

Evaluación ambiental del sistema de perforación de aguas subterráneas en la comunidad la Merced, cantón Colta, provincia de Chimborazo

Environmental assessment of drilling system groundwater in Merced community, canton Colta, Chimborazo

César Borja-Bernal^{1,*} Galo Salcedo-Maridueña¹,
Ángel Castillo-Guananga² & Carlos Montalvo¹

¹ *Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanco Marengo, Guayaquil, Ecuador.*

² *Estudiante de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanco Marengo, Guayaquil, Ecuador.*

Recibido 19 de octubre 2015; recibido en forma revisada 7 de noviembre 2015, aceptado 14 de noviembre 2015
Disponible en línea 31 de diciembre 2015

Resumen

El presente estudio evaluó la generación de impactos ambientales producidos en el proyecto de perforación de aguas subterráneas y estructuró un posible plan de manejo ambiental acorde a las características sociales, económicas y ambientales de la zona de estudio.

El resultado de la evaluación de impactos ambientales identificó que los principales problemas son: La generación de desechos sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos, emisiones gaseosas, ruido y vibración producida por los equipos mecánicos, así como riesgo de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales producidas por trabajos de altura y trabajos mecánicos. El análisis socio económico mediante encuestas de campo arrojó como resultado, que la comunidad la Merced, está representada principalmente por personas de la etnia indígena, cuya principal fuente de ingreso es la agricultura y la ganadería; el acceso a la salud, así como la dotación de servicios básicos es insuficiente (tabla 5). Actualmente la población tiene serios problemas por escases de agua potable, lo cual es un detonante de enfermedades y muerte de los sectores más vulnerables del área de estudio. El proyecto de perforación para explotación de aguas subterráneas tiene un alto porcentaje de aceptación ya que mejorará los índices de pobreza por necesidades básicas insatisfechas.

Palabras Claves: Chimborazo, Colta, Impactos ambientales, línea base, perforación, plan de manejo ambiental.

Abstract

This study evaluated the generation of environmental impacts in the groundwater drilling project and designed a possible plan of environmental management according to social, economic and environmental characteristics of the study area.

The result of the environmental impact assessment identified that the main problems are: the generation of solid waste and hazardous and non-hazardous liquid, gaseous emissions, noise and vibration produced by mechanical equipment, as well as risk of accidents and occupational diseases caused by work at height and mechanical work.

The socioeconomic analysis by field surveys showed as a result, La Merced community is represented mainly by people from the indigenous ethnic group, whose main source of income is agriculture and livestock; access to health and the provision of basic services is inadequate. Currently, the population has serious problems by shortage of drinking water, which is a trigger for disease and death of the most vulnerable sectors of the study area. The drilling project for exploitation of groundwater has a high percentage of acceptances as it will improve the poverty by unsatisfied basic needs.

Keywords: Baseline, Chimborazo, Colta, drilling, environmental impacts, environmental management plan.

* Correspondencia del autor:
E-mail: consejoj@hotmail.com



Introducción

El deterioro ambiental a nivel mundial ha generado la pérdida total o parcial de los ecosistemas donde las poblaciones realizan sus actividades sociales y productivas; esta debacle de los sistemas naturales ha ocasionado una presión excesiva en las cuencas y sub-cuencas de aportación de agua segura para diferentes usos. El principal efecto que se ha detectado en los últimos años es la pérdida parcial o total de los caudales que las comunidades del sector urbano y rural usan para satisfacer las necesidades básicas implícitamente relacionadas con el líquido vital; esta disminución de las fuentes naturales de agua ha traído consigo que la pobreza y extrema pobreza sean cada vez más marcadas, producto de no poder satisfacer las necesidades elementales en cada hogar,

trasladándose este problema a las generaciones futuras (JICA, 2015).

Otro efecto negativo y de gran preocupación es que, al no tener agua segura las generaciones en desarrollo (niños y jóvenes), presentan más enfermedades de tipo hídrico lo cual disminuye su promedio de vida; de igual forma al no tener una adecuada dotación de agua para alimentación y sanidad, sus posibilidades de acceder a una mejor vida se ven limitadas por el hecho de que un niño o joven con este tipo de limitaciones compite en desventaja frente a otro que se ha desarrollado dentro de un ambiente con todos los servicios básicos a su disposición.

La perforación de un pozo profundo para alumbramiento de agua subterránea en la comunidad



Figura 1. Levantamiento de línea base, (A) medición ambiental de detalle, (B) medición de ruido, (C y D) muestreo de suelos (E) estudio geofísico para determinar acuíferos subterráneos.

La Merced, se constituye en uno de los primeros en su tipo en el sector rural de Chimborazo, en lo que podría considerarse el punto de partida de una de las aspiraciones del sector rural, que es la dotación de agua potable a bajo costo, segura, constante y con el menor impacto ambiental posible, que garantice a corto y largo plazo una mejor calidad de vida de los sectores beneficiados.

La constitución de la República de Ecuador está orientada al mejoramiento de la calidad de vida de la población ecuatoriana, por consiguiente, esta investigación analiza los índices que influyen en la población regional y en la que está directamente relacionada al proyecto. Los índices sociales y las encuestas socio económicas y culturales de campo, fueron obtenidos del SIIE (tabla 1).

Es de vital importancia para la valoración del desarrollo agrícola, económico e industrial de una región, el estudiar las aguas superficiales y subterráneas, evaluar reservas, explotación racional y conservación. La explotación tiene por objetivo la movilización de todos los recursos hídricos y su utilización con el máximo rendimiento. Las aguas subterráneas ofrecen ventajas al regular los caudales por acumulación natural y la protección contra pérdidas por evaporación y poluciones superficiales; su protección y explotación requieren de medios técnicos que resulten de investigaciones (Castany, 1975).

Área de estudio

La comunidad La Merced se encuentra ubicada aproximadamente en el centro - sur del país, específicamente en la provincia de Chimborazo, cantón Colta, parroquia Columbe y se enmarca dentro de las siguientes coordenadas esféricas (UTM - PSAD-56) 1) 753000 E - 9793000 N, 2) 752350 E - 9794974 N, 3) 754016 E - 9798000 N, 4) 756064 E - 9797000 N. El acceso a la zona de estudio se realiza desde la vía Panamericana Riobamba - Cuenca, después de los pueblos de Licán y Cajabamba, hasta llegar al acceso secundario de ingreso a la comunidad la Merced.

Materiales y Métodos

El método usado para el levantamiento de línea base, fue el método hipotético - deductivo de más amplio y general uso de todas las ciencias para investigación científica, este método fue reforzado con el muestreo y procesamiento de información puntual, levantada en la zona de investigación (figura 1).

Para la evaluación de impactos ambientales se utilizó la matriz de Leopold, la cual consiste en una lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones, causa y efecto con más de 8000 interacciones posibles. Está matriz fue diseñada para la evaluación de impactos asociados con casi cualquier tipo de proyecto (Cegesti, 2015). Su utilidad principal radica en la evaluación y presentación ordenada de los resultados de los impactos ambientales generados por un proceso (Figura 2).

El área de influencia directa (AID) corresponde a los espacios físicos con impactos evidentes. El impacto ambiental es la alteración favorable o desfavorable en el medio o en un componente del medio por efecto de una actividad o acción (Conesa, 1997).

El área de influencia indirecta (AI) se encuentra alrededor del área de influencia directa y son

Tabla 1. Índices socio económicos y culturales.

Parámetro evaluado	%	Número personas afectadas (n)	Número total de habitantes (N)
Discapacidad	5.8	914	15862
Desnutrición	11.8	7752	65678
Mortalidad	4.81	63511	13215083
Saneamiento	1.3	63	4798
Agua segura	36.2	1743	4809
Agua entubada en la vivienda	11.4	547	4798
Personas con acceso a agua entubada	12.9	2041	15856
Déficit de servicios básicos	98.4	4722	4798
Sistemas de eliminación excretas	58.5	2807	4798
Eliminación de excretas	83.2	3990	4798
Red de alcantarillado	3.3	157	4798
Servicio eléctrico	81.7	3922	4798
Telefonía convencional	2.1	99	4809
Hacinamiento	16.9	814	4809
Uso de gas para cocinar	41.5	1994	4809
Uso de leña para cocinar	57.7	2776	4809
Vivienda propia	95.6	4595	4809
Hogares con computadora	3.1	150	4809
Hogares con internet	0.8	39	4809
Déficit habitacional	51.6	2478	4798
Extrema pobreza (NBI)	69.7	11051	15854
Pobreza (NBI)	97.6	15474	15854
Praguas		Sin Programas	
Analfabetismo	19.3	2117	10959
Bachillerato completo 19-29 años	32.8	796	2425
Educación básica	26.1	2622	10035
Instrucción superior 24-29 años	14.2	185	1305

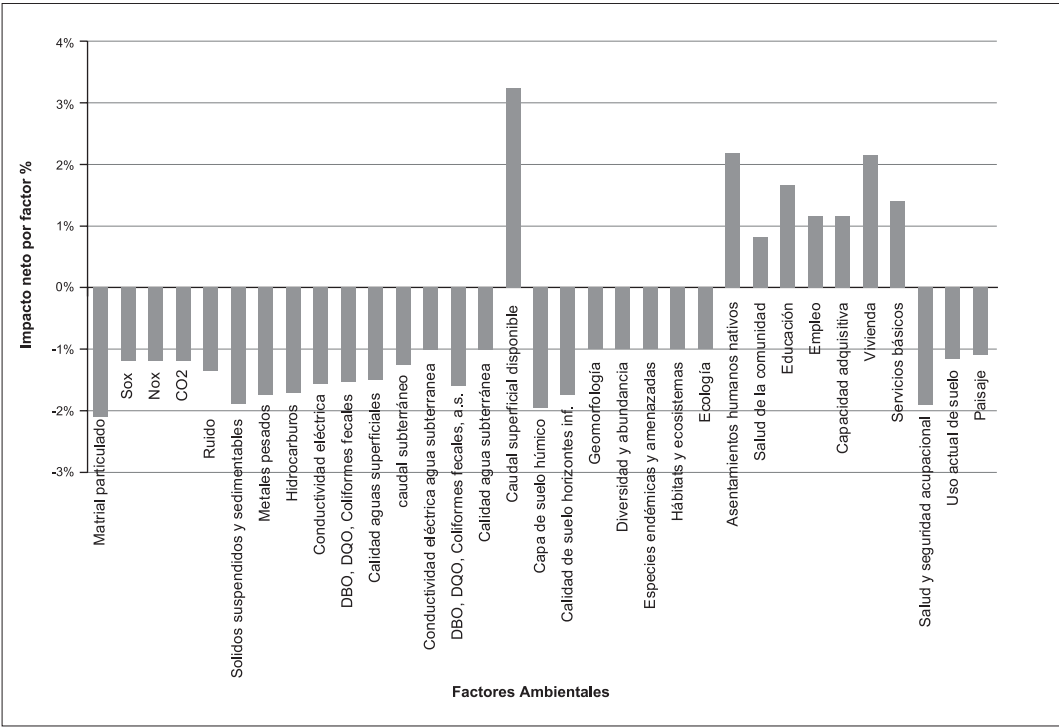


Figura 2.- Este diagrama muestra los impactos positivos y negativos del proyecto relacionando los factores ambientales versus los porcentajes de los impactos ambientales netos. Destacándose que existen ocho impactos positivos ambientales: caudal superficial disponible, asentamientos humanos nativos, salud de la comunidad, educación, empleo, capacidad adquisitiva, vivienda y servicios básicos.

Tabla 2. Resumen línea base de los factores bióticos, climáticos, hídricos, físicos y de riesgos.

Parámetro evaluado	Valor del parámetro
Factores bióticos	
Centros poblados cercanos	Columbe
Áreas protegidas	No interseca
Bosques protectores	No interseca
Factores climáticos	
Isotermas (°C)	12° - 14°
Isoyetas (mm de precipitación)	500 - 750
Numero de meses secos	8
Déficit hídrico	100 - 200
Tipo de clima	Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo
Aptitudes agrícolas	Apta para pastos
Factores hídricos	
Cuenca hidrográfica	76 Río Pastaza
Sub-cuenca hidrográfica	7602 Río Chambo
Red hidrográfica	Río Guashi

Factores físicos	
Uso de suelo	Pasto cultivado
Conflicto de uso de suelo	Bien utilizado
Formación	Volcánicos del chimborazo
Edad	Cuaternario
Simbología	Qd
Litología	Piroclastos, lahares, flujos de lavas
Geomorfología	Colinas medianas
Pendientes	Moderadas
Rango de pendiente	12° - 25°
Taxonomía de suelos	Histosol
Textura de suelos	Media
Erosión (aptitud)	Baja
Factores de riesgo	
Volcanes activos	No existe
Peligro de caída de cenizas	No existe
Peligro volcánico crítico	No existe
Riesgo de inundación	Moderada

impactadas indirectamente por la actividad del proyecto. Estas zonas de amortiguamiento tienen un radio de acción determinado o indeterminado, dependientes del impacto y componente afectado.

Equipos

Los equipos usados en el presente estudio fueron los siguientes:

- 1. GPS marca Magellan modelo Meridian platinum.
- 2. Sonómetro digital marca Sper Scientific modelo 840013.
- 3. Brújula marca Brunton
- 4. Termómetro digital marca Extech modelo 4465 CF.
- 5. Equipo de resistividad eléctrica marca OYO modelo Siscar Pro Switch 48.
- 6. Transporte

Tabla 3.- Parámetros ambientales de detalle medidos en la zona de perforación. La ubicación de los puntos está expresada en coordenadas UTM WGS84: X es equivalente a la latitud, Y equivale a la longitud y Z es la altura expresada en metros sobre el nivel del mar.

PUNTO	X	Y	Z
1	752799	9794681	3188
2	752822	9794635	3192
3	752864	9794551	3185
4	752932	9794422	3193
5	753007	9794773	3189
6	753113	9794744	3183
7	753290	9794686	3181
8	753344	9795043	3184
9	753633	9795471	3191
10	754311	9796109	3294

DP PUNTO ROCÍO (°C)		WB BULBO HÚMEDO (°C)	
PROM	MIN	PROM	MIN
26,5	3,6	32,5	52
28,1	2,3	34,2	11
24,6	2	30,5	11,3
31,5	1,9	36,6	9,8
17	0,4	27,2	11,7
24,8	55	32,4	8,9
33	49,3	37,5	12,5
18	15	14,8	12,9
24,7	2,5	31,6	10
25,9	2,7	26	10,4
25,41	13,47	30,33	15,05

Resultados y discusión

Línea Base

La caracterización inicial del ambiente es el eje fundamental para desarrollar metodologías que identifiquen y valoren los potenciales impactos ambientales negativos. En este contexto, se elaboró un resumen de los parámetros que integran el ecosistema local (tabla 2).

Se hicieron mediciones directas del clima local con equipos manuales que permitan definir parámetros ambientales del área de perforación (Punto de rocío 25.41 °C, Wb bulbo húmedo 33°C, humedad 42.64 %, velocidad del viento 1.94 m/s, dirección del viento 187°, temperatura 20.37 °C y ruido ambiente de 39 - 61 db); la información fue levantada en época de invierno (febrero) y en horario diurno (tabla 3).

Continúa tabla 3.

RH HUMEDAD (%)		VELOCIDAD VIENTO (m/s)		
PROM	MIN	PROM	MIN	MAX
58,2	0,1	1,3	0	3,3
49,5	27,3	2,5	0	6,9
44,1	26	1,4	0	3,6
59,5	23,2	2,6	0	5,8
30,2	16,6	1,1	0	2,3
43,1	0,1	2,3	0	4,6
46,3	0,1	2,8	0	5,8
23,4	19,2	2,7	1	6,5
41,2	15,8	1,4	0	4,1
30,9	24,8	1,3	0	2,9
42,64	15,32	1,94	0,1	4,58

TEMPERATURA	SONÓMETRO db		DIRECCIÓN DEL VIENTO
	MIN	MAX	
19,7	45,00	86,00	335°
20,7	40,00	86,00	340°
21,1	54,00	82,00	335°
18	54,00	83,00	42°
20	41,00	50,00	230°
22	38,00	42,00	235°
22,7	31,00	41,00	50°
20	32,00	52,00	65°
21	31,50	48,00	210°
20,37	39,85	61,00	187,2

* Valores en negrita = valores promedio

Tabla 4.- Resultados de la medición de ruido en decibeles en la plataforma de perforación. Se realizaron tres muestreos: en el día de 6:00 a 12:00 horas (A), en la tarde de 13:00 a 19:00 horas (B) y en la noche de 19:00 a 22:00 horas (C).

PT	Cuadrante (metros)		A) Día (6:00 - 12:00)	
			Máximo (decibeles)	Mínimo (decibeles)
1	0	75	65,3	56,2
2	25	75	68,7	60,5
3	37	75	74,2	55,8
4	50	50	80,4	63,7
5	50	75	80,6	66,6
6	50	100	76,7	64,8
7	60	92	81,3	76,4
8	60	96	95,7	74,1
9	60	97	79,4	78,4
10	60	99	87,7	81,2
11	75	0	63,5	53,7
12	75	25	71,3	56,5
13	75	50	83,2	70,6
14	75	75	90,2	84,1
15	75	97	92,3	66,4
16	75	99	84,8	69,3
17	75	100	84,8	82,1
18	75	125	78,7	65,2
19	75	150	64,3	53,1
20	80	92	97,4	78,0
21	80	96	96,9	73,2
22	100	50	81,0	67,8
23	100	75	76,7	70,5
24	100	100	71,6	65,7
25	125	75	73,9	55,0
26	150	75	65,2	48,1
Σ			2065,78	1737,00
Max			97,40	84,10
Min			63,50	48,10
Prom			79,45	66,81
LEQA			88,65	75,07
PT	Cuadrante (metros)		B) Tarde (13:00- 19:00)	
			Máximo (decibeles)	Mínimo (decibeles)
1	0	75	67,5	57,4
2	25	75	71,8	62,0
3	37	75	76,5	57,4
4	50	50	82,0	66,1
5	50	75	82,0	68,1
6	50	100	78,8	66,5
7	60	92	83,1	78,0
8	60	96	97,6	75,5
9	60	97	81,9	79,9
10	60	99	91,1	83,3
11	75	0	65,0	56,3
12	75	25	73,0	57,9
13	75	50	85,8	72,4

Continúa tabla 4.

14	75	75	92,6	86,5
15	75	97	95,4	68,4
16	75	99	87,8	71,3
17	75	100	86,6	84,5
18	75	125	80,3	66,2
19	75	150	67,1	54,9
20	80	92	100,8	79,9
21	80	96	100,2	74,9
22	100	50	83,6	70,2
23	100	75	79,6	72,8
24	100	100	74,0	68,1
25	125	75	76,5	56,8
26	150	75	67,0	51,3
Σ			2127,58	1786,60
Max			100,80	86,50
Min			65,00	51,30
Prom			81,83	68,72
LEQA			91,60	77,20
PT	Cuadrante (metros)		C) Noche (19:00-22:00)	
			Máximo (decibeles)	Mínimo (decibeles)
1	0	75	61,9	53,1
2	25	75	67,0	58,5
3	37	75	72,2	54,4
4	50	50	76,4	61,8
5	50	75	76,8	64,2
6	50	100	74,5	63,5
7	60	92	77,8	74,0
8	60	96	94,1	73,3
9	60	97	77,1	76,4
10	60	99	86,5	80,0
11	75	0	60,8	53,4
12	75	25	67,9	54,1
13	75	50	80,4	68,3
14	75	75	87,2	82,4
15	75	97	90,8	65,1
16	75	99	84,0	68,8
17	75	100	82,9	82,1
18	75	125	76,4	63,6
19	75	150	62,6	51,7
20	80	92	96,5	76,9
21	80	96	96,1	72,1
22	100	50	78,4	66,3
23	100	75	74,0	68,5
24	100	100	68,6	64,0
25	125	75	71,3	52,9
26	150	75	61,4	47,0
Σ			2003,58	1697,18
Max			96,50	82,43
Min			60,80	47,03
Prom			77,06	65,28
LEQA			87,39	73,90

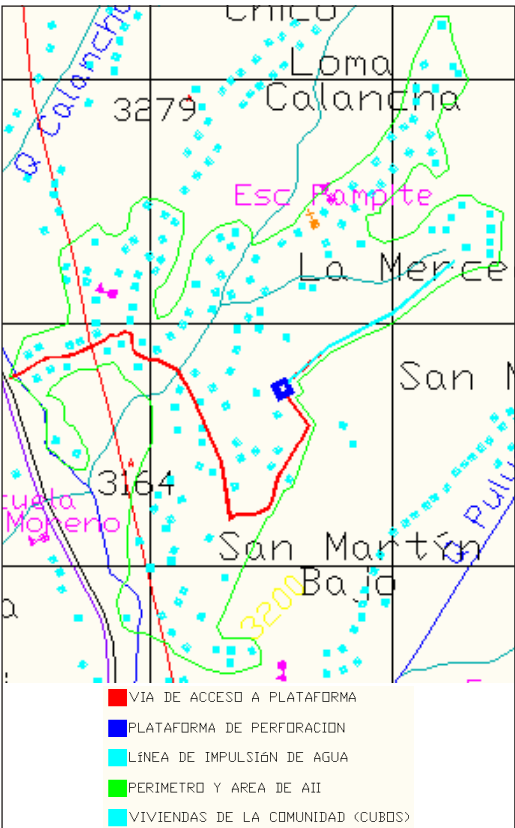


Figura 3. Mapa que indica las áreas de influencia directa (plataforma de perforación) e indirecta (línea de color verde).

LeqA es la medida de uso general y recomendada internacionalmente para describir el ruido medioambiental: mide el nivel de presión sonora continua equivalente ponderada A (LeqA; Norma británica). También se define como aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido (decreto N°146/97).

Para la evaluación cuantitativa del ruido generado por la maquinaria de perforación en pleno funcionamiento, se utilizó la información de perforación del pozo San Martín de Veranillo (Riobamba); obteniéndose valores de LeqA máxima de 88.65 y mínima de 75.07 para la mañana, LeqA máx. 91.60 - mín 77.20 para la tarde y LeqA máx. 87.39 - mín 73.90 para la noche; el muestreo siguió una red perimetral a la plataforma de perforación (tabla 4).

El estudio del suelo de cobertura se efectuó con cuatro calicatas (figura 1), con muestreo y análisis de laboratorio (tabla 5). Esta caracterización determinó que el suelo orgánico superficial tiene un desarrollo relativamente pobre (27 - 42 cm de potencia) por ser del tipo franco limoso (Grava = 0 - 2%, arena = 30 - 39% y finos = 60 - 70%), de baja humedad natural

Tabla 5.- Resultados de laboratorio de cuatro muestras de suelo que fueron identificados como franco limosos.

Calicata	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4
Coordenadas Elipsoide WGS 84				
X	753334	753032	752585	753642
Y	9795050	9794736	9794645	9795395
Parámetro Físicos de Control				
Grava (%)	0	2	2	0
Arena (%)	31	39	30	30
Finos (%)	68	60	68	70
Humedad natural (W - %)	18,55	17,45	11,04	10,4
Límite líquido (LL - AD)	0	0,00	18,21	23,48
Índice plástico (IP - AD)	0	0,00	2,96	3,93
Índice de grupo (IG - AD)	6,7	4,9	6,7	6,9
Espesor de capa (m)	0,36	0,42	0,38	0,27

(W = 10 al 18%) e índice físico estándar (LL = 0 - 23, IP = 0 - 4, IG = 4.9 - 6.9). Estos parámetros definen al suelo como relativamente estable, común y de ambiente volcánico. Los estratos de cobertura no evidenciaron contaminación visible antrópica durante la caracterización física de campo.

La agricultura local ha provocado que las especies endémicas desaparezcan casi por completo o que solo salgan por las noches cuando es difícil su visualización. **Área de influencia directa (AID).**

La zona de investigación afectada directamente la cual tiene una superficie de 2636 m² (figura 3, 4,5).

Área de influencia indirecta (AII)

Para este proyecto se calculó un valor de AII de 1'814.491.18 m² o 181.45 hectáreas y un perímetro de 11452 m (figura 3).

Conclusiones

- Los factores ambientales actuales del agua, suelo y aire en la zona de la Merced se encuentran altamente intervenida por actividades antrópicas:
- El factor suelo actualmente está alterado por las actividades sociales, económicas y culturales de la comunidad. El uso actual del suelo está destinado principalmente a la actividad agrícola.
- La zona de investigación afectada directamente tiene una superficie de 2636 m². Para este proyecto se calculó un valor de área de influencia indirecta (AII) de 1'814.491.18 m² o

- 181.45 hectáreas y un perímetro de 11452 m.
- La perforación del pozo de agua subterránea causará un impacto positivo en el recurso agua porque se aumentará su caudal y mejorará su calidad; además, es agua naturalmente filtrada. Actualmente, la captación, conducción y dosificación de aguas superficiales es deficiente tanto en cantidad como en calidad.
- El factor aire será impactado durante la perforación del pozo profundo, por el ruido y los gases generados en motores de combustión interna; el impacto es puntual, de limitada duración y restringido al uso de herramientas y maquinarias.
- Se recomienda implementar un plan de manejo ambiental (PMA) para minimizar, controlar, prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos que se producirán por la perforación; y se deben potenciar los impactos ambientales positivos. El PMA debe basarse en impactos previamente detectados en la construcción y operación de sistemas de perforación para agua subterránea.
- Programas propuestos para la disminución de los potenciales impactos ambientales son: prevención y mitigación de impactos ambientales; contingencias; capacitación Ambiental; salud ocupacional y seguridad personal; manejo de desechos; relaciones comunitarias; Abandono y Entrega del Área; y señalización ambiental y de seguridad.
- Se estima un presupuesto de 15200 USD calculado al 2016, para la ejecución del PMA. Este PMA debe ser implementado desde el inicio de los trabajos de perforación hasta la entrega final del sistema y el efectivo empoderamiento del proyecto.
- Para mantener el proyecto y que beneficie a la comunidad, se recomienda capacitar a cuatro

ciudadanos nativos de la zona del proyecto, para el cuidado, manejo, limpieza y mantenimiento del sistema de bombeo, líneas de impulsión, distribución y almacenamiento de agua profunda. Esta acción garantizará una efectiva inversión de los recursos económicos del Estado y de gobiernos autónomos descentralizados locales.

Referencias

- Barahona F. (2013). Plan de Manejo Ambiental del área pecuaria y procesamiento de alimentos de la Carrera de Ciencias Agropecuarias. IASA. <http://repositorio.espe.edu.ec/simplesearch?query>. Consultado 2015
- Castany, G. (1975). Prospección y explotación de las aguas subterráneas, ed OMEGA, Barcelona.
- Castany, G. (1948). Les fosses d'effondrement de Tunisie. Géologie et Hydrologie. Planie de Grombalia et cuvettes de la Tunisie orientale. Ann. Mines et géologie, ed. Actes Soc Linn Bordeaux, France.
- CEGESTI, (2015). Evaluación de impacto ambiental - matriz de Leopold, recuperado de <http://www.comprasresponsables.org/adjuntos/Matriz-de-Leopold.pdf>
- Conesa, V. (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, ed. MUNDI-PRENSA, Madrid
- Decreto Supremo N° 146/97 del MINSEGPRES, (1997). "Norma de Emisión de Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas".
- Gonzalo, J. (2003). Base de Datos de Niveles de Ruido de Equipos que se usan en la Construcción, para Estudios de Impacto Ambiental, tesis de grado, Universidad Austral de Chile.
- JICA. (2006). *Diseño básico del Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas para la provincia de Chimborazo*. Riobamba: Japan Internacional Cooperation Agency y Embajada del Japón en Ecuador.
- SIISE. (2015) Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, recuperado de https://www.google.com.ec/search?q=siise&rlz=1C1GGGE_esEC474EC474&o-q=siise&aqs=chrome..69i57j0l5.1210j0j8&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-8

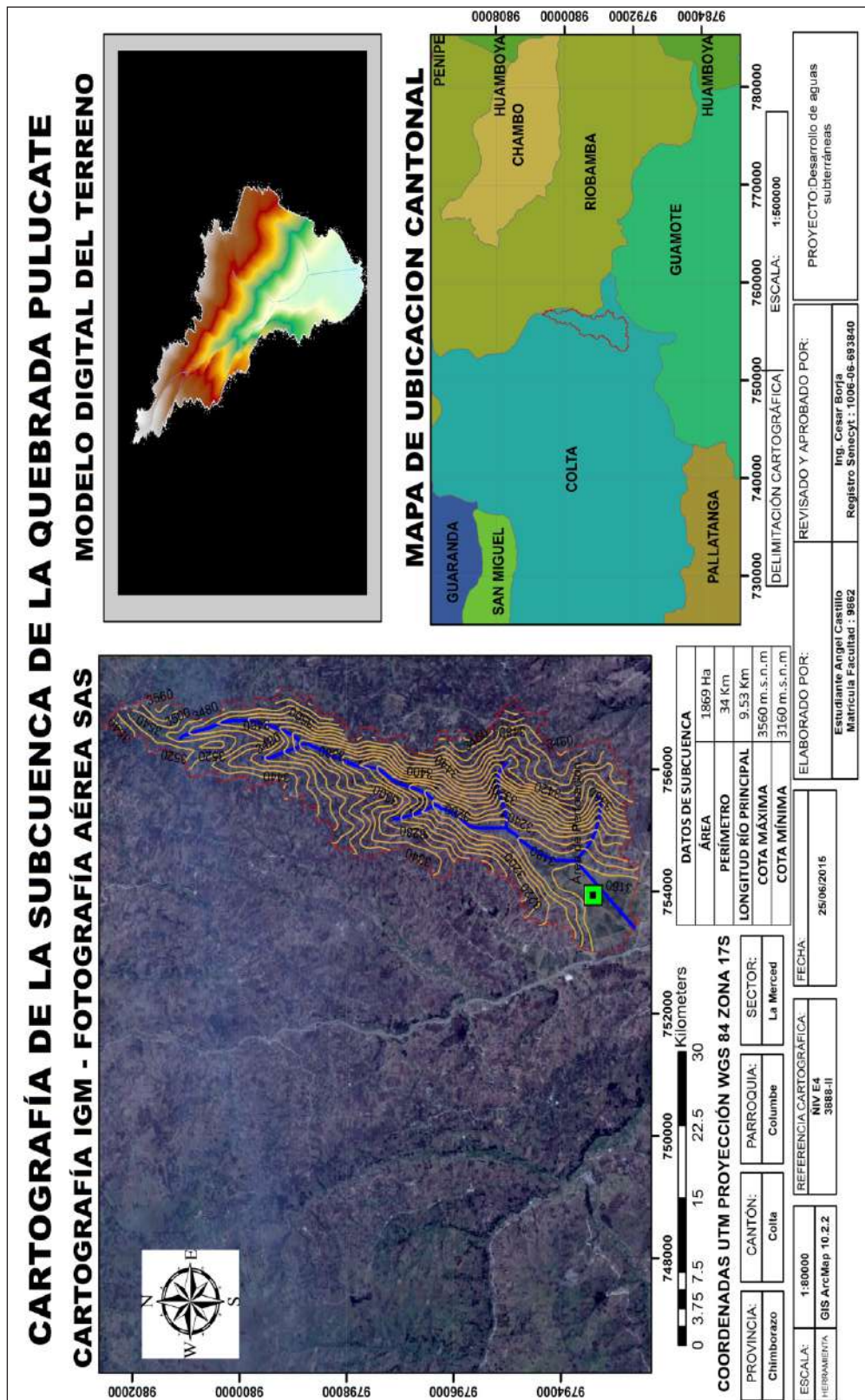


Figura. 4.- Mapa de análisis cartográfico de la subcuenca de la quebrada Puluicate en la comunidad la Merced. La subcuenca tiene una superficie de captación de 1869 hectáreas, un perímetro de 34 kilómetros y las cotas máximas y mínimas varían entre 3560 y 3160 metros sobre el nivel del mar.

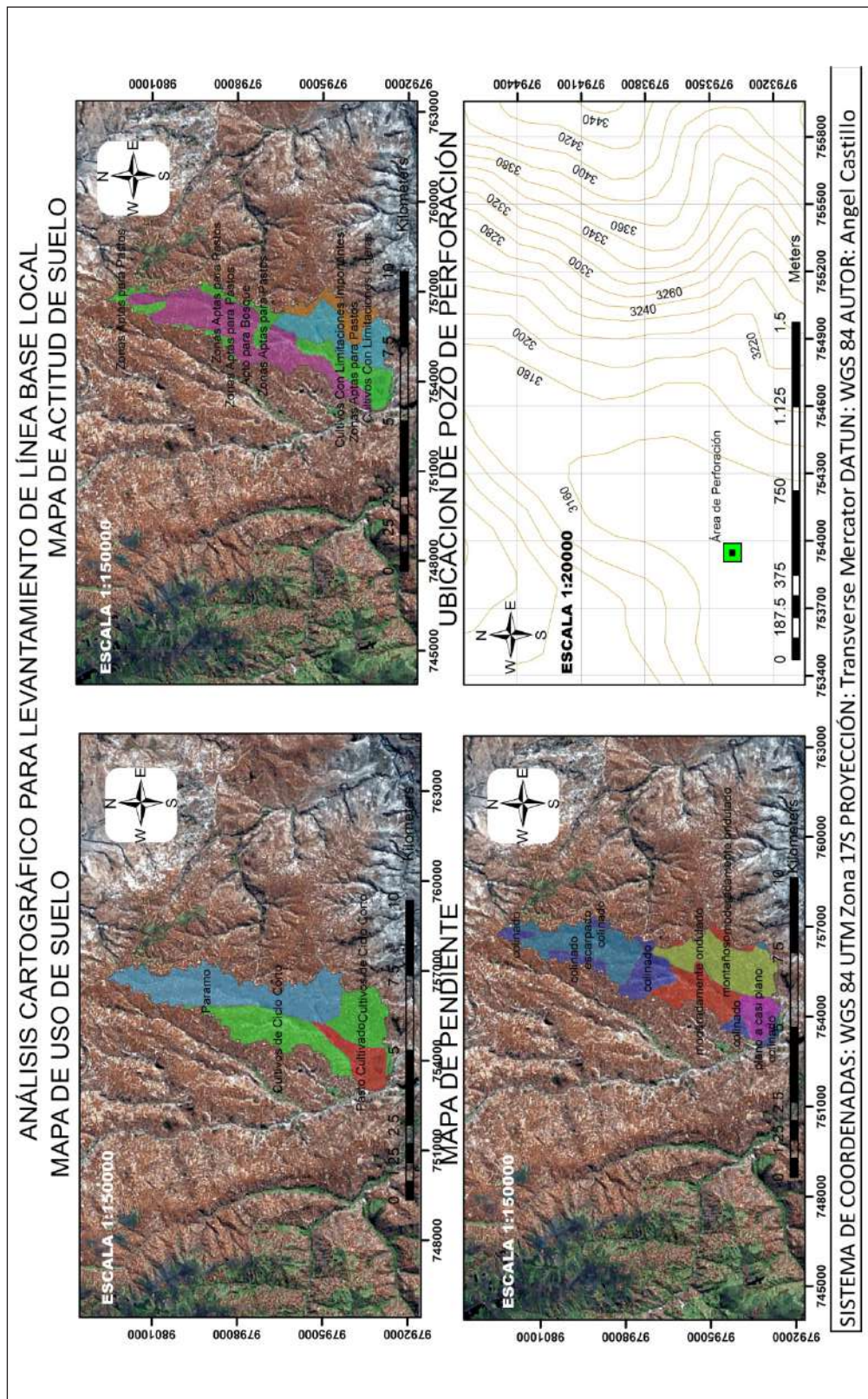


Figura.5.- Mapa de análisis ambiental para la determinación de los parámetros base: uso de suelo (páramo, pasto y cultivos de ciclo corto), actitud de suelo (zonas aptas para pasto, bosques y suelos con limitaciones de ligeras a importantes), pendientes (plano a colinado). Se incluye un mapa topográfico con la ubicación del pozo.