

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DEL CAUDAL DE
AGUA SUBTERRÁNEA EN POZOS SOMEROS Y
PROFUNDOS EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA
DE COTOPAXI, PERIODO 2013-2014”.**

**Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniera en Medio
Ambiente**

AUTORA: Llano Gómez Janeth del Pilar

DIRECTOR: Ing. Lara Landázuri Renán.

**Latacunga –Ecuador
2015**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES



CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La autora deja en constancia que el trabajo es absolutamente original, personal y auténtico en la investigación titulada: *“Evaluación de la explotación del caudal de agua subterránea en pozos someros y profundos en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, periodo 2013-2014”*, son de su estricta responsabilidad y pertenecen a su autoría, ya a que es producto de la Investigación realizada en diferentes fuentes que se citan en la bibliografía; de la investigación de campo y reflexión del autor.

Janeth del Pilar Llano Gómez
C.I. 171715138-3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES



CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA SUBTERRÁNEA EN POZOS SOMEROS Y PROFUNDOS EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2013-2014”**, propuesto por la egresada **LLANO GÓMEZ JANETH DEL PILAR**, postulante de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente. CERTIFICO: Que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; de la misma ya que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

.....
Ing. Renán Lara L.
DIRECTOR DE TESIS.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES



CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

En calidad de Miembros del Tribunal para el acto de defensa de Tesis, de Autoría de la Egresada **Janeth Del Pilar Llano Gómez** con el Tema de Tesis: **“EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA SUBTERRÁNEA EN POZOS SOMEROS Y PROFUNDOS EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2013-2014”**, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Informamos que previa las diferentes revisiones y correcciones del ya mencionado documento nos encontramos conformes con las correcciones realizadas de tal modo que solicitamos que se autorice la defensa de tesis.

Atentamente;

.....
Ing. Alicia Porras
Presidente del Tribunal de Tesis

.....
Ing. Alexandra Tapia
Opositor del Tribunal

.....
Ing. Marco Rivera
Miembro del Tribunal

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por la señora Egresada de la Carrera de Ing. de Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **LLANO GÓMEZ JANETH DEL PILAR** con **C.I. 171715138-3**, cuyo título versa “**EVALUACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA SUBTERRÁNEA EN POZOS SOMEROS Y PROFUNDOS EN EL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2013-2014**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimara conveniente.

Atentamente,

.....
Lic. Mayra Noroña Heredia
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 050195547-0

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico principalmente a Dios, por haberme dado la oportunidad de vivir, por sus bendiciones en todo mi camino.

Con todo mi cariño y amor este trabajo también va dedicado a:

A mis hijos ya que ellos son mi principal motivación de lucha y perseverancia para culminar con mi meta, a ellos les debo la fortaleza cuando estaba en momentos difíciles y cuando me sentía agotada, entonces con solo pensar en ellos o verlos lograba pasar las pruebas que me ponía la vida, a mi esposo por su apoyo incondicional importante para cumplir esta meta.

A mis Padres por inculcarme buenos valores, por sus consejos y apoyo cuando lo necesitaba, sin ellos no habrían llegado hasta a este punto en mi vida.

A mi suegra por su apoyo moral incondicional, su motivación que me ayudaron también a seguir adelante.

A mi abuelita una mujer incansable en ayudar a sus nietos, mi abuelita querida aunque ya no estés con nosotros siempre te tendré en mi corazón.

Janeth del Pilar Llano Gómez

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a Dios por darme la oportunidad de vivir y quiero expresar mis sinceros agradecimientos también a:

La Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, a mis Maestros y Maestras por haberme permitido ingresar a las aulas y ser parte de esta casa del saber para mi Formación profesional.

A toda mi familia por formar parte en mi vida ya que de una u otra forma fueron mi apoyo y motivación para continuar con mi carrera y ahora gracias a todos ellos he llegado a cumplir mi meta.

A mis amigos y compañeros de estudio con quienes compartí momentos de inmensas alegrías siempre los llevare en mi corazón.

Janeth del Pilar Llano Gómez

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA _____	i
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS _____	ii
AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL _____	iii
AVAL DE TRADUCCIÓN _____	iv
DEDICATORIA _____	v
AGRADECIMIENTO _____	vi
ÍNDICE _____	vii
ÍNDICE DE TABLAS _____	xi
ÍNDICE DE CUADROS _____	xii
ÍNDICE DE ANEXOS _____	xiii
RESUMEN _____	xiv
ABSTRACT _____	xv
I. INTRODUCCIÓN _____	xvi
II. PROBLEMATIZACIÓN _____	xvii
III. JUSTIFICACIÓN _____	xviii
IV. OBJETIVOS _____	xix
CAPÍTULO I _____	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA _____	1
1.1. El Agua _____	1
1.1.1. Definición _____	1
1.1.2. Distribución del Agua en la Naturaleza _____	2

1.2. Aguas Subterráneas _____	3
1.2.1. Definición _____	3
1.2.2. Distribución Vertical del Agua Subterránea _____	4
1.2.3. Los Acuíferos _____	6
1.2.4. Factores que Condicionan la Presencia y el Movimiento del agua Subterránea _____	6
1.2.4.1. Precipitación _____	6
1.2.4.2. Forma del terreno _____	7
1.2.5. Características de las Aguas Subterráneas _____	8
1.2.5.1. Recarga _____	8
1.2.5.2. Transito _____	9
1.2.5.3. Descarga _____	10
1.2.6. Importancia de las Aguas Subterráneas _____	12
1.2.7. Contaminación del Agua Subterránea _____	13
1.2.8. Fuentes de Agua Subterránea _____	14
1.2.8.1. Naturales (Manantiales) _____	15
1.2.8.2. Artificiales (pozos) _____	17
1.3. Pozos de Agua Subterránea _____	17
1.3.1. Tipos de Pozos de Aguas Subterráneas _____	18
1.3.1.1. Pozos excavados _____	18
1.3.1.2. Pozos clavados _____	18
1.3.1.3. Pozos perforados _____	19
1.3.2. Flujo de Agua de un Pozo _____	20
1.3.3. Sistema de un Pozo _____	24
1.3.3.1. Camisa, Revestimiento o Ademe _____	24
1.3.3.2. Bomba _____	27
1.3.3.3. Tuberías de Conducción _____	31
1.4. Normativa Vigente _____	33
1.4.1. Constitución de la Republica _____	33

1.4.2. Ley de Gestión Ambiental.- Ley N°. 37. Ro/ 245 De 30 de Julio de 1999.	34
1.4.3. Ley de Prevención y Control de Contaminación Ambiental	35
1.4.4. Ley de Aguas.	35
1.4.5. Texto Unificado de Legislación Secundaria TULSMA.	37
CAPÍTULO II	40
2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	40
2.1. Diseño Metodológico	40
2.1.1. Localización Geográfica del Área de Estudio	40
2.1.2. Límites	41
2.1.3. División Política y Administrativa del Cantón	42
2.1.4. Antecedentes	43
2.1.4.1. Características Físicas	43
2.1.4.2. Características Climatológicas	44
2.1.5. Metodología	45
2.1.6. Tipos de investigación	45
2.1.6.1. Investigación Bibliográfica	45
2.1.6.2. Investigación de Campo	46
2.1.7. Métodos y Técnicas	46
2.1.7.1. Métodos	46
2.1.7.2. Técnicas	47
2.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	51
2.2.1. Número de Pozos Concesionados Existentes en al Cantón Latacunga	51
2.2.2. Evaluación del Caudal a Extraer por Pozo de Acuerdo a la Concesión (Población de Estudio)	53
2.2.3. Evaluación del Caudal a Extraer Otorgado por la Secretaria del Agua de los 14 Pozos Representativos	57

2.2.4. Evaluación del Caudal Extraído de los 14 Pozo Determinado en la Investigación de Campo _____	61
2.2.4.1. Evaluación del caudal extraído _____	65
2.2.5. Evaluación del Caudal Concesionado a Extraer Otorgada por la Secretaria del Agua y el Caudal Extraído determinado en la investigación de campo. __	67
2.3. MAPEO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS DE AGUA	
SUBTERRÁNEA _____	70
2.3.1. Software ArcGIS _____	70
2.3.1.1. Definición _____	70
2.3.1.2. Usos _____	71
2.3.1.3. Ubicación de los 35 pozos en el software ArcGIS _____	72
2.3.1.4. Ubicación de los 14 pozos en el software ArcGIS _____	75
CAPÍTULO III _____	78
3.1. CONCLUSIONES _____	78
3.2. RECOMENDACIONES _____	82
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	83
4.1. Libros _____	83
4.3. Legislación _____	84
4.5. Páginas Web _____	84
5. ANEXOS _____	86

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DULCE EN LA NATURALEZA.....	2
TABLA N° 2: DIÁMETROS RECOMENDADOS PARA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO DE POZOS	25
TABLA N° 3: NÚMERO Y PORCENTAJE DE POZOS POR PARROQUIAS	52
TABLA N° 4: EVALUACIÓN DEL CAUDAL A EXTRAER EN EL SECTOR URBANO.....	53
TABLA N° 5: EVALUACIÓN DEL CAUDAL A EXTRAER EN EL SECTOR RURAL	54
TABLA N° 6: EVALUACIÓN DEL CAUDAL A EXTRAER EN EL SECTOR RURAL	55
TABLA N° 7: SUMA TOTAL DE CAUDALES A EXTRAER CONCESIONADOS	56
TABLA N° 8: 14 POZOS – POBLACIÓN MUESTRAL	58
TABLA N° 9: DATOS DE LOS POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA (MUESTRA), EN EL CANTÓN LATACUNGA	64
TABLA N° 10: EVALUACIÓN DEL CAUDAL EXTRAÍDO DE CADA POZO DE ACUERDO A LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	66
TABLA N° 11: EVALUACIÓN DEL CAUDAL CONCESIONADO (M ³ /AÑO) A EXTRAER Y CAUDAL EXTRAÍDO (M ³ /AÑO)	68
TABLA N° 12: COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LOS POZOS.....	72
TABLA N° 13: COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LOS POZOS.....	73
TABLA N° 14: COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LOS POZOS.....	75
TABLA N° 15: EVALUACIÓN DE POSIBLE DISTRIBUCIÓN DE LOS ACUÍFEROS EN EL CANTÓN LATACUNGA TOMANDO COMO REFERENCIA A LOS 14 POZOS (POBLACIÓN MUESTRAL).....	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: DISTRIBUCIÓN VERTICAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA	5
GRÁFICO N° 2: DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL SUELO	7
GRÁFICO N° 3: CONO DE ABATIMIENTO.....	20
GRÁFICO N° 4: CONO DE ABATIMIENTO.....	21
GRÁFICO N° 5: ESQUEMA GENERAL DE LAS PERDIDAS HIDRÁULICAS EN UN POZO	22
GRÁFICO N° 6: ENCAMISADO DE UN POZO.....	26
GRÁFICO N° 7: EXTRACCIÓN DE AGUA DE UN POZO	31
GRÁFICO N° 8: MAPA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI	40
GRÁFICO N° 9: MAPA DEL CANTÓN LATACUNGA	41
GRÁFICO N° 10: EVALUACIÓN DEL CAUDAL A EXTRAER EN LOS 14 POZOS DE ACUERDO A LA CONCESIÓN.....	60
GRÁFICO N° 11: MAPA 1, UBICACIÓN DE LOS 35 POZOS LOCALIZADOS EN EL CANTÓN LATACUNGA UTILIZANDO EL SOFTWARE ARCGIS.	73
GRÁFICO N° 12: MAPA 2, UBICACIÓN DE LOS 14 POZOS	75
GRÁFICO N° 13: EVALUACIÓN DE POSIBLE DISTRIBUCIÓN DE LOS ACUÍFEROS EN EL CANTÓN LATACUNGA	80

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: PARROQUIAS DEL CANTÓN LATACUNGA	42
CUADRO N° 2: VISITA A LOS POZOS.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 5. 1. ARCHIVOS SECRETARIA DEL AGUA – LATACUNGA	86
Anexo 5. 2. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS 14 POZOS EN GOOGLE EART	87
Anexo 5. 3. VISITA - POZO 1	88
Anexo 5.4. VISITA - POZO 6.....	88
Anexo 5.5. VISITA - POZO 9.....	89
Anexo 5.6. VISITA - POZO 12.....	89
Anexo 5.7. VISITA - POZO 14.....	89
Anexo 5.8. VISITA - POZO 22.....	90
Anexo 5.9. VISITA - POZO 23.....	90
Anexo 5.10. VISITA - POZO 27	91
Anexo 5.11. VISITA - POZO 29.....	91
Anexo 5.12. VISITA - POZO 32	92
Anexo 5.13. VISITA - POZO 33	92
Anexo 5.14. TANQUE ELEVADO DE POZO 32 Y POZO 33.....	93
Anexo 5.15. VISITA - POZO 34	93
Anexo 5.16. VISITA - POZO 35	94
Anexo 5.17. POZO 34 Y POZO 35	95
Anexo 5. 18. BOMBA ESTACIONARIA Y SUMERGIBLE.....	95
Anexo 5. 19. POZOS CONCESIONADOS EN EL CANTÓN LATACUNGA (POBLACIÓN DE ESTUDIO) SECTOR RURAL.....	96
Anexo 5. 20 POZOS CONCESIONADOS EN EL CANTÓN LATACUNGA (POBLACIÓN DE ESTUDIO) SECTOR RURAL.....	97
Anexo 5. 21. POZOS CONCESIONADOS EN EL CANTÓN LATACUNGA (POBLACIÓN DE ESTUDIO) SECTOR URBANO	98

RESUMEN

En la actualidad las aguas subterráneas están siendo extraídas y su consumo ha aumentado en los últimos 20 años en el Ecuador y el Cantón Latacunga no es la excepción, esto se debe a la degradación de las aguas superficiales, el incremento de la población y la demanda de agua en varios sectores, siendo los principales los Industriales y Agropecuarios. Para la extracción del agua subterránea es necesario obtener una concesión (autorización) por parte de la Secretaria del Agua, siendo esta la reguladora para el cumplimiento de las leyes dispuestas. La concesión consiste en asignar un caudal (Q) de agua a extraer de acuerdo a Art. 117 del REGISTRO OFICIAL 305 (2014), sin embargo el caudal concesionado dado a cada usuario no lleva un seguimiento o registro del caudal de agua que está siendo extraído.

Por esta razón en este trabajo de investigación está enfocado en evaluar el caudal de agua a extraer y extraído, se obtuvo el número de pozos destinados para la extracción de aguas subterráneas, siendo en total 35 pozos registrados concesionados y vigentes hasta el mes de Junio del 2014 siendo su caudal a extraer evaluado de acuerdo a la concesión y 14 pozos (Muestra) que se encuentran dentro de los 35 pozos fueron elegidos bajo el criterio de aleatoriedad simple para ser evaluados y comparados con los caudales concesionados a extraer y caudales extraídos, este último se lo obtuvo en la investigación de campo mediante el método volumétrico.

Al realizar la evaluación de los caudales extraídos de la muestra se obtuvo que un pozo el N° 14 ubicado en la Parroquia de Tanicuchi no está cumpliendo con la concesión y los 13 pozos restantes si están cumpliendo con lo establecido por la secretaria del Agua. Finalmente se realizó un mapa utilizando el Software ArcGIS y se localizó en forma visual a cada pozo concesionado en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi.

ABSTRACT

Groundwater is being extracted and the consumption has increased in recent years in Ecuador and, specifically, Latacunga. This is not the exception. Rather, this is due to degradation of surface water, increasing population and demand for water in several areas, especially the industrial and agricultural sectors. In order to extract groundwater, it is necessary to obtain an authorization by the Ministry of Water, which is in charge of regulation. The authorization consists of assigning a flow rate (Q) of water to be extracted according to Art. 117 of the Official Register 305 (2014), however the flow concession granted to each user does not track or record the flow of water being extracted.

Therefore, this research is focused on evaluating the flow of water to be extracted and removed. In the month of June, 2014, there were thirty five registered and existing wells intended for the extraction of groundwater. This information was obtained from the archives of the Secretariat. The representative sample corresponds to fourteen wells which were selected randomly to be evaluated and compared with the authorized flow of extraction and the actual flows extracted based on the volumetric method.

Based on the assessment of the flows extracted, well No. 14, located in the Parish of Tanicuchi, is not complying with the grant, while the remaining 13 wells are complying with the provisions of the Ministry of Water. Finally, a map using the ArcGIS software was designed to visually locate each authorized well in the Province of Cotopaxi Latacunga Canton.

I. INTRODUCCIÓN

La reducción de los glaciales a nivel mundial, la tala de los bosques en forma indiscriminada en nuestro país, la frontera agrícola que crece de manera acelerada, la contaminación de los ríos en nuestra provincia, todo esto ha ocasionado un desequilibrio en el medio ambiente dando como uno de los resultados, la destrucción de grandes extensiones de suelos y con ellos la disminución de agua dulce para satisfacer nuestras necesidades.

El agua en el Ecuador se convirtió en un problema desde el siglo XV, entonces la perforación de pozos de agua, sea ha venido dando en nuestro País. El consumo de las aguas subterráneas aumentó considerablemente debido a la creciente demanda de agua de varios sectores, siendo las causas; la degradación de la calidad de las aguas superficiales, el crecimiento poblacional, así como también el desarrollo industrial y agropecuario.

Según, Napoleón Burbano del Diario el ciudadano publicado el, Martes, 24 de mayo (2011) Manifiesta que: El Ecuador es un país privilegiado en cuanto a recursos hídricos subterráneos (reservas de agua para consumo humano y regadío). En ciudades como Tulcán, Ibarra, Ambato, Riobamba, Latacunga, Quito, Machala, Huaquillas y Milagro se realizan captaciones de vertientes y perforación de pozos para satisfacer las demandas de la población. p.6

Hoy en día los ríos, lagos y vertientes se están secando y en el Cantón Latacunga los usuario Industriales, agropecuarios, etc. Se ven obligados a realizar perforaciones para obtener agua dulce y satisfacer las diferentes necesidades que demanda cada sector, sin tomar en cuenta que al extraer el agua subterránea de manera indiscriminada está contribuyendo a la disminución de agua dulce y a la alteración del ciclo hidrológico.

II. PROBLEMATIZACIÓN

El uso indiscriminado del agua subterránea utilizada en las diferentes actividades del ser humano expone al recurso hídrico a su escases y contaminación.

Ecuador es un País muy rico en cuanto a recursos Naturales, sin embargo en determinados Cantones de la Provincia de Cotopaxi una de ellas el Cantón Latacunga, está siendo notorio la escases y contaminación del agua que se encuentra en la superficie.

El consumo de agua subterránea ha ido en aumento debido al incremento de la población y por ende la demanda de los diferentes sectores Industriales, Agropecuarios, Sociales, etc.

Existe un desinterés sobre la evaluación del caudal extraído de agua subterránea, en el Cantón Latacunga, la deficiencia en cuanto al cumplimiento de las políticas de conservación de agua, el manejo inadecuado de los acuífero está provocando una sobre-explotación del agua subterránea que a través de pozos someros y profundos se lo extrae para satisfacer las necesidades del hombre, provocando así un deterioro hidráulico a las agua subterráneas.

A este también se asocian otros procesos de degradación de las aguas subterráneas esta la salinización, contaminación artificial, asentamientos del suelo, pérdida de surgencia, disminución del caudal superficial en ríos y arroyos, desecamiento de humedales, etc.

III. JUSTIFICACIÓN

El agua es un recurso natural esencial para la vida, que está siendo contaminado día a día y su disminución se hace notoria, esto se debe al aumento de las actividades humanas quienes de diferentes maneras agotan y contaminan este recurso, siendo así que las fuentes de agua superficiales como ríos, lagos, lagunas y mares, están siendo contaminados y se opta por extraer aguas subterráneas para ser aprovechada en los diferentes sectores.

El desconocimiento del número, ubicación y caudal de agua aprovechada a través de los pozos destinados a la extracción de agua subterránea no permite un aprovechamiento sustentable. Provocando así una sobre-explotación y contaminación de las aguas subterráneas

Es necesario evaluar la cantidad del caudal explotado a través de los pozos someros y profundos, el presente proyecto de investigación está enfocado en realizar una evaluación del caudal explotado de las aguas subterránea para determinar, el caudal extraído, también se realizara un mapa de la ubicación de los pozos, que servirá como una herramienta importante para un control eficiente por parte del ente regulador o persona(s) que se interesen en explotar el recurso agua de una manera sustentable la cual ayudara a prevenir su desgaste en el futuro.

IV. OBJETIVOS

General:

Evaluar la explotación del caudal de agua subterránea, para la elaboración del mapeo de ubicación de los en pozos someros y profundos en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2013-2014.

Específicos:

- Determinar mediante el diagnóstico, el número de Pozos de agua subterránea existentes en el Cantón Latacunga.
- Evaluar el caudal extraído en cada pozo de acuerdo a los datos establecidos en la concesión.
- Realizar un mapeo de la distribución de los pozos de agua subterránea.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. El Agua

1.1.1. Definición

GUERRERO, Manuel (1991): Manifiesta que: “Cuerpo formado por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, líquido inodoro e insípido; en pequeña cantidad incoloro y verdoso en grandes masas, que refracta la luz, disuelve muchas sustancias, se solidifica por el frío, se evapora por el calor y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares”. p.3

CASTILLO, María (2008): “El recurso agua es la sustancia más abundante en la tierra, es el principal constituyente de todos los seres vivos y es una fuerza importante que constantemente está cambiando la superficie terrestre. También es un factor clave en la climatización de nuestro planeta para la existencia humana y en la influencia en el progreso de la civilización”. p. 1

1.1.2. Distribución del Agua en la Naturaleza

Según SHINLOMANOV (1997), Citado por MARTÍNEZ, Álvaro (2005). La mayor parte del agua que existe en la naturaleza, el 97.5 %, es agua salada almacenada en los océanos y algunos lagos.

Tan solo el 2.5% restante es el agua dulce que se encuentra almacenada en las rocas, en casquetes polares y glaciales, ríos, lagos, biomasa y atmosfera en forma de vapor. El agua dulce en la hidrosfera se reparte de la siguiente manera

TABLA N° 1: DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DULCE EN LA NATURALEZA

- Glaciales y casquetes polares	68.7
- Aguas subterráneas.	30.1
- Lagos de agua dulce.	0.26
- Ríos.	0.006
- Biomasa.	0.003
- Vapor en la atmosfera.	0.04
- Ciénagas y suelo.	0.891%

FUENTE: MARTÍNEZ, Alfaro. (2005).

1.2. Aguas Subterráneas

1.2.1. Definición

Revista, Ecología HOY (2011): “Las aguas subterráneas son el agua situada por debajo de la superficie del suelo en los espacios porosos del suelo y en las fracturas de las formaciones rocosas llamadas acuíferos”.p.2

ESTUPCLAN. (2000): “Las aguas subterráneas se forman a partir de la infiltración de las lluvias y por aportes de los cursos superficiales. Viajan en forma vertical por la fuerza de la gravedad, generalmente hasta encontrar un piso impermeable, y luego discurren horizontalmente hasta desaguar en los colectores mayores que la llevaran al mar para reiniciar su ciclo”. p.1

Según, El Diario el ciudadano publicado el, Martes 24 de Mayo de 2011: Manifiesta que: “En los últimos 20 años, el consumo de las aguas subterráneas aumentó considerablemente debido a: la creciente demanda de agua de varios sectores, la degradación de la calidad de las aguas superficiales, el crecimiento poblacional, así como el desarrollo industrial y agropecuario”.

El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes. Esta se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra. El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar millones de km² (como el acuífero guaraní). El agua del subsuelo es un recurso importante y de este se abastece a una tercera parte de la

población mundial, pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación.

1.2.2. Distribución Vertical del Agua Subterránea

Según: COLLAZO María y MONTAÑO Jorge (2012). En condiciones normales, la distribución de agua en el subsuelo ha sido dividida en dos zonas:

- Zona de aireación o no saturada.
- Zona de saturación.

Zona no saturada: Es la situada entre la superficie del terreno y la superficie freática y sus poros y/o fisuras están ocupados por agua y aire. Esta zona se divide en:

a) Zona de evapotranspiración o zona edáfica. Se extiende hasta donde llegan las raíces de la vegetación existente; por lo tanto tiene espesor variable y se caracteriza por ser la sección donde los procesos físicos químicos y biológicos, son más intensos y variados.

La existencia de abundante materia orgánica (horizonte A del suelo) y la fuerte actividad biológica vegetal y de microorganismos, que genera una alta producción de CO₂, hacen que la faja edáfica actúe como un eficiente filtro natural frente a numerosos contaminantes (metales, plaguicidas, etc).

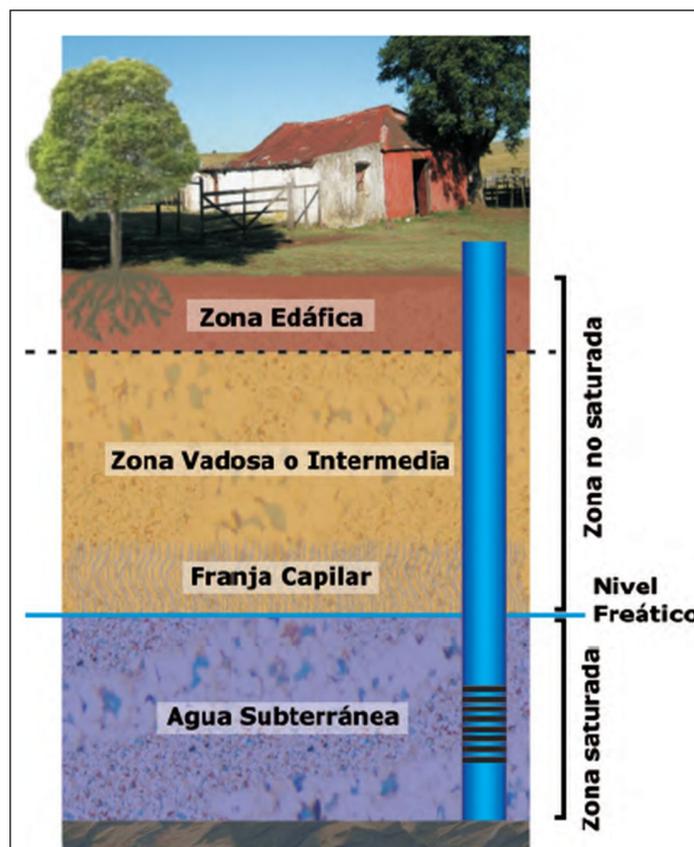
b) Zona intermedia. Está comprendida entre el límite de ascenso capilar del agua y el límite de alcance de las raíces de las plantas.

c) **Zona capilar.** Se encuentra desde la superficie freática hasta el límite de ascenso capilar del agua.

Su espesor depende principalmente de la distribución del tamaño de los poros y de la homogeneidad del terreno.

Zona saturada: Está situada debajo de la superficie freática y donde todos los poros existentes en el terreno están llenos de agua.

GRÁFICO N° 1: DISTRIBUCIÓN VERTICAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA



FUENTE: COLLAZO María y MONTAÑO Jorge (2012).

1.2.3. Los Acuíferos

Según PRIETO, Carlos (2004). Las formaciones que contienen y transmiten agua del subsuelo se llaman acuíferos. La capacidad de una formación para contener agua se mide por la porosidad o relación entre su volumen de poros y su volumen total. El tamaño de los poros varía desde las aberturas sub-microscópicas en la arcilla hasta las grandes cavidades y galerías de formaciones calcáreas. Un valor elevado de la porosidad no indica que un acuífero rinda grandes volúmenes a un pozo, ya que el agua que se obtenga de él es solo la que escurre por gravedad.

1.2.4. Factores que Condicionan la Presencia y el Movimiento del agua Subterránea

La presencia y el movimiento del agua subterránea están condicionados por ciertos factores entre los que se cuentan como más importantes la precipitación, la forma del terreno, la geología y la presencia o ausencia de vegetación.

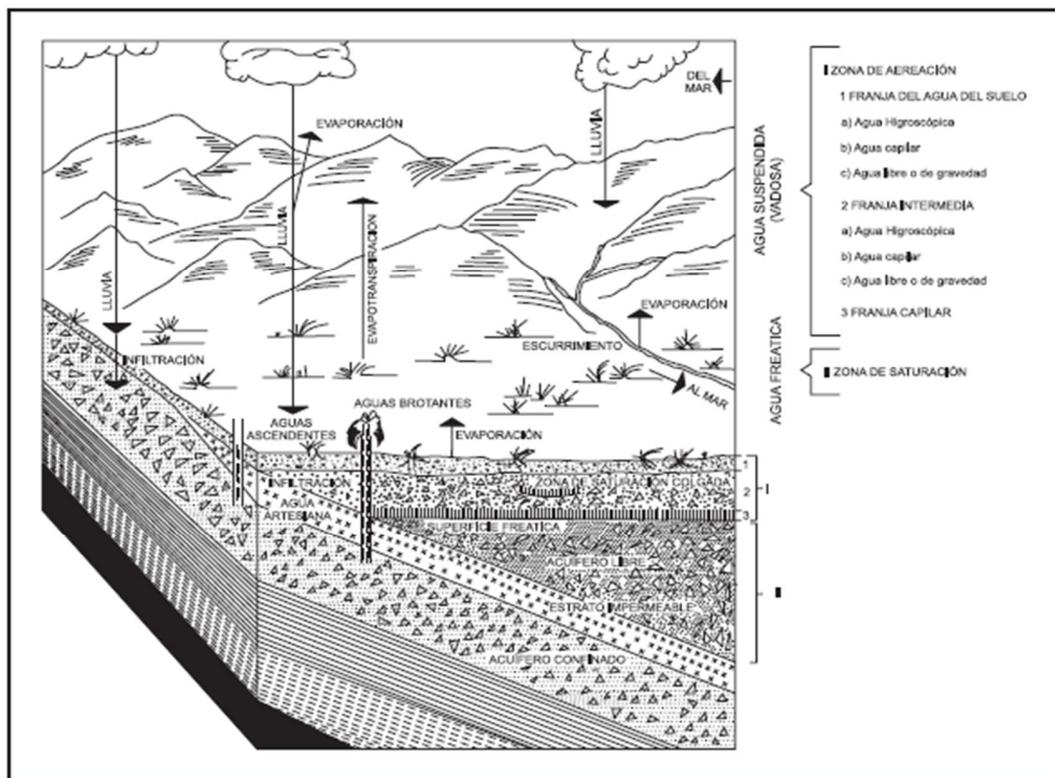
1.2.4.1. Precipitación

Es importante considerar a la precipitación, si se toma en cuenta que la mayor parte del agua del subsuelo proviene de la infiltración de la lluvia. Las zonas lluviosas constituyen, en mayor o menor grado, zonas de alimentación del agua subterránea, por lo que en las zonas secas el agua subterránea no proviene de la infiltración directa, procede de regiones lejanas o cercanas, en donde la lluvia se infiltra y llega lentamente hasta ellas. La precipitación es muy importante en dos aspectos, en su cantidad y en su duración.

1.2.4.2. Forma del terreno

Este aspecto interesa a la hidrología tanto superficial como subterránea, ya que el relieve da lugar a la formación de las cuencas hidrográficas, indicando así el camino que seguirá el agua al caer a la superficie.

GRÁFICO N° 2: DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL SUELO



FUENTE: PRIETO, Carlos (2004).

Por lo que se refiere a la hidrogeología, la forma del terreno es importante, porque el agua tendrá mayor o menor oportunidad de infiltrarse y, además, porque el agua infiltrada va a seguir una trayectoria determinada por dicho factor; así, en una región montañosa la pendiente del terreno por una parte, dará más facilidad al agua para

escurrir que para infiltrarse y, por otra, el agua que llegue a la zona de saturación tendrá un movimiento hacia las zonas más bajas en donde el movimiento del agua será más lento y facilitará su acumulación, o también, según la constitución del terreno, el agua puede salir en forma de manantiales en las laderas de las montañas.

En una zona más o menos plana el agua tendrá mayor oportunidad de infiltrarse y habrá más facilidad de encontrar depósitos mayores de agua subterránea.

Las formas del terreno son fundamentales, pues en general las partes altas constituyen zonas potenciales de recarga y las bajas de descarga del flujo de agua subterránea.

1.2.5. Características de las Aguas Subterráneas

1.2.5.1. Recarga

El agua presente en el suelo se renueva por procesos activos de recarga desde la superficie. La renovación se produce lentamente con los depósitos superficiales, como los lagos, y los cursos de agua, el tiempo de residencia del agua es muy largo.

En algunos casos la renovación está interrumpida por la impermeabilidad de las formaciones geológicas superiores (acuitardos), o por circunstancias climáticas sobrevenidas de aridez.

En ciertos casos se habla de acuíferos fósiles, estos son bolsones de agua subterránea, formados en épocas geológicas pasadas, y que, a causa de variaciones climáticas ya no tienen actualmente recarga.

El agua de las precipitaciones (lluvia, nieve, etc.) puede tener distintos destinos una vez alcanza el suelo. Una parte se infiltra en el terreno y pasa a ser agua subterránea.

La proporción de infiltración respecto al total de las precipitaciones depende de varios factores:

a) La litología, influye a través de su permeabilidad, la cual depende de la porosidad, del diaclasamiento (agrietamiento) y de la mineralogía del sustrato.

Por ejemplo, los minerales arcillosos se hidratan fácilmente, hinchándose siempre en algún grado, lo que da lugar a una reducción de la porosidad que termina por hacer al sustrato impermeable.

b) Pendiente marcada, otro factor desfavorable para la infiltración.

c) La vegetación densa influye de forma compleja, porque reduce el agua que llega al suelo (interceptación), pero extiende en el tiempo el efecto de las precipitaciones, desprendiendo poco a poco el agua que moja el follaje, reduciendo así la fracción de escorrentía y aumentando la de infiltración.

La velocidad a la que el agua se mueve depende del volumen de los intersticios (porosidad) y del grado de intercomunicación entre ellos.

1.2.5.2. Transito

Uno de ellos es el flujo hipodérmico o "interflujo" es aquel que circula de modo somero y rápido por ciertas formaciones permeables de escasa profundidad, por lo general, ligada a álveos fluviales (acuíferos subálveos); que proceden de una rápida infiltración, una alta velocidad de transmisión (conductividad hidráulica), y un retorno hacia el cauce superficial. Por lo que estos flujos más intervienen en el

balance neto de las aguas superficiales (o de escorrentía superficial) que en las aguas subterráneas donde sólo interviene como balance transitorio.

De este modo, estos flujos suelen ir ligados al propio flujo en el río, dándose a veces al río el nombre de cauce intermitente, ya que lo que se observa en el río es que este tiene tramos con agua y tramos secos.

Como medio transitorio, también puede citarse el flujo ligado a hábitats húmedos, tipo cripto humedal, donde el agua, por debajo del circuito hipodérmico, ya circula propiamente por la zona saturada de un acuífero, y pertenece, por tanto, al balance neto de las aguas subterráneas, en diferencia al interflujo, de balance de escorrentía superficial.

1.2.5.3. Descarga

El agua subterránea mana (brota) de forma natural en distintas clases de surgencias en las laderas (manantiales) y a veces en fondos del relieve, siempre allí donde el nivel freático intercepta la superficie.

Cuando no hay surgencias naturales, al agua subterránea se puede acceder a través de pozos, perforaciones que llegan hasta el acuífero y se llenan parcialmente con el agua subterránea, siempre por debajo del nivel freático, en el que provoca además una depresión local. El agua se puede extraer por medio de bombas.

El agua también se desplaza a través del suelo, normalmente siguiendo una dirección paralela a la del drenaje superficial, y esto resulta en una descarga subterránea al mar que no es observada en la superficie, pero que puede tener importancia en el mantenimiento de los ecosistemas marinos.

Los pozos se pueden secar si el nivel freático cae por debajo de su profundidad inicial, lo que ocurre ocasionalmente en años de sequía, y por las mismas razones pueden secar los manantiales.

El régimen de recarga puede alterarse por otras causas, como la reforestación, que favorece la infiltración frente a la escorrentía, pero aún más favorece la evaporación, o por la extensión de pavimentos impermeables, como ocurre en zonas urbanas e industriales.

El descenso del nivel freático medio se produce siempre que hay una extracción continuada de agua en el acuífero.

Sin embargo este descenso no significa que el acuífero esté sobreexplotado. Normalmente lo que sucede es que el nivel freático busca una nueva cota de equilibrio en que se estabiliza.

La sobreexplotación se produce cuando las extracciones totales de agua superan a la recarga.

En algunas partes del mundo la ampliación de los regadíos y de otras actividades que consumen agua se ha hecho a costa de acuíferos cuya recarga es lenta o casi nula.

Esto ha tenido algunas consecuencias negativas como el secado de manantiales y zonas húmedas o la intrusión salina en acuíferos costeros.

En algunos casos la sobreexplotación ha favorecido la intrusión de agua salina por la proximidad de la costa, provocando la salinización del agua e indirectamente la de los suelos agrícolas.

1.2.6. Importancia de las Aguas Subterráneas

Las aguas subterráneas constituyen un recurso fácilmente accesible y vital para dos billones de personas en todo el mundo.

De él depende el suministro de grandes ciudades y zonas rurales, actividades industriales y más de la tercera parte del riego, aunque se han utilizado desde hace mucho tiempo, su aprovechamiento ha tenido un aumento importante en las últimas décadas y ha sido un factor clave para el desarrollo en algunos países.

VILASECA. (2008). Manifiesta que: El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua. El agua subterránea se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados y eventualmente llegan a los arroyos, los lagos y los océanos. p.1

Las aguas subterráneas son un recurso natural importante, pero amenazado, que es fundamental para la calidad del medio ambiente en una serie de ecosistemas de agua y tierra, para la producción industrial y agrícola y para el abastecimiento de agua potable.

El agua subterránea es mundialmente importante para el consumo humano, y los cambios en su calidad pueden tener serias consecuencias.

También es importante para el sustento de hábitats y para el mantenimiento de la calidad del flujo base que alimenta los ríos.

1.2.7. Contaminación del Agua Subterránea

Según: BELLIDO, Abel (2004). El flujo a través de arena hace que el agua subterránea por lo general esté libre de: bacterias, sólidos suspendidos, turbiedad y demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Pero no impide el paso de sustancias disueltas e isótopos radioactivos en solución.

El flujo a través de los estratos acuíferos hace que por lo general el agua subterránea sea: fría, anóxica (sin oxígeno disuelto) y con alto contenido de sustancias disueltas que dependen de la naturaleza de los estratos.

El agua subterránea suele contaminarse por:

- Solución de sales del subsuelo.
- Sobre bombeo que puede provocar intrusión de agua de inferior calidad o de agua salada.
- Programas de recarga de acuíferos.
- Infiltración de aguas de riego o lluvia.
- Infiltración de aguas residuales procedentes de letrinas, drenajes de tanques sépticos y lagunas e estabilización.
- Los sistemas de alcantarillado y los emisarios evitan la contaminación, pero por otra parte, disminuyen la recarga del acuífero.
- Descarga de desechos industriales en estanques o lagunas, que den origen a la entrada de contaminantes químicos en solución.

1.2.8. Fuentes de Agua Subterránea

La información sobre las aguas subterráneas en muchos Países se encuentran disponibles en Oficinas del Sector Estatal referidas a Aguas Subterráneas, también se puede acudir a Empresas o Instituciones que registran y guardan valiosos datos de los pozos perforados en la zona de interés.

De los registros de perforación de cada pozo existente, donde se debería tener:

- Perfil litológico del suelo atravesado.
- Tiempos de penetración por metro o barra de perforación.
- Registros eléctricos de Diferencia de Potencial, Resistividad y/o rayos Gamma.
- Niveles estático y dinámico del agua.
- Profundidad y espesor de los diferentes acuíferos captados con filtros o no captados.
- Análisis Físico, Químico y bacteriológico del agua captada.
- Muestras de suelos o rocas consolidadas o no consolidadas (a veces guardadas en cada empresa).
- Granulometrías de las conformaciones de los acuíferos.

En el área de estudio existen dos tipos de fuentes de agua subterránea:

- Naturales, representado por los manantiales.
- Artificiales, representado por los pozos.

1.2.8.1. Naturales (Manantiales)

Un manantial o naciente es una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas.

Puede ser permanente o temporal. Se origina en la filtración de agua, de lluvia o de nieve, que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud, donde el agua no está confinada en un conducto impermeable, estas surgencias suelen ser abundantes.

Los cursos subterráneos a veces se calientan por el contacto con rocas ígneas y afloran como aguas termales.

Dependiendo de la frecuencia del origen (caída de lluvia o nieve derretida que infiltra la tierra), un manantial o naciente puede ser efímero (intermitente), perenne (continuo), o artesiano.

Cuando el agua aflora a la tierra, puede formar un estanque o arroyo. Las aguas termales así como los géiseres también son manantiales.

Clasificación de los manantiales

Normalmente se clasifica los manantiales o nacientes por el volumen de agua que descargan. Los más grandes son de «primera magnitud,» definidos como tales cuando descargan agua a una velocidad de 2.800 litros por segundo, por lo menos.

- ***Aguas minerales***

Los minerales se disuelven en el agua a su paso por zonas subterráneas. Esto le brinda sabor al agua, y hasta burbujas de dióxido de carbono, dependiendo de la naturaleza geológica del terreno.

Por ello, el agua del manantial o naciente (*springwater*) se vende como agua mineral, aunque frecuentemente el término se aplica por motivos publicitarios.

Los manantiales que contienen cantidades significativas de minerales son denominados, a veces, "nacientes de minerales".

BARBA (2011). Manifiesta que: "A aquellos manantiales que contienen grandes cantidades de sales de sodio disueltas, mayormente carbonato sódico, se les llama "nacientes de soda"(p.1).

- ***Aguas termales***

Se llaman así a las aguas minerales que salen del suelo con más de 5 °C que la temperatura superficial.

Estas aguas proceden de capas subterráneas de la Tierra que se encuentran a mayor temperatura, las cuales son ricas en diferentes componentes minerales y permiten su utilización en la terapéutica como baños, inhalaciones, irrigaciones, y calefacción.

Por lo general se encuentran a lo largo de líneas de fallas ya que a lo largo del plano de falla pueden introducirse las aguas subterráneas que se calientan al llegar a cierta profundidad y suben después en forma de vapor (que puede condensarse al llegar a la superficie, formando un géiser) o de agua caliente.

- ***El cenote***

Es una dolina inundada de origen kárstico que se encuentra en algunas cavernas profundas, como consecuencia de haberse derrumbado el techo de una o varias cuevas. Ahí se juntan las aguas subterráneas, formando un estanque más o menos profundo.

1.2.8.2. Artificiales (pozos)

Un pozo es un agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, sea una reserva de agua subterránea del nivel freático o fluidos como el petróleo.

Generalmente de forma cilíndrica, se suele tomar la precaución de asegurar sus paredes con ladrillo, piedra, cemento o madera, para evitar su deterioro y derrumbe para que no cause daño masivo o grave que podría causar el taponamiento del pozo.

1.3. Pozos de Agua Subterránea

Según, LARREA, Óscar, jefe del Departamento Acuífero de la Emaap en Quito. (2009): Manifiesta que: Que ya inició la explotación sustentable de los acuíferos a través de 10 pozos ubicados en algunos puntos de la ciudad a una profundidad aproximada de 300 metros. En los próximos años, hasta el 2012, la Emaap tiene previsto cavar cinco o seis pozos por año con una inversión anual de \$1 500 000. p.4.

Según, COUGHANOWR. (1991): La utilización del agua subterránea se ha venido incrementando en el mundo desde tiempos atrás y cada día gana en importancia debido al agotamiento o no existencia de fuentes superficiales. Se estima que más de la mitad de la población mundial depende del agua subterránea como fuente de agua potable. Grandes ciudades como Bangkok, Mombara, Buenos Aires, Miami y Calcuta usan el agua subterránea para el abastecimiento de su población. p.67.

1.3.1. Tipos de Pozos de Aguas Subterráneas

Existen tres tipos de pozos de agua y son:

- Excavados
- Clavados
- perforados.

Todos ellos emplean un armazón, una tubería grande inserta en un hueco vertical angosto y perforado que se mantiene en su lugar con cemento.

Independientemente del tipo, los pozos de agua deben ubicarse de modo que la lluvia se aleje de ellos (es decir, en una pequeña colina o loma, o con una pendiente en el suelo que se aleje de la base del pozo) para que los químicos y las bacterias que contiene no ingresen al pozo.

1.3.1.1. Pozos excavados

Estos tipos de pozos se excavan con una retroexcavadora o pala y suelen tener tan sólo de 10 a 30 pies (3,04 a 9,14 metros) de profundidad. Debido a que son poco profundos, los pozos excavados son los más propensos a la contaminación.

Características como un armazón de hormigón impermeable, una tapa de hormigón y una pendiente en el suelo que se aleje del pozo son útiles para prevenir la contaminación.

1.3.1.2. Pozos clavados

Los pozos clavados son más profundos que los excavados y tienen un promedio de 30 a 50 pies (9,14 a 15,24 metros) de profundidad.

A pesar de que los pozos clavados son de 20 a 40 pies (6,09 a 12,19 metros) más profundos que los excavados, siguen siendo pozos relativamente poco profundos y también presentan un riesgo moderado de contaminación.

Se asegura un filtro a uno de los extremos de la tubería que está introducida en el suelo para filtrar el sedimento del agua que ingresa una vez que el nivel acuífero del suelo se haya alcanzado.

1.3.1.3. Pozos perforados

Los pozos perforados son los más profundos de los tres tipos y se extienden hasta profundidades de 100 a 400 pies (30,48 a 121,92 metros) en la roca firme en vez del suelo flojo.

Son los que están más a salvo de la contaminación ambiental.

Los pozos perforados tienen que cruzar fracturas de rocas firmes que poseen agua subterránea para poder producir un suministro de agua.

Los armazones para los pozos perforados son tuberías de plástico o metal de medio pie (0,15 metros) de diámetro que se extienden al menos 18 pies (5,48 metros) hacia abajo de los 100 a 400 (un mínimo de 5 pies o 1,52 metros de tubería debe extenderse dentro de la roca firme).

Se evita que el agua de la superficie ingrese al pozo colocándole una tapa.

1.3.2. Flujo de Agua de un Pozo

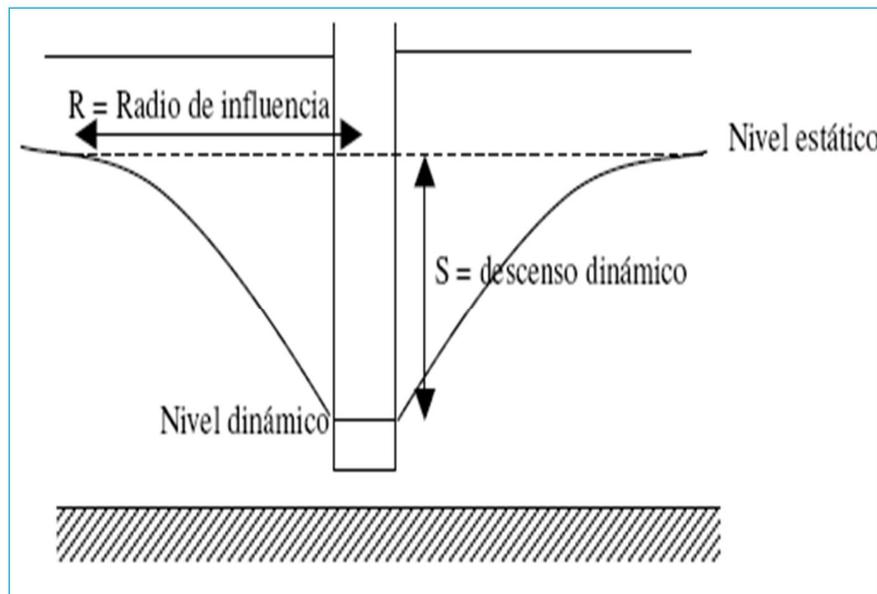
Suponiendo un acuífero libre cuya superficie freática es horizontal. Cuando se empieza a bombear agua desde un pozo, el agua del acuífero comienza a fluir radialmente hacia él.

Transcurrido un tiempo la superficie freática habría adquirido la forma de la figura denominada “cono de depresión o de descensos”.

La forma del cono de depresión se determina a partir de los niveles en el propio pozo, y de piezómetros o captaciones situadas a su alrededor.

La forma del cono es convexa ya que el flujo necesita un gradiente cada vez mayor para circular por secciones cada vez menores.

GRÁFICO N° 3: CONO DE ABATIMIENTO



FUENTE: HERNÁNDEZ, David (2005)

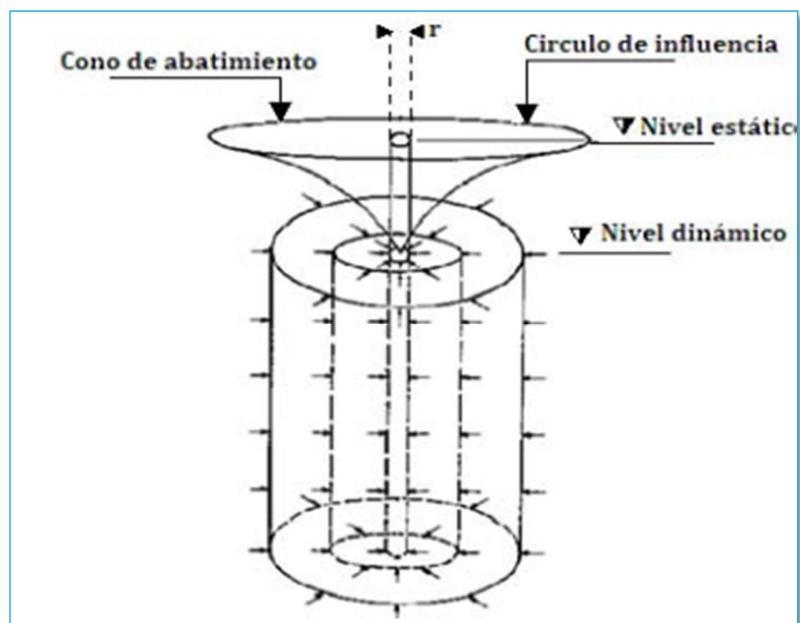
El análisis de los datos obtenidos en los estudios para perforar un pozo, no brinda información sobre el acuífero: permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, presencia de barreras o bordes impermeables, bordes de recarga.

Permite conocer también elementos tales como el radio de influencia del pozo y amplitud de la zona de llamada de la captación, que puede ser determinante para el establecimiento de perímetros de protección.

Al efectuarse la extracción del agua de un pozo con equipo de bombeo ocurre un abatimiento de la superficie del agua, deteniéndose hasta que ocurra el equilibrio.

En subsuelo que rodea al pozo, debido al escurrimiento del agua hacia el mismo se provoca una depresión cónica llamada Cono de abatimiento.

GRÁFICO N° 4: CONO DE ABATIMIENTO

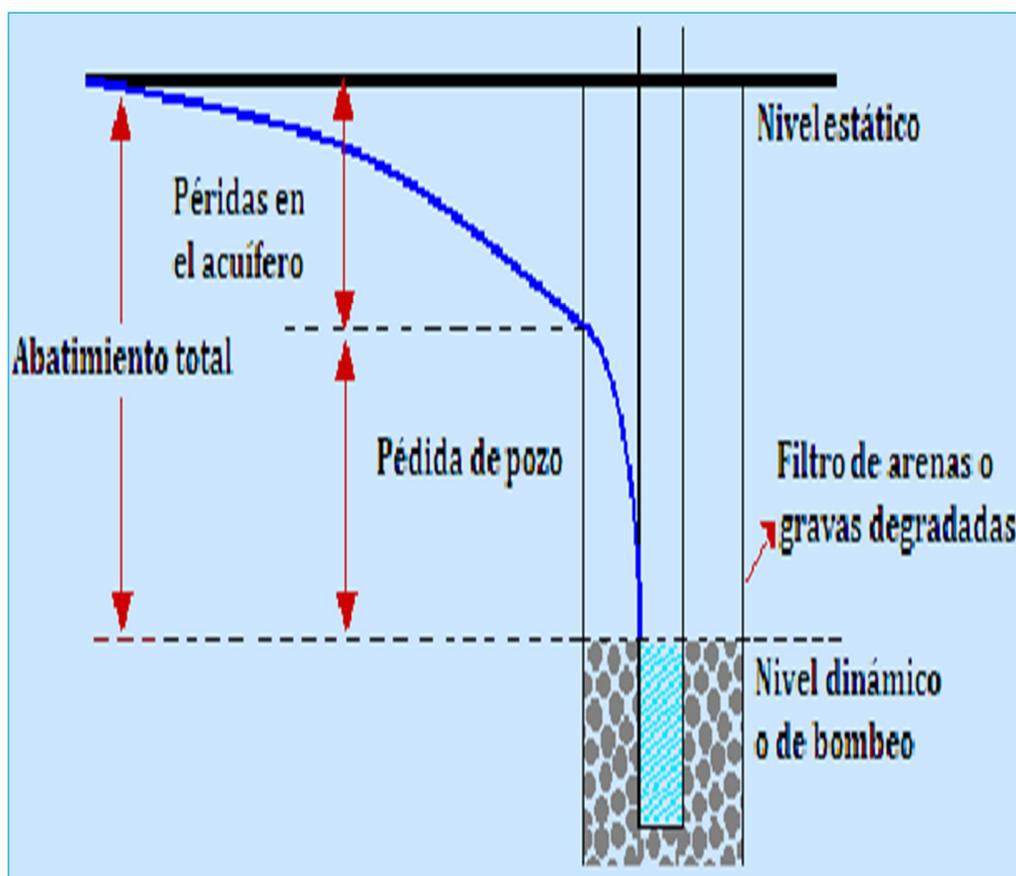


FUENTE: HERNÁNDEZ, David. (2005)

Las pérdidas hidráulicas que ocurren en la obra de captación se distribuyen en 2 componentes.

Uno en que las pérdidas de carga ocurren en el acuífero o en el material saturado y que dependen exclusivamente de las características de este: y el segundo componente de las pérdidas hidráulicas en la obra de captación, corresponde a las pérdidas de carga ocurridas en el pozo.

GRÁFICO N° 5: ESQUEMA GENERAL DE LAS PERDIDAS HIDRÁULICAS EN UN POZO



FUENTE: HERNÁNDEZ, David (2005).

Es un parámetro de diseño importante y es posible determinarlos con antecedentes de otros pozos en las cercanías del estudio o con estudios hidrogeológicos preliminares.

La profundidad será fijada con base en los espesores, profundidades y rendimientos específicos de los acuíferos, tratando de cubrir la demanda o la necesidad para el uso que se pretende dar al agua.

De acuerdo a la ley de Darcy el flujo en un medio permeable es proporcional al área y al gradiente hidráulico, como:

$$Q = K_p \cdot A \cdot i$$

Dónde:

Q= Caudal.

A= Área hidráulica.

$i = \frac{dh}{dx}$, Gradiente hidráulico.

K_p = Coeficiente de permeabilidad.

El flujo en un suelo de espesor conocido entre dos planos verticales de acuerdo a la figura está definido como:

$$Q_L = Q_r = -K_p \cdot w \cdot h \frac{dh}{dx}$$

Al integrar entre X_w , h_w y X_1 , h_1 , resulta.

$$Q = Q_L + Q_r = 4K_p w \frac{h_w^2 - h_1^2}{x_w - x_1}$$

Dónde:

y = ancho del espesor del suelo.

Por lo que,

$A = wh$.

1.3.3. Sistema de un Pozo

Un pozo consta de los siguientes elementos:

- Camisa, revestimiento o ademe.
- La bomba.
- Tubería de impulsión.

1.3.3.1. Camisa, Revestimiento o Ademe

Para fijar el diámetro de la tubería influyen factores hidráulicos, en los cuales se distingue: uno que va desde la superficie hasta la profundidad donde ira instalada la bomba y se denomina cámara de bombeo y otro que se extiende hasta el sistema de captación.

En la cámara de bombeo el diámetro es recomendable para la tubería es el doble del de la bomba, aunque este valor será en función de la longitud de la cámara de

bombeo, ya que a mayor profundidad el riesgo de tener desviaciones en la perforación aumenta.

A continuación se presenta un cuadro de valores de diámetros recomendable en función de caudales extraídos.

TABLA N° 2: DIÁMETROS RECOMENDADOS PARA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO DE POZOS

<i>Diámetro de la tubería mm.</i>	<i>Caudal lt./s.</i>
100	3 a 5
150	9 a 6
200	8 a 20
250	20 a 30
300	30 a 40
400	40 a 80
500	80 a 120
600	120 a 200

FUENTE: VÉLEZ Victoria (1999).

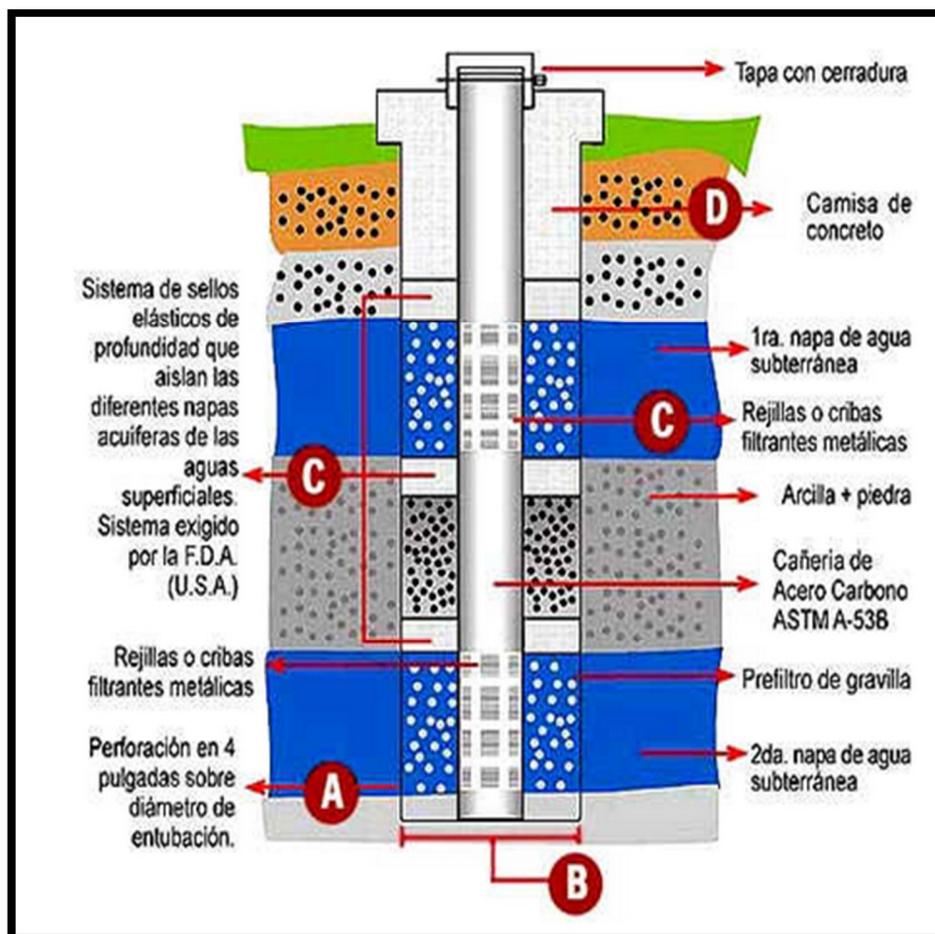
El tubo de camisa o ademe debe soportar el empuje del terreno, asegurar la estanquidad y ser resistente a las condiciones ambientales, en especial a los mecanismos de corrosión electroquímica y galvánica.

En todos los casos subsiste el problema de revestir las soldaduras hechas a boca de pozo durante la instalación de los entubados.

Los remiendos que se hacen en ese momento sobre revestimientos previamente ejecutados en fábrica difícilmente alcancen su misma resistencia a la corrosión.

Los tubos de PVC se han constituido en una alternativa cada vez más ventajosa, al lograr aunar a su reconocida resistencia química y a la corrosión, una mejora en su resistencia mecánica, aseveración especialmente cierta en el caso de los llamados tubos geomecánicos, de PVC con nervaduras exteriores.

GRÁFICO N° 6: ENCAMISADO DE UN POZO



FUENTE: Manual Técnico para la ejecución de pozos, Canarias (2012)

1.3.3.2. Bomba

La bomba extrae el agua que rodea el pozo, en este trabajo de investigación se identificó 2 tipos de bombas y son las siguientes:

- Bombas de superficie o estacionarias

Elevan caudales variables en función de la potencia de la bomba, pero en general desde profundidades someras, por lo que se utilizan mayormente en perforaciones brocales. Tienen en general menor costo que las bombas sumergibles. Funcionan con energía eléctrica.

- Bombas sumergibles

Elevan caudales variables en función de la potencia de la bomba, desde cualquier profundidad. Funcionan con energía eléctrica.

Para determinar la potencia del motor y la bomba se debe determinar lo siguiente:

➤ La Potencia del Equipo.

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor debe realizarse con la ecuación:

$$P_b = \frac{Q_b \cdot H_b}{76\eta}$$

Donde,

P_b, Potencia de la bomba y del motor (HP).

Q_b, Caudal de Bombeo (l/s).

Hb, Altura manométrica total (m).

η , Eficiencia del sistema de bombeo, $\eta = \eta$ motor-bomba.

A continuación se explicara cada término de la ecuación sobre la potencia del equipo.

- **Caudal de bombeo**, la ubicación de la estación de bombeo debe ser de tal manera que permita un funcionamiento seguro y continuo.

Cuando se incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad de la tubería de succión, el equipo de bombeo y la tubería de impulsión deben ser calculadas en base al caudal máximo diario y al número de horas de bombeo.

$$Qb = k \cdot Qmax \cdot d \frac{24}{N}$$

Dónde:

Qb, Caudal de bombeo, (l/s)

Qmax, Caudal Máximo diario, (l/s)

N, Número de horas de bombeo.

Cuando no se incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo.

La capacidad del sistema de bombeo debe ser calculada en base al caudal máximo horario y las pérdidas en la red de distribución.

- **Eficiencia del equipo** se basa en consultar al proveedor o fabricante, sobre las curvas características de cada bomba y motor para conocer sus capacidades y rendimiento reales.

La bomba seleccionada debe impulsar el volumen de agua para la altura dinámica deseada, con una eficiente (η) mayor a 70%.

El número de unidades de bombeo depende del caudal de bombeo y de sus variaciones, además, de la necesidad de contar de equipos de reserva para atender situaciones de emergencia.

Altura manométrica o dinámica (H_b), es el incremento total de la carga del flujo a través de la bomba. Es la suma de la carga de succión más la carga de impulsión, ecuación.

$$H_b = H_s + H_i$$

Dónde:

H_b , Altura dinámica o altura de bombeo, (m).

H_s , Carga de succión (m).

H_i , Carga de impulsión (m).

La carga de succión (H_s), es la diferencia de elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la captación.

$$H_s = h_s + \Delta h$$

Dónde:

Hs, Altura de succión (m)

Δh_s , Perdida de carga en la succión (m).

La carga de succión está limitada por la carga neta de succión positiva (NPSH), que es la diferencia entre la presión existente a la entrada de la bomba y la presión del vapor del líquido que se bombea.

Esta diferencia es la necesaria para evitar la cavitación, para lo cual se destacan dos valores de NPSH, el NPSH disponible y el NPSH requerido.

El NPSH requerido, está en función del diseño de fábrica de la bomba, su valor es determinado experimentalmente y es proporcionado por el fabricante.

El NPSH disponible, está en función del sistema de succión de la bomba, se calcula en metros de agua, mediante la siguiente ecuación.

$$\mathbf{NPSH\ disponible = H\ atm - (H_{vap} + h_s + \Delta H_s)}$$

NPSH disponible, Carga neta de succión positive disponible (m)

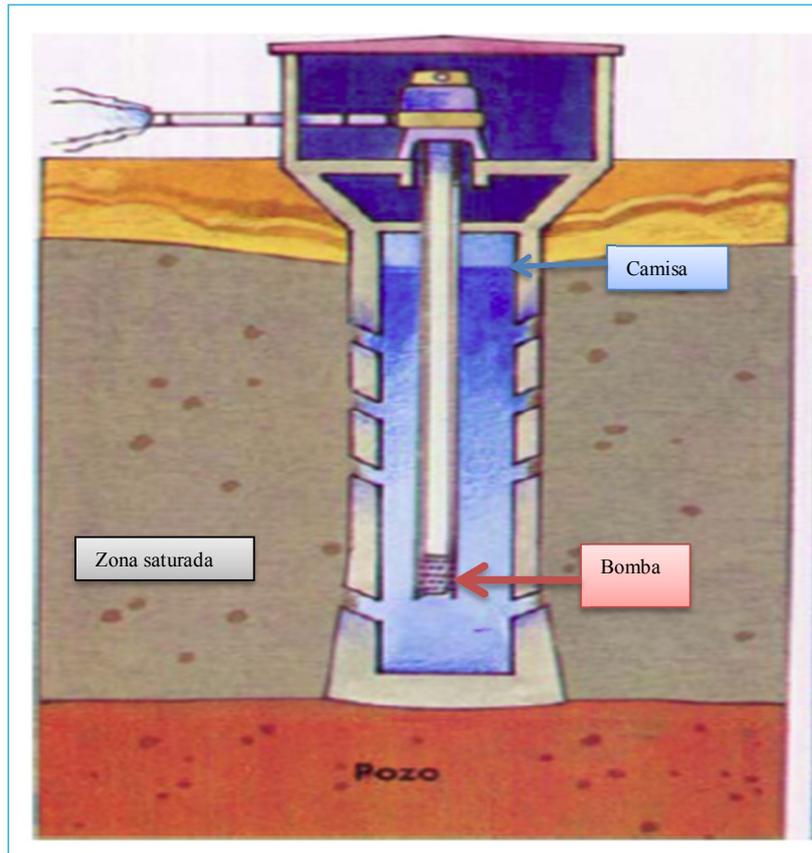
H atm, Presión atmosférica (m).

Hvap, Presión de vapor (m).

Hs, Altura estática de succión, (m).

ΔH_s , Perdida de carga por fricción de accesorios y tubería (m).

GRÁFICO N° 7: EXTRACCIÓN DE AGUA DE UN POZO



FUENTE: Manual Técnico para la ejecución de pozos, Canarias 2012

1.3.3.3. Tuberías de Conducción

Según: PRIETO, Carlos (2004). Las tuberías de conducción deben calcularse aplicando las dos fórmulas dadas a continuación, las cuales determinan el movimiento del líquido por una tubería.

$$Q = V \cdot S$$

$$V^2 = \frac{1}{4} \cdot d \cdot p}{c}$$

Dónde:

Q= Caudal del líquido en m³.

V= Velocidad media en m por segundo.

S= Sección en m² del conducto.

d= Diámetro interior de la tubería.

p= Pendiente tubería en metro lineal.

c= Coeficiente que varía según la resistencia que ofrecen las paredes interiores de la tubería al paso del líquido.

La velocidad V, en la práctica se mantiene entre 0,20 y 2m/seg.

1.4. Normativa Vigente

1.4.1. Constitución de la Republica

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El Agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 313 y 318.- De la Constitución de la República consagran el principio de que el agua es patrimonio nacional estratégico, de uso público, dominio inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos, reservando para el Estado el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control.

Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque eco sistémico.

1.4.2. Ley de Gestión Ambiental.- Ley N°. 37. Ro/ 245 De 30 de Julio de 1999.

Art. 7.- La gestión ambiental se enmarca en las políticas generales de desarrollo sustentable para la conservación del patrimonio natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que establezca el Presidente de la República al aprobar el Plan Ambiental Ecuatoriano.

Las políticas y el Plan mencionados formarán parte de los objetivos nacionales permanentes y las metas de desarrollo.

El Plan Ambiental Ecuatoriano contendrá las estrategias, planes, programas y proyectos para la gestión ambiental nacional y será preparado por el Ministerio del ramo.

Para la preparación de las políticas y el plan a los que se refiere el inciso anterior, el Presidente de la República contará, como órgano asesor, con un Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable, que se constituirá conforme las normas del Reglamento de esta Ley y en el que deberán participar, obligatoriamente, representantes de la sociedad civil y de los sectores productivos.

Art. 39.- Las instituciones encargadas de la administración de los recursos naturales, control de la contaminación ambiental y protección del medio ambiente, establecerán con participación social, programas de monitoreo del estado ambiental en las áreas de su competencia; esos datos serán remitidos al Ministerio del ramo para su sistematización; tal información será pública.

Art. 40.- Toda persona natural o jurídica que, en el curso de sus actividades empresariales o industriales estableciere que las mismas pueden producir o están produciendo daños ambientales a los ecosistemas, está obligada a informar sobre ello al Ministerio del ramo o a las instituciones del régimen seccional autónomo.

La información se presentará a la brevedad posible y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias para solucionar los problemas detectados.

En caso de incumplimiento de la presente disposición, el infractor será sancionado con una multa de veinte a doscientos salarios mínimos vitales generales.

1.4.3. Ley de Prevención y Control de Contaminación Ambiental

Codificación 20, Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de Septiembre del 2004.

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

1.4.4. Ley de Aguas.

Creada mediante Decreto Ejecutivo 1088 del 15 de mayo del 2008, el mismo que entró en vigencia el 27 de mayo, con su publicación en el Registro Oficial N° 346.

TITULO VIII

Concesión de Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas

Art. 43.- Nadie podrá explotar aguas subterráneas sin autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos y, en caso de encontrarlas, la concesión de derechos de aprovechamiento está sujeta, a más de las condiciones establecidas en el Art. 24, a las siguientes:

- a) Que su alumbramiento no perjudique las condiciones del acuífero ni el área superficial comprendida en el radio de influencia del pozo o galería; y,
- b) Que no produzca interferencia con otros pozos, galerías o fuentes de agua y en general a otras afloraciones preexistentes.

Art. 44.- Las autorizaciones para efectuar trabajos de alumbramiento de aguas subterráneas, podrán otorgarse inclusive en terrenos de terceros, quienes tendrán preferencia para ser concesionarios de los excedentes.

Art. 45.- En cualquier tiempo el Consejo Nacional de Recursos Hídricos dispondrá, de oficio, o a solicitud de parte, las modificaciones de los métodos, sistemas o instalaciones de alumbramientos de agua, inadecuados.

Art. 46.- Las personas naturales o jurídicas que realicen perforaciones para alumbrar aguas subterráneas estarán obligadas a obtener del Consejo Nacional de Recursos Hídricos la licencia respectiva.

Art. 47.- El que, por cualquier motivo, particularmente por prospecciones mineras, perforare el suelo y descubriere aguas subterráneas está obligado a dar

inmediatamente aviso al Consejo Nacional de Recursos Hídricos y a proporcionar los estudios y datos técnicos que obtuviere con este motivo.

1.4.5. Texto Unificado de Legislación Secundaria TULSMA.

LIBRO VI.

Anexo 1.

4.1 Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas y de estuarios.

4.1.3. Criterios de calidad para aguas subterráneas

A continuación se establecen criterios de calidad a cumplirse, al utilizar las aguas subterráneas.

4.1.3.1 Todos los proyectos que impliquen la implementación de procesos de alto riesgo ambiental, como: petroquímicos, carboquímicos, cloroquímicos, usinas nucleares, y cualquier otra fuente de gran impacto, peligrosidad y riesgo para las aguas subterráneas cuando principalmente involucren almacenamiento superficial o subterráneo, deberá contener un informe detallado de las características hidrogeológicas de la zona donde se implantará el proyecto, que permita evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos, así como una descripción detallada de las medidas de protección a ser adoptadas.

4.1.3.2 La autorización para realizar la perforación de pozos tubulares (uso del agua) será otorgada por el CNRH, previo a la presentación por parte del interesado, de la siguiente información:

- a) Localización del pozo en coordenadas geográficas, y
- b) Uso pretendido o actual del agua.
- c) Datos técnicos de los pozos de monitoreo para la calidad del agua y remediación.

4.1.3.3 Los responsables por pozos tubulares estarán obligados a proporcionar al CNRH, al inicio de la captación de las aguas subterráneas o en cualquier época, la siguiente información:

- a) Copia del perfil geológico y características técnicas del pozo.
- b) Localización del pozo en coordenadas geográficas.
- c) Uso pretendido y actual del agua, y
- d) Análisis físico-químico y bacteriológico, efectuado en los últimos seis (6) meses, del agua extraída del pozo, realizado por un laboratorio acreditado.

4.1.3.4 Los responsables de pozos tubulares estarán obligados a reportar al CNRH, la desactivación temporal o definitiva del pozo.

4.1.3.5 Los pozos abandonados, temporal o definitivamente, y todas las perforaciones realizadas para otros fines, deberán, después de retirarse las bombas y tuberías, ser adecuadamente tapados con material impermeable y no contaminante, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Todo pozo deberá ser técnica y ambientalmente abandonado.

4.1.3.6 De existir alteración comprobada de la calidad de agua de un pozo, el responsable, deberá ejecutar las obras necesarias para remediar las aguas subterráneas contaminadas y el suelo afectado.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas subterráneas, se presentan en:

TABLA 5. Criterios referenciales de calidad para aguas subterráneas, considerando un suelo con contenido de arcilla entre (0-25,0) % y de materia orgánica entre (0 - 10,0) %.

TITULO VII: DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

ANEXO 1: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO AGUA.

CAPÍTULO II

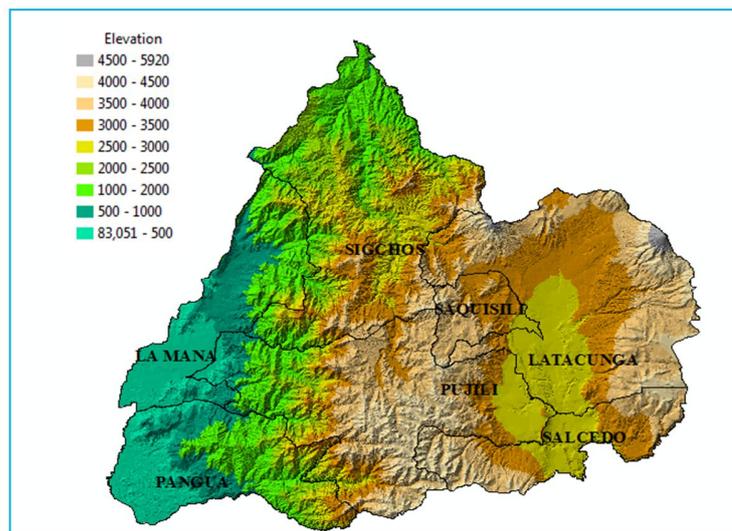
2. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. Diseño Metodológico

2.1.1. Localización Geográfica del Área de Estudio

a) **Meso localización.** El Cantón Latacunga se encuentra ubicado en la Provincia de Cotopaxi.

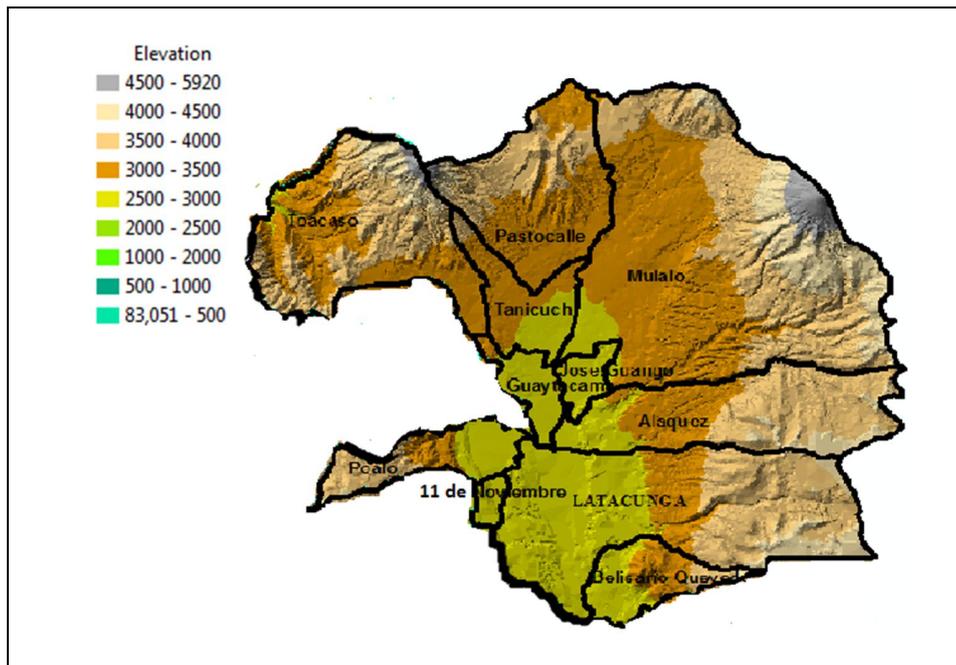
GRÁFICO N° 8: MAPA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI



FUENTE: SIG_PDOT_COTOPAXI_WGS84. (Arcgis-Arcmap 10.2, 2013)

b) Micro localización. La ciudad Latacunga se encuentra en el valle del río Cutuchi a una altitud de 2770 msnm. REINOSO, Luis (2008)

GRÁFICO N° 9: MAPA DEL CANTÓN LATACUNGA



FUENTE: SIG_PDOT_COTOPAXI_WGS84. (Arcgis-Arcmap 10.2, 2013).

2.1.2. Límites

El cantón Latacunga se encuentra limitando con:

- Al norte con la provincia de Pichincha.
- Al sur con el cantón Salcedo.
- Al este, con la Provincia de Napo.
- Al oeste, con los cantones Sigchos, Pujilí y Saquisilí.

Y posee una superficie de Superficie: 1.377, 2 Kilómetros cuadrados.

2.1.3. División Política y Administrativa del Cantón

Latacunga es el principal cantón de la provincia, está constituido por las siguientes parroquias urbanas y rurales:

CUADRO N° 1: PARROQUIAS DEL CANTÓN LATACUNGA

PARROQUIAS URBANA	PARROQUIAS RURALES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eloy Alfaro (San Felipe). ➤ Ignacio Flores (Parque Flores). ➤ Juan Montalvo (San Sebastián). ➤ La Matriz. ➤ San Buenaventura. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alaqués (Alaquez). ➤ Belisario Quevedo (Guanailín). ➤ Guaitacama (Guaytacama). ➤ Joséguango Bajo. ➤ Mulaló. ➤ 11 de Noviembre (Iinchisi). ➤ Poaló. ➤ San Juan de Pastocalle, ➤ Tanicuchí, ➤ Toacaso.
<p>(5 Parroquias Urbanas y 10 Parroquias Rurales. Total son 15 Parroquias las que conforman el Cantón Latacunga)</p>	

FUENTE: CENSIG-ESPOSH (2011)

2.1.4. Antecedentes

En el Cantón Latacunga a su alrededor, se encuentran un importante número de industrias florícolas así como también cuenta con: industria minera de caliza y cemento, industrias metalúrgicas liviana y pesada, agroindustria, industria lechera y ganadera, posee un aeropuerto internacional y en la parte urbana se ha construido grandes mercados y centros comerciales modernos que la convertirán en el centro comercial de la nación ecuatoriana.

2.1.4.1. Características Físicas

a) Relieve

El relieve de este cantón está determinado por las dos cordilleras de los Andes, que forman la hoya del Patate. Los principales volcanes son: Cotopaxi (activo), Ilinizas, Chinibano y Santa Cruz.

b) Suelo

El cantón Latacunga es una zona netamente volcánica, cuyos productos pertenecen a edades diferentes y a emisiones de diversos volcanes, siendo el principal el Cotopaxi.

La geomorfología del Cantón Latacunga se conforma de la siguiente manera:

- ✓ Valles interandinos, 35%.
- ✓ Vertientes cóncavas, 21%.
- ✓ Superficie de aplanamiento, 18%.
- ✓ Vertientes convexas, 16%.
- ✓ Vertientes irregulares, 11%.

c) Hidrografía

El principal sistema hidrográfico es el río Cutuchi, que recorre de norte a sur y que luego toma el nombre de río Patate. Se identifica al sur este del cantón el sistema lacustre de Antejos.

2.1.4.2. Características Climatológicas

a) Clima

La ciudad de Latacunga se encuentra a 2.770 m.s.n.m., lo cual le determina un clima cálido durante el día, pero frescas y frías en la noche, forma parte de la zona central de la Cordillera de los Andes o Callejón Interandino. (REINOSO, Luis. 2008)

b) Precipitación

Cuenta con una precipitación anual de 500 a 1000 ml; en general, las lluvias se presentan entre los meses de octubre a junio, con precipitaciones máximas en octubre y abril, y un período seco que inicia en junio y finaliza en septiembre, siendo agosto el mes más seco del año. (REINOSO, Luis. 2008)

La humedad relativa es una variable que estima, en porcentaje, el grado de saturación de la atmósfera. El rango de variación de este parámetro registrado en la estación que se dispone de este dato fluctúa entre 58% al 86%. INHAMI,

c) Temperatura

El Cantón Latacunga según el INAMHI cuenta con una temperatura media anual de 13,5° C. En un día con un cielo despejado y una fuerte radiación la temperatura

puede llegar a 17 a 19° durante el día y esta baja a la madrugada a -2°C o menos, ocasionando las llamadas heladas. (REINOSO, Luis. 2008)

2.1.5. Metodología

La metodología nos brinda una serie de herramientas teórico-prácticas las cuales han sido de fundamental importancia para realizar este trabajo de investigación.

En la metodología se estableció los siguientes procedimientos:

- Se realizó el diagnóstico actual del lugar u objeto de estudio.
- Con la ayuda de la investigación de campo, documental, exploratoria se determinó el número de pozos concesionados, para luego ser evaluado el caudal a extraer de las fuentes artificiales de agua subterránea.
- Y finalmente la elaboración de un mapa en donde se ubican de los pozos someros y profundos concesionados, existentes en el cantón Latacunga mediante el programa ArcGis.

2.1.6. Tipos de investigación

2.1.6.1. Investigación Bibliográfica

Este tipo de investigación permitió la recolección de datos por medio de registros, archivos, concesiones, libros, periódicos, etc.

Siendo esta información de mucha importancia en este tema de investigación, que permitió compilar información única y útil para luego ser analizada, identificada y caracterizada con la finalidad de realizar un trabajo eficaz sobre la investigación de los pozos artificiales concesionados en el área de estudio.

2.1.6.2. Investigación de Campo

La investigación de campo ayudó a realizar el trabajo in-situ, permitiéndome realizar la toma de datos en el sitio mismo de la investigación.

Llegando así, a conocer la complejidad de cómo está constituido un pozo artificial para la extracción de agua subterránea, palpando la realidad que no solo es perforar y extraer sino también tomar en cuenta aspectos como: el caudal (Q) a ser extraído, energía eléctrica y los materiales a ser utilizados en el pozo.

2.1.7. Métodos y Técnicas

2.1.7.1. Métodos

a) Método cuantitativo.

Este método ha permitido examinar los datos de manera científica, o más específicamente en forma numérica, tomando en cuenta la ayuda de herramientas del campo de la estadística como el Microsoft Excel, para realizar tabulaciones y luego interpretar los resultados.

Permitiendo predecir de alguna manera el comportamiento del consumidor, en cuanto al aprovechamiento de agua subterránea en pozos artificiales, siendo este método uno de los más importantes, en este trabajo de investigación.

b) Método inductivo

Este método ayudo a tomar datos desde puntos determinados del lugar de estudio, para luego ser evaluarlos y generalizarlos de acuerdo a los resultados obtenidos.

Obteniendo así un trabajo de investigación coherente y verás para que sirva de inicio a investigaciones, comparaciones. En años próximos, siendo el deterioro de la calidad de las aguas superficiales un factor importante para, que generaciones futuras tengan la necesidad de estudiar aguas subterráneas.

2.1.7.2. Técnicas

a) El Fichaje

Una técnica importante que permitió registrar los datos obteniendo a lo largo de la investigación, en unos instrumentos llamados fichas que previamente elaborados de acuerdo a la necesidad para recopilar datos específicos, estas fichas fueron elaboradas y ordenadas que me permitieron recopilar información fundamental en la investigación por lo cual constituyo un valioso auxiliar en esa tarea.

d) La Observación de campo directa

Esta técnica ayudo a obtener datos importantes, con ella se pudo indagar y describir los objetos de estudio en este trabajo, ésta técnica se ha empleado durante este capítulo de investigación.

e) Análisis de documentos

Mediante esta técnica se recopilo información en documentos escritos, tales como, textos, folletos, archivos, periódicos, registros (Secretaria del Agua), documentos de

investigaciones anteriores, etc. Perimiendo sustentar la gran importancia que tiene este trabajo de investigación.

Algunos los datos registrados en las fichas son tomados de los archivos de la Secretaria del Agua, archivos que fueron facilitados por el personal que labora en dicha Institución, previa autorización del Técnico Responsable del Centro de Atención Ciudadana Latacunga de ese entonces.

f) Entrevista

La entrevista una técnica de suma importancia al realizar este trabajo de investigación, que permitió la recopilación de información sobre: profundidad del pozo, tipo de bomba instalada, tuberías, uso del agua, etc.

Datos importantes para realizar con eficacia este trabajo de investigación.

g) Muestreo

Es una técnica para la selección de una muestra a partir de una población. A elegir una muestra aleatoria se espera conseguir que sus propiedades sean extra probables a la población. Este proceso permite ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se realizase un estudio de toda la población.

En la investigación realizada en los meses de Junio y Julio del 2014 en base a los archivos que reposan en Secretaria del Agua, se determina que el Cantón Latacunga cuenta con alrededor de 46 pozos de agua (Población Total).

De los cuales 11 pozos se encuentran en tramitaciones como, en procesos de licenciamiento, concesión, traspaso, caducidad, etc. Estos pozos no serán tomados en cuenta para la investigación ya que no cumplen con los criterios de selección de acuerdo a los objetivos antes planteado.

La población de estudio está constituida por 35 pozos que se encuentran localizados en el Cantón Latacunga, este número de pozos obtenido, cumplen con los criterios de selección para este trabajo de investigación, siendo los siguientes criterios:

- Caudal concesionado.
- Concesión Vigente.

La muestra para evaluar el Caudal in situ está constituida por 14 pozos, número obtenido de acuerdo a la fórmula de tamaño muestral, la elección de los 14 pozos representativos se los ha elegidos bajo el criterio de muestreo aleatorio simple.

Esta muestra servirá para poder obtener un resultado de consumo real del caudal de agua subterránea.

Fórmula para población conocida:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot E^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra.

Z = Nivel de Confianza al 95% (1,96).

p = Variabilidad Positiva.

q = Variabilidad Negativa.

E = Precisión o Error al 0,2.

N= Tamaño de la Población.

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 \times 35}{35 \times 0,2^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = \frac{33,614}{2.3604}$$

$$n = 14,24$$

Muestra = 14 pozos.

2.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.2.1. Número de Pozos Concesionados Existentes en el Cantón Latacunga

Según: EL REGISTRO OFICIAL, Art. 117. (2014). Para la exploración y afloración de aguas subterráneas, se deberá contar con la respectiva licencia otorgada por la autoridad Única del Agua.

En caso de no contarlas, se requerirá la autorización para su uso o aprovechamiento productivo sujeto a los siguientes requisitos:

- a) Que su alumbramiento no perjudique las condiciones del acuífero ni la calidad del agua ni al área superficial comprendida en el radio de influencia del pozo o galería.
- b) Que no produzca interferencia con otros pozos, galería o fuentes de agua en general, con otras afloraciones preexistentes.

Para el efecto, la Autoridad Única del Agua requerirá de quien solicite su uso o aprovechamiento, la presentación de los estudios pertinentes que justifiquen el cumplimiento de las indicadas condiciones cuyo detalle y parámetro se establecerán en el reglamento de Ley.

En este trabajo se encuentran 5 pozos en el sector urbano y 30 pozos en el sector rural, dándonos un total de 35, los mismos que serán evaluados de acuerdo al caudal concesionado a extraer (más adelante), esta población de estudio se encuentran localizados en el Cantón Latacunga (Anexos 5.19: 5.20 y 5.21).

TABLA N° 3: NÚMERO Y PORCENTAJE DE POZOS POR PARROQUIAS

	PARROQUIAS	N° DE POZOS	PORCENTAJE (%)
URBANAS	La Matriz	1	3
	Eloy Alfaro	3	10
	Ignacio Flores	-	-
	Juan Montalvo	-	-
	San Buenaventura	1	3
RURALES	Toacaso	2	7
	San Juan de Pastocalle	4	13
	Mulaló	1	3
	Tanicuchí	6	20
	Guaytacama	1	3
	Alaques	2	7
	Poaló	9	30
	Once de Noviembre	3	10
	Belisario Quevedo	-	-
	Joseguango Bajo	2	7
	TOTAL	35	100

ELABORADO POR: La Autora.

INTERPRETACIÓN:

En la Tabla N° 3, se determina que el mayor número de pozos se encuentra en la Parroquia Poalo con el 30%, equivalente a 9 pozos y en menor número se lo encuentra en las Parroquias: Eloy Alfaro, San Buenaventura, Mulalo, Guaytacama con el 3% equivalente a 1 pozo del total de la población de estudio y en las parroquias Ignacio Flores, Juan Montalvo y Belisario Quevedo no se encuentra registrado pozo alguno.

Las Parroquias Poalo y Tanicuchi se aduce que carecen del líquido vital obligándose a explotar aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades.

2.2.2. Evaluación del Caudal a Extraer por Pozo de Acuerdo a la Concesión (Población de Estudio)

Según: EL REGISTRO OFICIAL, Art. 117. (2014). La Secretaria del Agua otorgara autorizaciones para uso o aprovechamiento de las aguas subterráneas afloradas en función de la calidad del agua del acuífero y su velocidad de reposición de conformidad con lo previsto en el reglamento de ley.

La autorización de aprovechamiento productivo para otros destinos será otorgada por la autoridad Única del Agua, sobre la base de los estudios técnicos establecidos.

TABLA N° 4: EVALUACIÓN DEL CAUDAL A EXTRAER EN EL SECTOR URBANO

CAUDAL CONCESIONADO						
N° POZO	Horas de Trabajo	(Q) l/s	Q (l/min)	Q (l/h)	Q (l/día)	Q (m³/año)
1	24	12,25	735	44.100	1.058.400	386.316
2	24	0,95	57	3.420	82.080	29.959
3	24	15	900	54.000	1.296.000	473.040
4	24	0,56	34	2.016	48.384	17.660
5	6	5	300	18.000	108.000	39.420
TOTAL		33,76	2.026	121.536	2.592.864	946.395

ELABORADO POR: La Autora.

TABLA N° 5: EVALUACIÓN DEL CAUDAL A EXTRAER EN EL SECTOR RURAL

CAUDAL CONCESIONADO						
N° POZO	Horas de Trabajo	(Q) l/s	Q (l/min)	Q (l/h)	Q (l/día)	Q (m³/año)
6	8	7,56	454	27.216	217.728	79.471
7	8	1	60	3.600	28.800	10.512
8	12	0,26	16	936	11.232	4.100
9	24	5	300	18.000	432.000	157.680
10	10	6,55	393	23.580	235.800	86.067
11	12	30	1.800	108.000	1.296.000	473.040
12	12	5	300	18.000	216.000	78.840
13	12	19,9	1.194	71.640	859.680	313.783
14	12	6,28	377	22.608	271.296	99.023
15	20	0,14	8	504	10.080	3.679
16	20	0,1	6	360	7.200	2.628
17	24	0,46	28	1.656	39.744	14.507
18	24	0,03	2	108	2.592	946
19	12	2	120	7.200	86.400	31.536
20	12	3,12	187	11.232	134.784	49.196
21	24	0,06	4	216	5.184	1.892
TOTAL		87,46	5.248	314.856	3.854.520	1.406.900

ELABORADO POR: La Autora.

TABLA N° 6: EVALUACIÓN DEL CAUDAL A EXTRAER EN EL SECTOR RURAL

CAUDAL CONCESIONADO						
N° POZO	Horas de Trabajo	(Q) l/s	Q (l/min)	Q (l/h)	Q (l/día)	Q (m³/año)
22	8	40	2.400	144.000	1.152.000	420.480
23	24	15	900	54.000	1.296.000	473.040
24	12	36,85	2.211	132.660	1.591.920	581.051
25	12	3,33	200	11.988	143.856	52.507
26	24	0,82	49	2.952	70.848	25.860
27	10	1,12	67	4.032	40.320	14.717
28	8	0,61	37	2.196	17.568	6.412
29	24	36,85	2.211	132.660	3.183.840	1.162.102
30	24	1,02	61	3.672	88.128	32.167
31	24	0,4	24	1.440	34.560	12.614
32	12	8,68	521	31.248	374.976	136.866
33	12	8,96	538	32.256	387.072	141.281
34	24	0,29	17	1.044	25.056	9.145
35	24	0,29	17	1.044	25.056	9.145
TOTAL		154,22	9253	555.192	8.431.200	3.077.388

ELABORADO POR: La Autora.

INTERPRETACIÓN:

En las Tablas N° 4, 5 y 6, segunda columna se puede apreciar que las horas de trabajo para la extracción del agua subterránea varían desde 8 a 24 horas, concesión dada por la Secretaría del Agua de acuerdo a la necesidad de cada concesionario y de acuerdo a lo establecido en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos.

El mayor caudal a extraer está dado al pozo localizado en la Parroquia de Poalo específicamente el pozo N° 29, con 1.162.102 m³/ anuales, para 24 horas de trabajo y un caudal concesionado de 36,85 l/s y el menor caudal a extraer concesionado está dado al pozo N° 18 localizado en la Parroquia de Tanicuchi con apenas 946 m³/anuales, para 24 horas de trabajo y un caudal concesionado de apenas el 0,03 l/s en relación a los 35 pozos.

**TABLA N° 7: SUMA TOTAL DE CAUDALES A EXTRAER
CONCESIONADOS**

CAUDALES TOTALES A EXTRAER SEGÚN SU CONCESIÓN					
TABLA N°	(Q) l/s	Q (l/min)	Q (l/h)	Q (l/día)	Q (m³/año)
8	33,76	2.026	121.536	2.592.864	946.395
9	87,46	5.248	314.856	3.854.520	1.406.900
10	154,22	9253	555.192	8.431.200	3.077.388
TOTAL	275,44	16.526	991.584	14.878.584	5.430.683

ELABORADO POR: La Autora.

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a la Tabla N° 7, se obtiene la suma de todos los caudales a extraer concesionado, tanto de las Parroquias urbanas y rurales del Cantón Latacunga.

Determinando un total de caudal a extraer en litros por segundos (l/s), litros por minuto (l/min), litros por hora (l/h), litros por día (l/día) y ($m^3/año$).

El caudal extraído es de cinco millones cuatrocientos treinta mil seiscientos ochenta tres m^3 (**5.430.683 m^3**) a extraer anualmente, para tener una idea se hará una referencia a una piscina olímpica que mide 25m de ancho, 50m de largo y 2m de profundidad, con una capacidad de almacenamiento de 2500 m^3 de agua, entonces se puede decir que, anualmente el caudal a extraer equivale a 2.172 piscinas olímpicas.

2.2.3. Evaluación del Caudal a Extraer Otorgado por la Secretaria del Agua de los 14 Pozos Representativos

La muestra obtenida está conformada por 14 pozos, numero obtenido de acuerdo a la aplicación de la fórmula de tamaño muestral.

La selección de los pozos para la muestra representativa se la realizo bajo el criterio de muestreo aleatorio simple (Ver metodología).

En la siguiente tabla se encuentran registrados datos importantes como: caudal a extraer de acuerdo a la concesión, cotas, coordenadas, horas de aprovechamiento y sector a aprovechar, datos que reposan en los archivos de la Secretaria del Agua, los mismos que se los obtuvieron mediante una búsqueda minuciosa en los archivos de Secretaria del Agua, concesión por concesión y dato por dato. Cave recalcar que el caudal a extraer concesionado se encuentra vigente.

TABLA N° 8: 14 POZOS – POBLACIÓN MUESTRAL

N° POZO	COTA m.s.n.m	Coord. UTM (WGS 84)		Horas De Trabajo	(Q) Caudal L/S	Caudal L/S	Sector	PLAZO	INICIO	FINAL
		Lat. (N)	Long. (E)							
1	2770	9896106	766328	24	12,25	0,34	Social	IND	09/10/2000	
						11,9	Industrial	IND		
3	2899	9894812	761442	24	15	15	Agrícola	10	07/11/2011	07/11/2021
6	3167	9915394	757539	8	7,56	7,56	Agrícola	10	25/05/2009	25/05/2019
9	3030	9916590	762448	24	5	0,06	Social	IND		
						4,94	Industrial	IND	08/04/2005	
12	3002	9915156	767646	12	5	4,8	Industrial	10	16/04/2009	16/04/2019
						0,2	Social	IND		
14	3060	9916697	763096	12	6,28	5,23	Industrial	10	07/08/2013	07/08/2023
						1,05	Social	IND		
22	2939	9905636	759125	8	40	54,75	Industrial	10	12/05/2010	12/05/2020
23	2926	9904937	759238	24	15	0,25	Social	IND		
27	2896	9901481	759286	10	1,12	1,07	Agrícola	10	16/10/2013	12/10/2023
						0,05	Social	IND		
29	2918	9902251	759085	24	36,85	1,57	Social	IND		
						35,28	Agrícola	10	12/04/2011	12/04/2021
32	2891	9899558	760046	12	8,68	8,68	Agrícola	10	31/08/2010	31/08/2020
33	2897	9900564	759757	12	8,96	8,96	Social	IND		
34	2929	9909161	767620	24	0,29	0,26	Industrial	10	17/06/2013	17/06/2023
						0,03	Social	IND		
35	2930	9909184	767641	24	0,29	0,26	Industrial	10	17/06/2013	17/06/2023
						0,03	Social	IND		

FUENTE: Secretaria del Agua, 2014

Según: El REGISTRO OFICIAL 305 (2014). El agua subterránea es fácilmente accesible y vital para el desarrollo de las actividades del hombre sin embargo este recurso no está siendo aprovechado con responsabilidad y las autoridades tampoco están cumpliendo con el control de su explotación.

El caudal explotado está siendo aprovechado por el sector Industrial, Agrícola, Social y Turístico, sectores que cada día van en aumento viéndose en la necesidad de sacar agua subterránea para cumplir con sus propósitos.

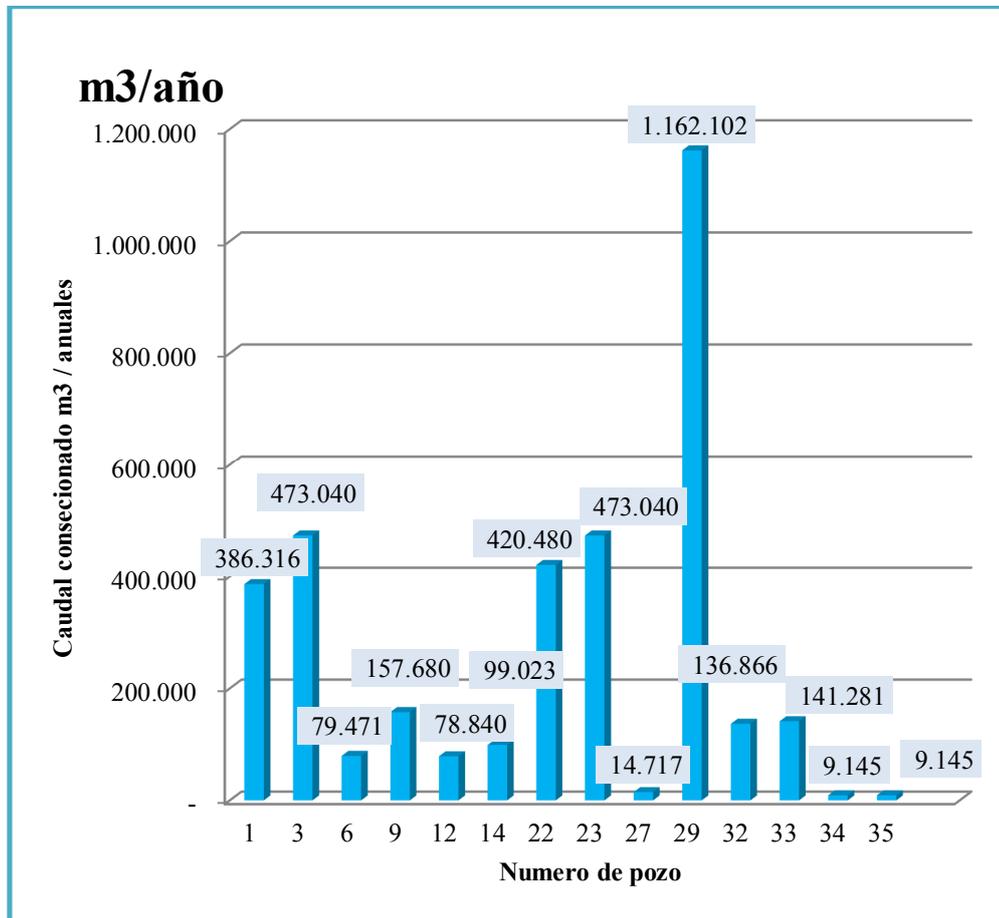
De conformidad con la disposición constitucional, el orden de prelación entre los diferentes destinos y funciones del agua es:

- a) Consumo Humano.
- b) Riego que garantice la soberanía alimentaria.
- c) Caudal ecológico.
- d) Actividades productivas.

El agua para riego que garantice la soberanía alimentaria comprende el abrevadero de animales, acuicultura y otras actividades de la producción agropecuaria alimentaria doméstica, de conformidad con el reglamento de esta Ley:

En el este numeral se encuentra la evaluación del caudal a extraer de acuerdo a la concesión para luego ser comparado y analizado con los resultados de la evaluación del caudal extraído de acuerdo a la investigación de campo realizado.

GRÁFICO N° 10: EVALUACIÓN DEL CAUDAL A EXTRAER EN LOS 14 POZOS DE ACUERDO A LA CONCESIÓN



ELABORADO POR: La Autora

INTERPRETACIÓN:

Se determina en el Gráfico N° 10 que el menor caudal (Q) a extraer concesionado está en el pozo N° 34 y 35 perteneciente al Sr. Cobo Cruz Eduardo con, 9.145 m³

anuales y el mayor Q a extraer concesionado está en el pozo N° 29 perteneciente a INAR Cotopaxi con 1.162.102 m³ anuales.

También se observa en la Tabla N° 8, que el caudal concesionado a extraer depende de las horas de trabajo de la bomba o la producción del pozo, tal es el caso del pozo N° 22 perteneciente a la fábrica de explosivos Explocen C.A., que posee una concesión de 40 l/s para 8 horas de trabajo y el pozo N° 29 perteneciente a INAR Cotopaxi posee una concesión de 36,85 l/s para las 24 horas de trabajo, superando casi 3 veces su extracción del pozo N° 22 y siendo que el pozo N° 29 posee una concesión de menor caudal.

El total del Q a extraer anualmente de los 14 pozos es de **3.641.147** m³, más del 50% del total de la Población de estudio (35 pozos).

2.2.4. Evaluación del Caudal Extraído de los 14 Pozo Determinado en la Investigación de Campo

Para determinar el caudal extraído de los pozos se realizó de la siguiente manera:

- La ubicación de cada uno de los pozos se localizó con la ayuda del GPS Garmin etrex y el programa Google Earth, siguiendo las coordenadas UTM (GWS- 84), facilitados en la Secretaria del Agua, el cual consistió en ubicar a los pozos para ser visualizados y posteriormente ser visitados e identificados (Ver Anexo 5.2).
- Para los pozos ubicados dentro de las empresas privadas: se coordinó con la persona encargada de la empresa, llegando a un acuerdo de visita fijando fecha y hora.

- Para los pozos ubicados en las propiedades de personas particulares: se realizó la coordinación con el dueño de la concesión llegando de igual manera a un acuerdo de visita fijando fecha y hora.
- La visita consistió en la evaluación del caudal extraído a cada uno de los pozos concesionados que se encuentran ubicados en las diferentes parroquias del cantón Latacunga.

Las visitas a los diferentes pozos se encuentran registradas en la siguiente tabla:

CUADRO N° 2: VISITA A LOS POZOS

FECHA	ACTIVIDAD	HORA
01 al 30/03/2015	Coordinación	Indistinta
03/04/2015	Visita pozo 12	10h00 am
06/04/2015	Visita pozo 9	10h00 am
06/04/2015	Visita pozo 14	12h00 am
07/04/2015	Visita pozo 6	10h00 am
10/04/2015	Visita pozo 23	10h00 am
10/04/2015	Visita pozo 22	11h30 am
13/04/2015	Visita pozo 29	10h00 am
13/04/2015	Visita pozo 27	12h00 am
14/04/2015	Visita pozo 33	04h00 pm
14/04/2015	Visita pozo 32	05h00 pm
20/04/2015	Visita pozo 3	10h00 am
20/04/2015	Visita pozo 1	02h00 pm
22/04/2015	Visita pozo 34	10h00 am
23/04/2015	Visita pozo 35	02h00 pm

ELABORADO POR: La Autora

Para este trabajo no se pudo utilizar un caudalímetro, por cuestiones de políticas de cada empresa que no lo permitieron y también por la dificultad en la accesibilidad por los diferentes diámetros de las tuberías utilizadas para la extracción del agua en cada pozo, por esta razón se realizó la medición del caudal extraído por medio del método volumétrico.

El método volumétrico consistió en la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido.

El tiempo que se tardó en llenar el recipiente se lo midió con precisión con la ayuda de un Cronómetro, la variación entre las diversas mediciones efectuadas sucesivamente, dio la precisión de los resultados.

A continuación en la Tabla N° 9, se detalla la información hallada en la investigación de campo, información importante para determinar el comportamiento del consumidor en relación con la concesión dada por la Secretaria del Agua.

**TABLA N° 9: DATOS DE LOS POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA (MUESTRA), EN EL CANTÓN
LATACUNGA**

Extracción de agua subterránea en el Cantón Latacunga											
# POZO	PARROQUIA	Concesionarios	Tipo (Pozo)	Prof.(h)	BOMBA		Ø Tubería de Extracción	Horas de trabajo	Q (l/s)	Uso	Observaciones
					Tipo	HP					
1	MATRIZ	CIA. CEDAL	PP	60	S	7,5	4"	24	11	Industrial	
3	ELOY ALFARO	PRE. DIR. AG. SARAPAMBA	PP	156				0	0	X	Nunca fue explotado.
6	TOACASO	CIA. DE FLORES TOACASO S.A.	PP	127	S	15	110mm	0	0	X	
9	PASTOCALLE	CIA. PRONACA	PP	103	S	20	4"	12	4,5	Riego, Abrevadero	Prohibido el ingreso de cámaras, celulares, etc.
12	MULALO	CIA. LA ROSALEDA	PP	30	S	1,5	1 1/5"	12	4	Riego	
14	TANICUCHI	CIA. BLOOMING ACRES S.A.	PP	80	S	20	4"	7	14	Riego	
22	POALO	CIA. EXPLOCEN C.A.	PP	80	S	20	90mm HG	8	3	Industrial	
23	POALO	CIA. EXPLOCEN C.A.	PP	80	S	60	90mm HG	0	0	Emergencia	Solo para incendios.
27	POALO	QUISPE XAVIER CRISTOBAL	PS	15	ES	1	1"	6	1	Riego	
29	POALO	INAR COTOPAXI	PP	64	S	125	200mm	6	35	Riego	
32	11 DE NOVIEMBRE	PRE. DIR. AG. NUEVA VIDA	PP	81	S	15	160mm	0	0	X	Bomba quemada.
33	11 DE NOVIEMBRE	PRE. DIR. AG. NUEVA VIDA	PP	81	S	20	160mm	7	8	Riego	Lo utilizan para consumo.
34	JOSÉ GUANGO B.	COBO CRUZ EDUARDO	PS	3	ES	1	1 1/2"	6	1	Industria	
35	JOSÉ GUANGO B.	COBO CRUZ EDUARDO	PS	3	ES	1	1 1/2"	6	1	Industria	

ELABORADO POR: La Autora

INTERPRETACIÓN:

En la Tabla N° 9 se puede observar los datos encontrados en los diferentes pozos y se obtuvo información importante como:

Parroquia en donde se encuentra ubicado cada pozo, Nombre del Concesionario, Tipo de pozo como: pozo profundo (PP) y pozo somero (PS), profundidad del pozo, Tipo de la bomba como: Sumergible (S) y Estacionaria (ES), Diámetro de la tubería de extracción, horas de trabajo, Uso y lo que interesa en esta investigación el Q extraído determinado por medio del método volumétrico.

Del total de 14 pozos, 5 pozos son utilizados específicamente para riego, 4 para la industria, 3 se encuentran inactivos por falta de recursos económicos, 1 pozo destinado para riego/abrevadero y 1 destinado solo para casos de Emergencia.

También se encuentran 11 pozos profundos y se determina que su extracción es a través de bombas sumergibles con potencias (HP), necesarias de acuerdo a la profundidad del pozo y al caudal a extraer, las tuberías de extracción están representadas en pulgadas y en milímetros de acuerdo a cada necesidad.

Los 3 pozos restantes son someros y se determina de igual manera que su extracción es a través de bombas, en este caso estacionarias con potencias necesarias de acuerdo a la profundidad y al caudal a extraer, las tuberías de extracción son de menor diámetro en comparación con los 11 pozos anteriores y están representados en pulgadas.

2.2.4.1. Evaluación del caudal extraído

A continuación se realizara la evaluación del caudal extraído de cada uno de los 14

pozos representativos, de acuerdo a los datos del Grafico N° 10. Resultados que luego serán comparados con los datos de la Tabla N° 10.

TABLA N° 10: EVALUACIÓN DEL CAUDAL EXTRAÍDO DE CADA POZO DE ACUERDO A LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

CAUDAL EXTRAÍDO						
N° POZO	Horas de Trabajo	(Q) l/s	Q (l/min)	Q (l/h)	Q (l/día)	Q (m³/año)
1	24	11	660	39.600	950.400	346.896
3	0	0	-	-	-	-
6	0	0	-	-	-	-
9	12	4,5	270	16.200	194.400	70.956
12	12	4	240	14.400	172.800	63.072
14	7	14	840	50.400	352.800	128.772
22	8	3	180	10.800	86.400	31.536
23	0	0	-	-	-	-
27	7	1	60	3.600	25.200	9.198
29	6	35	2.100	126.000	756.000	275.940
32	0	0	-	-	-	-
33	7	8	480	28.800	201.600	73.584
34	6	1	60	3.600	21.600	7.884
35	6	1	60	3.600	21.600	7.884
TOTAL		82,5	4950	297.000	2.782.800	1.015.722

ELABORADO POR: La Autora

INTERPRETACIÓN:

En la Tabla N° 10 se puede apreciar las horas de trabajo, Caudal extraído, extracción en litros/segundos (l/s), litros/minuto (l/min), litros/hora (l/h), litros/diarios (l/día) y en metros cúbicos anuales ($m^3/año$), también se observa que, 4 pozos no están extrayendo agua y los 10 restantes si lo hacen.

Se determina que, el menor caudal extraído está en los pozos N° 34 y 35 con 7.884 m^3 y el mayor caudal extraído en el pozo N° 1 con 346.896 m^3 anuales, las horas de extracción de este pozo son las 24h con un caudal de 11 litros/segundo.

Sin embargo lo siguiendo por el pozo N° 29 con 275.940 m^3 /anuales con apenas 6 horas de extracción o trabajo pero la diferencia está en caudal, ya que este extrae 35 litros/segundo convirtiéndose en el 2 pozo más explotado.

El total del caudal extraído anualmente de los 14 pozos es de **1.015.722 m^3** .

2.2.5. Evaluación del Caudal Concesionado a Extraer Otorgada por la Secretaria del Agua y el Caudal Extraído determinado en la investigación de campo.

Para determinar si los pozos de la muestra representativa están cumpliendo con la Concesión otorgada por la Secretaria del Agua, es necesario relacionar valores que serán comparados a través de una tabla en donde se evaluara en Caudal concesionado ($m^3/año$) a extraer de la tabla N° 8 y el caudal extraído ($m^3/año$) de la Tabla N° 9.

En la siguiente tabla se puede observar el cumplimiento o no cumplimiento de los concesionarios.

**TABLA N° 11: EVALUACIÓN DEL CAUDAL CONCESIONADO (M³/AÑO)
A EXTRAER Y CAUDAL EXTRAÍDO (M³/AÑO)**

N° POZO	Caudal (Q) Concesionado a extraer (m³/año)	Caudal (Q) Extraído (m³/año)	Porcentaje %
1	386.316	346.896	90
3	473.040	-	-
6	79.471	-	-
9	157.680	70.956	45
12	78.840	63.072	80
14	99.023	128.772	130
22	420.480	31.536	8
23	473.040	-	-
27	14.717	9.198	63
29	1.162.102	275.940	24
32	136.866	-	-
33	141.281	73.584	52
34	9.145	7.884	86
35	9.145	7.884	86
TOTAL	3.641.147	1.015.722	28

ELABORADO POR: La Autora

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a la Tabla N° 11 se obtiene que, el caudal concesionado a extraer es de **3.641.147 m³/** anuales y que el Caudal extraído de acuerdo a la investigación de campo es de **1.015.722 m³/**anuales que corresponden a solo un 28% de extracción de un 100% del Q concesionado, siendo este último el caudal real que se extrae.

El pozo N° 1 perteneciente a la Empresa Cia. Cedal, cumple con la extracción de acuerdo a la concesión en un 90 %; el pozo N° 3 perteneciente al Pre-Directorio de Agua Sarapamba nunca estuvo en actividad por falta de dinero ya que se debe tomar en cuenta el factor económico para el funcionamiento y mantenimiento del mismo, el pozo N° 6 perteneciente a la Florícola Cia. De Flores Toacaso S.A. no está en actividad suspendieron el aprovechamiento por motivos en la calidad del agua subterránea; el pozo N° 9 perteneciente a la Empresa Pronaca está extrayendo apenas el 45% del caudal concesionado a extraer; el pozo N° 12 perteneciente a la Florícola Cia, la Florícola La Rosaleda está cumpliendo con el caudal concesionado a extraer con un aprovechamiento del 80 %; el pozo N°14 perteneciente a la Florícola Blooming Acres S.A., está extrayendo un caudal mayor a su caudal concesionado sobrepasándose un 30 % de lo permitido por la Secretaria del Agua; el pozos N° 22 perteneciente a la Empresa Cia. Explocen C.A. su aprovechamiento es de apenas el 8% del caudal concesionado; el pozo N° 23 perteneciente a la Empresa Cia. Explocen C.A. es solo para casos de emergencia ya que la empresa está dedicada a la fabricación de explosivos altamente peligrosos y por esta razón en este pozo solo se extraerá agua cuando sea necesario, hasta la fecha la empresa no ha registrado ningún incendio; el pozo N° 27 perteneciente al Sr. Quishpe Xavier está extrayendo el 63% del caudal concesionado; el pozo N° 29 perteneciente a INAR Cotopaxi está extrayendo apenas un 24% ya que de acuerdo a la concesión sus horas de trabajo son las 24 horas y por el momento solo están extrayendo 6 horas diarias abasteciendo sus necesidades; el pozo N° 32 perteneciente al Pre-Directorio de agua Nueva Vida su extracción está suspendida al momento por motivos de fallas técnicas en la bomba de extracción y solamente está trabajando el pozo N° 33 perteneciente al mismo Directorio que está abasteciendo y cumpliendo con la concesión en un 52% y los pozos 34 y 35 pertenecientes al Sr. Cobo Eduardo están cumpliendo con la concesión al extraer el 86% de agua subterránea.

2.3. MAPEO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Toda actividad humana está relacionada con el espacio geográfico global, regional, nacional o local en que se desenvuelve, desde los movimientos migratorios, hasta la lectura de la prensa; desde la construcción de un edificio o el desarrollo de la agricultura hasta la protección del medio ambiente, etc.

El Cantón Latacunga cuenta con 35 pozos someros y profundos destinados para extracción de agua subterránea, los cuales se los ubicara en un mapa a través de un software.

En este capítulo se utilizó el Software ArcGIS, específicamente la versión 10.2, el cual consistió en ubicar a los pozos (población de estudio) y a los pozos (Muestra representativa), los cuales se encuentra determinados en las coordenadas UTM WGS-84, utilizadas y plasmadas en el Software antes mencionado.

2.3.1. Software ArcGIS

2.3.1.1. Definición

El Software ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica.

Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios.

ArcGIS permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario.

El sistema está disponible en cualquier lugar a través de navegadores Web, dispositivos móviles como smartphones y equipos de escritorio.

2.3.1.2. Usos

Se puede pensar en el sistema ArcGIS como en una infraestructura para elaborar mapas y poner la información geográfica a disposición de los usuarios dentro de un departamento, por toda una organización, entre varias organizaciones y comunidades de usuarios o en Internet, para cualquier usuario interesado en acceder a ella.

Personas de miles de organizaciones de muchos sectores diferentes, emplean ArcGIS en una variedad de aplicaciones, entre las que se incluyen de planificación y análisis, administración de activos, comprensión del funcionamiento de las operaciones, operaciones de campo como inspección móvil e implementación de respuestas, investigación de mercado, administración de recursos, logística, educación y divulgación.

En general, las personas utilizan ArcGIS porque les permite:

- Resolver problemas
- Tomar mejores decisiones
- Planificar adecuadamente
- Utilizar los recursos más eficientemente
- Anticipar y administrar los cambios
- Administrar y ejecutar las operaciones de forma más eficaz
- Promocionar la colaboración entre equipos, disciplinas e instituciones
- Aumentar la comprensión y los conocimientos

- Comunicar de forma más efectiva.
- Educar y motivar a otros.

2.3.1.3. Ubicación de los 35 pozos en el software ArcGIS

El mapa constituye una representación cartográfica que suscita interés de quienes lo utilizan en la práctica diaria, representación importante para este trabajo de investigación, para ello utilizaremos las coordenadas de las Tabla N° 13.

TABLA N° 12: COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LOS POZOS

POZOS - CAUDAL CONCESIONADO				
POZO N°	COTA m.s.n.m	Coord. UTM (WGS 84)		PARROQUIA
		Latitud (N)	Longitud (E)	
1	2770	9896106	766328	Matriz
2	2770	9895523	764518	Eloy Alfaro
3	2899	9894812	761442	Eloy Alfaro
4	2816	9899146	762493	Eloy Alfaro
5	2780	9899500	765100	Sanbuenaventura
6	3167	9915394	757539	Toacaso
7	3250	9917933	754819	Toacaso
8	3500	9931703	770174	Pastocalle
9	3030	9916590	762448	Pastocalle
10	3089	9919165	763068	Pastocalle
11	3020	9918000	765200	Pastocalle
12	3002	9915156	767646	Mulalo
13	2890	9912100	763900	Tanicuchi
14	3060	9916697	763096	Tanicuchi
15	2960	9913127	765927	Tanicuchi
16	2959	9913158	765864	Tanicuchi
17	2920	9912771	765677	Tanicuchi

Sigue...

Continuación...

TABLA N° 13: COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LOS POZOS

POZOS - CAUDAL CONCESIONADO				
POZO N°	COTA m.s.n.m	Coord. UTM (WGS 84)		Parroquia
		Latitud (N)	Longitud (E)	
18	2929	9912302	765809	Tanicuchi
19	2939	9909811	760766	Guaytacama
20	2906	9906354	767216	Aláquez
21	2872	9904346	765117	Aláquez
22	2939	9905636	759125	Poalo
23	2926	9904937	759238	Poalo
24	2918	9901881	758820	Poalo
26	2880	9898414	759957	Poalo
27	2896	9901481	759286	Poalo
28	2922	9901754	759387	Poalo
29	2918	9902251	759085	Poalo
30	2894	9901979	759594	Poalo
31	2884	9899554	760232	Once De Noviembre
32	2891	9899558	760046	Once De Noviembre
33	2897	9900564	759757	Once De Noviembre
34	2929	9909161	767620	Jose Guango B
35	2930	9909184	767641	Jose Guango B

FUENTE: Secretaría del Agua (2014).

GRÁFICO N° 11: MAPA 1, UBICACIÓN DE LOS 35 POZOS LOCALIZADOS EN EL CANTÓN LATACUNGA UTILIZANDO EL SOFTWARE ARCGIS.

2.3.1.4. Ubicación de los 14 pozos en el software ArcGIS

A continuación se obtiene el Mapa 2 y para ello se utilizó las coordenadas de la Tabla N° 14. Coordenadas halladas en las concesiones (Archivos Secretaria del Agua), de cada pozo.

TABLA N° 14: COORDENADAS DE LA UBICACIÓN DE LOS POZOS

N° POZO	Coord. UTM (WGS 84)		Parroquia
	Latitud (N)	Longitud (E)	
1	9896106	766328	Matriz
3	9894812	761442	Eloy Alfaro
6	9915394	757539	Toacaso
9	9916590	762448	Pastocalle
12	9915156	767646	Mulalo
14	9916697	763096	Tanicuchi
22	9905636	759125	Poalo
23	9904937	759238	Poalo
27	9901481	759286	Poalo
29	9902251	759085	Poalo
32	9899558	760046	Once De Noviembre
33	9900564	759757	Once De Noviembre
34	9909161	767620	José Guango Bajo
35	9909184	767641	José Guango Bajo

ELABORADO POR: La Autora.

GRÁFICO N° 12: MAPA 2, UBICACIÓN DE LOS 14 POZOS (MUESTRA)

La cartografía ha permitido localizar en forma visual la ubicación de los pozos en el Cantón Latacunga y se observa en los Mapas 1 y 2.

En los Mapas, se observar que el 99,9 % de los pozos se encuentran ubicados en la parte Noroeste del Cantón Latacunga. Aquí se puede hacer una referencia a que los ríos aledaños de la parte Norte, Este y sur, desembocan en y se unen en la parte suroeste al Rio Cutuchi, el más importante del Cantón.

CAPÍTULO III

3.1. CONCLUSIONES

Realizada la investigación en este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

- El número de Pozos de agua subterránea existentes en el cantón Latacunga son aproximadamente 45 constituyendo el total de la población, la población de estudio está constituido por 35 Pozos quienes poseen o cumplen con los criterios de selección como: concesión de caudal a extraer y vigencia de la misma, la muestra son 14 pozos los mismos que se obtuvieron al aplicar la fórmula de tamaño muestral y la selección de la muestra representativa se realizó mediante el criterio de muestreo aleatorio simple.
- De acuerdo a la Tabla N° 16, tenemos que el caudal concesionado a extraer es de **3.641.147** m³/anuales y el Caudal extraído de acuerdo a la investigación de campo en la Muestra representativa es de **1.015.722** m³/anuales que corresponden a solo un 28% de extracción, de un 100% del caudal (Q) concesionado, esto se debe a que los concesionarios están explotando un caudal inferior a lo dispuesto por la Secretaria del Agua sumado a esto 4 pozos no están siendo explotados manteniéndose inactivos.
- Se Puede determinar que de los 14 pozos representativos, los 9 están siendo aprovechados sin exceder el caudal de concesión, mientras que el pozo N° 23 es solo para casos de Emergencia (Incendios), ya que pertenece a una Empresa de Explosivos (Explocen S.A), el pozo N° 14 perteneciente a la Empresa Florícola (Blooming Acres S.A), está excediendo en un 30% el consumo de

- agua, incumpliendo con el caudal concesionado permitido y tenemos 2 pozos que encuentran definitivamente inactivos por falta de recursos económicos ya que para su funcionamiento se debe tener en cuenta los costos de operación y mantenimiento.
- Se elaboró el mapa y se localizó en forma visual la ubicación de los pozos concesionados en el Cantón Latacunga a través del Software ArcGIS versión 10.2.

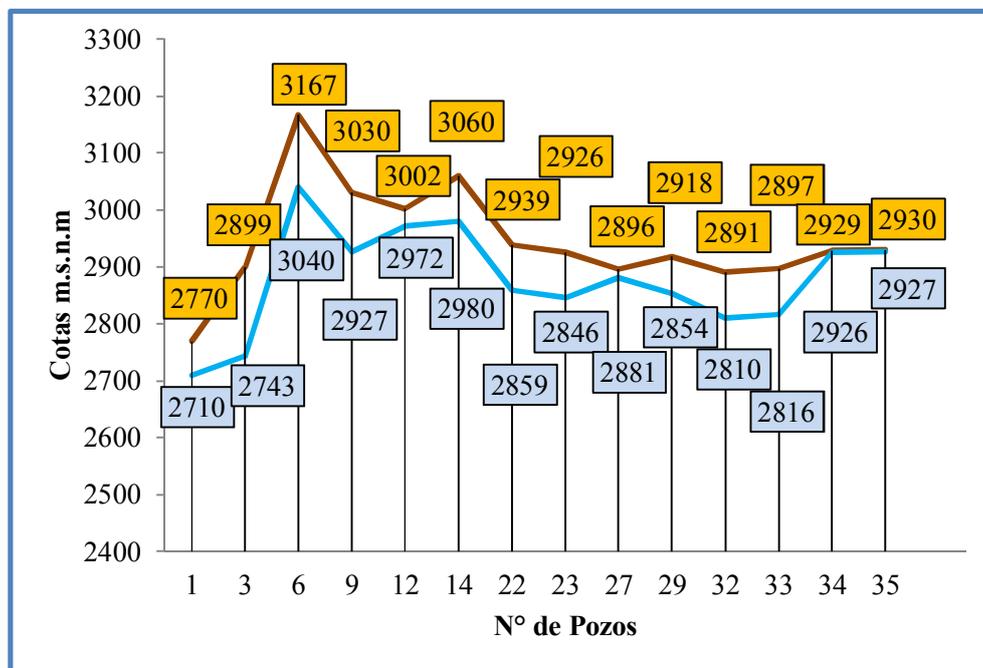
TABLA N° 15: EVALUACIÓN DE POSIBLE DISTRIBUCIÓN DE LOS ACUÍFEROS EN EL CANTÓN LATACUNGA TOMANDO COMO REFERENCIA A LOS 14 POZOS (POBLACIÓN MUESTRAL)

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5
POZO N°	COTA m.s.n.m	Profundidad del Pozo	Cota de Nivel Freático m.s.n.m	Parroquia
1	2770	60	2710	Matriz
3	2899	156	2743	Eloy Alfaro
6	3167	127	3040	Toacaso
9	3030	103	2927	Pastocalle
12	3002	30	2972	Mulalo
14	3060	80	2980	Tanicuchi
22	2939	80	2859	Poalo
23	2926	80	2846	Poalo
27	2896	15	2881	Poalo
29	2918	64	2854	Poalo
32	2891	81	2810	Once De Noviembre
33	2897	81	2816	Once De Noviembre
34	2929	3	2926	José Guango B
35	2930	3	2927	José Guango B

ELABORADO POR: La Autora.

- Y finalmente se evaluó una posible distribución de los acuíferos en el suelo, en la Tabla N° 15 se muestra las cotas m.s.n.m (Columna 2), la profundidad de cada pozo perforado (Columna 3) y Posible cota del nivel freático en el subsuelo para un mejor entendimiento en el Grafico N° 13, se puede observar de manera clara la ubicación de las paralelas.

GRÁFICO N° 13: EVALUACIÓN DE POSIBLE DISTRIBUCIÓN DE LOS ACUÍFEROS EN EL CANTÓN LATACUNGA



ELABORADO POR: **La Autora.**

- Al observar el Gráfico N°13 y Gráfico 12, (Mapa 2) se puede determinar que el acuífero se encuentra a profundidades muy bajas o altas de acuerdo al relieve del suelo, como lo vemos en el pozo N° 6 y el pozo N° 27. También se puede determinar que el acuífero posee una inclinación de Norte a Sur según los picos altos del acuífero y se lo observa en los pozos N° 14 y N° 6, y los

picos bajos del acuífero que se los observa en los pozos N° 1 y N° 3, esta interpretación se la dedujo de acuerdo al análisis del Gráfico N° 13 y del Gráfico Mapa 2.

3.2. RECOMENDACIONES

Los recursos hídricos son muy importantes para toda forma de vida, es por esta razón que es compromiso de todos cuidarla y conservarla, sobre todo tener en cuenta que su aprovechamiento debe ser sustentable.

- La Secretaria del Agua, debe cumplir con lo expuesto en la ley de aguas en lo referente al tiempo de concesión, a los diferentes usos o aprovechamiento del líquido vital.
- La secretaria del agua debe exigir, instalar un caudalimetro a la salida de la tubería de todos los usuarios del agua sin excepción, también se debe realizar un seguimiento al menos cada 6 meses a los todos pozos de agua subterránea para así, poseer datos estadísticos semestrales, sobre la extracción de agua de cada pozo.
- Todos los usuarios del líquido vital concesionado deben, proteger, cuidar y aprovechar de manera sustentable este recurso para evitar contaminarla y desgastarla.
- Se debe realizar estudios minuciosos sobre el desgaste de los acuíferos por parte de la Autoridad Única del Agua y no solamente permitir su extracción y su concesionamiento o adjudicación.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4.1. Libros

- COLLAZO María y MONTAÑO Jorge (2012). “Manual de agua Subterránea”. Ed. 1era. Denad Internacional S.A., Montevideo-Uruguay. P.16-17. ISBN: 978-9974-594-09-8.
- PRIETO, Carlos. (2004). “El agua: sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación”. Ed. 2da. Eco Ediciones, Bogotá-Colombia. P. 1 – 70. ISBN: 958-64-8356-8
- MARTÍNEZ, Alfaro. (2005). “Fundamentos de Hidrogeología”. Ed. 1era. Mundi-Prensa, España. P. 15-25. ISBN: 84-8476-239-4.
- GRASSI, Carlos.(2001). “Riego y Drenaje”,Ed,1era,Don Bosco, Buenos Aires-Argentina. P. 510-550. ISBN: 4053.
- OPS/OMS, (2002).”Pozo perforado- manual de perforación y mantenimiento”, La Paz-Bolivia.
- GONZÁLEZ, Pedro.(2003). “Hidrología General”. Ed,1era, Calpe, Madrid-España. P.4-15. ISBN: 32231233.
- GUERRERO, Manuel (1991). “El Agua”. Ed. 1era, México. P.3. ISBN 968-16-3634-1.
- MESTERS, Gilbert M. (2008). “Introducción a la ingeniería medio ambiental”, Ed.1era, Pearson, España. P. 404-630. ISBN: 978-84-8322-444-1.

- PORTA , Jaime.(2011). “Introducción a la edafología: uso y protección del suelo”. Ed. 2da. Mundi Prensa, España. ISBN: 978-84-8476-405-1.
- VÉLEZ, Victoria. (1999). “Hidráulica de aguas subterráneas”. Ed.2da. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

4.2. TESIS

- ALVEAR Doris y GARCÍA Liliana (2010). “Sistema Alternativo de agua potable para el Cantón Paute con aguas subterráneas”. Tesis de grado presentado en la Universidad de Cuenca, previo a la obtención del título de Ingeniera/as Civil. Cuenca-Ecuador.

4.3. Legislación

- Constitución de la República del Ecuador (2008).
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria Tulas. LIBRO VI. Anexo 1

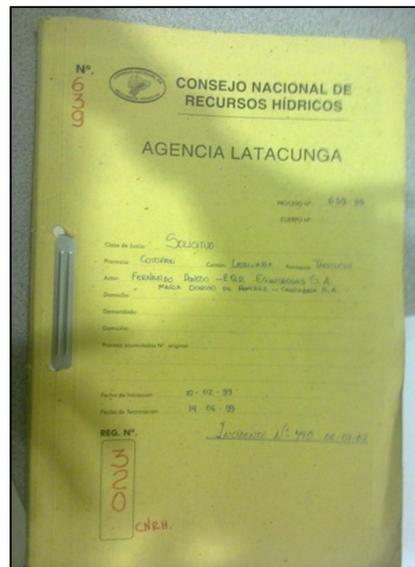
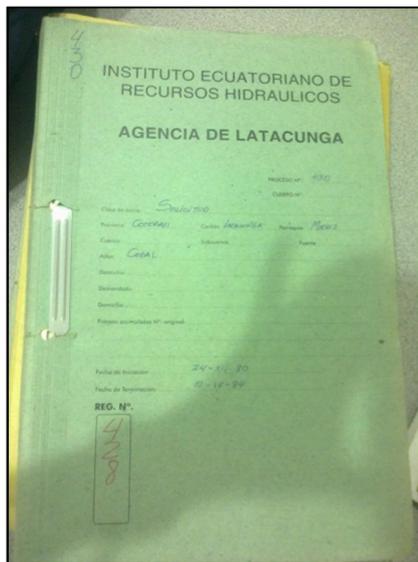
4.5. Páginas Web

- RECURSOS NATURALES. *R* (24 de mayo 2014). (<http://www.jmarcano.com/recursos/agua.html>).
- CICLOS DEL AGUA. (http://pendientedemigracion.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/esc_sub_distribucion_agua.) Recuperado. 24 de mayo del 2014.

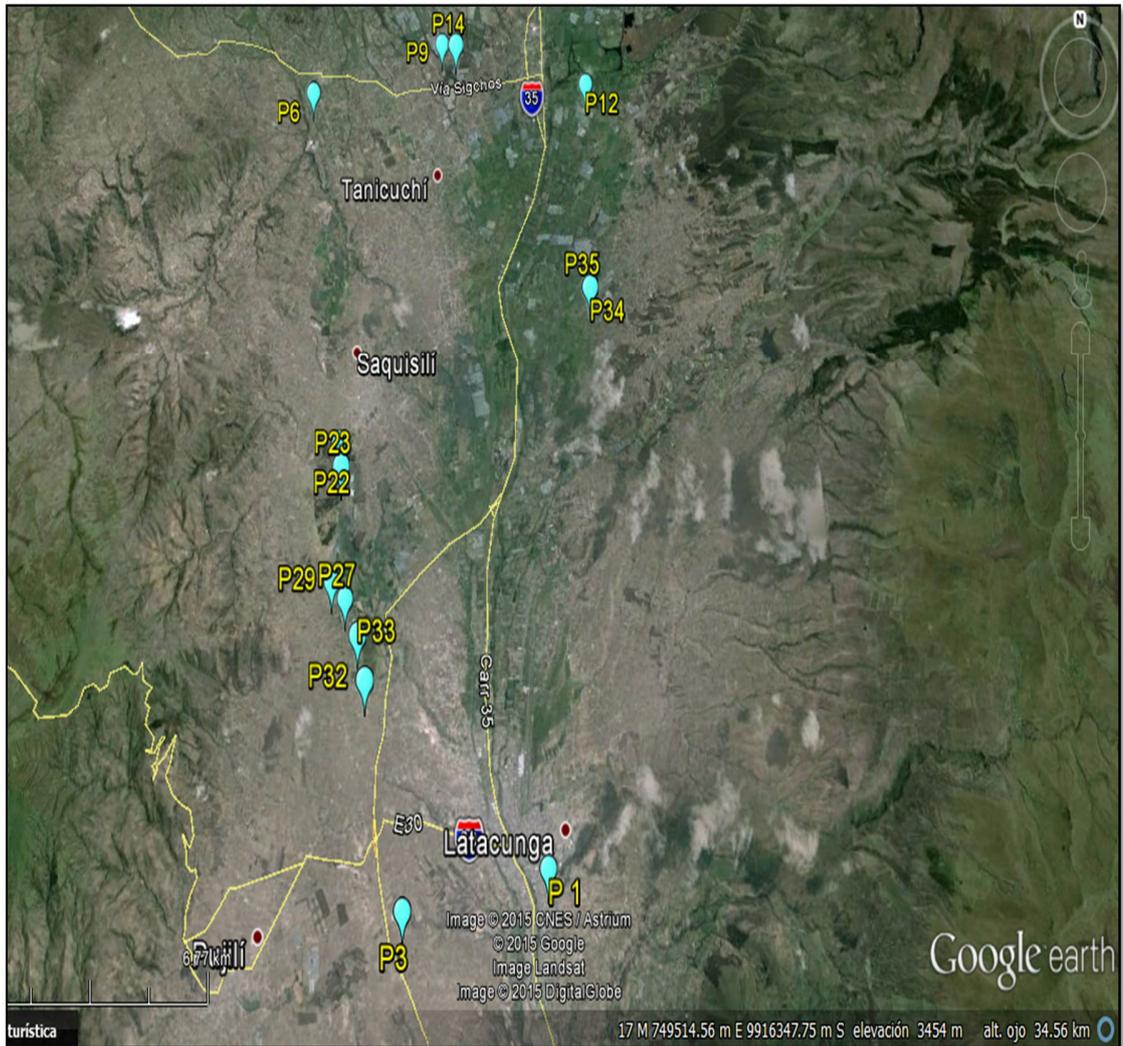
- IMPORTANCIA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.
(<http://www.rac.es/ficheros/doc/00923.pdf>). Recuperado. 27 de mayo 214.
- AGUAS SUBTERRÁNEAS.
(<http://www.astromia.com/tierraluna/aguasubterraneas.htm/>).Recuperado. 5de Junio 2014.
- INFLUENCIA DE LOS POZOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS.
(<http://es.slideshare.net/gidahatari/influencia-de-los-pozos-en-aguas-subterraneas>). Recuperado.10 Junio 2014.
- SECRETARIA DEL AGUA-ECUADOR. (<http://www.ley-aguas-ecuador/ley-aguas-ecuador>). Recuperado. 04 Mayo 2015.
- MANUAL DE PERFORACIÓN MANUAL DE POZOS Y EQUIPAMIENTO CON BOMBAS MANUALES. (<http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/agua/i120-04Perforacion.pdf>). Recuperado, 17 Julio 2014.

5. ANEXOS

Anexo 5.1. ARCHIVOS SECRETARIA DEL AGUA – LATACUNGA



**Anexo 5. 2. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS 14 POZOS EN
GOOGLE EART**



Anexo 5.3. VISITA - POZO 1



Anexo 5.4. VISITA - POZO 6



Anexo 5.5. VISITA - POZO 9



Anexo 5.6. VISITA - POZO 12



Anexo 5.7. VISITA - POZO 14



Anexo 5.8. VISITA - POZO 22



Anexo 5.9. VISITA - POZO 23



Anexo 5.10. VISITA - POZO 27



Anexo 5.11.VISITA - POZO 29





Anexo 5.12. VISITA - POZO 32



Anexo 5.13. VISITA - POZO 33



Anexo 5.14. TANQUE ELEVADO DE POZO 32 Y POZO 33



Anexo 5.15. VISITA - POZO 34

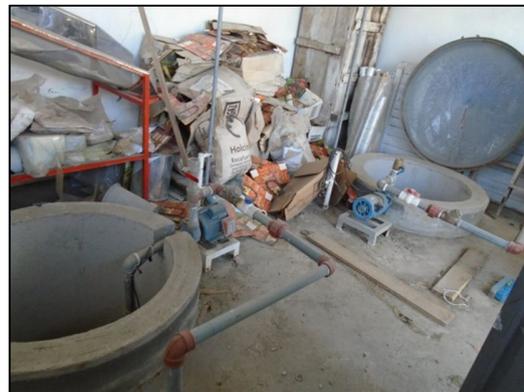




Anexo 5.16. VISITA - POZO 35



Anexo 5.17. POZO 34 Y POZO 35



Anexo 5. 18. BOMBA ESTACIONARIA Y SUMERGIBLE



**Anexo 5. 19. POZOS CONCESIONADOS EN EL CANTÓN LATACUNGA
(POBLACIÓN DE ESTUDIO) SECTOR RURAL**

CAUDAL CONCESIONADO								
Nº POZO	COTA m.s.n.m	Coord. UTM (WGS 84)		Parroquia	Horas De Trabajo	(Q) Caudal L/S	Caudal L/S	Sector
		Latitud (N)	Longitud (E)					
6	3167	9915394	757539	Toacaso	8	7,56	7,56	Agrícola
7	3250	9917933	754819	Toacaso	8	1	1	Turístico
8	3500	9931703	770174	Pastocalle	12	0,26	0,23	Social
							0,03	Industrial
9	3030	9916590	762448	Pastocalle	24	5	0,063	Social
							4,937	Industrial
10	3089	9919165	763068	Pastocalle	10	6,55	5,25	Agrícola
							1,3	Social
11	3020	9918000	765200	Pastocalle	12	30	30	Agrícola
12	3002	9915156	767646	Mulalo	12	5	4,8	Industrial
							0,2	Social
13	2890	9912100	763900	Tanicuchi	12	19,9	0,34	Social
							19,66	Agrícola
14	3060	9916697	763096	Tanicuchi	12	6,28	5,23	Industrial
							1,05	Social
15	2960	9913127	765927	Tanicuchi	20	0,14	0,03	Social
16	2959	9913158	765864	Tanicuchi	20	0,1	0,21	Industrial
17	2920	9912771	765677	Tanicuchi	24	0,46	0,46	Social
18	2929	9912302	765809	Tanicuchi	24	0,03	0,03	Industrial
19	2939	9909811	760766	Guaytacama	12	2	2	Agrícola
20	2906	9906354	767216	Aláquez	12	3,12	0,14	Social
							2,98	Industrial
21	2872	9904346	765117	Aláquez	24	0,06	0,06	Agrícola

**Anexo 5. 20 POZOS CONCESIONADOS EN EL CANTÓN LATACUNGA
(POBLACIÓN DE ESTUDIO) SECTOR RURAL**

CAUDAL CONCESIONADO								
Nº POZO	COTA m.s.n.m	Coord. UTM (WGS 84)		Parroquia	Horas De Trabajo	Total (Q) Caudal L/S	Caudal L/S	Sector
		Latitud (N)	Longitud (E)					
22	2939	9905636	759125	Poalo	8	40	54,75	Industrial
23	2926	9904937	759238	Poalo	24	15	0,25	Social
24	2918	9901881	758820	Poalo	12	36,85	1,57	Social
							35,28	Agrícola
25	2930	9902591	758600	Poalo	12	3,33	3,33	Social
26	2880	9898414	759957	Poalo	24	0,82	0,82	Social
27	2896	9901481	759286	Poalo	10	1,12	1,07	Agrícola
							0,05	Social
28	2922	9901754	759387	Poalo	8	0,61	0,6	Agrícola
							0,01	Social
29	2918	9902251	759085	Poalo	24	36,85	1,57	Social
							35,28	Agrícola
30	2894	9901979	759594	Poalo	24	1,02	0,04	Social
							0,983	Agrícola
31	2884	9899554	760232	Once De Noviembre	24	0,4	0,41	Agrícola
							0,003	Social
32	2891	9899558	760046	Once De Noviembre	12	8,68	8,68	Agrícola
33	2897	9900564	759757	Once De Noviembre	12	8,96	8,96	Social
34	2929	9909161	767620	José Guango B	24	0,29	0,29	Industrial
35	2930	9909184	767641	José Guango B	24	0,29	0,29	Social

**Anexo 5. 21. POZOS CONCESIONADOS EN EL CANTÓN LATACUNGA
(POBLACIÓN DE ESTUDIO) SECTOR URBANO**

CAUDAL CONCESIONADO								
N° POZO	COTA m.s.n.m	Coord. UTM (WGS 84)		Parroquia	Horas De Trabajo	(Q) Caudal L/S	Caudal L/S	Sector
		Latitud (N)	Longitud (E)					
1	2770	9896106	766328	Matriz	24	12,25	0,344	Social
							11,91	Industrial
2	2770	9895523	764518	Eloy Alfaro	24	0,95	0,95	Industrial
3	2899	9894812	761442	Eloy Alfaro	24	15	15	Agrícola
4	2816	9899146	762493	Eloy Alfaro	24	0,56	0,56	Social
5	2780	9899500	765100	Sanbuenaventura	6	5	0,6	Social
							1,25	Industrial