

**Determinación de presión antrópica mediante indicadores cualitativos socioambientales aplicados en microcuencas con producción minera en la Provincia de El Oro (Ecuador).**

Determination of anthropic pressure through qualitative socio-environmental indicators applied in micro-watersheds basins with mining production in the Province of El Oro (Ecuador).

**Como citar el artículo**

Sánchez-Cortez, J. L., López Calvopiña, K., Roby Sánchez, S., & Rojas Tenorio, G. (2023). Determinación de presión antrópica mediante indicadores cualitativos socioambientales aplicados en microcuencas con producción minera en la Provincia de El Oro (Ecuador). *Revista Naturaleza, Sociedad Y Ambiente*, 10(1). pp 41-51. <https://doi.org/10.37533/cunsurori.v10i1.86>

José Luis Sánchez-Cortez, Kimberlin López Calvopiña, Sandra Roby Sánchez, Gissela Rojas Tenorio

**Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador**

**Recibido: 23 de enero de 2023 / Aceptado: 07 de mayo de 2023**

**Disponible en internet el 04 de Septiembre de 2023**

\*Autor para correspondencia, correo electrónico: [jossancor@gmail.com](mailto:jossancor@gmail.com)

**Resumen**

Las cuencas hidrográficas funcionan como un recurso de profunda valía, cuyas funciones y servicios ambientales son fundamentales para las dinámicas socio económicas territoriales. Dada su importancia y debido a la gran variedad de actividades productivas, demográficas y ecológicas, la evaluación de las presiones antrópicas a las cuales se exponen estas unidades ambientales resulta compleja al momento de ser cuantificado.

La presente investigación propone y aplica una metodología vigorosa, mediante el empleo de indicadores socio ambientales, que valoren las condiciones actuales de tres microcuencas con actividades de producción minera en la provincia de El Oro, Ecuador.

Los resultados evidencian la solidez de la metodología y demuestran que las actividades vinculadas al cambio de uso de suelos, explotación de agua y recursos naturales, corresponden a los procesos con mayor nivel de perturbación presentes en las áreas evaluadas.

**Palabras clave:** Zaruma, Piñas, microcuencas, presión antrópica, indicadores socioambientales.

**Abstract**

Watersheds serve as a resource of profound value, whose functions and environmental services are essential for territorial socio-economic dynamics. Due its importance and because to the great variety of productive, demographic and ecological activities, the evaluation of the anthropic pressures to which these environmental units are exposed, is complex at the moment of being quantified.

This research proposes and applies a vigorous methodology, using socio-environmental indicators, which assess the current conditions of three micro-basins with mining production activities in the province of El Oro, Ecuador.

Results show the solidity of the methodology and exhibit that the activities linked to the change in land use, exploitation of water and natural resources, correspond to the processes with the highest level of disturbance present in the evaluated areas.

**Keywords:** Zaruma, Piñas, micro-watersheds, anthropic pressure, socio-environmental indicators.

## 1. Introducción

Los procesos de expansión demográfica que experimentan las sociedades modernas en las últimas décadas, está directamente relacionada con el crecimiento exponencial de la población (González-Márquez, 2011; CAF, 2017), mismas que en su afán de crear nuevos asentamientos y actividades productivas que satisfagan sus necesidades, han optado por el uso de lugares propicios para encaminar acciones de desarrollo económico, en esa búsqueda de opciones, las cuencas hidrográficas han sido históricamente un gran aliado para el correcto desenvolvimiento de las sociedades (Alcañiz, 2008).

El papel de las cuencas hidrográficas es fundamental, dada la diversidad de servicios que provee a la sociedad, no obstante, al ser un recurso estratégico y valioso, también resulta ser un elemento territorial ampliamente amenazado (Armenta et al., 2019), y consecuentemente la presión antrópica genera severas alteraciones en los procesos biofísicos y bioquímicos (Filho et al., 2012). En este sentido, Reyna (1999) menciona que las actividades antrópicas que generan contaminación ambiental están presentes a nivel global y responden estrechamente a actividades económicas, científicas, políticas, culturales y tecnológicas, por ende, el gran campo de acción y relación hace que las medidas o acciones correctivas para mitigar o disminuir dichos impactos, sea una tarea compleja.

Entre dichas actividades, la minería tiene a su haber una serie de efectos impactantes en ecosistemas terrestres y acuáticos, vinculados con la generación de metales pesados y variaciones en la acidez de dichos entornos, además perjudica directamente a la salud de los residentes de sus áreas de influencia (Lee et al., 2008, Canales-Gutiérrez, 2021). Adicionalmente, Hernández-Jatib et al.

(2014), puntualizan en la capacidad que tienen las actividades mineras para generar acciones susceptibles de crear impactos en agua, aire, suelo, biota, paisaje y sistemas socio económicos.

En la presente investigación se propone un modelo de valoración, a partir de la construcción de una metodología vigorosa y representativa, mediante el análisis de criterios ponderados por el método de análisis jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) (Saaty, 1980), creando una matriz de indicadores como instrumento de evaluación que fue aplicada en tres microcuencas hidrográficas ubicadas en los cantones Zaruma y Piñas: Honda, Zaruma Urcu y Quebrada La Mesa (figura 1), mismas que se encuentran ubicadas en el corazón del distrito minero Zaruma-Portovelo (Roby Sánchez, 2020; Rojas Tenorio, 2020; López Calvopiña, 2021). Las matrices de indicadores socio ambientales fueron aplicadas con el fin de definir la influencia antrópica a partir de un diagnóstico de los actuales factores incidentes de las cuencas.

El distrito minero Zaruma-Portovelo corresponde a un territorio eminentemente minero con tradición histórica desde época colonial, siendo Zaruma, en el pasado, una de las fuentes económicas más importantes de la Real Audiencia de Quito y del Estado español (Marchán, 1987). Desde 1880 Zaruma inició un proceso industrial minero, a partir de la llegada de las empresas Great Zaruma Gold Mining (Inglaterra) y South American Development Company – SADCO (Estados Unidos), las cuales marcaron un sistema económico local muy importante para la época, e influyó en una dinámica migratoria interna que provocó el crecimiento de la ciudad y la transformación de una urbe, cambiando su modo de vida, basada en un apa-

rente desarrollo, adjudicado a este auge minero (Murillo Carrión, 2000). Posteriormente a este auge, llegó la debacle económica relacionada con la disminución de reservas y costos elevados de producción, que repercutió en la proliferación del informalismo deprecador e inconsciente (Montoya Aponte et al., 2021), siendo décadas de mal manejo minero, que han ocasionado serios impactos al ambiente y al patrimonio.

La minería en el distrito Zaruma-Portovelo ha logrado posicionarse con un valor cultural y productivo, jugando un papel importante en la dinámica social local, no obstante, existen otras actividades productivas que complementan los procesos económicos a nivel municipal, cuya interacción suma esfuerzos y causan deterioro ambiental en las cuencas hidrográficas. Estas variables dan una connotación compleja del territorio, con un campo de acción difícil de abordar.

Como herramienta de aproximación a esta problemática, se planteó el uso de indicadores socioambientales, mismos que han fungido como herramienta de investigación en campos exploratorios y descriptivos (Mendietta López, 2008). Su versatilidad y amplio grado de aplicación transforman a los indicadores de manera general, en un gran aliado al momento de caracterizar entornos y tomar decisiones acertadas (OECD, 1993; Mondragón Pérez, 2002), además dan la posibilidad de entender los contextos de una temática y presentar información de manera compacta y simplificada (Guttman et al., 2004; Sánchez-Cortez, et al., 2014; Tischer et al., 2015; Sánchez-Balseca, 2017).

Con lo complejo de este contexto, los indicadores proporcionan un medio para evaluar y estudiar el desempeño de los aspectos eco-

nómicos, sociales y ambientales (Arendse y Godfrey, 2002); por ello para el desarrollo de la presente investigación, se los considera dada su importancia en el análisis de la toma de decisiones, ya que permiten evaluar cada uno de los criterios a considerarse (Sánchez et al., 2014). A fin de comprender de manera más directa la relación existente entre el ámbito social y ambiental surgen los indicadores socioambientales (Guttman et al., 2004), mismos que permiten conocer el comportamiento o relación de la sociedad respecto al lugar en donde se desarrolla.

El análisis y estudio de indicadores socioambientales toma como eje primordial la relación existente entre el cuidado y manejo de los recursos naturales y, el desarrollo de actividades antrópicas (Sánchez-Balseca, 2017), siendo este último uno de los principales problemas en el área de estudio debido al gran impacto que se ha desarrollado por la presencia de actividades mineras desde hace varias décadas, sumándose a esto la dificultad para conseguir datos o evaluaciones ambientales específicas del sector (Guttman et al., 2004).

Los resultados de esta investigación denotan que las cuencas estudiadas poseen un alto impacto por actividades antrópicas, principalmente en lo concerniente con las actividades de sectores primarios y secundarios. Todas estas presiones requieren a futuro de una correcta atención, que se desarrolle desde aproximaciones integrales, que contemplen ordenamientos del territorio y de las actividades productivas.

## 2. Metodología

### 2.1. Selección del área de estudio

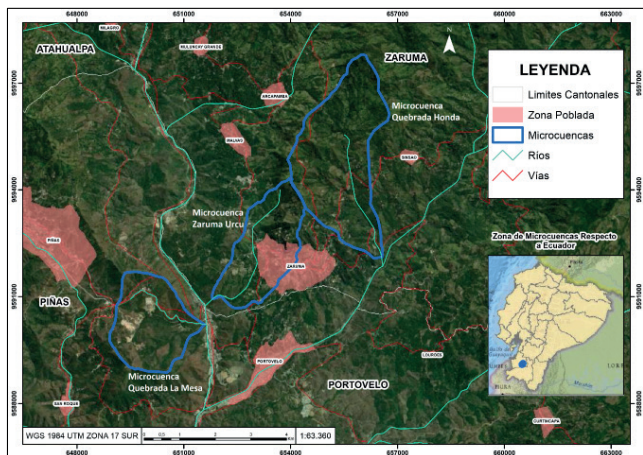


Figura 1. Mapa de ubicación de las microcuencas sujetas a estudio, descrietas de norte a sur: Quebrada Honda, Zaruma Urcu y Quebrada La Mesa. Nótese la cercanía con las manchas urbanas de las cabeceras cantonales de Zaruma, Piñas y Portovelo.

### 2.2. Selección de indicadores y construcción de matriz.

Para la selección de indicadores se realizó un listado inicial, a partir de búsqueda bibliográfica especializada, previo a la construcción de la matriz, para posteriormente ser evaluados y depurados, siguiendo la metodología de Videla y Schroh (2000), la cual también fue aplicada por Sánchez-Cortez et al (2014), quienes consideran una evaluación de 8 parámetros: Validez científica (robustez), representativo, medibles, comprensión, calidad (confiabilidad), accesibilidad, especificidad y aplicabilidad.

Cada uno de los ocho parámetros previamente señalados, fue evaluado para cada indicador, otorgando una valoración de 1 a 3 (siendo 1 bajo, 2 medio y 3 alto), posteriormente se suman los totales, mismos que deben ser  $\geq 13$  para su consideración en la matriz. De un total de 31 indicadores iniciales, el proceso de evaluación finalmente permitió seleccionar 28 indicadores para la construcción de la matriz.

### 2.3. Construcción de matriz de indicadores socio ambientales

Para la construcción de la matriz de indicadores, las 28 variables fueron separadas según criterios, definidos por la afinidad entre sí: calidad de vida y servicios, educación, estado y tratamiento de residuos, uso de suelo y cobertura vegetal, uso del recurso hídrico, ingresos económicos por sectores y conservación e investigación.

Para la construcción de la matriz se trabajó en una adecuada estructuración de un modelo de jerarquías (Toskano, 2005), donde cada uno de los 7 criterios recibió un valor de ponderación para la evaluación (un peso porcentual para la evaluación de las cuencas), para lo cual se empleó la metodología de AHP (Analytic Hierarchy Process) (Saaty, 1980), la cual corresponde a una herramienta para la toma de decisiones basadas en múltiples criterios, y aplicable para aspectos cualitativos y cuantitativos.

Este método permitió crear comparaciones pareadas entre cada criterio, siguiendo los juicios de los investigadores, obteniendo así los rangos o pesos de calificación para cada criterio. Este mismo proceso de distribución de rangos o pesos, se generó en los indicadores o subcriterios, que conformaban cada criterio (Tabla 1). Finalmente se estableció un análisis para determinar la congruencia de los juicios, a través de una valoración de consistencia, como instrumento de validación para la matriz creada. Vale mencionar que cada indicador posee una escala de valoración relativa, subdividida en cinco descriptores, en donde la situación ideal provee una calificación de 5 y la situación que no promueve daño antrópico, provee una calificación de 1.

Tabla 1. Proceso de normalización y estandarización de las evaluaciones, mediante la aplicación del método de Saaty (1980)

Indicador/Criterio	Matriz A							Matriz Normalizada							Promedio	% de Evaluación
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7		
Calidad de vida y Servicios	1	3	4	0.3	0.2	1	4	0.08	0.15	0.21	0.08	0.07	0.08	0.21	0.13	13.00
Educación	0.3	1	0.3	0.2	0.3	1	1	0.03	0.05	0.02	0.05	0.08	0.08	0.05	0.05	5.00
Estado y tratamiento de Residuos	0.3	3	1	0.2	0.2	1	3	0.02	0.15	0.05	0.05	0.05	0.08	0.16	0.08	8.00
Uso de suelo y cobertura vegetal	4	6	6	1	1	3	5	0.34	0.30	0.32	0.32	0.33	0.23	0.26	0.30	30.00
Uso del recurso Hídrico	5	5	6	1	1	5	4	0.42	0.25	0.32	0.32	0.33	0.38	0.21	0.32	32.00
Ingresos Económicos por Sectores	1	1	1	0.3	0.2	1	1	0.08	0.05	0.05	0.11	0.07	0.08	0.05	0.07	7.00
Conservación e investigación	0.25	1	0.3	0.2	0.3	1	1	0.02	0.05	0.02	0.06	0.08	0.08	0.05	0.05	5.00
<b>TOTAL</b>	<b>11.85</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>3.1</b>	<b>3.1</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>100.00</b>

### 2.4. Obtención y levantamiento de información de campo.

Con el fin de dar completar y valorar la información de los indicadores establecidos en la matriz de evaluación, se recabó información de campo, a partir de técnicas de observación directa y participante, en las tres microcuencas consideradas en este estudio. Así mismo se levantó información técnica administrativa de los municipios de Zaruma y Piñas, proporcionada por los equipos de gestión ambiental de ambos cantones, tomando como ruta de información los campos requeridos por las matrices de indicadores. Una vez obtenida la información de las matrices para cada microcuenca se pudo observar las valoraciones relativas, así también se establecieron rangos de afectación, a partir de una tabla de relación (De la Maza, 2007), misma que define el grado de afectación de las tres cuencas, lo cual permitió obtener una visión periférica de la situación actual de dichos territorios, con relación a las actividades antrópicas presentes.

## 3. Resultados y Discusión

Las cuencas hidrográficas son susceptibles a múltiples variaciones y actividades impactantes, debido a su condición innata como unidad fundamental ambiental desde los ámbitos jurídicos y sistémicos (Guevara,

2014), no obstante la presión antrópica que experimentan, están ligadas principalmente a actividades económicas que transgreden en impactos negativos en la cobertura vegetal natural, causando la alteración de ecosistemas prístinos y modificando la dotación de los servicios ambientales que prestan (Echandía Arbeláez, 2016).

En este sentido, al establecer una metodología para evaluación de cuencas hidrográficas mediante múltiples parámetros socio ambientales, que empleen una valoración cuantitativa, a partir de criterios cuali-cuantitativos, se busca evaluar las condiciones expuestas en dichas cuencas, para expresar un criterio numérico que englobe la situación actual. No obstante, estas valoraciones no califican en sí la situación ambiental, más bien otorgan un diagnóstico periférico de la situación actual de las cuencas evaluadas, con relación a las actividades antrópicas que se desarrollen, es decir, deben ser considerados como tendencias en el territorio, más que una valoración absoluta de la situación de la cuenca.

La tabla 2 muestra en detalle, los resultados de las evaluaciones de cada microcuenca por cada indicador; sin embargo cabe resaltar de manera general, las similitudes de las valoraciones finales obtenidas en todos los territorios valorados. Para establecer lo que implica dichas valoraciones, se ha considerado un nivel de significancia de impactos socio ambientales, a partir de la adaptación de la metodología propuesta por De la Maza (2007). Los valores totales obtenidos en la evaluación corresponden a 67.35 para Zaruma Urcu, 66.7 en Quebrada Honda y 69.85 para Quebrada La Mesa, es decir que los tres territorios evaluados convergen en un Impacto Antrópico Alto (tabla 3).

Tabla 2. Aplicación de evaluación de cada uno de los criterios de valoración, en las tres microcuencas estudiadas.

Criterio	Subcriterio	Descripción	Ponderación final / Total	Microcuenca Zaruma Urcu	Microcuenca Quebrada Honda	Microcuenca Quebrada La Mesa
<b>Calidad de vida y Servicios (13%)</b>	Crecimiento poblacional	Informa la evolución de la población, permite medir el aumento o disminución de la población de un territorio para un período determinado.	3.69	0.73	0.73	2.21
	Densidad poblacional	Informa qué tanto está poblado un territorio, suponiendo una distribución total de la población a lo largo de la superficie del territorio.	4.83	0.96	0.96	0.96
	Acceso a servicios básicos	Informa la proporción de personas que viven en hogares que cuentan con energía eléctrica, agua potable, recolección de basura y alcantarillado subsidiados por el sector público.	2.40	1.92	1.92	1.92
	Centros de salud y hospitales	Informa sobre la presencia de centros de salud u hospitales en el interior o cercanos a la zona de estudio.	1.29	1.29	1.29	1.29
	Densidad vial	Informa la presión que por efecto de la construcción de carreteras se presenta sobre el medio ambiente.	0.79	0.15	0.15	0.15
<b>Educación (5%)</b>	Escolaridad	Informa el porcentaje de las poblaciones que sabe leer y escribir.	2.78	0.55	0.55	0.55
	Acceso a la educación	Informa sobre el número de población infantil dentro de centros de educación.	0.45	0.09	0.09	0.36
	Centros de instrucción escolar	Informa la cantidad de centros de instrucción escolar por habitante.	1.77	0.35	0.35	0.35
<b>Estado y tratamiento de Residuos (8%)</b>	Recolección de residuos	Indica el porcentaje de cobertura de la población, a la que se recoge los residuos.	1.62	0.64	0.64	0.64
	Manejo de residuos	Indica sobre la existencia u ausencia de recolectores que clasifiquen o separen los residuos.	1.47	0.88	0.88	0.88
	Disposición final	Indica sobre el tipo de disposición final que tienen los residuos del territorio.	4.91	0.98	2.94	2.94
<b>Uso de suelo y cobertura vegetal (30%)</b>	Vegetación arbórea y arbustiva (áreas de bosques naturales)	Informa el porcentaje de km2 dentro de la microcuenca con áreas de bosques naturales	1.39	1.11	0.27	0.27
	Actividades forestales	Informa el porcentaje de km2 dentro de la microcuenca dedicado a la forestación	1.77	1.77	1.06	1.41
	Actividades agrícolas	Informa el porcentaje de km2 dentro de la microcuenca dedicado a la agricultura.	2.66	0.53	0.53	0.53
	Actividades pecuarias (pastoreo)	Informa el porcentaje de km2 dentro de la microcuenca dedicado a la actividad pecuaria.	5.09	5.09	5.09	5.09
	Zonas Urbanas/ asentamientos poblacionales	Informa sobre el porcentaje de km2 de pavimentación y construcción de edificaciones dentro de la microcuenca.	5.47	1.09	1.09	1.09
	Actividades mineras	Informa el porcentaje de km2 dentro de la microcuenca dedicado a la minería.	13.62	13.62	13.62	13.62

Tabla 3. Matriz con niveles de significancia (adaptado de De la Maza, 2007), en el cual se destaca los rangos de valoración alcanzados por las tres microcuencas estudiadas en el presente trabajo. Se establece que las tres microcuencas poseen un nivel de impacto antrópico alto.

Niveles de significancia	Especificaciones	Rangos
Impacto Antrópico Muy Alto	Los umbrales de impactos son superiores a lo aceptable, alta incidencia de los agentes antrópicos para el impacto generado en la cuenca hidrográfica.	Entre 81 y 100
<b>Impacto Antrópico Alto</b>	<b>Las actividades antrópicas en la cuenca no son de carácter extremo, no obstante, las condiciones del medio requieren atención para recuperar diversos factores ambientales.</b>	<b>Entre 61 y 80,99</b>
Impacto Antrópico Medio	Impacto en la medida de lo aceptable, la recuperación ambiental no requiere medidas correctivas, no obstante, requiere cierto rango de tiempo.	Entre 41 y 60,99
Impacto Antrópico Regular	Presión antrópica por debajo de las condiciones que generen impactos evidentes o permanentes.	Entre 21 y 40,99
Impacto Antrópico Bajo	No se definen de impactos antrópicos, en la cuenca.	Menor de 20

Además de la valoración general obtenida, se puede evidenciar las calificaciones generadas por cada cuenca a nivel de categorías mediante una normalización de cada categoría, transformándolas en valoraciones porcentuales, para su comparación. Con este procedimiento es indudable que los criterios uso de suelo y cobertura vegetal, uso del recurso hídrico e ingresos económicos por sectores, fueron las variables más afectadas en las microcuencas estudiadas (figura 2). Lo cual guarda total relación con lo reflejado en función de la ocupación de actividades productivas en ambos cantones, considerando que un  $40\pm 8\%$  de la población económicamente activa se dedica a las actividades de explotación de los recursos naturales (ganadería, agricultura, minería, entre otras), y en el caso específico del municipio de Zaruma, cerca del 31,13% de las actividades productivas está orientada a actividades de explotación de minas y canteras (GAD Municipal Piñas, 2015; GADM de Zaruma, 2014).

En la actualidad ambos cantones están marcando un proceso de crecimiento tanto en sus zonas rurales como urbanas, estableciendo nichos de desarrollo alrededor de la mancha urbana, no obstante de esto, no se estima que dichos cambios puedan ejercer el 100% de los cambios e impactos presentados en las microcuencas circundantes a las cabeceras cantonales, aunque a futuro su injerencia e influencia, pueda ser una tendencia que repunte la problemática (Roby Sánchez, 2020; Rojas Tenorio, 2020; López Calvopiña, 2021).

Tischer (2013), establece que el crecimiento demográfico es un factor directo de presiones antrópicas en cuencas hidrográficas, sin embargo el crecimiento poblacional de estas microcuencas aún está condicionado a la minería (Montoya Aponte et al., 2021), pero

no se debe descartar un repunte demográfico con mayor protagonismo para los próximos años, aunado con la limitada capacidad de resiliencia de los ecosistemas impactados. Por otra parte, los cambios en los usos del suelo pueden ser catalogados como factores decisivos en las dinámicas experimentadas por estas microcuencas, considerando la fuerte actividad productiva y extractiva de estos cantones (Álvarez Molina, 2011).

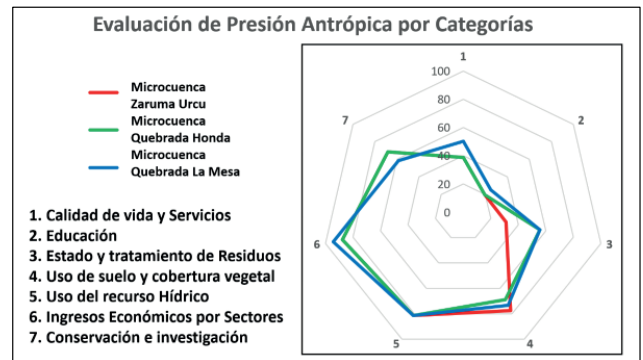


Figura 2. Normalización mediante equiparación porcentual de los resultados de cada indicador obtenidos en las tres microcuencas hidrográficas por cada categoría.

#### 4. Conclusiones

La información dispersa o poco objetiva, puede entorpecer el establecimiento de un nivel específico de presión antrópica, y es en este sentido que las valoraciones mediante aplicación de indicadores socioambientales han sido beneficiosas, considerando que el presente trabajo ha generado diagnósticos claros y concisos. La metodología aplicada mostró ser fuerte y compacta, ya que ha expuesto las tendencias específicas del territorio y ha coincidido en las estimaciones y análisis para las tres cuencas, existe una homologación de las evaluaciones en las mismas categorías e incluso similitud en los resultados totales.

De manera general la presión antrópica obedece a múltiples interacciones en el territorio, bajo esta consigna la presente evaluación analizó las actividades de disturbio a nivel de

microcuencas, demostrando que los procesos de deforestación, producción agrícola, cambios de uso de suelo y artes industriales mineras son las actividades que ejercen mayor influencia dentro del área de estudio. Al mismo tiempo la baja valoración obtenida en las categorías relacionadas con los procesos de investigación en el territorio, dan a entender el escaso interés y sensibilidad con relación al desarrollo de conocimiento profundo en las microcuencas estudiadas, lo cual a futuro puede atender en la vulnerabilidad y la capacidad de resiliencia de dichas áreas.

## 5. Referencias bibliográficas

- Alcañiz, M. (2008). Cambios demográficos en la sociedad global. *Papeles de población*, 57, 227–225.
- Álvarez Molina, E. V. (2011). Análisis de la influencia de la actividad minera aurífera de pequeña escala en el desarrollo económico local de Zaruma y Portovelo. Tesis de maestría, Flacso Ecuador. 133 pp.
- Arendse, L. y Godfrey, L. (2002). Waste Management Indicators for National State of Environment Reporting. *National State of Environment Reporting in South Africa*. 012, 1–10.
- Armenta, G.E., Sofiea, C., Gordillo, F., Guerrero, A. y Villa, J.L. (2019). Análisis de las amenazas climáticas futuras en las cuencas hidrográficas: Santiago, Mayo, Puyango y Catamayo. *AXIOMA. Revista Científica de Investigación, Docencia y Proyección Social*, 21, 5-21. <https://doi.org/10.26621/X-V21.2019.12.A01.PUCESI.2550.6684>
- CAF. (2017). Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina. Corporación Andina de Fomento. Panamericana Formas e Impresos S.A. Bogotá, Colombia. 287 pp.
- Canales-Gutiérrez, A. (2021). Las cuencas hidrográficas y los relaves mineros. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 9 (2), 67–68. <https://doi.org/10.36610/j-j-sab.2021.090200067>
- De la Maza, C. (2007). Evaluación de Impactos Ambientales. En *Manejo y Conservación de Recursos Forestales*. Editorial Universitaria, 579–609 pp.
- Echandía Arbeláez, A. F. (2016). Presión antrópica en la cuenca alta del río Claro: cambios en usos y coberturas del suelo. Tesis de Grado. Universidad EIA, Envigado-Colombia. 70 pp.
- Filho, P., Dutra, A., y Ceruti, F. (2012). Qualidade das Águas Superficiais e o Uso da Terra: Estudo de Caso Pontual em Bacia Hidrográfica do Oeste do Paraná. *Floresta e Ambiente*, 19(1), 32–43. <https://doi.org/10.4322/floram.2012.005>
- GAD Municipal Piñas. (2015). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantonal. Piñas-Ecuador. 448 pp.
- GADM de Zaruma. (2014). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Zaruma, El Oro. Zaruma-Ecuador. 328 pp.
- González-Márquez, I. (2011). Por conquistar el mundo, hasta el fin del mundo. Proyecto civilizatorio de Occidente y crisis ecosocial global. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. 129 pp.
- Guevara, G. (2014). Evaluación ambiental estratégica para cuencas prioritarias de los Andes colombianos: dilemas, desafíos y necesidades. *Acta biológica Colombiana*, 19(1), 11-24.



- Guttman, E., Zorro, C., Cuervo, A. y Ramírez, J. (2004). Diseño de un sistema de Indicadores socio ambientales para el Distrito Capital de Bogotá. Proyecto: Evaluación social de la gestión ambiental, CEPAL/P-NUD COL. Bogotá. 81 pp.
- Hernández-Jatib, N., Ulloa-Carcasés, M., Almaguer-Carmenate, Y. y Ferrer, Y. R. (2014). Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción La Inagua, Guantánamo, Cuba. Revista Luna Azul, 38, 146-158.
- Lee J.Y., Kim, H.J. and Yang J.E. (2008). Contamination of stream and reservoir waters with Arsenic from abandoned gold mine. Environmental Engineering Research, 13(1):33-44. DOI: <https://doi.org/10.4491/eer.2008.13.1.033>
- López Calvopiña, K. (2021). Determinación de la presión antrópica mediante indicadores socioambientales en la cuenca Quebrada la Mesa. Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. 71 pp.
- Marchán, C. (1987). Estudio introductorio, en la economía política del Ecuador durante la Colonia. C.E.N. Quito. 366 pp.
- Ministerio del Ambiente. (2014). Ordenamiento Ambiental Integral en la cuenca del río Puyango. Recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/1.-Documento-Programa-de-I-Puyango-26-11-2013.pdf>
- Murillo Carrión, R. (2000). Zaruma, historia minera. Identidad en Portovelo. Ediciones ABYA-YALA. Quito. 181 pp.
- Mendieta López, M. (2008). Sistema de indicadores socioambientales para el Barrio “El Rodeo”, Distrito VI, Managua. La Calera, 8(10), 40–15.
- Mondragón Pérez, A. (2002). ¿Que son los indicadores? Notas. Revista de información y análisis, 19 (Cultura, Estadística y Geografía): 52-58.
- Montoya Aponte, B. C., Valarezo Ajila, D. J., Bejarano Copo, H. F. y Apolo Vivanco, N. J. (2021). Influencia de la actividad minera e impacto económico por el cierre de las minas en el cantón Zaruma, provincia El Oro. Revista Científica, Cultura, Comunicación y Desarrollo, 6(1), 18-23.
- OECD. (1993). OECD core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris. 39 pp.
- Reyna, J. (1999). La contaminación ambiental. Industrial Data, 2(1), 51–54. <https://doi.org/10.15381/idata.v2i1.6504>
- Roby Sánchez, S. (2020). Determinación de la presión antrópica mediante indicadores socioambientales en la cuenca Urcu, Zaruma – Ecuador. Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. 62 pp.
- Rojas Tenorio, G. (2020). Determinación de la presión antrópica mediante indicadores socioambientales en la cuenca Honda Zaruma – Ecuador. Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. 75 pp.
- Saaty, T. (1980). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. International Series in Operations Research and Management Science, 175(48), 9–26. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6_1)
- Sánchez-Balseca, J. (2017). Indicadores socioambientales para fortalecer la sosteni-

bilidad de la política de movilidad en el GAD del Distrito Metropolitano de Quito. Caso: Sector El Camal. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito. 123 pp.

Sánchez-Cortez, J.L., Arredondo-García, M.C., Leyva-Aguilera, J., Ávila-Serrano, G., Figueroa-Beltrán, C. y Mata-Perelló, J. (2014). Propuesta de matriz para evaluación de proyectos geoparques en América Latina, con base en Áreas Naturales Protegidas: Aplicación y Casos de Estudio. Pasos, Revista de Turismo y Patrimonio Cultural, 12(2), 383–394.

Tischer, V. (2013). Indicadores Socioambientales Aplicados nos Municípios Costeiros do Litoral Centro-Norte de Santa Catarina, com Ênfase nos Promontórios Costeiros. Tesis de Maestría. Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí, Brasil. 73 pp.

Tischer, V., Farias, H. y Marenzi, R. (2015). Indicadores socioambientales aplicados en la gestión de ambientes costeros. Caso de estudio Santa Catarina, Brasil. Investigaciones Geográficas, 86(86), 53–66. <https://doi.org/10.14350/ig.38541>

Toskano, G. (2005). El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Tesis Profesional. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 100 pp.

Videla, M., & Schroh, S. (2000). Desarrollo y Uso de Indicadores Ambientales para la Planificación y Toma de Decisiones (Argentina). Recuperado de: <http://habitat.aq.upm.es/dubai/00/bp757.html>

## Sobre autor

---

### José Luis Sánchez-Cortez

Ingeniero Geólogo, Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo. Investigador Asociado de Tiempo Completo de la Unidad Académica de Estudios Territoriales Oaxaca, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Investigador del área de Geología Social, Geopatrimonio y Manejo Participativo de Recursos Naturales. Oaxaca - México. ORCID: 0000-0002-1236-2848

## Sobre autor

---

### Kimberlin López Calvopiña

Ingeniera Ambiental, graduada en la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. - [kimberlin.lopezc@ug.edu.ec](mailto:kimberlin.lopezc@ug.edu.ec)

## Sobre autor

---

### Sandra Roby Sánchez

Ingeniera Ambiental, graduada en la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil.  
sandra.robys@ug.edu.ec

## Sobre autor

---

### Gissela Rojas Tenorio

Ingeniera Ambiental, graduada en la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil.  
gissela.rojast@ug.edu.ec

Copyright (c) 2023 José Luis Sánchez-Cortez



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)

