

# Evaluación de impacto ambiental y estudios previos a una valoración contingente. Caso la Colosa, Cajamarca, Tolima, Colombia

Carlos Andrés Vergara Tamayo\*

Andrés Felipe González Quesada\*\*

Carlos Andrés González Coronado\*\*\*

## Resumen

Este artículo tiene como objeto realizar una primera aproximación a la valoración económica de los costos ambientales del proyecto minero La Colosa en el municipio de Cajamarca – Tolima, mediante la aplicación de un estudio piloto (primera etapa) del Método de Valoración Contingente (MVC). A partir de la evaluación de impactos ambientales, de la cual los componentes de mayor relevancia, según su afectación, son el hídrico y el biótico (cobertura vegetal) se fundamenta el planteamiento del escenario hipotético. La encuesta para indagar sobre las preferencias de la población objetivo se realizó a una muestra piloto. Así, la primera etapa del MVC se desarrolla por medio de los modelos de regresión Probit y Logit, en donde la variable dependiente “Disposición a Aceptar el Pago (DAA)” se explica en los modelos ajustados a través de las variables independientes (pers\_vivienda, bosq20 y ríos\_mina). Para la muestra, el valor medio de DAA anual por hogar a pesos del año 2012 es de \$5'577.464 durante la operación de la mina.

**Palabras clave:** Escenario hipotético, Evaluación ambiental, Estudio previo, Valoración económica, Valoración contingente.

---

Recibido:01-05-2013 Aceptado:19-08-2013

\* Docente - Investigador. Magíster (M.Sc.) en Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia; Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales - Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Email: cavergarat@gmail.com, carlos.vergara@unimilitar.edu.co.

\*\* Ingeniero Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Bogotá – Colombia. Email:andresgonzalezq@hotmail.com.

\*\*\* Ingeniero Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Bogotá – Colombia. Email: candresgon\_58@hotmail.com.

### Abstract

This paper aims to carry out an approach to the economic valuation of environmental costs arising from La Colosa mining project in the municipality of Cajamarca - Tolima, through the validation of the contingent valuation method (CVM). On the basis of the assessment of environmental impacts, from which the components of greater relevance, according to their damage, are the hydrological and the biotic (vegetation cover) is based upon approach of the hypothetical scenario. The survey to investigate the preferences of the target population was carried out to a pilot sample. Thus, the MVC is developed through Probit and Logit regression models, where the dependent variable «Willingness to Accept Payment (WAP)» is explained in the adjusted models through the independent variables (pers\_vivienda, bosq20 and ríos\_mina). For the sample, the average value of annual WAP by household to pesos in 2012 is \$ 5.577,464 during operation of the mine.

**Key words:** Environmental impact assessment, economic valuation, influencing area, availability to accept, contingent valuation.

**JEL Classification:** Q01, Q32, Q51, R11.

### RÉSUMÉ

C'est article vise à réaliser un rapprochement à l'évaluation économique des coûts environnementaux découlant du projet minier La Colosa, dans la municipalité de Cajamarca à Tolima, grâce à la validation de la méthode d'évaluation contingente (MEC). À partir de l'évaluation des impacts environnementaux, de laquelle les composantes de plus grande pertinence, selon leur affectation, sont le hydrique et le biotiques (couverture végétale) se fonde l'approche du scénario hypothétique. L'enquête sur les préférences de la population visée a été conduite sur un échantillon pilote. Donc, la MEC se déroule au moyen des modèles de régression Probit et Logit utilisés, où la variable dépendante «être prêt à accepter le paiement (DAP) » est expliquée par les modèles ajustés à travers les variables indépendantes (pers\_vivienda, bosq20 and ríos\_mina). Pour l'échantillon, la valeur moyenne de DAP annuelle par logement de l'an 2012 est de \$ 5 577 464 COP pendant l'opération de la mine.

**Mots-clés:** Évaluation des impacts environnementaux, expertise économique, zone d'influence, disponibilité à accepter, évaluation contingente.

## I. INTRODUCCION

No es ningún secreto que la minería a nivel industrial además de contribuir con el crecimiento económico de las naciones compromete de igual manera los recursos naturales y el medio ambiente, el cual se ha visto seriamente afectado, pero poco sabemos de las aproximaciones al valor económico de los costos ambientales derivados de dicha actividad, ya que comúnmente no se aplican estas herramientas de manera estricta y rigurosa para cuantificar dichos valores.

Para poder evaluar estos daños y beneficios, es necesario identificar los ecosistemas potencialmente afectados y las comunidades que se encuentran amenazadas por cada etapa

del proyecto productivo. Sumado a ello se debe desarrollar una forma eficaz de ponderar y dimensionar los daños, con lo cual se requiere de estudios aplicados con técnicas propias de valoración que permitan hallar una respuesta aproximada sobre los costos ambientales derivados de los impactos que la actividad minera podría causar, con un enfoque de costo – beneficio.

De esta manera la presente investigación aplicada surge a partir de un caso de estudio en Colombia, suficientemente controvertible en su momento debido a la magnitud del proyecto minero La Colosa, a las características ambientales del área en donde se pretende realizar y a los intereses opuestos entre la población del área de influencia, el gobierno representado en la autoridad ambiental y la empresa que desarrollaría el proyecto.

Hoy en día, el proyecto minero ha cobrado gran relevancia regional y nacional debido entre otras cosas a que la empresa AngloGold Ashanti (AGA) cuenta con programas de exploración en 6 departamentos y es la empresa que cuenta con más títulos mineros de oro en el país con un total de 422 títulos (Pulido, 2012), también porque el recurso actualmente inferido en la etapa de exploración en La Colosa aumentó hasta las 26,8 millones de onzas de oro. Además, debido a que la comunidad y el gobierno de municipios como Piedras e Ibagué (capital del departamento del Tolima) han manifestado su rechazo al proyecto mediante consulta popular y comunicados del propio alcalde respectivamente, ya que también se desarrollarán, según lo planeado por AGA, actividades de transporte, tratamiento y disposición de los residuos sólidos de la industria en sus territorios.

La Colosa se localiza dentro de la Reserva Forestal Central de carácter nacional creada a partir de la Ley 2ª de 1959, en el municipio de Cajamarca-Tolima, específicamente en las veredas La Luisa, El Diamante y La Paloma, zona en la cual ya se ha venido desarrollando la fase exploratoria por parte de la empresa Anglo Gold Ashanti (AGA) Colombia S.A., dando como resultado una expectativa aproximada de 13 millones de onzas de oro.

La esencia del presente estudio consiste en realizar una primera aproximación para la valoración económica de los costos ambientales del proyecto minero La Colosa en el municipio de Cajamarca – Tolima, mediante la realización de los estudios previos, desde el punto de vista de evaluación de impactos ambientales y desde la valoración de costos ambientales, para la aplicación del método de valoración contingente (MVC). El MVC es conocido como uno de los métodos más reconocidos en el ámbito científico y de política ambiental (Riera, 1994).

En este orden de ideas, el desarrollo de esta investigación se presenta en cuatro (4) secciones adicionales de la siguiente manera:

**Sección II:** Consiste en el marco conceptual del estudio de caso, en el cual se describen los conceptos fundamentales para el desarrollo de los estudios previos y la posterior aplicación del MVC para la estimación de costos ambientales del proyecto minero La Colosa.

**Sección III:** Hace referencia a la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, la cual se sintetiza en el Gráfico No. 1, que muestra la secuencia de pasos del proceso del desarrollo de estudios previos para la aplicación del MVC al caso de estudio.

La metodología se divide en dos grandes etapas: la primera llamada “Evaluación de Impactos Ambientales” que cubre desde la descripción de las actividades del proyecto minero La Colosa, hasta la identificación y priorización de impactos ambientales; mientras que la segunda etapa se denomina “Estudios Previos a la Aplicación del Método de Valoración Contingente” y va desde la descripción del escenario hipotético (con proyecto), hasta la codificación de la información recolectada en las entrevistas a la muestra de la población para la posterior ejecución de los modelos Probit y Logit en el programa econométrico seleccionado.

**Sección IV:** Se exponen los resultados y su análisis, principalmente referidos a los resultados econométricos del desarrollo de los modelos Probit y Logit, y sobre la agregación de los valores de la variable “Disposición a Aceptar” (DAA).

**Sección V:** En esta sección final se describen las conclusiones del presente trabajo, en donde se incluyen las correspondientes a los resultados de los estudios previos a la aplicación del MVC al proyecto minero La Colosa y las limitantes del caso de estudio.

## II. Marco conceptual

### A. Economía ambiental.

La economía ambiental se fundamenta en los principios de la escuela neoclásica, ocupándose de los efectos ambientales a través del desarrollo del concepto de deseconomías externas (externalidades), del análisis de los derechos de propiedad y de las limitaciones de la teoría económica ortodoxa para abordar la problemática asociada a la sobreexplotación de los recursos, su agotamiento y la proliferación de residuos; no solamente para la sociedad actual sino para las generaciones futuras (Vargas Sanchez, 2006).

De acuerdo a O’Riordan (1983) citado por (Pearce D., 1992) la economía ambiental toma fuerza en la década de los 70, ampliando los principios neoclásicos para orientarlos al uso eficiente de los recursos naturales y los servicios ambientales, y evaluar los efectos económicos de la degradación ambiental, estableciendo las causas e incentivos económicos para disminuirla o revertirla.

Luego en la misma década, la economía ambiental se establece como subdisciplina o área de conocimiento, dando respuesta a la problemática ambiental, basándose en las teorías de internalización de las externalidades (Pigou, 1920) y (Coase, 1960), estableciéndose como estamento que participa en la toma de decisiones para la explotación de los recursos, introduciendo la tasa social de descuento - TSD<sup>1</sup>, como un elemento de ponderación intertemporal (Field, 2003).

---

1 La TSD o tasa social de descuento refleja en qué medida desde el punto de vista de una sociedad, un beneficio presente es más valioso que el mismo obtenido en el futuro. Dando lugar a dos interpretaciones que conforman las dos principales teorías del descuento social (Rodríguez H., 2007): Teoría de la preferencia social temporal. Enfoque de coste de oportunidad del capital.

### ***B. Valoración económica del medio ambiente.***

Valorar económicamente el medio ambiente significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, que permita compararlo con otros componentes del mismo, esto es, reflejar los cambios en la calidad ambiental en los cambios en el bienestar de los individuos. (Osorio Múnera & Correa Restrepo, 2004).

Para la pregunta: “¿Qué da valor al medio ambiente?”, Aldo Leopold responde: la naturaleza no humana tienen un valor intrínseco inherente y por tanto posee derechos morales y naturales (Pearce D. &., 1990), esto significa que el medio ambiente tiene un valor per se. (Azqueta, 1994).

Sin embargo desde una postura antrópica (o antropocéntrica para algunos), la valoración económica ambiental o de bienes y servicios ambientales debería estar basada en los análisis coste-beneficio de un programa o de una normativa medioambiental de acuerdo a la funcionalidad que los mismos representan en términos de bienestar para la sociedad (Field, 2003).

### ***C. Método de valoración contingente:***

El MVC es una de las técnicas que se tiene para estimar el valor de bienes (productos o servicios) para los que no existe mercado. Trata de simular un mercado mediante encuesta a los consumidores potenciales. (Garrod & Willis, 2000)

Sumado a esto, el MVC se basa en la formulación desarrollada por (Hanemann, 1984) y parte del supuesto de que los individuos derivan su utilidad (bienestar) de la disponibilidad y/o calidad de un bien ambiental y de su ingreso.

Una característica importante de la medición de valores de forma contingente está relacionada con el momento en que ésta puede realizarse, ya que permite valorar cambios en el bienestar antes de que se produzcan (ex ante). Igualmente obtener valoraciones ex-post.

Las medidas de beneficio de los consumidores que detecta el método de valoración contingente son, teóricamente y en general, distintas de las detectadas por otros métodos a excepción del método de Experimentos de elección que se presenta de forma similar al MVC pero con diferencias significativas (Espinal & Gómez, 2011). La razón principal reside en el hecho de que además de los valores que el usuario percibe al consumir el bien, la persona puede obtener bienestar o satisfacción aun no siendo usuaria o consumidora directa del bien.

Generalmente los estudios de valoración contingente deben cumplir con las siguientes fases:

**Tabla 1. Fases Estudio de Valoración Contingente**

1	Definir lo que se desea valorar en unidades monetarias
2	Definir la población relevante
3	Concretar elementos de simulación del mercado
4	Decidir la modalidad de entrevista
5	Seleccionar la muestra
6	Redactar el cuestionario
7	Realizar entrevistas
8	Explotar estadísticamente las respuestas
9	Presentar e interpretar los resultados

Fuente: (Riera, 1994)

No obstante, los sesgos al aplicar este método en la valoración económica, pueden agruparse en dos conjuntos:

- La utilización de encuestas a muestras de población, que se puede dar cuando el encuestado por temor a parecer poco solidario da una respuesta diferente a la que originalmente hubiera dado (sesgo del entrevistador); o cuando el individuo no revela su verdadera valoración esperando obtener un tipo de beneficio con esta sub o sobre valoración (sesgo estratégico).
- Y los derivados del carácter hipotético del ejercicio: el cual aparece por el simple hecho de que el método de valoración contingente consiste en obtener una valoración meramente hipotética y faltan incentivos para que el modelo hipotético sea certero (sesgo de la hipótesis). (Osorio Múnera & Correa Restrepo, 2004).

Dentro de las bases teóricas del MVC, se supone a los individuos racionales y maximizadores de utilidad, por lo que la metodología se acoge bajo el concepto de utilidad aleatoria. Esto implica que el tomador de decisiones desconoce la real función de utilidad del individuo, en cambio para el individuo su utilidad no es aleatoria, ya que la está maximizando. (Mercado, 2003)

El modelo de utilidad aleatoria corresponde a la articulación de la teoría económica con la teoría microeconómica, teniendo en cuenta que la utilidad de un individuo es una función de su ingreso y de un vector de características socioeconómicas y ambientales (componente determinístico) y de un componente aleatorio, donde existe una probabilidad de que la persona responda afirmativa o negativamente a la pregunta dicotómica. (Sanjurjo Rivera, 2007)

La función de utilidad es lineal y tiene dos (2) componentes, uno sistémico y otro aleatorio:

$$V_j(j, m) = v(j, m, c) + \epsilon_j \quad [1]$$

Dónde:

$V$  = función de utilidad indirecta,

$v$  = componente sistemático,

$j$  = opción de rechazó o aceptación de la oferta, así:  $j = 0$  (cuando el individuo NO está dispuesto a pagar por la mejora ambiental o NO está dispuesto a aceptar el pago como compensación por el deterioro ambiental;  $j = 1$  (cuando el individuo SI está dispuesto a pagar por la mejora ambiental o SI está dispuesto a aceptar el pago como compensación por el deterioro ambiental,

$m$  = nivel de ingreso,

$c$  = vector de características individuales,

$\varepsilon$  = componente aleatorio, para el que se harán supuestos a su distribución.

Si el individuo acepta una cantidad de dinero por la disminución de la calidad ambiental debe ocurrir:

$$V(1, m + t, c) + \varepsilon_1 \geq v(0, m, c) + \varepsilon_0 \quad [2]$$

Donde  $t$  representa el monto que se debe pagar, el cual se considera como un aumento del ingreso.

En consecuencia la probabilidad de recibir una respuesta positiva del individuo es

$$Pr(j = 1) = Pr\{v(1, m + t, c) + \varepsilon_1 \geq v(0, m, c) + \varepsilon_0\} \quad [3]$$

$$Pr(j = 1) = Pr\{v(1, m + t, c) - v(0, m, c) \geq \varepsilon_1 - \varepsilon_0\} \quad [4]$$

Luego, si se define  $\mu = \varepsilon_1 - \varepsilon_0$ , y siendo  $F_\mu(\cdot)$  la función de distribución acumulada de  $\mu$ , entonces la probabilidad de aceptar el pago por un cambio equivale a  $F_\mu(\Delta v)$ , donde:

$$\Delta v = Pr\{v(1, m + t, c) - v(0, m, c)\} \quad [5]$$

Por lo tanto, la probabilidad de aceptar queda definida de la siguiente forma:

$$Pr(j = 1; \Delta v \geq \mu) = G(\Delta v) \quad [6]$$

Donde  $G(\Delta v)$  corresponde a la función de densidad acumulada. La distribución que adopte  $G(\Delta v)$  depende de los supuestos que se hagan respecto a la distribución de los términos de error. Por lo general el supuesto de distribución de los errores se asume como normal o logística.

Definamos la función de utilidad como una lineal donde:

$$U = \alpha + \beta m + \delta c + \varepsilon \quad [7]$$

De esta manera la utilidad de aceptar el pago por la disminución de la calidad ambiental queda definida como:

$$U = \alpha_1 + \beta_1(m + t) + \delta_1 c + \varepsilon_1 \quad [8]$$

Y la de no aceptar:

$$U = \alpha_0 + \beta_0 m + \delta_0 c + \varepsilon_0 \quad [9]$$

Luego al tomar la diferencia entre ambas utilidades tenemos:

$$\Delta v = \alpha_1 + \beta_1(m + t) + \delta_1 c - (\alpha_0 + \beta_0 m + \delta_0 c) \quad [10]$$

De esta forma, tenemos

[11]

Donde  $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$ ;  $\beta = \beta_1 - \beta_0$ ;  $\delta = \delta_1 - \delta_0$

Para estimar la probabilidad de aceptar el pago  $Pr(j=1; \Delta v \geq \mu)$  se debe especificar un modelo Probit o Logit, que permita la estimación de los parámetros de la función de utilidad a través del método de máxima verosimilitud.

Por otra parte, la disposición a aceptar el pago (DAA) promedio refleja el valor que deja indiferente a los individuos entre aceptar la compensación y permitir el deterioro ambiental y el no aceptar el pago y mantenerse en la situación original. En la condición de indiferencia se da que  $\Delta v = 0$ .

$$\Delta v = 0 = \alpha + \beta m + \beta_1 t + \delta c \quad [12]$$

Donde  $t$  es la cantidad que representa para el investigador la elección de una alternativa dada la aleatoriedad, que generaría una probabilidad de un 50% de aceptar la oferta. Como  $t$  representa la máxima DAA, la obtención de un valor total requiere de la agregación de las valoraciones individuales.

La DAA por un individuo, se obtiene bajo los supuestos que  $\mu$  se distribuye con media cero, y  $F_{\mu}(\Delta v)$  es simétrica, la cual está dada por

$$t = (\alpha' + \beta' m + \delta' c) / \beta'_1 \quad [13] \text{ ' indica que son parámetros estimados.}$$

Los parámetros se obtienen estimando un modelo probit (o logit). Además, incorporando las distintas variables, el paquete econométrico arroja los parámetros estimados.

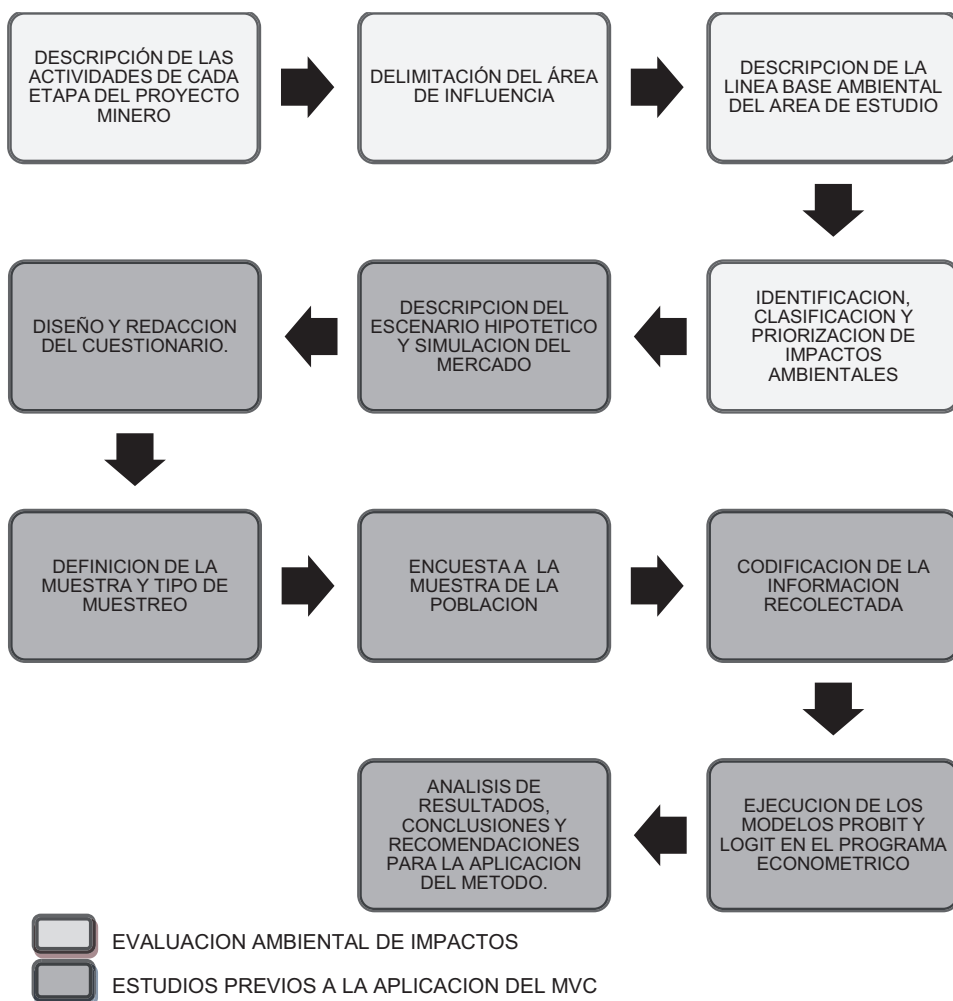
$$y^* = \beta_0 + \sum \beta_i x_{ij} + \varepsilon_i \quad [14] \text{ y es la variable latente, } y = 1, \text{ ó } y = 0$$



### III. Metodología

El presente trabajo se divide en dos (2) grandes etapas: la primera de ellas denominada Evaluación Ambiental, y la segunda, Estudios Previos a la Aplicación del Método de Valoración Contingente. Cada una de ellas contempla una serie de pasos sucesivos que permiten obtener unos resultados fiables para el análisis y las conclusiones.

**Gráfico 1. Metodología para la Realización de los Estudios Previos a la Aplicación del MVC para la Estimación de los Costos Ambientales del Proyecto Minero La Colosa.**



Fuente: Autores

### **A. Evaluación Ambiental de Impactos:**

#### 1. Descripción de las actividades de cada etapa del proyecto minero

Para esta primera etapa se tuvieron en cuenta proyectos mineros que han sido ejecutados o que están operando actualmente, tanto en Latinoamérica como en el resto del mundo. Además, como fuentes de información secundaria se tuvieron en cuenta los siguientes documentos:

- Las Guías Minero-Ambientales (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio del Medio Ambiente, 2002)
- Código de minas - Ley 685 de 2001 (Ministerio de Minas y Energía, 2001)
- Estudio Ambiental de la Empresa AGA para la solicitud de extracción de un área de la Reserva Forestal Central con fines exploratorios (CALC, 2008)
- Manual de Minería del Perú. (Estudios Mineros del Peru S.A.C., 2008)

De acuerdo a las características de la zona, del mineral presente y de estudios de caso similares; se incluyen las etapas del proceso: Prospección, Exploración, Explotación, Beneficio y Transformación, Cierre y Abandono. Las actividades y las técnicas que se tuvieron como base para el presente estudio son las descritas en los documentos antes mencionados para este tipo de proyectos y para La Colosa específicamente.

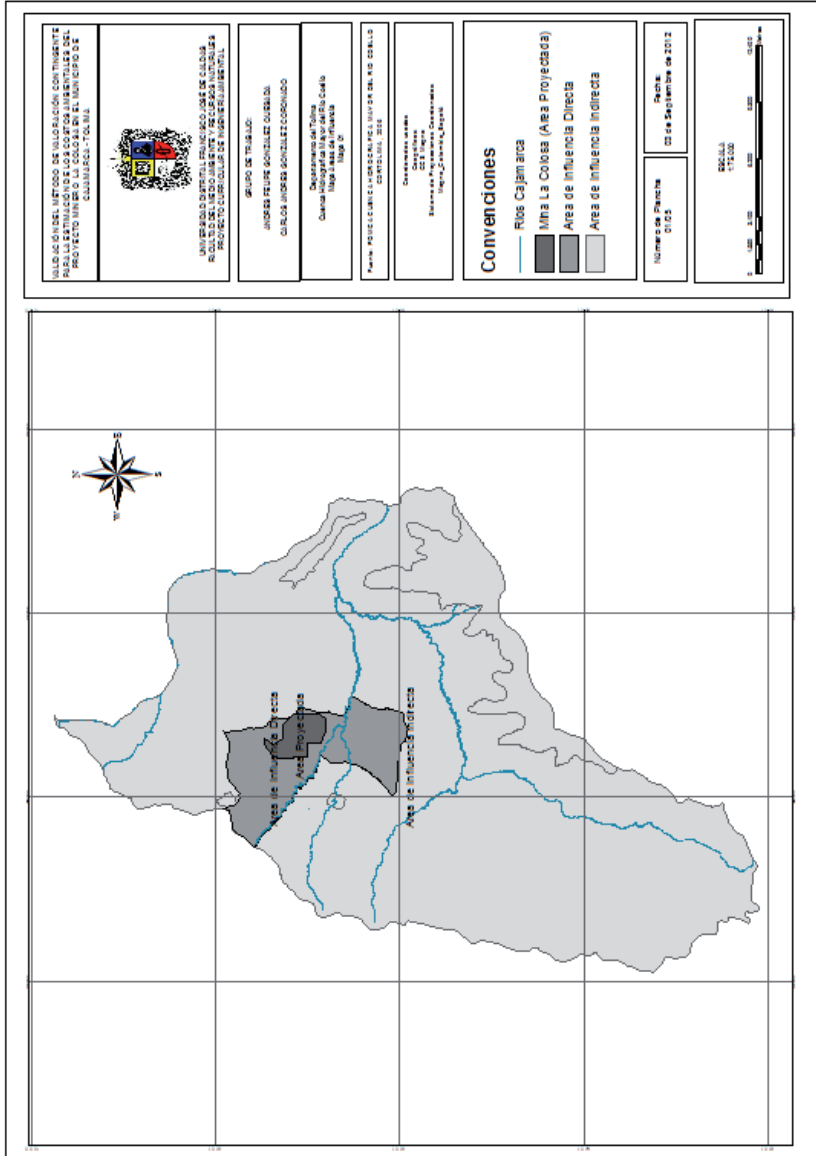
#### 2. Delimitación del área de influencia

Las zonas delimitadas por la influencia del proyecto minero se identificaron de acuerdo a diferentes criterios ambientales, teniendo en cuenta la literatura sobre los principales impactos ambientales de este tipo de actividades económicas y las características del área solicitada por parte de la empresa AGA para la iniciación de las obras, como se puede observar en el Mapa 1. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO MINERO LA COLOSA.

El área de influencia fue dividida en dos (2): La primera zona, nombrada como Área de Influencia Directa (AID), que incluye el Área de Influencia Puntual (AIP) que corresponde a la zona solicitada para la sustracción de la reserva (515,75 Ha.) y en donde se pretende realizar la explotación por parte de la empresa Anglo Gold Ashanti (AGA), más el Área de Influencia Local (AIL) que corresponde a las veredas del municipio en donde se localiza dicho polígono minero, que son: La Luisa, La Paloma y El Diamante, que corresponden 1.191,73 Ha.

La segunda zona, nombrada como Área de Influencia Indirecta (AII), corresponde a las otras veredas de Cajamarca, incluido el corregimiento de Anaime y el centro poblado del municipio, que corresponden a 50.175,89 Ha. y equivalen al 97,68% del área de influencia total.

MAPA 1. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO MINERO LA COLOSA



Fuente: CORTOLIMA, 2006

### 3. Descripción de la línea base ambiental del área de estudio

Se utilizó únicamente documentos base de entidades oficiales: Plan de Manejo y Ordenación (POMCA) de la Cuenca Mayor del Río Coello (CORTOLIMA, 2006), Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Cajamarca (Alcaldía de Cajamarca, 2011), y Estudio General de Suelos de los Municipios de Ibagué, Cajamarca, Coello, Espinal, Flandes, Guamo, Rovira, San Luis y Valle del San Juan (IGAC, 1987).

La descripción sintetizada de la línea base del área de influencia del proyecto se clasificó en los componentes ambientales posiblemente afectados, no obstante, en este documento se hace énfasis en los componentes hídrico y biótico.

#### a. Componente Hídrico:

La cuenca del río Bermellón correspondiente al municipio de Cajamarca es una de las 5 cuencas que conforman la cuenca mayor del río Coello, la tercera más grande del departamento del Tolima según su potencial de producción de agua.

Dentro de la cuenca del Bermellón se encuentran localizadas las fuentes abastecedoras del casco urbano del municipio de Cajamarca (Quebradas Chorros Blancos y Dos Quebradas). Además, según el POMCA del río Coello (CORTOLIMA, 2006) en Cajamarca están contabilizados 177 nacimientos, 107 entre ríos y quebradas, y 31 humedales.

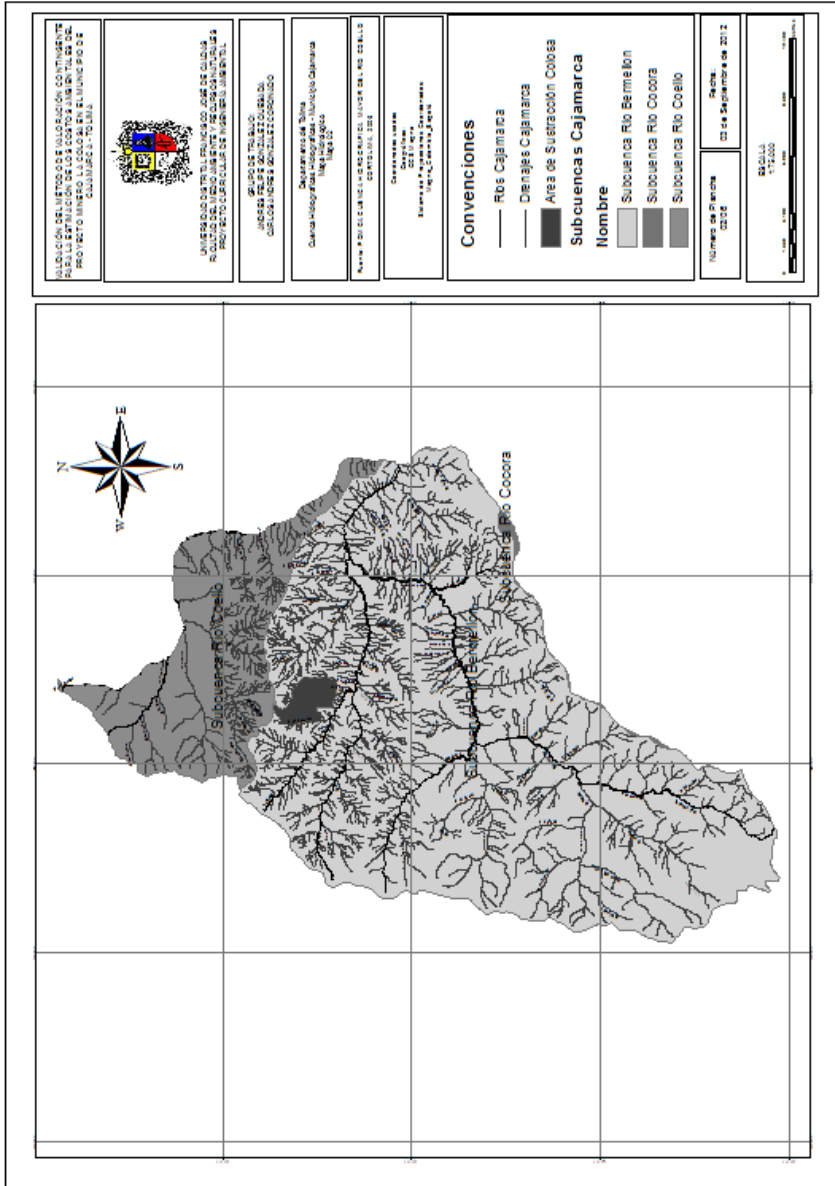
La Cuenca Mayor de Río Coello posee una oferta hídrica promedio de 31.24756 m<sup>3</sup>/seg, de los cuales el aporte del municipio de Cajamarca es de 11,58 m<sup>3</sup>/seg, y de este 4 m<sup>3</sup>/seg corresponden al río Bermellón, 6,85 m<sup>3</sup>/seg al río Anaime y el resto de a las fuentes que tributan a la cuenca del río Toche, como se puede observar en el Mapa 2. RED HÍDRICA DEL MUNICIPIO DE CAJAMARCA.

Según información del (MAVDT, 2009) dentro del área de influencia puntual se destacan usos del agua para preservación la de la flora y la fauna, agropecuario y consumo humano y doméstico mediante acueductos artesanales.

#### b. Componente Biótico (Cobertura Vegetal)

La cobertura vegetal del área de influencia puntual del proyecto está comprendida por bosques naturales, pastos naturales, pastos manejados y pastos con rastrojo. Con base en el EOT de Cajamarca, se identificaron en la dicha zona dos usos del suelo, entre los que están: conservación y ganadería, como se expone en la Tabla 3. Cobertura Vegetal.

MAPA 2. RED HIDRICA DEL MUNICIPIO DE CAJAMARCA



Fuente: CORTOLIMA, 2006

**Tabla 2. Cobertura Vegetal**

CLASE	UNIDAD	(Ha)	(%)
Bosques	Bosque natural – conservación	302,86	58,72
Pastos	Pastos manejados – ganadería	31,96	6,20
	Pastos naturales – ganadería	47,01	9,11
Vegetación natural	Pastos con rastrojo – ganadería	133,92	25,97
	<b>TOTAL</b>	515,75	100

Fuente: EOT – Cajamarca, 2010

Es importante resaltar las especies vedadas en el AID, entre las cuales están: helecho arborescente (*Cyathea* sp.) y la palma de cera (Palma de cera (*Ceroxylon* quindiuense), vedadas nacionalmente, según lo establece la Resolución 0801 de 1977 del INDERENA y la Ley 61 de 1985, respectivamente.

#### 4. Identificación, clasificación y priorización de impactos ambientales

Este paso se llevó a cabo mediante la aplicación de una matriz de causa-efecto, que consiste en un método cualitativo que organiza los componentes ambientales susceptibles de afectación con las actividades generadoras de la afectación, precedidos del signo (+) o (-) según sea la variación de la calidad ambiental, tomando diferentes valores según el criterio y escala de medición (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Los criterios y rangos de valoración se describen a continuación:

**Tabla 3. Valores y Rangos para los Criterios de Evaluación de Impactos**

Símbolo	Descripción	Rangos de Valoración		
		1	5	10
<b>TI</b>	Tipo	(1) Positivo ; (-1) Negativo		
<b>DU</b>	Duración	< a 5 años	Entre 5 y 10 años	> a 10 años
<b>MA</b>	Magnitud	< 33,3% de cambio sobre el aspecto ambiental	Entre 33,3 y 66,6% de cambio o afectación sobre el aspecto ambiental	> a 66,6% de cambio o afectación sobre el aspecto ambiental
<b>CO</b>	Cobertura	Puntual(515,75 Ha)	Local (3 veredas)	Regional (Mpio. Cajamarca)
<b>IM</b>	Importancia	Aislado	Acumulativo o Poco Sinérgico	Altamente Sinérgico
<b>PO</b>	Posibilidad de Ocurrencia	< 30%	Entre 31 y 60%	> a 60%
<b>TP</b>	Total Ponderado			

Fuente: Autores

De acuerdo a los resultados de la Matriz de evaluación de impactos ambientales del proyecto minero La Colosa, la etapa que mayor impacto ambiental negativo ocasionaría es la explotación con (-3986) puntos, específicamente con las actividades de: Apertura y desarrollo de frentes mineros, Perforación y voladuras, Cargue, transporte y acopio; seguida de la etapa de beneficio y transformación con (-1052) puntos, como se puede resumir en la Tabla 5. Actividades Impactantes.

**Tabla 4. Actividades Impactantes**

ACTIVIDADES IMPACTANTES		
ALTAMENTE	MODERADAMENTE	LEVEMENTE
Apertura y desarrollo de frentes mineros	Desmantelamiento y remoción de edificaciones	Prospección
Perforación y voladuras		Estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos e hidrogeológicos
Cargue, transporte y acopio		Perfectibilidad
Beneficio y transformación		Reconformación de áreas intervenidas

Fuente: Autores

Por otra parte y aunque el componente ambiental más afectado sería el hidrológico con (-1412) puntos, los impactos altamente significativos se encuentran distribuidos en diferentes componentes, dichos impactos son: Cambio en el paisaje por la desaparición del atractivo natural e introducción de elementos construidos (-272); Contaminación de los ríos y quebradas por el aumento de sólidos totales en la rio Coello debido a vertimientos de la actividad minera (-266); disminución de la existencia y abundancia de las especies de fauna de importancia ambiental por desplazamiento o migración forzada (-215); Alteración de la distribución de especies, cadenas tróficas, por ubicación y operación de la mina (-222); generación de expectativas (-235); y conflictos entre los diferentes sectores o intereses de la comunidad (-265).

### **B. Estudios Previos a la Aplicación del MVC:**

De acuerdo a las recomendaciones hechas por Riera (1994) para la aplicación del MVC, es necesario realizar una serie de estudios previos, que incluyen la encuesta piloto a una muestra de la población del área de influencia del proyecto a estudiar, en procura de evitar en la aplicación final "un abanico de valores demasiado bajo (alta proporción en todos ellos de respuestas afirmativas) o excesivamente alto (muchas respuestas negativas, incluso para los valores pequeños), o excesivamente concentrado o disperso.", y con el fin de fortalecer la etapa posterior de aplicación del MVC por medio de la implementación de cualquiera de los tres formatos utilizados: subasta, rango o valor indicativo. (Riera, 1994)

Así pues, realizar esta fase anterior a la aplicación del MVC, denominada estudios previos tiene como objetivo principal obtener la siguiente información:

- Verificar que la pregunta de valoración (sobre la Disposición a Aceptar –DAA-) sea perfectamente inteligible para la población entrevistada
- Aceptabilidad de la forma de compensación o probabilidad de aceptar (o no) un pago como compensación
- Definir los valores de las preguntas discretas (para utilizar cualquiera de los formatos de subasta, por rangos o por valor indicativo del MVC): de acuerdo a las primeras declaraciones de la población para establecer el cuestionario o encuesta final.

Para este proceso, se analizaron los resultados obtenidos desde dos puntos de vista: i) El porcentaje y las características de los individuos que manifestaron aceptar el pago como compensación ( $DAA > 0$ ); y ii) Las respuestas de una primera aproximación a la pregunta abierta para establecer valores medios y rangos para la posterior valoración.

El primer análisis de las encuestas se realizó con base en dos modelos econométricos: Logit y Probit, los cuales son modelos de regresión no lineales en los cuales la variable endógena es dicotómica o binaria (0= no acepta el pago; 1= si acepta un pago, sin importar su valor, como compensación) mientras que las explicativas pueden ser continuas o categóricas y su análisis suele enfocarse a aquellos casos en los que la variable endógena puede interpretarse en términos de probabilidad y el objetivo es cuantificar la relación entre las características individuales de los individuos y esa probabilidad. (Vicenz, 1995)

Los coeficientes de estas regresiones, pueden utilizarse para estimar la razón de las ventajas relativas de cada variable independiente del modelo.

Por otra parte, se obtuvo un valor medio de la disposición a aceptar (DAA) de la población estudiada, para luego en un estudio de aplicación final del MVC, se puedan definir rangos o valores discretos para la pregunta de valoración.

La validez de los resultados, permite comprobar el grado de consistencia y robustez de los resultados de valoración obtenidos, se juzga en función de: i) La significancia estadística de los parámetros estimados dentro de los modelos Logit y Probit, los cuales se ejecutaron mediante dos métodos: "General" y "Corregido"<sup>2</sup> permitidos por el software econométrico STATA 11.1; y ii) Los criterios de ajuste o de contraste: Akaike (AIC), Bayesiano (BIC) y en función del  $\text{CHI}^2$ , para verificar el modelo más ajustado. . (Alvarez & González, 2003)

---

2 El método completo hace referencia a aquel en el que el programa econométrico (STATA 11.1) ingresa todas las variables al modelo, sin importar los errores estándar y la significancia de cada una de ellas, mientras que el método corregido realiza una depuración de las variables de acuerdo a los dos criterios enunciados anteriormente, incluyendo en el modelo solo las más relevantes y significativas.



A manera explicativa, cuando se tiene una serie de modelos  $M_1, M_2, \dots$  con parámetros  $K_1, K_2, \dots$ , respectivamente, una metodología para compararlos corresponde a la función de máxima verosimilitud, pues a diferencia de los modelos lineales pretende maximizar la probabilidad de que la información capturada pertenezca a la distribución supuesta inicialmente, esto es, busca los valores los parámetros estimados de manera que se maximice la probabilidad del valor observado de la variable dependiente, en este caso disponibilidad o no a recibir un monto cualquiera. La máxima verosimilitud permite entonces seleccionar el modelo que realiza el mejor ajuste de los datos pero no penaliza su complejidad, lo que si sucede cuando se emplean medidas de contraste como el criterio de información Akaike (AIC) y el criterio de información bayesiano (BIC). Ambos criterios hacen uso del Log-likelihood ( $\log Lik$ ), que es el logaritmo de máxima verosimilitud, y sustraen un término proporcional al número de parámetros ( $K$ ) en el modelo, así:  $-2 \cdot \log Lik + \alpha K$ , donde:

$$\alpha = 2 \quad [15](\text{Para el AIC})$$

$$\alpha = \log(N) \quad [16](\text{Para el BIC})$$

A través del criterio de información Akaike (AIC) o el criterio de información bayesiano (BIC) se escoge el modelo que presenta el valor más pequeño entre todos los modelos evaluados, siendo este el que muestra el mejor ajuste a los datos (Posada, 2008).

#### 1. Descripción del escenario hipotético y simulación del mercado

Para plantear el escenario hipotético, se definieron las características actuales de los aspectos ambientales posiblemente afectados por el proyecto minero, frente al cambio de calidad de los mismos por las diferentes etapas del proyecto minero, mientras que para la simulación del mercado se planteó una alternativa de pago, por medio de dos (2) preguntas complementarias de valoración (una cerrada, sobre si o no, aceptaría un pago sin importar su valor como compensación por la disminución de la calidad ambiental ocasionada por el proyecto La Colosa, y otra abierta sobre el monto mínimo que aceptaría).

Para el planteamiento del escenario, los componentes ambientales de interés son aquellos que arrojaron los resultados más relevantes en la matriz de evaluación de impactos ambientales, como se ve a continuación:

**Tabla 5. Planteamiento del Escenario Hipotético**

ASPECTO AMBIENTAL	SITUACION ACTUAL	ESCENARIO HIPOTETICO (CON PROYECTO)
Oferta hídrica	Cajamarca aporta 11,58 m <sup>3</sup> /sg a la cuenca mayor del Río Coello (37,06%). Cuenca Río Bermellón = 4 m <sup>3</sup> /sg (34,54% del Mpio). Subcuenca Q. La Guala = 0,68 m <sup>3</sup> /sg (17% de la cuenca), a la cual tributan las microcuencas de las quebradas La Arenosa y La Colosa las cuales están dentro del AID. Dentro del área se destacan usos del agua para preservación la de la flora y la fauna, agropecuario y consumo humano mediante acueductos artesanales.	Competencia por el uso del agua (0,63 m <sup>3</sup> /sg) casi la oferta total de la subcuenca de la Q. La Guala en el mejor caso; o 1,11 m <sup>3</sup> /sg (más que el aporte de la Q. La Guala y 27,7% de la cuenca del Río Bermellón) en el escenario más crítico.
Calidad de las aguas	Según los datos del POMCA (CORTOLIMA, 2006) la estación de muestreo Bermellón - La Guala, tiene un Índice general de calidad Bueno (67,4), sobre el promedio de la cuenca (60,76). En cuanto a los índices de contaminación los valores para dicha estación son Baja (0,31) para mineralización, Media (0,44) para materia orgánica y Muy baja (0,03) para sólidos suspendidos. De los análisis fisicoquímicos e hidrobiológicos efectuados a la quebrada La Colosa, se deriva que las corrientes hídricas presentan en su mayoría aguas limpias a muy limpias con presencia de macroinvertebrados que lo ratifican. (MAVDT, 2009)	Actividades rutinarias como las voladuras, carga, transporte, y beneficio podrían disminuir la calidad de las aguas por el aporte de sedimentos a las corrientes superficiales.  Contaminación por el vertido accidental de aguas con compuestos químicos como el cianuro de sodio (en forma de tizones) que se usa 300 g/ton de mineral; por acidificación de las aguas debido a la oxidación y escorrentía de los sulfuros provenientes de la roca, los cuales están presentes en concentraciones entre 2-3%.
Cobertura Vegetal	Cabe resaltar que los bosques naturales ocupan el 51.43% del AID, se ubican en las áreas de altas pendientes, superiores al 64% y entre los 2600 a los 3400 msnm, o en las franjas paralelas de algunas corrientes hídricas. Especies vedadas en el AID: helecho arborecente (Cyatheasp.) y la palma de cera (Palma de cera (Ceroxilonquindiense), las cuales están vedadas nacionalmente, según lo establece la Resolución 0801 de 1977 del INDERENA y la Ley 61 de 1985, respectivamente.	cambio de las características del suelo, cambio del paisaje, la alteración de la cobertura vegetal, de la biodiversidad y de la dinámica ecosistémica; la modificación de los hábitat naturales,

Fuente: Autores

Para el caso de estudio, la pregunta de valoración se enfocó hacia la mínima disposición a pagar (DAA) de los individuos para evitar la afectación del bienestar por la disminución de la calidad ambiental ocasionada por el proyecto minero La Colosa (variación compensatoria),

en lugar de la máxima disposición a pagar (DAP) de los individuos para evitar dicha afectación (variación equivalente), teniendo en cuenta que de acuerdo al escenario hipotético sería la población del área de influencia del proyecto quien tendría que ser compensada en caso de llevarse a cabo dicho proyecto, en vez de examinar la opción de pagar para conservar su estado actual. Reconociendo asimismo las limitaciones tanto teóricas (sustitución) como prácticas en países en vías de desarrollo (para los aspectos éticos refiérase a (Whittington, 2004)) al examinar esta medida de valor.

De esta manera se procuraron la coherencia y credibilidad requeridas mediante el cuidadoso procedimiento de encuesta, en donde se definió la alternativa o vehículo de pago como un pago trimestral por vivienda, por medio de un bono o consignación, con ayuda de la pregunta abierta sobre la disposición a ser compensado. Por consiguiente la unidad de muestreo para la presente investigación son las viviendas, mientras que la unidad de análisis son las personas Jefes de hogar o cabezas de familia.

Por otra parte, el primer análisis econométrico se realiza clasificando y analizando a los individuos que manifestaron aceptar cualquier valor como compensación ( $DAA > 0$ ) y aquellos que no estaban dispuestos a aceptar ninguna compensación monetaria por los costos ambientales del proyecto minero La Colosa ( $DAA = 0$ ). Más adelante, se realiza la agregación de los datos con los resultados obtenidos con la pregunta abierta con el fin de tener una primera aproximación a la estimación de los costos ambientales de dicho proyecto.

## 2. Diseño y redacción del cuestionario

Se definió que el mecanismo de encuesta más apropiado para el presente estudio era la entrevista personal. Para los intereses del presente trabajo la encuesta consta de 5 partes igualmente importantes, estas son:

- a. Presentación general del trabajo y características de la encuesta, en donde al final de esta parte la persona decide si acepta o no participar.
- b. Una breve introducción, la cual hace referencia a cuál es el área de influencia del proyecto (definido por este estudio), los bienes y servicios ambientales más representativos de esta cuenca, la ubicación y las características del proyecto minero.
- c. Planteamiento del escenario hipotético.
- d. La primera parte de la encuesta en donde se hacen las preguntas sobre la percepción de la calidad ambiental actual del área de influencia del proyecto. En esta sección se incluyen las preguntas de valoración, es decir, sobre la disposición a aceptar un pago. Dichas preguntas se complementan entre sí, ya que la primera indaga sobre si aceptaría o no un pago como compensación, y luego la segunda, de ser afirmativa la respuesta anterior, se busca cual sería la menor cantidad de dinero que aceptaría por el cambio en su bienestar.

- e. Las preguntas que pretenden indagar acerca de las características socioeconómicas del individuo encuestado y de su familia.

Una vez redactado el instrumento de encuesta, este fue puesto a prueba ante un panel de expertos, conformado por nueve (9) profesionales de diferentes disciplinas, entre ellas economía, estadística aplicada, sociología y diferentes ingenierías, con quienes se retroalimentaron los puntos positivos y las falencias del cuestionario preliminar, con lo cual se fortaleció para su correcta aplicación.

### 3. Definición de la muestra y tipo de muestreo

Para este estudio la población del área de influencia del proyecto es diferente a la población objetivo para realizar la encuesta, ya que, esta última corresponde a las personas cabezas de familia (hogares), pues se supone que son ellos quienes están en la capacidad de tomar decisiones económicas racionales para maximizar su utilidad y la de las demás personas que habitan en su vivienda, mientras que la población del área de influencia es igual a la población total (urbana y rural) del municipio de Cajamarca.

Para el área de influencia del proyecto, se tomaron los datos aportados por el SISBEN a la Secretaría de Salud y Desarrollo Comunitario de Cajamarca -Tolima para el año 2011 (Alcaldía municipal de Cajamarca Tolima, 2011).

Se escogió el Muestreo Aleatorio Simple (MAS) como método probabilístico de muestreo para la validación del método de valoración contingente, teniendo en cuenta que este trata de simplificar los procesos y suele reducir el error muestral para un tamaño dado de la muestra.

$$A = \text{Población AID} = 589$$

$$A' = \text{Población Objetivo AID (Número de hogares)} = 134$$

$$B = \text{Población AII} = 22.088$$

$$B' = \text{Población Objetivo AII (Número de hogares)} = 5.033$$

$$C = \text{Población Total del Área de Influencia} = 22.677$$

$$C' = \text{Población Objetivo Total del Área de Influencia (Número de hogares)} = 5.167$$

Como el tamaño de la población es conocido, se opta por la siguiente fórmula para la obtención del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Nz^2pq}{[i^2(N-1) + z^2pq]} \quad [17]$$

Dónde:

**n**: tamaño de la muestra

**N:** 5167 (tamaño de la población = número de hogares)

**z:** 1,96 para un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0,05$ )

**p:** 0,5 (prevalencia esperada del parámetro a evaluar. Como se desconoce, se aplica la opción más desfavorable), que hace más grande el tamaño muestral.

**q** = 0,5 = (1 - p)

**i:** 0,11 (11%, error que se provee cometer)

**n = 78**

#### 4. Entrevista a la muestra de la población

La elección de los elementos (hogares) que formarían parte de la muestra se llevó a cabo en el área urbana de Cajamarca, principalmente por cuestiones de tiempo, presupuesto y motivos de seguridad para el desplazamiento a las veredas de la zona rural, por consiguiente se seleccionaron algunas manzanas al azar, de las cuales se entrevistaron a aquellas personas mayores de edad y cabezas de familia de las viviendas en que aceptaban responder la encuesta.

#### 5. Codificación de la información recolectada

En cuanto a la encuesta, se debe aclarar que su objetivo es el de estimar parámetros, identificar las relaciones entre diferentes variables y la descripción de la población, mediante su aplicación a una muestra de dicha población, por lo que se buscó que las preguntas fueran transformables en variables que posteriormente se pudieran analizar. Las variables incluidas en el estudio se describen en la Tabla 7.

**Tabla 6. Identificación y Descripción de las Variables Incluidas en el Programa Econométrico.**

VARIABLE	ETIQUETA	DESCRIPCION
agua_cant	Producción agua	Como considera la producción o cantidad de agua en el municipio en donde vive la persona, referente a ríos, quebradas, nacimientos, etc. "1" Mínima; "2" Escasa; "3" Suficiente; "4" Abundante; "5" Ilimitada
agua_calid	Calidad agua	Como considera la calidad del agua de los ríos, quebradas, nacimientos, etc. de su municipio para los usos que le da. "1" Pésima; "2" Mala; "3" Regular; "4" Buena; "5" Excelente
rios20	Ríos 20 años	Como considera que estarán los ríos, quebradas y humedales del municipio en los próximos 20 años. "1" con menos agua y más contaminados; "2" con menos agua únicamente; "3" más contaminados únicamente; "4" Igual que hoy; "5" Con más agua; "6" menos contaminados; "7" con más agua y menos contaminados
bosq20	Paramos y bosques 20 años	Como considera que estarán los páramos y bosques de la cuenca en los próximos 20 años. "1" totalmente acabados; "2" Peor; "3" Igual; "4" Mejor; "5" Mucho mejor

fut_generac	Futuras generaciones	Grado de importancia de dejarle un ambiente sano y la oportunidad de gozar del agua a las futuras generaciones. (Mínimo 1 y máximo 5)
pago_acued	Pago acueducto	Promedio del pago mensual por vivienda por el servicio de acueducto y alcantarillado. "1" Nada; "2" entre 1 - 10000 pesos; "3" 10000-20000; "4" 20000 - 40000; "5" 40000-70000; "6" 70000-100000; "7" 100000 - 200000; "8" más de 200000
rios_mina	Ríos con mina	Como considera que quedarían los ríos y quebradas del municipio si se ejecuta el proyecto minero. "1" mucho peor; "2" Peor; "3" Igual; "4" Mejor; "5" Mucho mejor
import_agua	Importancia agua	Grado de importancia del agua para el desarrollo de la actividad económica principal del municipio. De 1 a 5, siendo 1 la mayor importancia y 5 la menor
aa_agua	AA agua	Grado de afectación del Aspecto Ambiental según su incidencia en el bienestar de la persona por la posible operación de la mina. "1" Afectación alta; "2" Afectación media; "3" Afectación baja. Si su afectación no es significativa se le asigna el número "0"
afectac_mina	Afectación mina	Escala de afectación por la posible operación de la mina. De 1 a 5, siendo "1" la menor afectación y "5" la mayor
DAA	DAA sí o no	Decisión sobre la disposición a aceptar el pago monetario, independientemente de la cantidad, a manera de compensación por la disminución de la calidad ambiental por el proyecto minero. "0" si no se acepta ninguna cantidad y "1" si se acepta cualquier cantidad. (*)
Genero	Genero	"0" hombre y "1" mujer
Edad	Edad	Número de años cumplidos de la persona
est_civil	Estado civil	"1" Casado; "2" Soltero; "3" Separado; "4" Viudo; "5" En unión libre
pers_vivienda	Personas vivienda	Número de personas, incluido el entrevistado que habitan la vivienda
pers_depend	Personas dependientes	Número de personas que dependen económicamente del entrevistado
Vivienda	Tipo vivienda	"1" Propia; "2" Alquilada; "3" Familiar; "4" Otra
acued_alcant	Acueducto y alcantarillado	Cobertura de acueducto y alcantarillado en la vivienda. "1" Ambos; "2" Solo acueducto; "3" Solo alcantarillado; "4" Otro; "5" Ninguno; "6" NS/NR
niv_estudio	Nivel estudios	"1" Sin estudios; "2" Primaria; "3" Bachiller; "4" Técnico / Tecnólogo; "5" Profesional; "6" Posgrado
Ocupación	Ocupación actual	"1" Empleado; "2" Empresario / independiente; "3" Pensionado; "4" Desempleado; "5" Estudiante; "6" Otro
Ingresos	Ingresos familiares	Promedio de ingresos mensuales por vivienda. "1" Nada; "2" Menos de 1 SMMLV; "3" Entre 1 y 2 SMMLV; "4" Entre 2 y 4 SMMLV; "5" Entre 2 y 4 SMMLV; "6" Mas de 4 SMMLV
(*) Las personas que expresaron no estar dispuestas a recibir ninguna cantidad de dinero (0 pesos) a manera de compensación por la ejecución del proyecto minero La Colosa pero que se incluyeron para este análisis son aquellas que manifestaron su preferencia por otras alternativas de compensación diferente a la monetaria. Por ende, se consideran estas alternativas como respuestas de mercado y no de protesta.		
VARIABLE DEPENDIENTE SELECCIONADA		
VARIABLES INDEPENDIENTES SELECCIONADAS		

Fuente: Autores

De las 37 preguntas incluidas en la encuesta, 21 corresponden a las variables explicadas de los modelos econométricos estimados, una sola a la variable dependiente, mientras que las restantes se utilizaron como información descriptiva de la población objetivo.

Los puntos 9 y 10 expuestos en la metodología (Gráfica 1), correspondientes a la etapa de realización de los estudios previos a la aplicación del MVC se desarrollan en la sección de resultados. Dónde se hace alusión a los modelos econométricos (Logit y Probit) utilizados en el presente estudio.

## IV. Resultados

### A. Validación de encuestas

La información recolectada a través de las encuestas fueron validadas, a partir de lo cual se descartaron siete (7) de estas por considerarse faltas de información para el análisis o presentaban respuestas de evidente protesta<sup>3</sup>. Esto se expone en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Validación de las observaciones (encuestas)**

		TOTAL	%
<b>Si o NO DAA</b>	No Acepta	37	52,11
	Si Acepta	34	47,89
Observaciones utilizadas en la estimación		71	91,03
Observaciones "Protesta"		2	2,56
Observaciones falta de información de variables		5	6,41
<b>TOTAL</b>		78	100,00

Fuente: Autores

En este orden de ideas, para la aplicación del estudio piloto del método de valoración contingente (MVC) se utilizaron los datos de 71 encuestas, con las que se procedió inicialmente a realizar una descripción estadística de la población estudiada. En la tabla siguiente se describen los datos obtenidos de las variables explicativas seleccionadas posteriormente por los modelos (Probit y Logit) más ajustados, junto con la descripción de la variable dependiente "disposición a aceptar el pago" (DAA).

- 3 Las respuestas protestas se identifican de dos maneras: La primera es donde el individuo expresa no estar DAA ningún pago como compensación por los daños del proyecto minero y no considera otras alternativas diferentes al pago, manifestando molestia ante el planteamiento del escenario hipotético. El segundo tipo es donde el individuo expresa su rechazo al escenario hipotético mediante un valor exagerado o atípico de la DAA para la cual no tiene ningún argumento.

**Tabla 8. Estadística Descriptiva de Variables**

		MUESTRA	
		TOTAL	%
<b>Ingresos Familiares (ingresos)</b> <b>Menos de 1 SMMLV</b> <b>Entre 1 y 2 SMMLV</b> <b>Entre 2 y 4 SMMLV</b> <b>Más de 4 SMMLV</b>	No tiene	2	2,82
	15	21,13	
	38	53,52	
	15	21,13	
	1	1,41	
<b>Personas vivienda (pers_vivienda)</b> <b>2-3</b> <b>4-6</b> <b>7-9</b> <b>&gt; 9</b>	1	3	4,23
	16	22,54	
	41	57,75	
	6	8,45	
	5	7,04	
<b>Paramos y bosques 20 años (bosq20)</b> <b>Peor</b> <b>Igual</b> <b>Mejor</b> <b>Mucho Mejor</b>	Totalmente acabado	26	36,62
	36	50,70	
	8	11,27	
	0	0	
	1	1,41	
<b>Ríos con mina (ríos_mina)</b> <b>Peor</b> <b>Igual</b> <b>Mejor</b> <b>Mucho Peor</b>	Mucho peor	25	35,21
	33	46,48	
	9	12,68	
	2	2,82	
	2	2,82	
<b>Disposición a Aceptar el Pago (DAA)</b> <b>Si Acepta</b>	No Acepta	37	52,11
	34	47,89	

Fuente: Autores

Aunque en los modelos Logit y Probit ajustados, que fueron arrojados por el programa econométrico la variable explicativa de ingreso no representa significancia estadística, en la tabla anterior se describe su comportamiento por categorías, junto con las variables independientes explicativas de los modelos y la variable dependiente dicotómica DAA.

De igual manera, se observa como la variable dependiente y dicotómica DAA tiene un porcentaje levemente mayor para la opción en que los individuos no aceptan el pago (DAA=0), pero en términos generales la muestra de la población está muy dividida entre quienes no y quienes aceptarían la compensación monetaria por la afectación ambiental por la puesta en marcha del proyecto minero La Colosa.



**Tabla 9. Estadísticos de la Variable Dependiente (DAA)**

ESTADÍSTICOS DAA		MUESTRA
<b>N</b>	Válidos	71
	Perdidos	7
<b>Media</b>		1'394.366
<b>Mediana</b>		0
<b>Moda</b>		0
<b>Desviación estándar.</b>		2203958
<b>Varianza</b>		4857433048998
<b>Asimetría</b>		2,15875
<b>Mínimo</b>		0
<b>Máximo</b>		10'000.000
<b>Suma</b>		99'000.000
<b>Percentiles</b>	10	0
	30	0
	50	0
	70	1'800.000
	90	5'000.000

Fuente: Autores

Como se dijo anteriormente el comportamiento de la variable DAA muestra cómo aunque su mediana sea cero, presenta una media igual a 1'394.366 (pesos del año 2012) para la muestra de la población estudiada, teniendo en cuenta que las opiniones de la población con respecto al proyecto minero y sus posibles efectos ambientales están claramente divididas.

### **B. Desarrollo de los modelos**

Para Greene (1997) las variables que tienen poder explicativo en los modelos de regresión estimados, son aquellas con significancia estadística, mientras que la no-significancia de las demás variables podría estar relacionada, entre otras cosas, con cierto nivel de multi-colinealidad, la cual se produce cuando hay correlación entre las variables y se las puede expresar en forma lineal. La principal consecuencia de la multi-colinealidad es la imposibilidad de estimar con precisión los coeficientes (parámetros) de las variables de la regresión. De esta manera, la solución más trivial para la corrección de la multi-colinealidad es la eliminación de la variable(s) que estaría(n) correlacionada(s). (Kizys & Juan Perez, 2002)

Al correr los modelos Probit y Logit, mediante los métodos general y corregido, el número de variables independientes disminuye sustancialmente debido al grado de significancia estadística de las mismas para explicar el comportamiento de la variable dependiente (DAA), quedando únicamente las variables presentadas en la tabla siguiente.

Tabla 10. Resultados Econométricos

MODELO	METODO	VARIABLE	LOG LIKELIHOOD	CHI 2	CHI 2 TEORICO	AIC	BIC	COEFIC.	dy/dx	X*	Z	P>Z	SIGNIFIC. HASTA
PROBIT	COMPLETO (20)	bosq20	-38.34218	21,62	31,4	118,68	166,20	-0.600986	-0.239633	2	-1,89	0,059	10%
		rios_mina						0.499645	0.198994	2	1,68	0,094	10%
		pers_vivienda						0.1986192	0.0791961	5	1,87	0,061	10%
	CORREGIDO (1)	pers_vivienda	-44.61266	9.07	3,84	93,22	97,75	0.211985	0.084494	5	2.78	0.005	1%
LOGIT	COMPLETO (20)	bosq20	-37.9223	22,46	31.4	117,84	165,36	-1,14437	-0,28607	2	-1,90	0,058	10%
		pers_vivienda						0.36514	0,09127	5	1,92	0,055	10%
	CORREGIDO (1)	pers_vivienda	-44.6032	9.09	3,84	93,20	97,73	0.351869	0,08789	5	2.62	0.009	1%

(\*) Generalmente el valor de "X" es el que arroja la tabla de resultados de STATA, correspondiente al promedio de dicha variable, sin embargo, para algunas variables categóricas, se utiliza la mediana ya que el promedio no siempre es un valor representativo de la distribución.

Fuente: Autores

Como se dijo anteriormente, la elección entre el modelo completo (con todas las variables) y el corregido (con las variables más significativas) para la aplicación del MVC en el caso de estudio, se hizo mediante los criterios de contraste Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC).

Una vez seleccionado el método más ajustado, que resultó ser el corregido, tanto para el Probit como para el Logit, se realiza la prueba de  $\chi^2$  que permite conocer el grado de ajuste del modelo para representar el comportamiento de la población.

Para el presente caso, los modelos (corregidos) escogidos por las medidas de ajuste Akaike y Bayesiano, son ratificados por los valores obtenidos (reales) de chi-cuadrado, ya que son menores que los valores teóricos, rechazando la hipótesis nula ( $H_0$ ), la cual indica que no existe relación entre la variable dependiente (DAA) y la variable independiente o explicativa (personas por vivienda), apoyando por consiguiente la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) la cual sugiere una asociación entre dichas variables. (Cerdal & Villarroel, 2007).

De tabla anterior, el dato más importante para el análisis es el valor (signo y magnitud) de "**dy / dx**" correspondiente al efecto marginal de cada variable, el cual, es interpretable como el cambio en la probabilidad de observar un determinado resultado (DAA un pago) por el cambio en una unidad del valor de "**X**" de dicha variable, mientras las demás variables permanecen constantes, efecto conocido como "CeterisParibus" (Jewell, Rossi, & Triunfo, 2006). "X" nos indica el valor medio que toma cada variable dentro del conjunto de datos y a partir del cual se realiza el análisis marginal. La relevancia del análisis de los efectos marginales radica en que los modelos no lineales utilizados (Probit y Logit) se interpretan a partir de estos valores.

La variable de tipo socioeconómico (**pers\_vivienda**) es la única variable explicativa que es significativa al correr los modelos probit y logit mediante los métodos general y corregido,

sin embargo las variables explicativas de percepción ambiental (**bosq20** y **ríos mina**) se incluyen en el análisis, ya que fueron rescatadas por su significancia de los modelos probit y logit ejecutados bajo el método general.

**Variable “pers vivienda”:** Refiriéndose a su efecto marginal, se puede decir que tiene valores de 0,084494 y 0,08789, lo que quiere decir que un cambio en una unidad, a partir de 5 (su promedio en la distribución), manteniendo las demás variables constantes, hace que la probabilidad de aceptar un pago aumente 8,45% o 8,79% respectivamente, lo cual representa una lógica relación porque un hogar en donde habiten más personas puede tener más necesidades inmediatas que suplir pero asimismo reconoce un impacto mayor en su bienestar del grupo familiar.

Aunque esta variable es un poco más significativa en el modelo Probit, el modelo Logit en su conjunto presenta un mayor ajuste según el análisis de las medidas de Akaike, Bayesiano y Chi-cuadrado. Además, la probabilidad, obtenida mediante el modelo Logit, de que un individuo promedio de la población objetivo acepte el pago como variación compensatoria de su utilidad (49,99%) es más cercana al valor observado en la muestra (47,89%).

**Variable “bosq20”:** Refiriéndose a su efecto marginal, se puede decir que es la variable con mayor peso en dichos modelos, y tiene valores de -0,239633 y -0,28607, lo que quiere decir que un cambio en una unidad, a partir de 2 (su promedio en la distribución), que equivale a decir que se considera que el estado de los bosques del municipio será peor que el actual al transcurrir 20 años, manteniendo las demás variables constantes, hace que la probabilidad de aceptar un pago disminuya 23,96% o 28,61% respectivamente, lo cual se puede presentar porque una persona que manifieste que el cambio en la calidad ambiental referente a los bosques y paramos del municipio después de 20 años será negativa frente a una persona que considere que dicho cambio puede ser cero e incluso positivo.

**Variable “ríos mina”:** Con respecto a su efecto marginal, se puede decir que su valor es de 0,198994, esto significa que un cambio en una unidad, a partir de 2 (su promedio en la distribución), que equivale a decir que se considera que el estado de los ríos y quebradas del municipio será peor si se ejecuta el proyecto minero La Colosa, manteniendo las demás variables constantes, hace que la probabilidad de aceptar un pago aumente un 19,9%, lo cual se puede presentar porque una persona que manifieste que el cambio en la cantidad y calidad de los ríos y quebradas del municipio si se ejecuta el proyecto minero es negativo, frente a una persona que considere que dicho cambio puede ser cero e incluso positivo, preferiría una compensación monetaria por dicha afectación. Esto también refleja de alguna manera el reconocimiento de uno de los conflictos ambientales generados por parte de la comunidad involucrada.

### **C. Agregación de los datos**

Para la obtención de un valor total (costo ambiental para la población del área de influencia por la afectación del recurso hídrico), en unidades monetarias, de la variable dependiente

DAA se requiere la agregación de los valores individuales, tomando como base el valor promedio de las observaciones.

Para la muestra, el valor medio de DAA individual (por hogar) por trimestre, a pesos del año 2012 es de \$1'394.366, lo que quiere decir que un hogar promedio estaría dispuesto a aceptar \$5'577.464 año a año durante la operación de la mina.

Con ese valor medio, se identifican el valor total a pagar por hogar durante los 20 años, de operación de la mina año a año; luego, se aplican dos tasas de descuento a dicho total final, una financiera<sup>4</sup> (5,3%) y otra social (TSD<sup>5</sup>) (8,5%) trayendo los valores a precios constantes del 2012; finalmente, se realiza la misma operación pero esta vez teniendo en cuenta el número total de hogares del área de influencia del proyecto minero y su crecimiento anual proyectado.

Para ello se aplicó la fórmula para hallar el Valor Presente Neto (VPN), este es un método que evalúa el proyecto en el tiempo, que para el caso de estudio es de 20 años, así pues, el VPN es el valor presente de los ingresos a un determinado interés en un periodo determinado (Sanchez, 1999).

$$VPN = Vf * (1 + i)^{-n} \quad [18]$$

**Vf**= Valor final que en el caso del proyecto es de \$ 5'577.464

**i**= Interés expresado en su tanto por uno, que para el caso del proyecto corresponde al 5,3% E.A. porque esta corresponde a la tasa de descuento ofrecida en el sector financiero y de 8,5% entendida esta como la TSD para Colombia (Rodríguez H., 2007).

**n**= Corresponde al número de periodos, que para el proyecto es de 20 correspondiente a los años que duraría la operación de la mina.

- 
- 4 La tasa de descuento (financiera) permite comparar el posible beneficio de obtener la compensación según lo estipulado en la simulación del mercado (trimestralmente), con el beneficio que se obtendría si el pago total se recibiera hoy y se invirtiera en un proyecto alternativo, en términos más sencillos es determinar el costo de oportunidad.
  - 5 La tasa social de descuento permite identificar lo dispuesta que esta la población de Cajamarca a cambiar su consumo futuro por un consumo presente, dicho de otra manera, el patrón de consumo-ahorro de una sociedad en cada periodo; lo cual no es otra cosa que el valor tiempo que le asigna la población objetivo a la postergación (Rodríguez H., 2007).

**Tabla 11. Proyección y Análisis Comparativo Preliminar de Compensación**

AÑO	DAA POR HOGAR	DAA POR HOGAR PRECIOS CONSTANTES 2012 (5,3%)	DAA POR HOGAR PRECIOS CONSTANTES 2012 (8,5%)	TOTAL DE HOGARES	DAA POBLACION OBJETIVO	DAA POBLACION OBJETIVO PRECIOS CONSTANTES 2012 (5,3%)	DAA POBLACION OBJETIVO PRECIOS CONSTANTES 2012 (8,5%)
2012	5.577.464	5.577.464	5.577.464	5245	29.253.798.680	29.253.798.680	29.253.798.680
2017	5.577.464	4.308.190	3.709.266	5650	31.512.671.600	24.341.277.509	20.957.358.023
2022	5.577.464	3.327.768	2.466.830	6087	33.950.023.368	20.256.124.875	15.015.600.175
2027	5.577.464	2.570.462	1.640.554	6557	36.571.431.448	16.854.520.113	10.757.116.861
2032	5.577.464	1.985.497	1.091.043	7064	39.399.205.696	14.025.554.582	7.707.130.322
TOTAL	117.126.744	73.350.416	58.358.883		715.839.617.080	435.983.970.465	341.667.806.392

\* La tasa de crecimiento de la población fue de 1,5% anual, según los datos de los 2 últimos censos (1993 y 2005) del DANE para Cajamarca, más la información demográfica oficial de la alcaldía municipal para el año 2011, acercándose al promedio nacional y departamental según datos del DANE

Fuente: Autores

En la tabla anterior se muestran los valores calculados de la DAA preliminar mediante la fórmula del VPN, año a año, por hogar y para la población objetivo (total hogares del municipio de Cajamarca), dada la tasa de crecimiento poblacional promedio obtenida para el municipio de Cajamarca del 1,5%.

## V. CONCLUSIONES

- A. Los modelos de regresión estimados (Probit y Logit) en la aplicación del estudio previo a la aplicación del método de valoración contingente (MVC) para la valoración económica de costos ambientales permiten aproximarse a la explicación del comportamiento de la población objetivo frente a los posibles cambios en su bienestar por el proyecto minero. Las variables independientes que explican los modelos de regresión más ajustados en el presente estudio son:

Número de personas por vivienda (**pers\_vivienda**): pues es la variable con mayor significancia estadística y su efecto marginal frente a la probabilidad de aceptar un pago cualquiera es cercana al 8,6%, lo cual se puede presentar porque un hogar en donde habiten más personas involucra más necesidades inmediatas que suplir o sencillamente mayor impacto del proyecto minero.

Bosques en 20 años (**bosq20**) y estado de los ríos con la mina (**ríos\_mina**): su efecto marginal frente a la probabilidad de aceptar un pago cualquiera es cercana al 26% y 20% respectivamente, lo cual se puede presentar porque una persona que manifieste que el cambio en la calidad ambiental referente a los bosques y ríos del municipio con la operación de la mina será negativa frente a una persona que considere que dicho cam-

bio puede ser cero e incluso positivo, preferiría una compensación monetaria por dicha afectación, debido a los beneficios económicos y ambientales que percibe de dichos bienes ambientales y de los servicios asociados a estos.

Sin embargo la variable explicativa de ingreso no presenta un efecto significativo (estadísticamente) en los modelos ajustados de Probit y Logit establecidos por el programa econométrico con la información de entrada dada.

- B. La metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales utilizada en el presente estudio cobra gran relevancia para esta y otras aplicaciones, principalmente por dos aspectos: i) porque consiste en la etapa inicial para valorar lo que realmente se desea y le brinda bases sólidas a la siguiente etapa de valoración; y ii) porque en la normatividad legal nacional se establecen estas bases teóricas para realizar el análisis costo-beneficio de los proyectos productivos de esta magnitud.
- C. Las variables referentes a los componentes hídrico y biótico (cobertura vegetal) seleccionadas por los modelos de regresión más ajustados para explicar el comportamiento de la variable dependiente DAA corresponden a los aspectos ambientales que en la evaluación de impactos ambientales mostraron los datos de mayor afectación, estos son: la oferta y calidad hídrica, y el cambio del paisaje por remoción de cobertura vegetal. Esto refleja claramente el reconocimiento de los conflictos ambientales locales asociados a la dinámica de la actividad minera.
- D. En la posterior aplicación del MVC para la estimación de los costos ambientales del proyecto minero La Colosa, se podría utilizar de acuerdo a los precios construidos en esta primera etapa cualquiera de los siguientes formatos: dicotómico simple, dicotómico doble o subasta, para preguntar sobre la disposición a aceptar un pago (DAA) como compensación por la disminución de la calidad ambiental ocasionada por la ejecución del proyecto, teniendo como información base el promedio de la DAA de la muestra de la población y los valores de los percentiles de dicha variable.
- E. El presente estudio se fundamenta en la medida del cambio de bienestar por la disminución de la calidad referida a solo algunos componentes ambientales, aunque en su análisis se tengan en cuenta valores de uso y de no uso derivados de dichos bienes, y porque además no se analizaron a profundidad los beneficios del proyecto, por lo que no corresponde a una valoración económica total y menos integral, pues no se incluye la valoración ecológica y así tampoco la social.
- F. La teoría del MVC ha demostrado que las diferencias en cuanto a las medidas de valor: Mínima Disposición a Aceptar (DAA) y Máxima Disposición a Pagar (DAP), de acuerdo a la posibilidad de sustitución entre calidad ambiental y otros bienes y servicios de consumo convencionales, podría asumirse como una fuerte limitación, sin embargo se adopta la primera debido a que: i) en el caso de consultar sobre la DAP el monto disminuiría considerablemente ya que cerca del 77,5% de los hogares muestreados representó in-

gresos menores a los 2 SMMLV, y ii) Podría determinarse la DAP, como una variación equivalente, para que las personas evitaran la disminución en la calidad ambiental futura y así su propio bienestar, lo que podría generar suficientes respuestas protesta. Lo que se convierte en una justificación técnica de acuerdo a la realidad de la población doliente y a los conflictos allí involucrados para el uso de tal medida de valor. Sin embargo algunos podrían interpretar incluso estos resultados como un ejercicio de sobreestimación de los bienes y servicios ambientales relacionados.

## Referencias bibliográficas

- Alcaldía Municipal de Cajamarca Tolima. (2011). Población por grupos étnicos y género. En Características de la población de Cajamarca Tolima (págs. 29-30). Cajamarca: Secretaría de salud y desarrollo comunitario.
- Alvarez, M., & González, M. (ENERO de 2003). INSTITUTO DE ESTUDIOS FISCALES. Recuperado el 28 de MARZO de 2012, de [http://www.ief.es/documentos/recursos/publicaciones/revistas/hac\\_pub/164\\_Modelizacion.pdf](http://www.ief.es/documentos/recursos/publicaciones/revistas/hac_pub/164_Modelizacion.pdf)
- Azqueta, D. (1994). Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Madrid: Mc Graw Hill.
- CALC, C. A. (2008). Estudio ambiental para la sustracción de un área de la reserva central en el municipio de Cajamarca, departamento del Tolima Proyecto de exploración minera.
- Cerdal, J., & Villarroel, L. (2007). Interpretación del test de Chi-cuadrado (X<sup>2</sup>) en investigación pediátrica. Revista Chilena de Pediatría, 414-417.
- Coase, R. (1960). El problema del costo social. Trabajo publicado originalmente en The Journal of Law and Economics, pag 1-44.
- Espinal, N., & Gómez, J. (2011). Experimentos de Elección: Una metodología para hacer valoración económica de bienes de no mercado. Ensayos de Economía, 211-242.
- Estudios Mineros del Peru S.A.C. (2008). Manual de Minería. Lima.
- Field, B. C. (2003). Economía Ambiental. Madrid: Mc Graw Hill.
- Garrod, G., & Willis, K. (2000). Economic Valuation of the Environment. Massachusetts: Edward Elgar Publishing Limited.
- Hanemann, M. (1984). Welfare evaluation in contingent valuation experiments with discrete responses. American Journal of Agricultural Economics, 332-341.
- Hicks, J. (1939). Value and Capital: An Inquiry into some Fundamental Principles of Economic Theory.
- IGAC. (1987). Estudio general de suelos de los municipios de IBAGUE, CAJAMARCA, COELLO, ESPINAL, FLANDES, GUAMO, ROVIRA, SAN LUIS Y VALLE DE SAN JUAN. Bogotá: Instituto Geografico Agustin Codazzi.
- Jewell, T., Rossi, M., & Triunfo, P. (2006). El Estado de Salud de los Jovenes Uruguayos. Cuadernos de Economía, Volumen 49, 235-250.
- Kizys, R., & Juan Perez, A. A. (2002). Multicolinealidad y observaciones atípicas.

- MAVDT (2). (2010). Decreto 2820 de 2010: Por el cual reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales. Bogotá D.C.
- MAVDT. (2009). Resolución 0814 de 2009 "Por la cual se sustrae parcial y temporalmente una superficie mínima de la Reserva."
- Mercado, L. (Julio de 2003). Valoración contingente. PNUD.
- Ministerio de Minas y Energía. (2001). Código de Minas - Ley 685 de 2001.
- Ministerio de Minas y Energía, & Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Guía Minero Ambiental - Exploración.
- Osorio Múnera, J. D., & Correa Restrepo, F. (2004). Valoración Económica de Costos Ambientales: Marco Conceptual y Métodos de Estimación. Semestre Económico, No. 13, 159-193.
- Pearce, D. &. (1990). Economics of Natural Resources and the Environment. Londres: Harvester.
- Pearce, D. (1992). Economics valuation and the natural world. Policy Research Working Paper Series 988, 1-59.
- Pigou, A. C. (1920). The economics of welfare. Londres: Macmillan and Co.
- Posada, D. (2008). jModelTest: Phylogenetic Model Averaging. Molecular Biology and, 1253-1256.
- Pulido, A. (25 de Enero de 2012). La Silla Vacía. Obtenido de ¿A quién le pertenece el oro en Colombia?: <http://lasillavacia.com/historia/quien-le-pertenece-el-oro-en-colombia-30930>
- Riera, P. (1994). Manual de Valoración Contingente. Instituto de Estudios Fiscales.
- Rodríguez H., R. (2007). Reestimación de la tasa social de descuento en Colombia a partir del desarrollo de su mercado de capitales durante el periodo 1995 - 2005. Equidad y Desarrollo, 55-81.
- Sánchez, J. E. (1999). Manual de matemáticas financieras. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Sanjurjo Rivera, E. (2007). Aplicación de la metodología de valoración contingente para determinar el valor que asignan los habitantes de San Luis Río Colorado a la existencia de flujos de agua en la zona del Delta del Río Colorado.
- SANJURJO RIVERA, E., & ISLAS CORTES, I. (2007). Valoración económica de la actividad recreativa en el río Colorado. Región y Sociedad, 147-172.
- Vargas Sánchez, G. (2006). Introducción a la Teoría Económica un Enfoque Latinoamericano 2a Edición. México: Pearson Prentice Hall.
- Vásquez, F. G. (2002). Los modelos logit y probit en la investigación social. El caso de la pobreza del Perú en el año 2001. Lima: Centro de Investigación y Desarrollo del Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Vicenz, J. (1995). Modelos con variables cualitativas dicotómicas. IONstituto L.R. Klein.
- Whittington, D. (2004). Ethical Issues with Contingent Valuation Surveys in Developing Countries: A Note on Informed Consent and Other Concerns. Environmental & Resource Economics (28), 507-515.