ajustado 2007-2011, por parte de CORPONOR: “la problemática, en torno a la minería del departamento Norte

de Santander, se basa fundamentalmente en la existencia de ilegalidad en explotaciones mineras, la escasa tecnología y el escaso aporte y acompañamiento de la autoridad minera por la centralización de los trámites administrativos en la expedición de títulos y registros mineros”.¹⁹

Ahora como simple ejemplo de las condiciones que genera la minería se traerán algunas historias reales de la relación minería y campesinos para poder medir de en carne y hueso los desastres que provoca la minería del Cerrejón.

A Luis Antonio Duarte le ofrecieron apenas tres millones de pesos (USD 1.500) por su pequeña casa de barro donde él y su familia han vivido toda su vida. Vive en La Guajira, departamento de Colombia, en medio de la mina de carbón a cielo abierto más grande del mundo que se llama El Cerrejón. « ¿Qué hace uno con tres millones de pesos?», pregunta Luis Antonio. En el pueblo de campesinos afro descendientes llamado Chancletas en el cual vive ya hay varias casas derribadas que El Cerrejón ha comprado. Otros vecinos de Luis Antonio han aceptado una reubicación y se han ido.

En Nueva Chancletas, nombre del nuevo lugar suburbano, tendrán que aprender a cultivar en lotes pequeños de tierra árida a diferencia de las vastas tierras que antes tenían a su disposición. Allí hay aún más contaminación ya que los fuertes vientos guajiros llevan el polvillo de la mina de carbón. Y mientras el representante de la Junta de Acción Comunal de Chancletas, Wilman Palmezano, duda que los campesinos puedan sostenerse en el nuevo lugar, muchos se han ido. También Luis Antonio confiesa que ya vendió una finca porque testaferros le habían amenazado con iniciar un proceso para su expropiación.

¹⁹ Plan de Acción Ajustado 2007-2011, Síntesis ambiental del Norte de Santander, pag 96

Todo comenzó a inicios de la década de los años 80 cuando llegó la empresa minera Intercor a La Guajira y empezó el proyecto El Cerrejón. En ese entonces, los habitantes creyeron que la explotación del carbón en su territorio traería grandes beneficios y poco a poco las comunidades entregaron sus tierras a la mina que hoy tiene una extensión aproximada de 70.000 hectáreas, la carretera, la vía férrea y un puerto para enviar el carbón a Europa y los Estados Unidos. Poco después, las comunidades se dieron cuenta de su error. A Emilio Páez, un hombre fuerte con ojos tristes de 76 años que era terrateniente y contaba con 350 vacas, hace diez años se le acabó su bienestar. Por orden de la jueza de Barrancas los dueños de El Cerrejón habían recurrido a instancias legales para la expropiación los 1.200 habitantes afrocolombianos del pueblo agricultor Tabaco fueron desalojados y su pueblo, destruido. Según denuncia Páez, la policía lo golpeó por defender su casa hasta dejarlo inconsciente; requirió de 56 puntos de sutura en la cabeza⁵. Tabaco es uno de los casos más sonados y dramáticos del despojo de comunidades para hacer espacio a la empresa minera. En este caso «se evidencia de manera muy clara la incidencia del Estado y de la empresa en el despojo del territorio», afirma Dora Lucy Arias del Colectivo de Abogados José Alvear Restrepo, organización que ha acompañado y asesorado a las comunidades afectadas por El Cerrejón. Y a pesar de que en mayo de 2002 la Corte Suprema de Justicia ordenó la reconstrucción del pueblo, hasta ahora el Gobierno municipal no ha cumplido con la sentencia. Los antiguos habitantes de Tabaco hoy día viven en la incertidumbre, dispersos por La Guajira y Venezuela y a la espera de la reubicación²⁰.

²⁰ <http://comarcaliteraria.blogspot.com.co/2012/04/historia-del-cerrejon-ultima-parte.html>

En vehículo por una carretera destapada y polvorienta —con vista a una vasta y árida franja de montañas donde pasan camiones volqueta con una altura de hasta cinco pisos de un edificio y cuyas ruedas tienen dos metros de diámetro— se encuentra el resguardo indígena Wayúu El Provincial. El pueblo Wayúu ha habitado La Guajira desde antes de la invasión europea a la región en 1499. Una agradable brisa corre en el kiosco amplio de techo de palma en la casa de Mireya Gauriyú. Aquí cuelgan grandes y coloridos chinchorros (hamacas) en las barras de madera. A pesar de que a pocos minutos se encuentra el río Rancherías, el más importante de la península, la comunidad de 120 familias sufre de escasez de agua porque está contaminada desde que tienen a la mina de carbón como vecina. La familia de Gauriyú es afortunada porque puede comprar agua de la ciudad, pero a la mayoría de los habitantes Wayúu les toca consumir el agua contaminada y, como consecuencia, la gente sufre de diarrea y brotes en la piel. Todo ha cambiado en los últimos 30 años según los habitantes de Provincial. Solían cultivar yuca, frijol y plátano, cazaban conejos e iguanas y vivían del pastoreo de chivos. Poco a poco El Cerrejón compró las tierras de los finqueros en los alrededores del resguardo donde las familias Wayúu solían cultivar y alimentar a sus animales. Ya no hay tierra para sembrar y pastorear. Antes, los Wayúu eran libres y andaban por todo su territorio. Hoy llaman la atención los numerosos letreros que dicen «Cerrejón: Los daños en la naturaleza son irreversibles. Con cada tonelada de carbón producido hay degradación ambiental y enfermedades. Pescadores indígenas en el área cercana al puerto tuvieron que desplazarse debido a la dispersión del polvo de carbón que los fuertes vientos provocan. Los resguardos están rodeados por polvo y ruido. Según habitantes de los resguardos, la industria del carbón contamina el aire, el suelo y las fuentes de agua. Son varios los estudios que se han realizado acerca del

impacto que tiene la contaminación sobre la salud. La contaminación del aire con material particulado de la mina de carbón contribuye a los procesos de enfermedades y muerte prematura, concluyen dos médicos en su informe. Los informes coinciden en que hay un alto número de personas que sufren problemas respiratorios, dolores abdominales, diarrea y problemas dermatológicos. Hoy día, las mujeres sufren de enfermedades que antes no tenían: ha aumentado el cáncer de cuello uterino, de seno y de estómago. «Eso anteriormente en La Guajira no se veía», asegura la líder Wayúu Angélica Ortiz.

De varios artículos sobre el impacto de la minería ilegal en el medio ambiente se exponen los problemas de manera abierta e inician señalando la minería ilícita como el cáncer del oro, y la metástasis se ha disparado en los últimos cinco años, de la mano de miles de dragas y retroexcavadoras que en cuestión de meses son capaces de convertir en un desierto de arenas muertas y lagunas de mercurio áreas más grandes que cualquiera de los centros urbanos de toda la región.

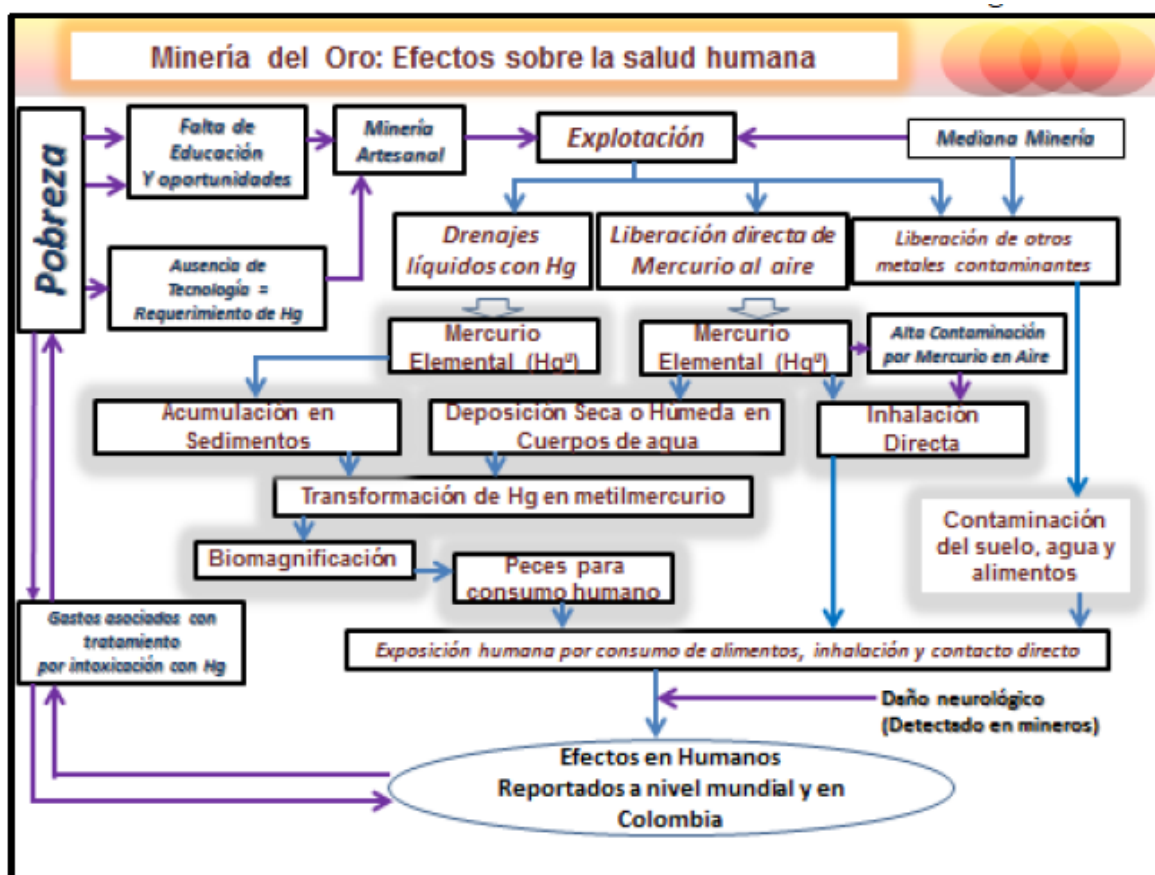
La magnitud del desastre ecológico apenas se está cuantificando. El Sistema de Monitoreo Antinarcoóticos de la Policía (Sima), que utiliza alta tecnología para ubicar las zonas con cultivos ilícitos y minería clandestina, ha identificado en todo el país 6.330 puntos donde se saca oro de aluvión. Sus reportes de inteligencia señalan que hay 95.000 hectáreas “con total afectación” por efectos de la extracción sin control. Chocó (40.780 hectáreas), Antioquia (35.581 hectáreas), Bolívar (8.629) y Córdoba (5.291) tienen los mayores niveles de daño.

Pero hay al menos otras 100.000 hectáreas impactadas en esos departamentos y en otros como Nariño, Cauca, Valle, Caquetá y Guainía. Son casi 200.000 más de 3 veces el desierto de La Tatacoa, el más grande del país, y 40.000 hectáreas más que la

extensión total de Bogotá arrasadas o seriamente deterioradas. Eso, sin contar las zonas amenazadas por la búsqueda de oro en socavón, que tiene en jaque varios sistemas de páramo²¹.

Finalmente se aborda el problema de los efectos de la minería en la salud humana, como una muestra más de la contaminación. De un artículo de Jesús se han extraído cuadros resumen de los impactos que producen la explotación de algunos minerales en la salud humana.

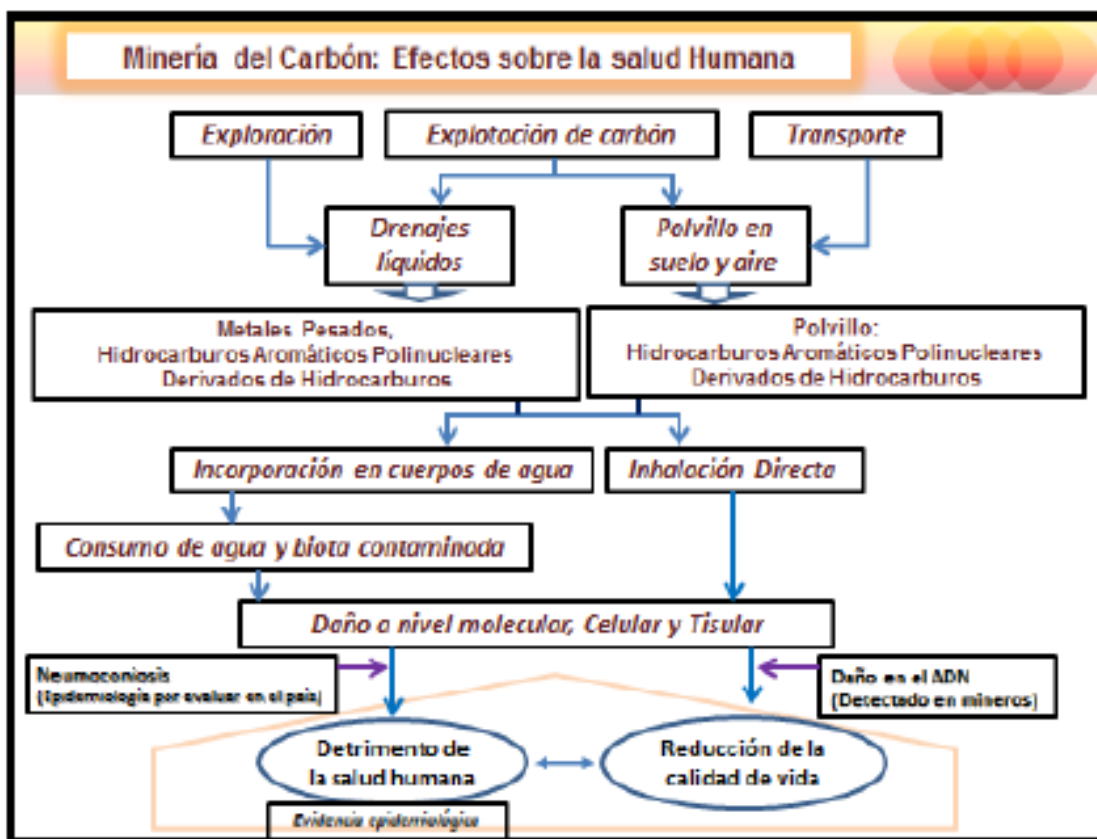
Figura 3. Algunos impactos de importancia de la minería del oro en la salud humana.



²¹ www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/rt/prnterFriendly/42642/46837 Efecto del Uso del Suelo en la Capacidad de Almacenamiento Hídrico en el Páramo de Sumapaz Colombia.

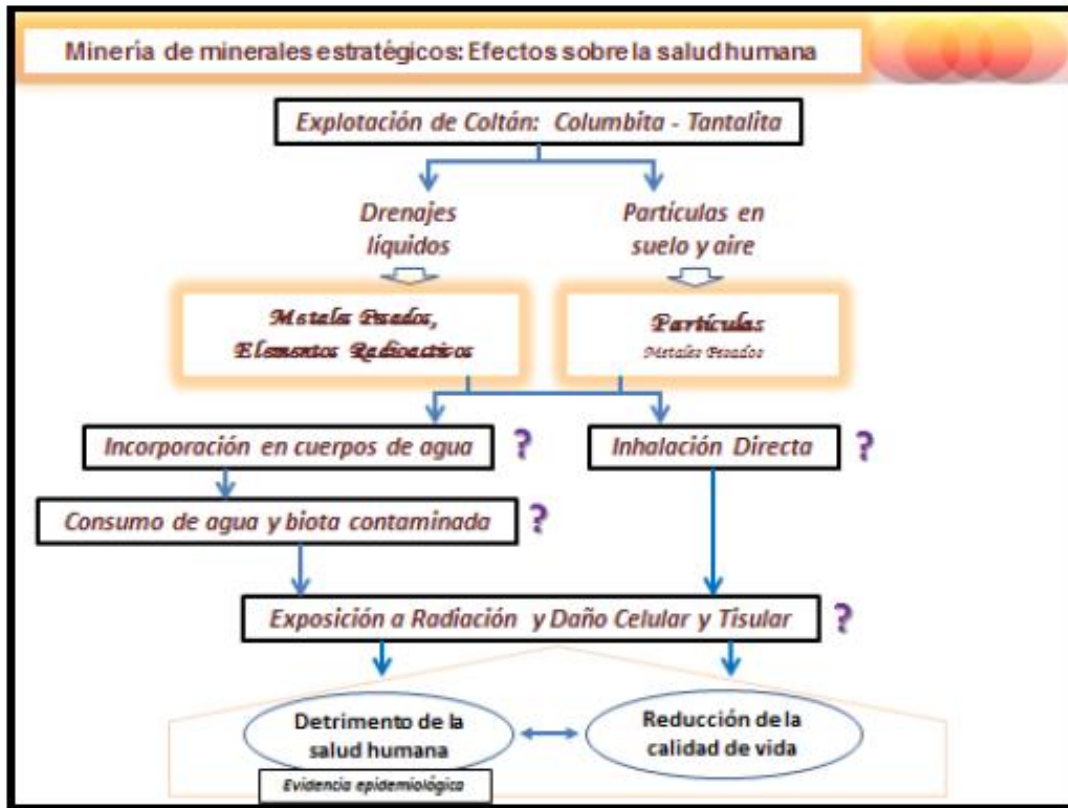
Fuente: El autor. J.O.V. Tomado de Efectos De La Minería En Colombia Sobre La Salud Humana de Jesús Olivero Verbel.

Figura 4. Algunos impactos de importancia de la minería del carbón en la salud humana.



Fuente: El autor. J.O.V. Tomado de Efectos De La Minería En Colombia Sobre La Salud Humana de Jesús Olivero Verbel.

Figura 5. Algunos impactos de importancia de la minería de minerales estratégicos en la salud humana.



Fuente: El autor. J.O.V. Tomado de Efectos De La Minería En Colombia Sobre La Salud Humana de Jesús Olivero Verbel.

La destrucción del ecosistema que ha producido la minería tanto legal y con mucha más intensidad la ilegal, hace necesario que se repiense el futuro y que se tome en cuenta el destino del planeta y la existencia de la vida.

CONCLUSIONES

La vieja nueva fase del desarrollo del capitalismo denominada la “globalización” que ha empujado al máximo el crecimiento de las economías y explotado como nunca los recursos naturales tanto renovables como no renovables ha dejado como resultado evidente y claro lo que se conoce como “el cambio climático”, producto del consumo de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y el gas para producir energía y que libera el CO2 conocido por sus efectos nefastos de producir el efecto invernadero que ha aumentado la temperatura de la tierra afectando el clima del planeta.

Quizás el país campeón en contaminación es la China “comunista” y eso le costó unos 535.000 millones de dólares en 2012; de tantas historias que existen sobre familias de Beijing y la polución está la de una familia rica (porque la prosperidad ha producido más y más ricos y pobres) que para protegerse instaló en su casa un sistema de filtro de aire que le costó US\$4.300, en cada habitación purificadores de aire US\$7.200 y cada mes tiene que cambiar sus filtros US\$430; usa filtros de agua para el lavaplatos US\$300 y para ducha US\$1.000. se gasta US\$13.230, casi 40 millones de pesos²².

Ahora bien, si la temperatura global sube por encima de los 2 grados centígrados los resultados serán catastróficos: se derretirán más rápidamente los glaciares, olas de

²² <http://cnnespanol.cnn.com/2017/01/17/la-contaminacion-en-beijing-la-ciudad-donde-ricos-y-pobres-no-respiran-el-mismo-aire/>

calor inundaciones y sequias, más enfermedades, colapso de los ecosistemas de paramo con las consecuencias sobre el agua y en fin la llegada del colapso no será materia de películas de ficción, sino que el Armagedón será una realidad.

Los 3 párrafos primeros de estas conclusiones se han escrito con el propósito de realzar el gran problema que existe en la actualidad y que por supuesto tiene todo que ver esta monografía:

1. Es evidente que el objetivo generalizado de la sociedad industrial actual es el crecimiento económico a partir de la explotación y uso masivo de la biosfera, la corteza terrestre, la hidrosfera y la atmosfera. También que existe un aumento de los asentamientos humanos y desarrollos de infraestructura que como un cáncer se expanden con sus consecuencias sobre el patrimonio natural y cultural, destruye la vida rural y pone en peligro la vida en el planeta.

Frente a estas realidades los Ingenieros ambientales han optado por aceptar las alternativas que desde la llamada Economía Ambiental les ofrecen los teóricos neoclásicos.

El instrumental que promueven con relación a la problemática ambiental parte de la identificación de los llamados fallos de mercado y las salidas es solucionarlos interiorizando los costos sociales en la producción de los bienes, para así morigerar las llamadas externalidades negativas.

Pero dichas propuestas lejos de solucionar los problemas, lo que hacen es moverse dentro de la dinámica de “cerrar los ojos” a la evidencia de destruir mucho más de lo permisible.

Por eso surge como una catedral la economía ecológica que parte de que lo económico no está separado de lo físico y lo químico, por el contrario son parte

intrínseca, ya que la materia y la energía solo se puede utilizar hasta el punto en que ellas mismas puedan ser sostenibles o en las palabras de Nicholas Georgescu-Roegen que señala que debido a la Ley de la Entropía entre el proceso económico y el medio ambiente existe un nexo dialectico: pues el primero cambia el segundo de forma irrevocable e igualmente es alterado por ese mismo cambio de la misma forma. “La humanidad se puede extinguir (como probablemente lo hará), pero no volverá a vivir en cuevas (o en los arboles)-si alguna vez vuelve a vivir-de la misma forma exacta que lo hizo en el pasado”²³

Se debe entender que los procesos son irreversibles y que el compromiso de los Ingenieros Ambientales con la vida los tiene que llevar a profundizar en el conocimiento y aplicación de las propuestas de la Economía Ecológica, si queremos tener un nuevo amanecer para los hijos de los hijos de nuestros hijos.

2. El segundo asunto que abordó en la monografía tiene que ver con la perspectiva que tienen los ingenieros ambientales para, en desarrollo de su accionar, tratar de producir procesos que permitan la sostenibilidad de los ecosistemas.

Al respecto en la mayoría de los tratados sobre la Ingeniería Ambiental y sus objetivos, casi siempre aparecen en los producidos antes de la década del 90 del pasado siglo una coincidencia con la aplicación en términos de política pública o como condición de procesos particulares de las ideas que en la economía se han identificado con las propuestas de la economía ambiental.

Incluso en sus planes de estudio las escuelas de Ingeniería Ambiental, incluida la nuestra, siempre se encuentran cátedras que incorporan este tipo de enfoque.

²³ Centro de Investigaciones para la Paz, De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica pág. 193

Es común la presentación de los más variados modelos de la economía ambiental, como instrumentos del profesional para incorporar las variables económicas a las acciones que se emprenden dentro de la práctica de la ingeniería ambiental.

Pero ya se inicia un proceso de transformación en los currículos que empiezan a plantearse de manera creciente los postulados de la Economía Ecológica y los más diversos modelos para posibilitar que la utilización de la materia y la energía no sobrepase los límites establecidos por la naturaleza.

En el presente trabajo se presentan algunos modelos que se mueven dentro de la órbita de la transdisciplinariedad y que son consecuentes con las leyes de la termodinámica, particularmente con la Ley de Entropía.

La conclusión es clara: si queremos como profesionales impedir que el planeta sea destruido por el afán de ganancia deberemos impulsar el estudio, desarrollo y aplicación de modelos que sean consecuentes con la vida.

3. Finalmente, y ya en el plano del país y departamento, se encuentra que la actividad más peligrosa para el planeta es la minería y particularmente la minería ilegal que ni siquiera se mueve dentro del marco reducido de normas ambientales.

CORPONOR muestra la situación de licencias ambientales solicitadas en el mapa minero del departamento y prácticamente todo el territorio está en esa situación. Hay casos tan extremos que el parque de Chitagá por ejemplo puede en cualquier momento desaparecer para iniciar en sus terrenos la explotación minera.

Al igual que el país, la actividad minera se centra en la explotación de carbón, arcillas, rocas fosfóricas y petróleo, la mayoría en situación de ilegalidad. De la totalidad de contratos mineros de carbón más de la mitad no tiene en cuenta la normatividad ambiental y la situación es similar en arcilla, material de arrastre, roca fosfórica, caliza, etc.²⁴

Finalmente, en el país es cada día más evidente que existe una relación perversa entre las autoridades ambientales, nacionales, minería legal e ilegal; detrás de las que están actores mafiosos y paramilitares, que hacen extremadamente difícil plantear alternativas de sostenibilidad.

Finalmente queda para la reflexión algunas conclusiones a las que ha llegado la Contraloría General de la República: “más de 6 billones de pesos es lo que dejan de recibir las regiones en regalías cada año por culpa de la minería ilegal y criminal del oro...esta consignada sobre las actividades de seis corporaciones autónomas regionales”²⁵

¿Será que se optará por cambiar el agua por los gramos de oro y las toneladas de carbón en minas a cielo abierto por la posibilidad de que subsista la vida en el planeta?

²⁴ Corponor, Síntesis ambiental pág. 97

²⁵ <http://www.eltiempo.com/justicia/cortes/consecuencias-economicas-de-la-mineria-ilegal-en-regiones-de-colombia-42777>

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguilera Klink, Federico y Alcántara Vicent. (1994). La economía ambiental a la economía ecológica. Barcelona: ICARIA: FUHEM. Disponible en: http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA_EE.pdf

Ardila, Gerardo. (2011). *Los principales problemas ambientales*. Razón pública.com Para saber en serio lo que pasa en Colombia. Disponible en: <http://www.razonpublica.com/index.php/regiones-temas-31/2460-los-principales-problemas-ambientales.html>

Arribas Herguedas, Fernando. (2007). *La idea de desarrollo sostenible*. Universidad Rey Juan Carlos. Sistema 196, pp. 75 – 86. Disponible en; http://www.ficad.org/lecturas/adicional_uno_unidad_tres_gads.pdf.

Ávila - Foucat, V.S. (2007). Los modelos de la economía ecológica: una herramienta metodológica para el estudio de los servicios ambientales. *Gaceta Ecológica*. Número 84 – 85, julio - diciembre. 2007 pp. 85 – 91. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Distrito Federal, México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908509>

Bermejo, R., 2005. La gran transición hacia la sostenibilidad. Principios y estrategias de economía sostenible. Capítulo 2. Editorial Catarata. Madrid.

Bernal, E. y Carnicer, P. (s.f.). *Un Modelo de economía ecológica y ética para contribuir al objetivo de la sostenibilidad en la gestión empresarial*. Universidad de Zaragoza. Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Disponible en: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ec/jec12/archivos/A7ECONOMIA%20ECOLOGICA%20Y%20MEDIO%20AMBIENTE/ORAL/BERNAL-DELUIS/BERNAL-DELUIS.pdf>

Biografías y vidas. (2017). Guillermo de Ockham. Biografías y Vidas. La enciclopedia biográfica en línea. Disponible en: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/o/occam.htm>

Brown, Lester. (2007). El reto climático. Artículo publicado por el periódico El Espectador. Semana del 15 al 21 de Julio, Bogotá.

Carpintero, Oscar. (2006). *El desafío de la bioeconomía*. Los precursores de la Economía Ecológica. Capítulo VI del libro de Óscar Carpintero: La bio economía de Nicholas Georgescu-Roegen, Barcelona, Montesinos, (en prensa). Disponible en: http://biblioteca.hegoa.ehu.es/system/ebooks/15698/original/El_Desafio_de_la_Bioeconomia.pdf

Castiblanco R., Carmenza. (2007). La economía ecológica: Una disciplina en busca de autor. *Gestión y ambiente*. Volumen 10. Número 3, diciembre, 2007. pp. 7 – 21. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16941982100>

Cataño, José Félix. (2004). La teoría neoclásica del equilibrio general. Apuntes críticos. Cuadernos de Economía. Volumen 23. Número 40. Bogotá. Enero – junio de 2004.

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-47722004000100008

Cleveland, C.J. y Ruth, M., 1999. ¿Cuándo, dónde y por cuánto los límites biofísicos restringen el proceso económico? Una investigación sobre la contribución de Georgescu-Roegen a la economía ecológica. Traducción de Ramón Alonso Berrio. En: Economía ¿Ecológica? Medellín: Universidad Nacional de Colombia, pp. 61 - 96.

CERREJON. (2012). *Informe de sostenibilidad*. Centro de Información e Investigación, División de Comunicaciones de Cerrejón. Zelta Comunicaciones S.A. Disponible en: http://www.cerrejon.com/site/Portals/0/Documents/pdf/informes_sostenibilidad/Cerrejon-Informe-sostenibilidad-2012.pdf

Contraloría General de la República. (2013). *Minería en Colombia. Fundamentos para superar el modelo extractivista*. Imprenta Nacional. Disponible en: <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2013/05/mineria-en-colombia-fundamentos-para-superar-el-modelo-extractivista2013.pdf>

Corona, R. A., 2000. Economía Ecológica, una metodología para la sustentabilidad. Universidad Autónoma de México, Facultad de Economía.

Correa, Francisco, Economía Del Desarrollo Sostenible: Propuestas y Limitaciones de La Teoría Neoclásica. Disponible en:

<http://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1367/1404>

Cortés, Ángela y Velázquez, Mauricio. (2007). Desarrollo Sostenible. Colombia y el Medio Ambiente. Universidad Politécnico Gran colombiano Colombia /Bogotá.

Disponible en: <http://desarrollososteniblepoli.blogspot.com.co/2007/05/colombia-y-el-medio-ambiente.html>

Cuerdo, M y Freyre, M. (2016). Introducción a la Microeconomía, ESIC Editorial.

Daza Torres, Martha Constanza; Hernández Flórez, Fanny y Triana, Flor Alba. (2014). *Efectos del uso del suelo en la capacidad de almacenamiento hídrico en el Páramo de Sumapaz - Colombia*. Revista Facultad de Agronomía. Volumen 67, Número 1.

Disponible en:

<http://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/rt/printerFriendly/42642/46837>

EL ESPECTADOR. (2015). El 2016 ambiental de Colombia. Editorial. Disponible en:

<http://www.elespectador.com/opinion/editorial/el-2016-ambiental-de-colombia-articulo-608178>

EL TIEMPO (2016). *Minería Ilegal: los cráteres que se devoran a Colombia*. Casa Editorial El Tiempo. Disponible en:

<http://www.eltiempo.com/multimedia/especiales/mineria-ilegal-en-colombia-problematICA-ambiental-y-economica/16460194/1/>

EL TIEMPO. (2016). *El 2016 será un año de grandes desafíos ambientales. Delimitar los páramos y controlar la minería ilegal, entre las tareas pendientes por cumplir.*

Redacción Medioambiente. Disponible en:

<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16472101>

Elizalde Hevia, A., (2002). Otro sistema de creencias como base y consecuencia de una Sustentabilidad posible. En: *Ética, vida y sustentabilidad*. Programa de las Naciones Unidas

Escobar, Andrés y Martínez B., Humberto. (2014). *El sector Minero Colombiano Actual.*

Disponible en:

http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/forum_topic/3655/files/sector_minero_colombiano_actual_trayectoria_organizacion_industrial_distancia_frontera_tecnologica.pdf

FEDESARROLLO. (2008). *La minería en Colombia: impacto Socioeconómico y Fiscal.*

Proyecto de la Cámara ASDOMINEROS de la ANDI. Disponible en:

<http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-miner%C3%ADa-en-Colombia-Informe-de-Fedesarrollo-2008.pdf>

Georgescu – Roegen. Nicholas. (1996). *La ley de la entropía y el proceso económico.*

Fundación Argentaria. Visor Distribuciones S.A. Colección Economía y Naturaleza.

Serie Textos Básicos. Volumen III. Disponible en:

[http://www.elsarbresdefahrenheit.net/documentos/obras/2401/ficheros/La ley de la Entropía y el proceso económico red.pdf](http://www.elsarbresdefahrenheit.net/documentos/obras/2401/ficheros/La_ley_de_la_Entropia_y_el_proceso_economico_red.pdf)

Goebel Mc Dermott. (2009). *Ecologismo de los pobres y marginalidad social: vehículos de complementariedad y puentes dialógicos*. Revista Reflexiones 89 (1): 127 – 142, ISSN: 1021 – 1209/2010. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/reflexiones/article/view/11580/10925>

Gómez G. Luis Jair. (1999). La entropía y sus relaciones con la economía y la ecología. Volumen 9. Número 15. pp 9 – 27. Universidad Nacional Medellín. Disponible en: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/ede/article/view/24616/25198>

Gómez, L. J. (2003). Fundamentos de la economía ecológica, relaciones de la economía real con la termodinámica y la ecología. Documento de Trabajo.

Gramas. (2014). Metodología del Análisis de Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment LCA). Culiacán, Sinaloa. Disponible en: <https://gramaconsultores.wordpress.com/2014/01/16/metodologia-del-analisis-de-ciclo-de-vida-life-cycle-assessment-lca/>

Granato, Leonardo; Oddone, Nabuel y Caraballo Penela, Adolfo. (2009). Valoración económica del medio ambiente: “Las propuestas de la economía ecológica y la economía ambiental” Revista OIDLES Volumen 3, Número 7. Universidad de Málaga. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/oidles/07/go.htm>

Greenpeace. (2009). Protegemos nuestros páramos. Disponible en:

<http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/paramos-en-peligro/>

Guhl Nannetti, Ernesto. (2016). *La política ambiental colombiana en las dos últimas décadas y Laudato si*. Universidad Javeriana. Disponible en:

<http://www.javeriana.edu.co/documents/15832/5510469/Ponencia+Ernesto+Guhl-Junio2+de+2016.pdf/7da84e40-610e-44b3-a286-c0bf5399e632>

Henry, J. y Heinke, G. (1999). Ingeniería Ambiental, Segunda Edición Pearson Educación. México. Disponible en: https://www.u-cursos.cl/usuario/037b375d320373e6531ad8e4ad86968c/mi_blog/r/ingenieria-ambiental_glynn.pdf

Hettner, Alfred. (1859 – 1941). Viajes por Los Andes colombianos: 4. Minas de oro y de plata, clases de gangas y filones. Métodos de extracción y explotación aluviones auríferos. Extracción hidráulica. Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango. Disponible en:

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/historia/viaand/viaand31.htm>

Jiliberto H., Rodrigo. (2001). Modelos contingentes de conocimiento para la toma de decisión en medio ambiente. Desarrollos en economía ecológica/eco sistémica. Tendencias Revistas de la Facultad de ciencias Económicas y Administrativas. Volumen II. No. 2. Diciembre de 2001, paginas 1 – 44 Universidad de Nariño.

Disponible en: <file:///C:/Users/sandra%20patricia%20vera/Downloads/728-2928-1-PB.pdf>

Jiménez, L. y Higón, T., Francisco. (2003). Ecología y economía para un desarrollo sostenible. Cap.1, Ed. La Nau Solidaria. Publicaciones Universidad de Valencia. España.

León, M.A.; Caballero, R.; Gómez, T. y Molina, J. (2003). *Modelización de problemas de ordenación forestal con múltiples criterios. Una aplicación a la economía forestal cubana*. Estudios de Economía Aplicada, Volumen 21, número 2 agosto, pp. 339 – 360. Asociación Internacional de Economía Aplicada. Valladolid, España. Disponible en: <http://libros.duhnnae.com/material/2017may/149400452691-Modelizacion-de-problemas-de-ordenacion-forestal-con-multiplescriterios-una-aplicacion-a-la-e.php>

Lorente, L., 1997. Hacia una teoría dinámica de la economía. Discurso de ingreso a la Academia Colombiana de Ciencias Económicas. Sesión Solemne del 24 de abril de 1997.

Maldonado, C. (2014). Biodesarrollo y complejidad. Propuesta de un modelo teórico. En M. Eschenhagen, Alternativas al desarrollo Bogotá: UR-PUB.71-94

Martínez, Adriana. (2014). *El problema de la minería y la minería como problema*. Diario La República. *Asuntos legales*. Disponible en: http://www.larepublica.co/el-problema-de-la-miner%C3%ADa-y-la-miner%C3%ADa-como-problema_161211

McInerney, J. (1976)., The simple Analytics of Natural Resource Economics, Journal of agricultural economics Vol XXVII, N° 1 pp 31-52. Disponible en:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1477-9552.1976.tb00964.x/abstract>

Mendieta, Juan Carlos. (s.f.). Economía Ambiental, Facultad de Economía Universidad de los Andes. Programa de Magister en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Disponible en:

<https://valoracionambien.files.wordpress.com/2014/11/economia-ambiental-mendieta.pdf>

Ministerio de Minas y Ministerio del Interior. (s.f.). *Diagnóstico socioeconómico del Departamento de Norte de Santander*. Estrategia Territorial para la Gestión Equitativa y Sostenible del Sector Hidrocarburos. Disponible en: <http://www.anh.gov.co/Seguridad-comunidades-y-medio-ambiente/SitioETH-ANH29102015/como-lo-hacemos/ETHtemporal/DocumentosDescargarPDF/1.1.2%20DIAGNOSTICO%20NORTE%20DE%20SANTANDER.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (2009). *Así es la minería*. Cartillas Didácticas: Colombia minera, desarrollo responsable. Bogotá, Colombia. Disponible en:

www.simco.gov.co/Portals/0/archivos/Cartilla_Mineria.pdf

Ministerio de Minas. (2014). *Indicadores de la minería en Colombia. Versión preliminar*.

Unidad de Planeación Minero Energética. Subdirección de Planeación Minera UPME.

Disponible en:

http://www.simco.gov.co/Portals/0/Analisis%20Sectorial/INDICADORES_24_06_2013.pdf

Molina Londoño, Luis Fernando. (1989). La “industrialización” de la minería de oro y plata en Colombia en el siglo XIX: sociedad de zancudo y compañía minera de Antioquia. Editorial Bogotá, Credencial. Colección Orígenes de la banca y la industria en Colombia 1850 – 1950. Credencial Historia. Disponible en: <http://www.banrepcultural.org/node/89619>

Odum, Eugene P. (1969). *La estrategia de desarrollo de los ecosistemas: El entendimiento de la sucesión ecológica proporciona las bases para resolver el conflicto del ser humano con la naturaleza*. Ciudades para un futuro más sostenible. Escuela Superior de Arquitectura de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. Grupo de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad. Boletín CF + S. Número 26. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n26/aeodu.html>

Oxfam International. (2017). Una economía para el 99%. Es hora de construir una economía más humana y justa al servicio de las personas. Disponible en: <http://censat.org/es/publicaciones/una-economia-para-el-99-es-hora-de-construir-una-economia-mas-humana-y-justa-al-servicio-de-las-personas>

Passet, René. (2011). La Doble Dimensión Energética e Información del hecho Económico. Edición Electrónica revisada, p 223. Disponible en: <http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/Passet.pdf>

Pearce, D.W. y Turner, R.K. (1995). *Economía De Los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*, Colegio De Economistas De Madrid Y Celeste Ediciones, Madrid. <http://Www.Ugr.Es/~Buribe/3127/1y2ciclo/Emarn/Temas/Tema10/2.Htm>

Peña Sánchez, A.R. Las disparidades económicas intrarregionales en Andalucía. Tesis doctoral. Disponible en: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2006/arps/1k.htm>

Ponce Muriel, Álvaro. (2010). Panorama del sector minero. Unidad de Planeación Minero Energética. Disponible en: <http://www.simco.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=SW5htFa4evE=>

Poveda Ramos, Gabriel. (2002). *La minería colonial y republicana: cinco siglos de variantes y desarrollos. Tomado de la Revista Credencial Historia. (Bogotá, Colombia). Edición 151 Julio de 2002. Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango. Disponible en:* <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/revistas/credencial/julio2002/lamineria.htm>

Restrepo, Vicente. (1837 – 1899). *Estudio sobre las minas de oro y plata en Colombia*, Editorial Bogotá: Imprenta de Silvestre. Colección Afrocolombianidad. Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango. Disponible en: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/historia/minas/indice.htm>

Restrepo, Vicente. (1837 – 1899). Estudio sobre las minas de oro y plata en Colombia. II. Influencia de la minería en el progreso general de Colombia. Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango. Disponible en:

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/historia/minas/minas16.htm>

Revista DINERO. (2016). *Problemas ambientales se agudizan por el mal manejo de desechos electrónicos*. Sección Tecnología. Disponible en:

<http://www.dinero.com/actualidad/articulo/donde-depositar-los-desechos-electronicos-en-colombia/218706>

Rionda Ramírez, Jorge Isauro. (2006). Microeconomía básica. Editado por eumed.net.

Disponible en: <http://www.eumed.net/jirr/pdf/0318.pdf>

Rudas, Guillermo. (1988). Economía y Ambiente, CEREC, FESCOL, IER (prensa)

Sancho Gil, Juana. (2014). Historias de vida: el relato biográfico entre el autoconocimiento y dar cuenta de la vida social. Praxis Educativa Volumen 18. Número 2. Santa Rosa. Universidad de Barcelona. Disponible en:

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-666620090001000

Schumpeter, Joseph. (2011). Historia del análisis económico. Cargado por Nicolás

Abarzúa. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/57795818/Historia-del-analisis-economico-Capitulo-1-2-3-y-4-Joseph-Schumpeter>

Stiglitz, Joseph. (1997). Economía del Sector Público, 3ª edición, Antoni Bosch Editor.

Disponible en: <https://finanzaspublicasuca.files.wordpress.com/2011/10/economia-del-sector-publico-stiglitz.pdf>

UAM. (s.f.). Repaso de termodinámica. Disponible en:

https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/jgr/fisest0506/RepasoTermo.pdf

Universidad de la República. (2012). Introducción a la Economía. Material de lectura obligatoria correspondiente al año 2012. Introducción a la Microeconomía. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. Disponible en:

https://www.fing.edu.uy/catedras/economia/teorico/Libro_Micro_2015.pdf

Vega Rico, Jorge Alberto. (2006). *Estudio de factibilidad del proyecto de explotación de roca fosfórica*. Universidad de La Salle. División de Formación Avanzada. Especialización en Gerencia de Proyectos en Ingeniería. Bogotá D.C. Disponible en:

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/2172/TM91.06%20V521e.pdf?sequence=1file:///C:/Users/Eliseo/Downloads/Dialnet-nalisisDeLaLogisticaDelCarbonEnNorteDeSantander-4966241.pdf>