

REPÚBLICA DEL PERÚ  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES  
INTENDENCIA DE RECURSOS HÍDRICOS  
ADMINISTRACIÓN TÉCNICA DEL DISTRITO DE RIEGO JULIACA



# INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA CUENCA DEL RÍO COATA



INFORME TÉCNICO



Juliaca, Diciembre del 2007



**REPÚBLICA DEL PERÚ**  
**MINISTERIO DE AGRICULTURA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES**  
**INTENDENCIA DE RECURSOS HÍDRICOS**  
**ADMINISTRACIÓN TÉCNICA DEL DISTRITO DE RIEGO JULIACA**

**PERSONAL DIRECTIVO**

<b>Dr. Isaac Roberto Ángeles Lazo</b>	<b>Jefe del INRENA</b>
<b>Ing° Enrique Salazar Salazar</b>	<b>Intendente de Recursos Hídricos</b>
<b>Ing° Omar Velásquez Figueroa</b>	<b>Administrador Técnico del Distrito de Riego Juliaca</b>

**PERSONAL EJECUTOR**

<b>Ing° Edwin Zenteno Tupiño</b>	<b>Especialista en Hidrogeología</b>
<b>Ing° Rolando Rubio Flores</b>	<b>Supervisor del Proyecto</b>
<b>Ing° Adalberto Carrasco Elera</b>	<b>Responsable Técnico</b>
<b>Ing. Néstor Suaña Machaca</b>	<b>Técnico de Campo</b>
<b>Ing. Néstor Machaca Cari</b>	<b>Técnico de Campo</b>

# ÍNDICE

## **1.0.0 INTRODUCCIÓN**

1.1 Objetivos

1.2 Ámbito de estudio

## **2.0.0 ESTUDIOS REALIZADOS**

## **3.0.0 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

3.1.0 Ubicación

3.2.0 Vías de comunicación

3.3.0 Demografía

3.4.0 Recursos agropecuarios e industriales

## **4.0.0 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS**

4.1.0 Afloramientos rocosos

4.2.0 Depósitos de Acarreo

4.3.0 Depósitos Fluvioglaciales

4.4.0 Depósitos aluviales

4.5.0 Rocas Intrusivas

## **5.0.0 INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA**

5.1.0 Inventario de fuentes de agua subterránea

5.2.0 Codificación de los pozos

5.3.0 Características de los pozos

5.4.0 Tipos de pozos inventariados

5.5.0 Estado de los pozos inventariados

5.6.0 Usos de los pozos

5.7.0 Explotación del acuífero mediante pozos

5.8.0 Características Técnicas de los Pozos

## **6.0.0 RESERVORIO ACUÍFERO**

6.1.0 La napa freática

## **7.0.0 HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA**

7.1.0 Introducción

7.2.0 Pruebas de bombeo

7.3.0 Parámetros hidráulicos

7.4.0 Radio de influencia

## **8.0.0 HIDROGEOQUÍMICA**

8.1.0 Recolección de muestras de Agua Subterránea

8.2.0 Conductividad Eléctrica

8.3.0 Representación Gráfica

8.4.0 Aptitud de las aguas para el riego

8.5.0 Potabilidad de las aguas

## **9.0.0 FUENTE DE FINANCIAMIENTO Y GASTOS EJECUTADOS**

## **10.0.0 RESUMEN DE RESULTADOS**

## **11.0.0 CONCLUSIONES Y RESULTADOS**

## 1.0.0 INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico en la mayoría de los departamentos del Perú, es muy limitado, tal es el caso del departamento de Puno, que en épocas pasadas tuvo grandes problemas por efectos de la sequía, donde la población específicamente rural, sufre los estragos de la escasez del recurso hídrico. Asimismo debemos indicar que las pocas fuentes que existen no poseen condiciones adecuadas para el consumo humano que es el mas requerido; ante este problema, es necesario recalcar que las aguas subterráneas en este valle, cumplen un rol muy importante, sobre todo en las zonas rurales, donde son utilizadas principalmente para el uso doméstico y pecuario en ese orden; de ahí la importancia de conocer el estado actual de los recursos hídricos almacenados en el acuífero.

En el presente año dentro del Plan operativo 2007, la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA a través de la Administración Técnica del Distrito de Riego Juliaca, ha programado realizar el inventario de fuentes de agua subterránea en la Cuenca del Río Coata.

### 1.1.0 Objetivos

#### 1.1.1 Objetivo General

El estudio tiene como objetivo evaluar el estado actual de los recursos hídricos del subsuelo, cuyo resultado proporcionará información técnica sobre las fuentes de agua subterránea, la explotación actual y, la reserva total de agua almacenada en el acuífero así como también; las posibilidades futuras de su explotación.

#### 1.1.2 Objetivos Específicos

Son los siguientes:

- Identificar las fuentes de agua subterránea y determinar su volumen de explotación.
- Delimitación del acuífero.
- Determinar las zonas de recarga del acuífero
- Zonificar el acuífero de acuerdo a los parámetros hidráulicos.
- Determinar el comportamiento de la napa.
- Determinar la calidad del recurso hídrico subterráneo.
- Delimitar áreas favorables para la perforación de nuevos pozos.
- Calcular la reserva total de agua almacenada en el acuífero.

### 1.2.0 Ámbito del Estudio.

El área de estudio se encuentra enmarcada en la cuenca del Río Coata, departamento de Puno, la cual comprende un área de **5 548.65 km<sup>2</sup>**. Políticamente comprende la provincia de San Román, con los distritos de Cabanillas, Cabana, Juliaca y Caracoto; la provincia de Lampa, con los distritos de Lampa, Santa Lucía y Cabanilla; la provincia de Huancané, con

el distrito de Pusi y finalmente la provincia de Puno, con los distritos de Coata, Capachica y Huata.

Limita por el **norte** con la cuenca del río Ramiz, por el **sur** con la sub cuenca del río Illpa, por el **este** con el Lago Titicaca y por el **oeste** con las sub cuencas de los ríos Lampa y Cabanillas.

La cuenca del Río Coata es el contribuyente principal de la cuenca endorreica del Lago Titicaca. La cuenca del río Coata tiene dos formadores, el Río Lampa y el Cabanillas, con sus respectivos afluentes secundarios.

## 2.0.0 ESTUDIOS REALIZADOS

Mayormente los estudios efectuados en este ámbito son de carácter local o puntual los mismos que a continuación detallamos:

- Estudio Hidrogeológico para el abastecimiento de agua con fines de riego en la zona de Taparache.
- Estudio semidetallado de suelos y zonificación climática de cultivos del Valle de Cabanillas y Pampas de Juliaca.
- Construcción y equipamiento de pozos a tajo abierto con molinos de viento en el departamento de Puno sector de Puca Chupa – Juliaca.
- Rehabilitación y equipamiento de tres pozos tubulares en el Valle de Lampa – Sector Corisuyo – Juliaca
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares. Pozo N° 03 Sector Suchis, departamento de Puno
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares en el departamento de Puno. Pozo N° 04 Sector Corisuyo. Junio 1998.
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares en el departamento de Puno. Pozo N° 05. Sector Corisuyo. Junio 1998.
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares en el departamento de Puno. Pozo N° 06. sector Corisuyo. Junio 1998.
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares en el departamento de Puno Pozo N° 07 Sector Corisuyo. Junio 1998.
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares en el departamento de Puno. Pozo N° 22 Sector Corisuyo. Junio 1998.
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares en el departamento de Puno. Pozo N° 23 Sector Tacamani – Rancho. Juliaca. Junio 1998.
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares en el departamento de Puno. Pozo N° 24 Sector Tacamani. Junio 1998.
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares en el departamento de Puno. Pozo N° 25 Sector Tacamani – Rancho. Juliaca. Junio 1998
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares en el departamento de Puno. Pozo N° 26. Sector Tacamani Tacamani – Rancho. Juliaca Junio 1998
- Rehabilitación y equipamiento de pozos tubulares en el departamento de Puno. Pozo N° 27 Sector Tacamani – Unocolla – Juliaca. Junio 1998
- Rehabilitación y equipamiento de diez pozos tubulares en el Valle de Lampa Sector de Corisuyo – Tacamani – Marno – Orco Huayta – Juliaca Puno.

### 3.0.0 CARACTERÍSTICAS GENERALES

#### 3.1.0 Ubicación

El área de estudio que comprende la cuenca del Río Coata se ubica en la parte sur del Perú en el departamento de Puno a 1288 km. aproximadamente de Lima; se extiende desde los 3819 m.s.n.m. a más de 4030 m.s.n.m.

Por el **norte** limita con la cuenca del río Ramiz, por el **sur** con la sub cuenca del río Illpa, por el **este** con el Lago Titicaca y por el **oeste** con los ríos Cabanillas y Lampa.

Políticamente, pertenece al departamento de Puno, provincias de San Román, Lampa, Puno y parte de la provincia de Huancané.

Geográficamente, el área está comprendida entre las siguientes coordenadas del Sistema Transversal Mercator:

Este : 342,000 m. y 404,000 m.  
Norte : 8'264,000 m. y 8'308,000 m.

#### 3.2.0 Vías de Comunicación

La zona en estudio está compuesto por los sistemas de transporte carretero, ferroviario y aéreo.

El sistema de transporte carretero es el más extenso y uno de los más importantes de la zona debido a su longitud y a la cantidad de vías de comunicación existentes; así tenemos que toda la zona está recorrida por una carretera principal que comunica al Departamento de Puno con la costa peruana. Dicha carretera une las ciudades de Arequipa, Juliaca y Puno siendo totalmente asfaltado, soportando un tránsito muy activo y de unidades diversas, desde ligeras hasta pesadas, tanto nacionales como Internacionales.

Además de esta vía de comunicación, existe otras importantes que comunican los Departamentos de Puno y Cuzco, que partiendo de la ciudad de Juliaca, atraviesa a los poblados de Ayaviri, Sicuani y Urcos. Otra Carretera importante es la de Puno- Desaguadero, comunicando Puno con el vecino país de Bolivia, atravesando los poblados de Ilave, Juli, Pomata y Zepita.

Existen además otras vías secundarias de comunicación terrestre, tales como las de Juliaca – Huancané, Juliaca - Lampa, Cabanillas - Lampa, existiendo diversos caminos carrozables que unen los diferentes poblados de la zona.

Otro sistema de transporte importante, lo constituye la vía férrea, la que sigue un recorrido casi paralelo a la carretera principal antes mencionada, uniendo las mismas ciudades, y por ultimo el otro medio de comunicación importante, lo constituye la vía aérea, mediante la cual se une al Departamento de Puno con la capital y otras ciudades. Dicha

comunicación aérea se lleva a cabo mediante el aeropuerto de la ciudad de Juliaca.

### 3.3.0 Demografía

#### 3.3.1 Población

En el cuadro N° 3.1 se presenta los resultados del XI Censo Nacional de Población efectuada en 1993. En el indicado cuadro se aprecia lo siguiente:

La población total en la Cuenca del Río Coata es de 221,097 habitantes. El 70.49% de la población total, se ubica dentro del área urbana y el 29.51 % en la zona rural; mientras que el 49.51 % es de sexo masculino, y el 50.49% es de sexo femenino.

Por otro lado, la mayor población está conformada por habitantes cuyas edades oscilan entre 15 y 29 años (28.35%). Ver cuadro N° 3.1.

**CUADRO N° 3.1**  
**POBLACIÓN TOTAL SEGÚN SEXO Y TIPO DE POBLACIÓN**  
**CUENCA RÍO COATA- 2007**

Descripción	Población			Urbana			Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Menores de 5 años	28,395	14,476	13,919	19,493	9,945	9,548	8,902	4,531	4,371
De 5 a 14 años	59911	30513	29398	42144	21479	20665	17767	9034	8733
De 15 a 29 años	62690	30550	32140	48273	23994	24279	14417	6556	7861
De 30 a 44 años	37167	18065	19102	28303	14050	14253	8864	4015	4849
De 45 a 64 años	23879	11601	12278	13871	7150	6721	10008	4451	5557
De 65 a más años	9055	4259	4796	3778	1767	2011	5277	2492	2785
<b>TOTAL</b>	<b>221097</b>	<b>109464</b>	<b>111633</b>	<b>155862</b>	<b>78385</b>	<b>77477</b>	<b>65235</b>	<b>31079</b>	<b>34156</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)  
DEL Censo Nacional: IX de Población y X de Vivienda

#### 3.3.2 Población Económicamente Activa

En el cuadro N° 3.2, podemos apreciar que 66,955 habitantes forman parte de la Población Económicamente Activa (PEA) representando el 35.92% de la población total; mientras que la Población Económicamente No Activa (P.E.N.A), está constituida por 119,453 habitantes representando el 64.08% de la población total.

Observamos en el cuadro que la mayor densidad de la Población Económicamente Activa, la conforman los habitantes cuyas edades oscilan entre 15 a 29 años y representando el 37.73%, en ese sentido indicaremos que la mayor densidad de la Población Económicamente No Activa, la conforman los habitantes cuyas edades oscilan entre 6 y 14 años con el 43.38% del total de la

Población Económicamente No Activa. Por otro lado, la P.E.A. en menor proporción; la conforman los habitantes cuyas edades oscilan entre 6 y 14 años con un total de 1,793 habitantes los que representan el 2.68%; mientras que la P.E.N.A. en menor proporción, la conforman los habitantes cuyas edades oscilan entre 65 años a más (4.81% del total de la P.E.N.A).

**CUADRO N° 3.2**  
**POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE 6 A MÁS AÑOS**  
**CUENCA RÍO COATA - 2007**

DESCRIPCIÓN	TOTAL	6-14 años	15-29 años	30-44 años	45-64 años	65 a más
Lampa	10158	2725	3032	1806	1698	897
P.E.A	3337	70	993	1081	907	286
P.E.N.A	6821	2655	2039	725	791	611
Cabanilla	4575	1366	1330	706	802	371
P.E.A	707	17	261	220	175	34
P.E.N.A	3868	1349	1069	486	627	337
Santa Lucía	6066	1922	1768	1111	940	325
P.E.A	2054	87	748	623	502	94
P.E.N.A	4012	1835	1020	488	438	231
Cabanillas	4148	1208	1156	725	735	324
P.E.A	1132	27	322	355	312	116
P.E.N.A	3016	1181	834	370	423	208
Cabana	3936	1162	1039	646	689	400
P.E.A	1156	30	339	321	336	130
P.E.N.A	2780	1132	700	325	353	270
Juliacá	128619	36840	46897	27467	13643	3772
P.E.A	48946	1234	19515	18387	8403	1407
P.E.N.A	79673	35606	27382	9080	5240	2365
Caracoto	5816	1657	1676	969	1014	500
P.E.A	2513	66	902	633	637	275
P.E.N.A	3303	1591	774	336	377	225
Pusi	5747	1726	1554	1037	955	475
P.E.A	2330	86	806	699	555	184
P.E.N.A	3417	1640	748	338	400	291
Coata	5200	1673	1391	928	861	347
P.E.A	981	30	310	299	265	77
P.E.N.A	4219	1643	1081	629	596	270
Capachica	9653	2705	2221	1372	2072	1283
P.E.A	3014	58	826	683	906	541
P.E.N.A	6639	2647	1395	689	1166	742
Huata	2490	633	626	400	470	361
P.E.A	785	88	241	192	172	92
P.E.N.A	1705	545	385	208	298	269
<b>Total</b>	<b>186408</b>	<b>53617</b>	<b>62690</b>	<b>37167</b>	<b>23879</b>	<b>9055</b>
<b>P.E.A</b>	<b>66955</b>	<b>1793</b>	<b>25263</b>	<b>23493</b>	<b>13170</b>	<b>3236</b>
<b>P.E.N.A</b>	<b>119453</b>	<b>51824</b>	<b>37427</b>	<b>13674</b>	<b>10709</b>	<b>5819</b>

Resultados definitivos de los Censos Nacional: IX de Población y IV de Vivienda.  
FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática. I.N.E.I..

### 3.4.0 Recursos agropecuarios e industriales

En la cuenca del río Coata, en los distritos que se mencionan se tiene 3,032.60 hectáreas bajo riego, el cual se tiene un ordenamiento en cuanto a los recursos agropecuarios, por lo que se puede definir los cultivos que predominan y que se detallan a continuación en el cuadro N° 3.3.

**CUADRO N° 3.3**  
**INVENTARIO DE CULTIVOS CAMPAÑA AGRÍCOLA**  
**CUENCA COATA - 2007**

Sector de Riego	Cultivos	Área (Ha)		%
		Total	Bajo Riego	
Cabanillas	Habas,papa, avena,alfalfa,trébol, cebada y pastos naturales	10167.42	2398.69	23.59
Lampa	Habas,papa, avena,alfalfa,trébol, cebada y pastos naturales	10339.23	498.11	4.82
Coata	Habas,papa,avena,alfalfa,cebada y pastos naturales	364.04	83.57	22.96
Arapa	Habas,papa,avena,alfalfa,cebada pastos naturales y maiz	531.63	52.23	9.82
<b>Total (Hás)</b>		<b>21402.32</b>	<b>3032.60</b>	<b>100,00</b>

La actividad pecuaria en el ámbito, constituye la principal actividad la cual significa una de las fuentes que mayores ingresos aporta al productor. El predominio de la actividad pecuaria sobre las demás, se manifiesta debido a la existencia de condiciones ecológicas y recursos favorables para su desarrollo.

Las tierras de aptitud para pastos se encuentra en la zona altiplánica de la cuenca Coata, donde la gran mayoría está compuesta de pastos naturales y en ciertas áreas mayormente de manejo empresarial se cuenta con pastos cultivados y forrajes. En estas áreas se desarrolla principalmente el ganado ovino, vacuno y los camélidos sudamericanos (alpaca y llamas).

#### **4.0.0 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFÓLOGICAS**

En todo estudio hidrogeológico es básico tener conocimiento de la estructura geológica de la zona, en relación a la naturaleza de los materiales y a la distribución de las mismas tanto permeables como impermeables.

El presente estudio efectuado a nivel de reconocimiento general, ha tenido como objetivo determinar las características geológicas orientadas a la interpretación de la hidrogeología en la Cuenca del Río Coata.

En la zona en estudio, distritos de Cabanilla y Lampa se viene observando ( 04) unidades hidrogeológicas claramente definidas, estas son:

- Afloramiento Rocosos
  - Formación Calapuja(Q – Ca)
  - Grupo Cabanillas(SDCb)
  - Formación Chagrapi(SD – ch)
  - Formación Lampa(D – La)
  - Grupo Ambo(MA)
  - Grupo Mitu(PM)
  - Grupo Iscay(PIs)
  - Formación Calizas Sipín
  - Formación Areniscas Angostura
  - Formación Calizas Ayabacas
  - Grupo Puno(TPu)
  - Grupo Tacaza(TTa)
  - Grupo Palca(TPa)
  - Formación Casamiento(TBa - ca)
  - Formación Umayo(TBa – u)
  - Formación Taraco (TQ - t)
  - Formación Azángaro(TQ - az)
  
- Depósitos de Acarreo
- Depósitos Fluvioglaciales( Q – fl)
- Depósitos Aluviales (Q- al)
- Rocas Intrusivas

##### **4.1.0 Afloramientos Rocosos**

Esta unidad comprende una serie de grupos y formaciones litológicas de carácter impermeable que contienen y/o encierran a los acuíferos comprendidos en dos valles principales de la Cuenca Coata; río Cabanillas y río Lampa, configurando un paisaje de valles, nevados, cerros con laderas, conos de deyección, pampas.

## **PALEOZOICO**

### **4.1.1 Formación Calapuja(Q - Ca).**

El nombre de esta formación se deriva del pueblo de Calapuja, y que aflora al NO del distrito de Juliaca.

Las arenitas cuarcíferas son los rasgos más llamativos de la parte superior de la secuencia ocurriendo como capas de entre 50 a 100 m. de grosor que tienen forma de lentes a lo largo del rumbo y muestran una estratificación interna de 1 a 1.5 m.. El promedio del tamaño del grano es de 1.0 mm. la estratificación cruzada es poca veces preservada, siendo identificada debido a la concentración de los minerales opacos. En sección delgada se puede ver que las arenitas cuarzosas son la composición predominante, sin embargo también se hallan presentes los fragmentos líticos que son agregados poligranulares de cuarzo con sombras de deformación y material volcánico. Los Granos de cuarzo están bien sorteados y redondeados con alta esferecidad.

La limolitas son generalmente de color verdoso a amarillo claro, con una laminación delgada pobremente desarrollada e intercalada con areniscas, que muestran estructuras de compactación; las estructuras nodulosas son más frecuentes en la parte superior de la secuencia. La edad considerada es del Ordoviciano Inferior – medio.

### **4.1.2 Grupo Cabanillas (SDCb).**

Los afloramientos principales del grupo Cabanillas se localizan a 40Km. Al SO de la ciudad de Juliaca, en los diferentes sectores del distrito de Cabanilla (cuadrángulo de Puno).

Lutitas grises oscuras con manchas de oxidación ferruginosa se encuentran cubiertas en discordancia por arenitas cuarcíferas del Cretaceo. Hacia el Este a lo largo del valle de Cabanillas estas lutitas dan paso a las “cuarcitas Taya Taya “. La cuarcita es de color marrón pálido, micacea, masiva, localmente, pasando a una fina estratificación lajosa, e interestratificada con limolitas lajosas.

Sobre la cuarcita Taya Taya se tiene una potencia considerable de lutitas intercaladas con areniscas. La secuencia consiste de ciclos de 0.5 a 5.0m. de grosor con una alternancia de lutitas y capas de areniscas y arenitas cuarzosas de grano fino a muy fino.

#### 4.1.3 Formación Chagrapi(SD – ch).

La naturaleza muy delgada de la estratificación combinada con una litología lutácea da a las colinas formas redondeadas. Entre las dos prominentes dorsales constituidas por las formaciones Lampa y Calapuja, existe un marcado rasgo negativo formado sobre la formación Chagrapi y que se extiende desde la hacienda Chagrapi al NO hasta la laguna Chacas al SE de Lampa.

El contacto superior con la formación Lampa es un pasaje transicional, y el inferior con la formación Calapuja es en parte fallado. En el área de Lagunas Chacas, la parte inferior de la secuencia, está dominada por lutitas areniscosas nodulares, a menudo con estructuras “cone in cone”, lo que no es común más al NO. El espesor expuesto es de aproximadamente 1100 m.

Litológicamente está compuesta principalmente por capas delgadas, laminadas, de limonita micácea con finas intercalaciones de areniscas limolíticas y rocas fangolíticas. Son comunes los nódulos de limonita de grano muy fino. Las rocas pertenecientes a la formación Chagrapi abarca el límite entre el Siluriano superior y el Devoniano Inferior.

#### 4.1.4 Formación Lampa (D – la).

Esta Formación aflora en algunos sectores del distrito de Lampa, tales como en sector de Pucara y Lenzora. Esta formación según el INGEMMET es considerada litológicamente dentro del marco de la secuencia Bouma de WALKER. Consiste en cinco divisiones de A a E, que ocurren en una secuencia fija.

**BOUMA A:** Usualmente consiste de arenitas con estratificación graduada, sin embargo, en el área de Juliaca, no es muy reconocible. Las areniscas ocurren en capas de entre 12 y 60 cm. de grosor, sus bases son distintas y erosivas y a veces muestran estructuras de compactación. Se compone de areniscas cuarcífera limolítica en la que la moscovita tiene un pronunciado paralelismo con la estratificación.

**BOUMA B:** Esta unidad consiste de areniscas con laminación paralela. En la formación Lampa, la litología es una arenisca limosa con una laminación a escala centimétrica, que forman capas de más de 70 cm. de grosor.

**BOUMA C:** Caracterizada por areniscas con laminación cruzada de ondulas de corriente.

**BOUMA D:** Esta unidad consiste de limo y lodo con una laminación fina paralela, no muy clara en afloramientos frescos.

**BOUMA E:** Esta unidad es política, generalmente ausente en el área de Juliaca.

#### 4.1.5 Grupo Ambo (MA).

Esta formación esta constituida por una secuencia de capas continentales de edad Misisipiana.

Es identificado por la presencia de una unidad basal de arenita cuarcífera que sobresale por su tono blanquecino, formando pequeñas escarpas, no encontrándose tobas.

El contacto subyacente con el Grupo Cabanillas es una discordancia angular, mejor expuesta en la Hacienda Tariachi a 5 Km. del distrito de Juliaca, aproximadamente. Allí se tiene una arenisca cuarcífera gruesa, que descansa con discordancia angular sobre lutitas asignadas a la Formación Chagrapi. El contacto es erosivo, hay canales de erosión hasta de 0.5 m. de ancho, cortan a las lutitas subyacentes, con marcas de corrientes que indican una derivación del SO. Localmente las areniscas son guijarrosas, las capas son de 0.50 m. a 1.50 m. de grosor, a menudo en el tope tienen fragmentos de material carbonoso amorfo. Las unidades carbonosas Superiores a la secuencia, contienen clastos desgarrados limolíticos. El contacto superior con las capas rojas continentales del Grupo Mitu suprayacente es una discordancia paralela.

En el Abra de Lampa se tiene una sección accesible donde muestra una secuencia cíclica de areniscas arcólicas, limolitas y fangolíticas. Las areniscas tienen estratificación cruzada y en la base son erosivas en la unidad fangolítica subyacente, estando presentes clastos desgarrados.

#### 4.1.6 Grupo Mitu (PM).

Constituida por una secuencia de capas rojas permianas.

El Grupo Mitu aflora como una faja estrecha de rumbo NO desde Pucachupa en el SE, hasta el Cerro Huallatane. El afloramiento se repite por fallas de rumbo, especialmente en la sección entre Lampa y el Abra de Lampa.

El contacto con el Grupo Ambo es una discordancia de bajo ángulo, estando suprayacido por el grupo Iscay y en partes discordantemente por la formación Angostura de edad cretácea.

Las capas rojas caracterizan al Grupo Mitu pero a diferencia del área tipo, los conglomerados no son frecuentes. Las litologías más típicas son areniscas arcósicas a subarcósicas de grano fino a medio así como grawacas con tonos predominantes, estando presente un listamiento pálido. Estas rocas ocurren en capas de 30 cm. de grosor con una laminación fina (5mm.) estando intercaladas con limolitas abigarradas rojas a verdes mostrando una fisilidad muy pobre. Las arenitas pueden presentar estructuras de sobrecarga dentro de las unidades de fangolitas subyacentes. La naturaleza laminada de las arenitas y la carencia de algún desarrollo de estratificación cruzada parecería indicar una deposición en una llanura aluvial con condiciones lacustres, ocasionando las fangolitas finamente laminadas. La presencia de un bandeamiento pálido en las arenitas y la naturaleza abigarrada de las fangolitas indican que ha ocurrido la reducción de iones férricos a ferrosos. Esto es debido a un proceso de diagenético secundario en el que hubo percolación de agua estancada a través de la secuencia, usualmente a lo largo de las discontinuidades sedimentarias. Esto es consistente con un ambiente de llanuras de inundación conteniendo lagos estancados.

#### **4.1.7 Grupo Iscay (PIs).**

Este grupo deriva su nombre del Cerro Iscay Pucará, y puede ser designado como el área tipo para este grupo. La mejor sección está en los farallones del lado SO del Cerro Iscay Pucará donde forman el flanco Oeste de un sinclinal abierto con rumbo NO – SE. También son observados pequeños afloramientos delimitados por fallas, en la sección Lampa- Abra de Lampa.

El contacto basal con el Grupo Mitu, es una superficie de erosión ya que los clastos de areniscas abigarradas típicas del Mitu están incluidas en las brechas del grupo Iscay. Al Oeste de Juliaca y cerca de la Hacienda tariachi, las lavas de este grupo descansan directamente sobre el grupo Ambo. El contacto superior es una discordancia erosional cubierta por la formación Arenisca Angostura de edad cretácea.

Este grupo puede ser dividido aproximadamente en dos litologías principales: una secuencia inferior de flujos de

lava que producen un tono pálido y trazas de capamiento espaciado estrechamente, y una unidad superior rosácea que ocasiona tonos más pálidos, intemperiza formando pináculos y trazas de estratificación fina y está cubierta por una vegetación espesa.

La parte basal de la secuencia está expuesta en la hacienda Chañocahua donde brechas y tufitas descansan sobre areniscas del Grupo Mitu. Arenitas arcósicas líticas predominan con granos angulosos de cuarzo y feldespato en una matriz de limonita. Los fragmentos líticos son felsíticos. Las arenitas están intercaladas con brechas volcánicas y arenitas tobáceas con capamiento sobre una escala de 10 a 20cm. la unidad basal está estimada en aproximadamente 50m. de grosor y está cubierta por una secuencia de lavas afaníticas fíricas con plagioclasas, las que en sección delgada muestran la plagioclasa alterada y reemplazada por calcita. La pasta es usualmente hialopilítica devitrificada; una textura traquítica es definida por las plagioclasas después de los clinopiroxenos. Las lavas fueron erupcionadas probablemente como traquiandesitas y andesitas.

#### **4.1.8 Formación Calizas Sipín(K si).**

Esta formación aflora al sur del distrito de Cabana, entre los cerros Sunacachi y Layune, la formación se adelgaza y la Arenisca Angostura suprayacente, cubre con solapadura a esta, descansando directamente encima del grupo Cabanillas.

El afloramiento de la Caliza Sipín está altamente fallado dando un terreno con ondulación de relieve bajo y algunas escarpas peñascosas angosta de caliza. La expresión fotogeológica es heterogénea principalmente con tonos medianos y con áreas pobremente definidas de colores pálidos que consisten principalmente de areniscas finas.

La mayor parte de la formación en el área tipo está pobremente expuesta. Principalmente tiene calizas grises, intemperizando a amarillo y limolitas y fangolitas rojas. También ocurren areniscas calcáreas y areniscas cuarzosas de grano grueso. En la mayor parte de las exposiciones las calizas se hallan débilmente estratificadas y con frecuencia cada capa está brechada en su interior.

Una secuencia de 50 m. aprox. de la formación Calizas Sipín, expuesta en Pacocha a 3 km. al sur de Pirín, está compuesta mayormente de calizas de grano fino, arenáceas, ligeramente dolomíticas, bien estratificadas, y

de color gris amarillento. En esta secuencia también se observa brechas autóctonas recementadas, no clasificadas con clastos irregularmente orientados de 1cm. a 1m. de diámetro, las brechas contienen clastos arenáceos y areniscas de 20 cm. Espesor de grano grueso, color marrón – amarillento que contiene clastos limosos verdes, probablemente de la formación Chagrapi.

La edad asignada a la Caliza Sipín es Jurásico Superior o Cretáceo inferior.

- **Miembro Arenisca Lluçamalla**

Esta arenisca, que probablemente yace en o cerca al tope de la Formación Caliza Sipín, tiene un pequeño afloramiento fallado en Señal Lluçamalla, 6 km. al NO de Pusi. Allí hay cerca de 100m. de arenisca cuarzosa blanca, ligeramente micácea y con estratificación cruzada. Algunas capas contienen clastos de cuarcitas dispersas redondeadas de 1cm. de diámetro.

## **MESOZOICO**

### **4.1.9 Formación Arenisca Angostura (K - ag).**

Esta formación aflora al norte de lampa en el Cerro de Murohuanca, en una faja estrecha. También hay numerosos afloramientos de Arenisca Angostura que yacen en discordancia sobre al Grupo Cabanillas en el mismo valle de Cabanillas y donde la formación llega a tener entre 45 y 100m. de grosor. Las areniscas son cuarzosas de grano medio, a grueso, ligeramente ferruginosas, de color ocre a marrón-rojizo generalmente bien cementadas, siendo localmente sacaroideas. Capas de conglomerados hasta de 4m. de grosor ocurren particularmente alrededor de al hacienda Huertas. Contienen guijarros redondeados a bien redondeados hasta 10cm. de diámetro de cuarzo y cuarcita con menores cantidades de chert.

En la hacienda Taya Taya las capas basales de la Arenisca Angostura están pobremente sorteada engrosando hacia arriba a conglomerados con clastos angulares, tabulares y formas discoidales del Grupo Cabanillas hasta de 10 cm. en una matriz areniscosa-limolítica de color marrón-rojizo.

A esta formación se le asigna una edad probable Neocomiano a Albiano y estratigráficamente está sobre las

Calizas Sipín y debajo de las Calizas Ayabacas de edad Cenomaniana.

#### **4.1.10 Formación Calizas Ayavacas (K - ay).**

Esta formación aflora al Norte de Lampa y al NE del distrito de Juliaca, del mismo modo al SO de Cabanillas y en la hacienda Taya Taya, donde la formación parece descansar concordantemente sobre una secuencia delgada de transición sobre la formación Arenisca Angostura.

La formación consiste de una matriz fangolítica roja isótropa alrededor de bloques y escamas de caliza fallados y plegados, complejamente. Este ensamblaje caótico le da a la formación un rasgo fotogeológico altamente distinguible, por los bloques de caliza relativamente resistente con orientación irregular de tono pálido rodeados por fangolitas de tono oscuro.

Su potencia total es estimada entre 200 y 300m. y se le asigna una edad Cenomaniana.

### **CENOZOICO**

#### **4.1.11 Grupo Puno (TPu).**

- **Grupo Puno Indiviso**

El Grupo Puno está constituido por una gruesa acumulación de sedimentos arcóscicos de facies continental rojizos, mal clasificados, los cuales se acumularon en cuencas de subsidencia rápidas durante el Cretáceo Superior y el Terciario.

El grupo consiste de areniscas con conglomerados comunes, limolitas subordinadas, calizas y horizontes de tufos.

Las areniscas son en todo lugar feldespáticas, se le puede clasificar principalmente como arcosas, algunas como subarcosas y pocas como wackas feldespáticas. Son generalmente de color rosado a marrón rojizo, bien clasificadas, masivas a bien estratificadas y de tamaño de grano muy variable. Los granos de cuarzo son típicamente monocristalinos angular a subredondeados.

Los granos consisten de feldespato potásico y plagioclasa, se hallan parcialmente alterados a sericita

o minerales de arcilla. Los minerales accesorios presentes incluyen horoblenda angular a subangular, biotita, muscovita, clinopiroxeno, zircón redondeado a subredondeado, turmalina verde azulada, subredondeada a subangular y minerales opacos que están localmente ubicados de láminas delgadas. Las areniscas generalmente tienen baja porosidad y los espacios intergranulares están ocupados por una matriz de grano fino consistente de minerales de arcilla, cuarzo secundario, alcita, o clorita, los fragmentos líticos son comunes, las litologías representadas son iguales a las encontradas en los conglomerados.

Los conglomerados del Grupo Puno contienen una variedad de clastos, los cuales incluyen calizas grises, cuarcitas y areniscas rojas, limolitas, venas de cuarzo, dioritas, microdioritas, cherts, jaspes y una selección de volcánicos andesíticos basálticos.

El Grupo Puno puede ser convenientemente subdividido en tres facies de extensión regional una facies conglomerádica que comprende conglomerados masivos con pocas areniscas interestratificadas y una facies Mixta, arenisca – conglomerado, que consiste de areniscas con intercalación de conglomerados; y una facies constituida por areniscas y limolitas con poca o ninguna interestratificación de conglomerados. Estas tres facies son completamente gradacionales.

#### **4.1.12 Grupo Tacaza (TTa)**

Estos aglomerados volcanoclasticos y lavas se encuentran expuestas en la parte NO y SO de la provincia de Lampa, en el sector de Cantería.

Regionalmente es un grupo diverso con rocas volcánicas andesíticas teniendo en gran parte hasta un 50% de sedimentos terrestres. Las lavas son de olivino y/o augita porfirítica y se caracterizan por la presencia de minerales de cobre diseminado, principalmente malaquita, en las juntas, superficies de fracturas y rellenando amígdalas. El espesor total aproximado en Juliaca es de 250m.

Las rocas volcánicas muestran laderas escarpadas con tonos medios y estratificación delgada. Normalmente es muy difícil distinguir lavas de rocas piroclásticas gruesas, aunque usualmente los tufos lapilíticos muestran tonos pálidos sin trazas de estratificación. Las zonas de alteración que son comúnmente silicificadas o piritizadas

se muestran a menudo como zonas irregulares de tonos pálidos, aéreas con piroclásticos casi horizontales y flujos de lava de gran extensión, están generalmente bien definidas. Los sedimentos muestran generalmente elevaciones con pendientes más suaves con tonos relativamente pálidos y trazas de estratificación localmente bien definidas.

#### **4.1.13 Grupo Palca(TPa).**

Este Grupo se ubica al NO de Cabanillas, entre los cerros Concorane, Antarane y Quimsacana; mientras que al SO de Lampa entre los cerros de Pucara y Ayllani.

Este grupo está constituido por Tobas soldadas, Tobas Vitroclásticas, Tobas Estratificadas e Intercalaciones Sedimentarias.

- **Tobas Soldadas**

El color varía típicamente de marrón amarillento a marrón grisáceo y la apariencia es distintivamente vidriosa, con un buen desarrollo de laminación.

Pueden existir juntas columnares y los fragmentos líticos angulares de los materiales volcánicos pueden constituir hasta un 7% del volumen total, los bloques(fragmentos que exceden de 65 mm. de diámetro)son raros.

La devitrificación se halla presente en las tobas soldadas y puede manifestarse en la forma de esferulitas o como un mosaico félsico de grano fino criptocristalino, que de acuerdo a los estudios hechos es un intercrecimiento de feldespatos y cristobalita.

- **Tobas Vitroclásticas (No soldadas)**

Las tobas son generalmente rosado grisáceo a rosado amarillento y pueden ser friables o consolidados (endurecidas). En los afloramientos estas facies están caracterizadas por una estratificación hasta de 30 m. de espesor, erosionando en cavidades que a menudo exceden los 15 cm. de diámetro. Los fragmentos líticos son usualmente de andesita vítrica – afídica cuyos diámetros son hasta de 10 cm. En sección delgada se observa trizas de vidrio, no deformadas en forma de Y en una matriz de ceniza en la que pueden ocupar hasta un 25% del volumen total, los

fragmentos de cristales de sanidina, cuarzo con inclusiones fluidas, plagioclasas y biotita.

- **Tobas estratificadas**

Estas facies han sido bien diferenciadas en base a la presencia de estratificación de 4 a 10cm. mostrando gradación normal conteniendo además lapillos líticos que decrecen en tamaño hacia la parte superior, a través de capas individuales.

La distribución de estas facies está limitada al SO de la provincia de Lampa, en los cerros Pucara y Ayllani.

El tope de cada unidad está compuesto de láminas finas de ceniza. En sección delgada se observa partículas del tamaño de ceniza con algunas pumitas aplanadas.

- **Intercalaciones Sedimentarias**

El contacto con el grupo Tacaza es una discordancia angular, pasando lateralmente a las facies de toba vitroclástica del Grupo Palca.

#### **4.1.14 Grupo Barroso(TBa)**

La formación consiste en una serie erosionada de andesitas y traquitas, provenientes de conos volcánicos por glaciación pre-pleistocénica donde las tobas dominan sobre las lavas.

- **Formación Casamiento(TBa – ca)**

Esta formación aflora en el cerro Maluchane al Sur Este del distrito de Cabana.

- **Formación Umayo(TBa – u)**

La formación Umayo consiste de una serie de flujos de lava extensos con un grosor total de no más de 50m.

Las lavas Umayo son típicamente grises de grano muy fino, localmente vesiculares, pueden ser afáníticas contienen pequeños fenocristales de olivino y/o hornoblendas y/o plagioclasas, con una masa de grano fino traquiandesítica. Rasgos distintivos de algunos de los flujos son las juntas frescas y láminas subhorizontales.

#### **4.1.15 Formación Taraco (TQ - t)**

Esta formación aflora al SO de Lampa.

Su Base está en discordancia erosional sobre las formaciones infrayacentes y el contacto superior es una superficie de peneplanización en la cual están depositadas morrenas glaciares. No se ha podido determinar su espesor de la unidad porque no se ha visto una sucesión completa, sin embargo ocurre como una capa delgada estimándose en 100 – 150m. su potencia.

Litológicamente es un conglomerado típico de bloques, friable en el cual hay bloques redondeados de litología volcánica, algunos con diámetros mayores a 40cm. en una matriz de cantos guijarrosa y de arenisca fangosa.

La naturaleza litológica de la formación Taraco, indica un origen de abanico fluvial. La formación Taraco es anterior a los depósitos glaciares pliocénicos, por lo que se considera una edad plio-pleistocena.

#### **4.1.16 Formación Azángaro (TQ - az).**

La formación aflora en muchos lugares del altiplano. En Juliaca a lo largo del valle de Cabanillas, siendo los mas comunes las gravas y areniscas. En la localidad de Cabanillas se compone de capas de limo de 0.5 a 0.9m. de espesor, intercaladas con gravas arenosas que contienen guijarros subangulares a angulares en capas de 0.8 a 1.3m. de espesor.

El ambiente de deposición para la formación Azángaro, fue principalmente lacustrino, con márgenes fluviales correspondientes, teniendo su fuerza de entrada en los valles actuales de Cabanillas e Ilave.

### **4.2.0 Depósitos de Acarreo.**

#### **4.2.1 Morrenas (Q – m)**

Morrenas glaciares pleistócenicas compuestas de Hill sin estratificación son comunes en áreas con una altitud aproximada de 4,500.00 m.s.n.m. y en valles glaciares que parecen haberse extendido.

Las morrenas laterales se distribuyen ampliamente en áreas de tierras firmes donde forman crestas rectas o arqueadas, hasta de varios kilómetros de largo medidos en

los lados de los valles glaciales profundizados e interfluvios, encontrándose a través de la cordillera.

Las morrenas las encontramos al SO del distrito de Lampa entre los cerros: Chilapata, Chojchaña y Airampune, de igual forma aflora al Oeste y NO del distrito de Cabanilla entre los cerros: Marini Orco, Quisquilla y Ajillo.

#### **4.3.0 Depósitos Fluvioglaciales (Q –fl)**

Estas gravas se observa al NO de la provincia de Lampa. Los depósitos fluvioglaciales consisten en gran parte de derrubios estratificados, compuestos de gravas y arenas depositada por agua de derretimiento, forman llanuras de depósitos glaciales a altitudes bajo las cuales, han sido alcanzados por el hielo glacial.

Los depósitos fluvioglaciales se caracterizan por presentar abanicos con superficies relativamente identificables en fotografías aéreas. Mitológicamente están dominados por una estratificación pobre, moderadamente bien clasificados , con gravas gruesas y algunas arenas.

#### **4.4.0 Depósitos Aluviales (Q – al).**

En los valles, depresiones y llanuras, se observan depósitos aluviales, presentándose esparcidas sobre el altiplano cerrando al Lago Titicaca. Comprenden arcillas y limos, arenas y gravas no consolidados depositadas por la corriente de ríos, flujos de agua y corrientes laminares todas incluyen sedimentos fluviales y coluviales. En los valles principales, los sedimentos coluviales y los depósitos fluviales jóvenes como los más antiguos, pueden distinguirse perfectamente; pero en los valles pequeños y de áreas con tierras levantadas, son generalmente indiferenciables.

Las llanuras aluviales del altiplano consisten predominantemente de arenas bien clasificadas derivadas en parte del retrabajamiento de depósitos lacustrinos antiguos. En las áreas de tierra alta muchos de estos materiales aluviales han sido derivados del retrabajamiento de detritos glaciares de morrena y de fluvioglaciares de bloques de grava inconsolidados y de gravas de canto que han rellenado muchos de los valles.

Los depósitos aluviales conformados por materiales de gravas y arenas son buenos acuíferos en los cuales es necesario diferenciarlos con investigaciones geofísicas.

#### **4.5.0 Rocas Intrusivas**

Las rocas intrusivas representan al límite del acuífero, en consecuencia representan al basamento impermeable observándose afloramientos muy dispersos. Las más representativas son las siguientes:

- Intrusitos Porfiroides (T – po).- Incluye un grupo variado de rocas porfiríticas, de grano fino cuya composición alcanza el rango de diorita a monzogranita. Este tipo de roca lo encontramos al NO de Lampa en el sector de Marno.
- Granodioritas (T – gdi).- Este grupo aflora en el sector de Lenzora distrito de Lampa (cuadrángulo de Juliaca), formando una cadena de plutones, los cuales son paralelos a la faja de sobrecurrimiento del Mioceno.

## 5.0.0 INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA

El objetivo del inventario es determinar la cantidad y situación actual de los pozos, cuyo resultado permitirá conocer la situación física y técnica de éstos, así como también; cuantificar la masa de agua explotada del acuífero.

Dentro del área de estudio existe sólo una clase de fuente de agua subterránea; que corresponde a los afloramientos de agua de origen artificial, identificados por los pozos.

### 5.1.0 Inventario de Pozos

El inventario de pozos se inició el 16 de Julio del presente año, para ello se cuenta con dos técnicos de campo, cuyo objetivo es la recopilación de información a través de una ficha Técnica de campo.

El trabajo consiste en efectuar medidas de niveles de agua utilizando instrumentos electrónicos y mecánicos: GPS, sondas (eléctrica y de profundidad) y asimismo, recoger información de cada pozo inventariado (de acuerdo a una ficha de campo establecida) para posteriormente procesarlas en los cuadros de características Técnicas y volúmenes de explotación y ubicarlos en los planos catastrales a escala 1/5,000 y 1/25,000.

En el ámbito de estudio (Distritos de Cabanilla, Lampa - Provincia de Lampa; Juliaca, Cabana y Caracoto distritos de la provincia de San Román), se han inventariado un total de 2,010 pozos. En el cuadro N° 5.1, se muestra el número de pozos por distrito político.

**CUADRO N° 5.1  
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS POR DISTRITO POLÍTICO  
CUENCA DEL RIO COATA -2007**

Distrito	Cantidad de Pozos	%
Lampa	661	32.89
Cabanilla	749	37.26
Juliaca	400	19.90
Cabana	146	7.26
Caracoto	54	2.69
Total	2,010	100.00

La ubicación de los pozos pueden ser observados en el cuadro N° 5.1, mientras que las características técnicas y las medidas efectuadas en los pozos; se muestran en el Anexo I: Características Técnicas, Mediciones y Volúmenes de Explotación de Pozos.

### 5.2.0 Codificación de los Pozos

Para la identificación de los pozos inventariados se emplea la clave respectiva, la misma que está conformado por cuatro (04) números, los tres

primeros (1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup> y 3<sup>ro</sup>) constituyen los códigos del departamento, provincia y distrito respectivamente, mientras que el 4<sup>to</sup>, es el que se le asigna al pozo de acuerdo a un orden correlativo.

La base de los códigos de los pozos en el área de estudio se muestra en el cuadro N° 5.2.

**CUADRO N° 5.2  
CÓDIGOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS POZOS  
CUENCA DEL RIO COATA- 2007**

DISTRITO	CÓDIGO
Lampa	21/07/01
Cabanilla	21/07/02
Juliaca	21/11/01
Cabana	21/11/02
Caracoto	21/11/04

Así por ejemplo, la clave del pozo 130 del distrito de Cabanilla, es el pozo N° IRHS 21/07/02 - 130, en donde las siglas IRH significan Inventario de Recursos Hídricos Subterráneos, el código 21 representa al departamento de Puno, el 07 a la provincia de Lampa, el 02 al distrito de Cabanilla y el cuarto código – 130, al número del pozo inventariado.

### 5.3.0 Características de los Pozos

En el inventario de pozos realizado se ha determinado sus características generales los mismos que se pueden apreciar en el Anexo N° I: Características Técnicas, Mediciones y Volúmenes de Explotación de Pozos.

Entre los pozos inventariados destacan principalmente los pozos a tajo abierto, que sirven para el consumo humano y al mismo tiempo para uso pecuario.

### 5.4.0 Tipo de Pozos Inventariados

El inventario de pozos efectuado en el área de estudio, ha registrado un total de 2,010 pozos, de los cuales 1,913 pozos son a tajo abierto, representando el 95.17%, 82 pozos tubulares que representan el 4.08% y finalmente 15 pozos mixtos con el 0.75% del total de pozos. El resultado del inventario se muestra en el cuadro N° 5.3

**CUADRO N° 5.3  
DISTRIBUCIÓN GENERAL DE POZOS POR SU TIPO  
CUENCA DEL RIO COATA- 2007**

Tipo de Pozo	N°	%
Tubular	82	4.08
Tajo Abierto	1913	95.17
Mixto	15	0.75
Total	2,010	100.00

#### 5.4.1 Pozos Tubulares

En el área de estudio se ha registrado 82 pozos tubulares. Así tenemos que en el distrito de Lampa se ha inventariado 70 pozos, representando el 3.75% del total de pozos; mientras que en el distrito de Cabanilla se ha registrado 01 pozo de este tipo representando el 0.05% del total de pozos inventariados y finalmente en el distrito de Juliaca se ha inventariado 11 pozos los que representan el 0.55% del total de pozos. Ver cuadro N° 5.4

#### 5.4.2 Pozos a Tajo Abierto

Estos pozos son los más utilizados en la zona, registrándose 1,913 pozos que representan el 95.17 % del total de pozos inventariado en los distritos de Lampa, Cabanilla, Juliaca, Cabana y Caracoto. Así tenemos que en el distrito de Lampa se ha registrado 576 pozos, que representan el 28.66%, en el distrito de Cabanilla, se ha inventariado 748 pozos, representando el 37.21%, en el distrito de Juliaca se ha registrado 389 pozos que representan el 19.35%, en el distrito de Cabana se ha registrado 146 pozos, representando el 7.26% y finalmente en el distrito de Caracoto se ha inventariado 54 pozos los que representan el 2.69% del total de pozos registrados. Ver cuadro N° 5.4.

#### 5.4.3 Pozos Mixtos

En el área investigada solo se ha registrado 15 pozos de este tipo en el distrito de Lampa y que representan el 0.75% del total de pozos inventariados. Ver cuadro N° 5.4

**CUADRO N° 5.4**  
**DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS SEGÚN SU TIPO**  
**CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Tubular		Tajo Abierto		Mixto		Total Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Lampa	70	3.48	576	28.66	15	0.75	661	32.89
Cabanilla	01	0.05	748	37.21	0	0.00	749	37.26
Juliaca	11	0.55	389	19.35	0	0.00	400	19.90
Cabana	0	0.00	146	7.26	0	0.00	146	7.26
Caracoto	0	0.00	54	2.69	0	0.00	54	2.69
Total	82	4.08	1913	95.17	15	0.75	2010	100.00

#### 5.5.0 Estado de los Pozos Inventariados

Del total de pozos inventariados 2,010(100%) pozos 1,613 se encuentran en estado utilizado (80.25%), 382 utilizables (19.00%) y 15 pozos no utilizables (0.75%) del total de pozos. Ver cuadro N° 5.5.

**CUADRO N° 5.5  
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS SEGÚN SU ESTADO  
CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Utilizado		Utilizable		No Utilizable		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Lampa	496	24.68	159	7.91	06	0.30	661	32.89
Cabanilla	637	31.69	107	5.32	05	0.25	749	37.26
Juliaca	305	15.17	92	4.58	03	0.15	400	19.90
Cabana	126	6.27	19	0.94	01	0.05	146	7.26
Caracoto	49	2.44	05	0.25	00	0.00	54	2.69
<b>Total</b>	<b>1613</b>	<b>80.25</b>	<b>382</b>	<b>19.00</b>	<b>15</b>	<b>0.75</b>	<b>2010</b>	<b>100.00</b>

### 5.5.1 Pozos Utilizados

Son aquellos pozos que durante el inventario se encontraban funcionando (operativos) y cuyas aguas extraídas del acuífero son utilizadas en la agricultura, para uso doméstico, industrial y pecuario. En el área de estudio se ha inventariado 1,613 pozos utilizados, que representan el 80.25% del total de pozos registrados. El cuadro N° 5.6 muestra la distribución de los pozos según su tipo.

**CUADRO N° 5.6  
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZADOS SEGÚN SU TIPO  
CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Tubular		Tajo Abierto		Mixto		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Lampa	48	2.39	436	21.69	12	0.60	496	24.68
Cabanilla	0	0.00	637	31.69	0	0.00	637	31.69
Juliaca	02	0.10	303	15.07	0	0.00	305	15.17
Cabana	0	0.00	126	6.27	0	0.00	126	6.27
Caracoto	0	0.00	49	2.44	0	0.00	49	2.44
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>2.49</b>	<b>1551</b>	<b>77.16</b>	<b>12</b>	<b>0.60</b>	<b>1613</b>	<b>80.25</b>

### 5.5.2 Pozos Utilizables

Son aquellos pozos que se encuentran sin equipo, en perforación, con el equipo de bombeo malogrado y/o en reserva. En este estado se encuentran 382 pozos que representan el 19.00% del total inventariado. Ver cuadro N° 5.7.

**CUADRO N° 5.7  
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZABLES SEGÚN SU TIPO  
CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Tubular		Tajo Abierto		Mixto		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Lampa	19	0.94	137	6.82	03	0.15	159	7.91
Cabanilla	00	0.00	107	5.32	0	0.00	107	5.32
Juliaca	08	0.40	84	4.18	0	0.00	92	4.58
Cabana	00	0.00	19	0.94	0	0.00	19	0.94
Caracoto	00	0.00	5	0.25	0	0.00	5	0.25
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>1.34</b>	<b>352</b>	<b>17.51</b>	<b>03</b>	<b>0.15</b>	<b>382</b>	<b>19.00</b>

### 5.5.3 Pozos No utilizables

Son aquellos que durante el inventario se encuentran secos, derrumbados, enterrados, salinizados, y/o con la tubería desviada, registrándose en este estado 15 pozos (0.75%). Ver cuadro N° 5.8

**CUADRO N° 5.8**  
**DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS NO UTILIZABLES SEGÚN SU TIPO**  
**CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Tubular		Tajo Abierto		Mixto		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Lampa	03	0.15	03	0.15	00	0.00	06	0.30
Cabanilla	01	0.05	04	0.20	00	0.00	05	0.25
Juliaca	01	0.05	02	0.10	00	0.00	03	0.15
Cabana	00	0.00	01	0.05	00	0.00	01	0.05
Caracoto	00	0.00	00	0.00	00	0.00	00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>05</b>	<b>0.25</b>	<b>10</b>	<b>0.50</b>	<b>00</b>	<b>0.00</b>	<b>15</b>	<b>0.75</b>

### 5.5.4 Uso de los Pozos

En la zona de estudio del total de pozos inventariados, se ha registrado 1,613 pozos utilizados, de los cuales 1,315 pozos (65.47%) son utilizados con fines domésticos, 243 pozos (12.09%) para uso pecuario, 01 pozo (0.05%) para uso agrícola y 53 pozos (2.64%) para uso industrial; además podemos mencionar que algunos pozos son utilizados para uso doméstico y pecuario a la vez, pero para nuestros cálculos de volúmenes se ha considerado el que mayor cantidad de agua utiliza. Ver cuadro N° 5.9.

**CUADRO N° 5.9**  
**DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS POR SU USO**  
**CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Usos	N°	%
Doméstico	1316	65.47
Pecuario	243	12.09
Industrial	53	2.64
Agrícola	01	0.05
<b>Total</b>	<b>1613</b>	<b>80.25</b>

## 5.6 Explotación del Acuífero mediante Pozos

- **Según su Uso**

El volumen explotado mediante pozos es principalmente para fines de uso doméstico con 98,958.89 m<sup>3</sup> (67.63%), seguido en importancia por el uso pecuario, con 37,606.38m<sup>3</sup> representando el 25.70% del volumen total. Ver cuadro N° 5.10.

**CUADRO N° 5.10  
VOLUMEN EXPLOTADO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS SEGÚN  
SU USO. CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Explotación por Uso (m <sup>3</sup> /año)				
	Doméstico	Agrícola	Pecuario	Industrial	Total
Lampa	23,587.27	0.00	16,683.30	0.00	40,270.57
Cabanilla	57,096.78	52.14	13,166.67	0.00	70,315.59
Juliaca	13,642.39	0	970.19	9,402.03	24,014.61
Cabana	4,064.51	0	5,059.63	175.07	9,299.21
Caracoto	567.94	0	1,726.59	131.94	2,426.47
<b>Total</b>	<b>98,958.89</b>	<b>52.14</b>	<b>37,606.38</b>	<b>9,709.04</b>	<b>146,326.45</b>

- **Según el Tipo de Pozo**

El volumen total de agua subterránea explotado en la zona de estudio, mediante pozos asciende a 146,326.45m<sup>3</sup> /año, siendo los pozos a tajo abierto los que aportan la mayor cantidad de agua con 142,890.67m<sup>3</sup>/año, que representa el 97.65 %, seguido por los pozos tubulares que aportan un volumen de agua de 2,296.20m<sup>3</sup>/año, representando el 1.57 % y finalmente los pozos mixtos aportan un volumen de 1,139.58 que representa el 0.78 % del volumen total.

**CUADRO N° 5.11  
VOLUMEN EXPLOTADO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS POR TIPO DE  
POZO. CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Volumen Explotado (m <sup>3</sup> /año)			
	Tajo Abierto	Tubular	Mixto	Total
Lampa	36,887.35	2,243.64	1,139.58	40,270.57
Cabanilla	70,315.59	-	-	70,315.59
Juliaca	23,962.05	52.56	-	24,014.61
Cabana	9,299.21	-	-	9,299.21
Caracoto	2,426.47	-	-	2,426.47
<b>Total</b>	<b>142,890.67</b>	<b>2,296.20</b>	<b>1,139.58</b>	<b>146,326.45</b>

## 5.7 Características Técnica de los Pozos

### 5.8.1 Profundidad de los Pozos

La profundidad de los pozos en toda la extensión del valle es variable, dependiendo básicamente de su tipo.

En el área de estudio, las profundidades máximas y mínimas de los pozos son las siguientes:

En los pozos tubulares la profundidad máxima fluctúa entre 33.95m. y 48.00m, mientras que en los tajos abiertos varía de 7.90 a 22.70m. Debe indicarse que en el área de estudio no se ha tomado las profundidades de los pozos mixtos por encontrarse cerrados(con candado). Ver cuadro N° 5.12

Las profundidades mínimas en los pozos tubulares varían de 1.40m a 26.00m, mientras que los pozos a tajo abierto, la profundidad mínima se encuentran entre 0.30m y 1.58m.

**CUADRO N° 5.12  
PROFUNDIDADES ACTUALES MÁXIMAS Y MÍNIMAS SEGÚN  
EL TIPO DE POZO. CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito		Tubular		Tajo Abierto		Mixto	
		Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Lampa	IRHS	508	510	540	69	-	-
	Profundidad (m)	36.66	26.00	11.12	0.30	Cerrado	Cerrado
Cabanilla	IRHS	556	556	491	667	-	-
	Profundidad (m)	48.00	16.53	16.53	0.55	-	-
Juliaca	IRHS	288	284	380	51	-	-
	Profundidad (m)	33.95	1.40	7.77	1.15	-	-
Cabana	IRHS	-	-	141	128	-	-
	Profundidad (m)	-	-	22.70	1.47	-	-
Caracoto	IRHS	-	-	30	23	-	-
	Profundidad (m)	-	-	7.90	1.58	-	-

### 5.8.2 Diámetro de los Pozos

El diámetro de los pozos es variable, así en los tubulares fluctúa entre 0.05 m y 0.38 m (ambos en el distrito de distrito de Lampa). Por otro lado, en los tajos abiertos, el diámetro varía de 0.37m (distrito de Juliaca) a 3.54m (distrito de Cabanilla) y finalmente en los pozos mixtos el diámetro varía de 1.00m a 1.20m( distrito de Lampa).

**CUADRO N° 5.13  
RANGO DE VARIACIÓN DE DIÁMETROS (m) POR TIPO DE POZO.  
CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Tubular		Tajo Abierto		Mixto	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Lampa	0.38	0.05	2.80	0.40	1.20	1.00
Cabanilla	0.10	0.10	3.54	0.45	-	-
Juliaca	-	-	2.10	0.37	-	-
Cabana	-	-	3.50	0.40	-	-
Caracoto	-	-	3.30	0.45	-	-

## **6.0.0 EL RESERVORIO ACUÍFERO**

### **6.1.0 La napa freática**

La napa freática contenida en el acuífero es libre y superficial, siendo su fuente de alimentación las aguas que se infiltran en las partes altas de la zona en estudio (zona húmeda), los canales de irrigación, así como también las que se infiltran a través del lecho de los ríos.

#### **6.1.1 Morfología del techo de la napa freática**

Con la finalidad de efectuar el estudio de la morfología de la superficie piezométrica, determinar la dinámica de la napa y, estudiar las variaciones de las reservas del acuífero, se conformó una red piezométrica en el ámbito (red de observación pre establecida), para lo cual se seleccionó 243 pozos como piezómetros; que están distribuidos uniformemente en todo el área de estudio para posteriormente hacer el respectivo análisis de la morfología del techo de la napa.

#### **6.1.2 Profundidad del techo de la napa**

La profundidad del nivel estático en el área de estudio varía de 0.02m a 20.00m.

Así tenemos que en el distrito de Lampa, el nivel estático fluctúa entre 0.02(C.C. Cantería) y 20.00m(C.C. Pias Huayta); mientras que en el distrito de Cabanilla, el nivel estático fluctúa entre 0.02m(C.C.Lizacia) y 15.11m(C.C. Quimsachata).

En el distrito de Juliaca el nivel estático varía de 0.40m(C.C. Isla) a 5.00m(C.C. Curisuyo); mientras que en el distrito de Cabana el nivel fluctúa entre 0.63m(C.C. Silarani) y 21.74m(C.C. Yapuscachi) y finalmente en el distrito de Caracoto el nivel estático varía de 1.43m a 3.82m(ambos en el mismo sector de C.C. San Antonio de Chujura) .

En el cuadro N° 6.1 y Anexo II. se muestra los resultados de la profundidad de la napa freática en el área de estudio.

**CUADRO N° 6.1**  
**PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA**  
**CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Sector	Nivel Freático (m)
Lampa	C.C. Marno	0.59 – 4.06
	C.C. Moquegache Japo	0.10 – 1.02
	C.C. Tusini	0.93 – 5.70
	C.C. Cantería	0.02 – 5.18
	C.C. Lenzora	0.20 – 4.80
	Asentamiento Juan Velasco Alvarado	0.68 – 1.85
	C.C. Huayllani	0.34 – 3.38
	C.C. Huayta Central	0.22 – 3.53
	C.C. Orcco Huayta	0.62 – 2.58
	C.C. Pias Huayta	0.15 – 20.0
	C.C. Sutura Urinsaya	0.50 – 8.27
	Canchiuro	0.53 – 5.75
	C.C. Ccatacha	0.36 – 8.51
C.C. Chañocahua	0.57 – 3.67	
Cabanilla	C.C. Lizacia	0.02 – 4.16
	Urbano Marginal Cabanilla	1.05 – 1.87
	C.C. Collana	0.25 – 5.75
	C.C. Tancuaña	0.07 – 10.80
	C.C. Quimsachata	0.15 – 15.11
	C.C. Rosario	0.24 – 4.32
	C.C. Cullillaca	0.03 – 2.01
	C.C. Cullillaca Joven	0.12 – 3.74
	C.C. San Juan Cullillaca	0.05 – 7.66
	C.C. Miraflores	0.07 – 8.03
	C.C. Néstor Cáceres V.	0.20 – 4.50
	C.C. Curisuyo	0.45 – 1.47
	C.C. Sacasco	1.43 – 4.75
	C.C. Suicapaya	0.90 – 3.20
C.C. Cocha Quinrray	0.60 – 2.60	
C.C. Villa Florida	1.15 – 1.90	
Juliaca	C.C. Isla	0.40 – 5.00
	C.C. Curisuyo	1.00 – 4.60
	C.C. Rancho	0.98 – 4.80
Cabana	C.C. Collana	1.59 – 1.64
	C.C. Ayagachi	0.93 – 3.30
	C.C. Cuinchaca	0.79 – 12.28
	C.C. Seneguillas	0.93 – 6.00
	C.C. Silarani	0.63 – 5.24
	C.C. Yapuscachi	1.79 – 21.74
Caracoto	Parcialidad Caracoto	2.05 – 3.47
	C.C. San Antonio de Chujura	1.43 – 3.82
	Cercado Caracoto	2.05 – 2.20

## 7.0.0 HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA

### 7.1.0 Introducción

En todo estudio hidrogeológico, la fase de la hidráulica subterránea es muy importante debido a que con su resultado se podrá determinar las características físicas y el funcionamiento del acuífero.

Debemos indicar que dentro de la hidráulica subterránea, uno de sus componentes es la hidrodinámica, la cual estudia el funcionamiento del acuífero y el movimiento del agua en un medio poroso, es decir cuantifica la capacidad de almacenar y transmitir agua.

En este sentido, para determinar las características hidráulicas del acuífero de la cuenca del río Coata, no se ha podido emplear la técnica de evaluación mediante las pruebas de bombeo, metodología empleada para evaluar el acuífero; en condiciones casi naturales.

### 7.2.0 Pruebas de bombeo o acuífero

Consiste en observar los efectos provocados en la superficie freática o piezométrica del acuífero de la cuenca Coata por la extracción de un caudal conocido. Los efectos (abatimientos) son registrados en el pozo de bombeo y en los piezómetros (pozos cercanos a donde se ejecuta la prueba).

En el presente estudio las pruebas de bombeo tienen como objetivo calcular los parámetros hidráulicos como Transmisividad (T), Permeabilidad o conductividad hidráulica (K) y Coeficiente de Almacenamiento (s); cuyo análisis permitirá determinar las condiciones hidráulicas del acuífero.

Debe indicarse que en la cuenca del río Coata, no se ha podido registrar ninguna prueba de bombeo en los diferentes tipos de pozos; porque estos no reúnen las condiciones técnicas mínimas (caudal bajo, falta de equipo, equipo con potencias entre 0.5 a 10 HP y profundidades mínimas) para la ejecución de pruebas de bombeo o de acuífero.

### 7.3.0 Parámetros hidráulicos

Todo acuífero es evaluado por su capacidad de almacenamiento y la aptitud para transmitir agua, siendo por ello importante definir las características hidráulicas, que son determinadas por los parámetros hidráulicos siguientes:

- Transmisividad (T)
- Permeabilidad o Conductividad hidráulica (K)
- Coeficiente de almacenamiento (s)

### 7.4.0 Radio de influencia

Cuando se bombea un pozo, se genera a su alrededor un cono de depresión del nivel del agua, en ese sentido la diferencia entre el nivel estático inicial del agua y su mayor depresión es conocida como **abatimiento**. Por otro

lado; la distancia horizontal desde el pozo hasta el punto donde el abatimiento es cero, se denomina **radio de influencia**.

## 8.0.0 HIDROGEOQUÍMICA

Todo estudio hidrogeológico debe incluir el capítulo de calidad del agua o hidrogeoquímica, cuya ejecución y posterior análisis; permitirá conocer las características químicas actuales del agua almacenada en el acuífero, y la evolución que experimenta con relación a la concentración salina.

En ese sentido, la calidad de las aguas subterráneas depende de varios factores:

- Litología de acuífero y velocidad de circulación.
- Calidad del agua de infiltración y relación con otras aguas o acuíferos.
- Leyes de movimiento de sustancias transportadoras de agua.

### 8.1.0 Recolección de muestras de agua subterránea

Simultáneamente con la ejecución del inventario de pozos se realizó la recolección de 1 978 muestras de agua subterránea, seleccionando 248; los mismos que constituyen la Red Hidrogeoquímica que permitirá monitorear la calidad de las aguas en el área que se está investigando.

Esta red hidrogeoquímica está distribuida de la siguiente manera: 99 en el distrito de Cabanilla, 85 en Lampa, 22 en Juliaca, 30 en Cabana y 12 en el distrito de Caracoto.

La Red conformada para el valle se mostrará en el plano que se está elaborando y los valores de los análisis físico-químicos en el Anexo III: Hidrogeoquímica.

A la totalidad de las muestras recolectadas (1 978) se le determinó “in situ” la conductividad eléctrica del agua (CE), el pH, los sólidos totales disueltos (STD) y la temperatura (°C), posteriormente se seleccionó 28 muestras; las que fueron preservadas adecuadamente y después trasladadas a los laboratorios de La Estación Experimental Illpa de INIA - Puno”, en donde se efectuaron las determinaciones que permitieron evaluar la aptitud del agua para sus diferentes usos. Los análisis microbiológicos, se efectuaron en el Ministerio de Salud de la ciudad de Puno.

### 8.2.0 Resultado de los análisis físico – químicos

En el Anexo III: Hidrogeoquímica, se muestra los cuadros con los análisis físico-químico de las muestras de agua, que se recolectaron en toda el área.

#### 8.2.1 Conductividad eléctrica del agua (CE)

Como resultado del estudio hidrogeoquímico realizado en el área de estudio, la **conductividad eléctrica** del agua fluctúa entre **0,01** y **2,65 mmhos/cm**, valores que corresponden a aguas de baja a alta mineralización, aunque se ha encontrado un valor puntual de 3.26 mmhos/cm que se relacionan con aguas de alta mineralización.

Con los valores de la conductividad eléctrica (CE), se elaborará el plano de Isoconductividad eléctrica del área de estudio.

A continuación se realiza el análisis de la conductividad eléctrica por distritos. Ver cuadro N° 8.1

#### **8.2.1.1 Distrito de Lampa**

En este distrito la conductividad eléctrica de las aguas fluctúa entre 0.05mmhos/cm(C.C. Marno) y 2.08mmhos/cm(C.C. Orcco Huayta), valores que representan a aguas de baja a alta mineralización;

#### **8.2.1.2 Distrito Cabanilla**

En el distrito de Cabanilla la conductividad eléctrica varía de 0.01mmhos/cm(C.C. Collana y C.C. Tancuaña) a 2.56mmhos/cm(C.C. Miraflores), valores que representan a aguas de baja a alta mineralización.

#### **8.2.1.3 Distrito Juliaca**

En el distrito de Juliaca la conductividad eléctrica fluctúa entre 0.10mmhos/cm(C.C. Rancho) y 2.08mmhos/cm(C.C. de Curisuyo), aguas de baja a alta mineralización

#### **8.2.1.4 Distrito Cabana**

La conductividad eléctrica en el distrito de Cabana varía de 0.12mmhos/cm(C.C. Silarani) a 2.65mmhos/cm(C.C. Ayagachi), aguas de baja a alta mineralización

#### **8.2.1.5 Distrito Caracoto**

En el distrito de Caracoto la conductividad eléctrica fluctúa entre 0.34mmhos/cm y 3.26mmhos/cm(C.C. de San Antonio de Chujura) valores que corresponden a aguas de baja a alta mineralización. Ver cuadro.

**CUADRO N° 8.1**  
**CONDUCTIVIDADES ELÉCTRICAS**  
**EN LA CUENCA DEL RÍO COATA - 2007**

Distrito	Sector	C.E (mmhos/cm)
Lampa	C.C. Marno	0.05 – 0.43
	C.C. Moquegache Japo	0.13 – 0.75
	C.C. Tusini	0.12 – 0.65
	C.C. Cantería	0.11 – 1.45
	C.C. Lenzora	0.09 – 1.21
	Asentamiento Juan Velasco Alvarado	0.20 – 0.72
	C.C. Huayllani	0.12 – 0.69
	C.C. Huayta Central	0.10 – 1.31
	C.C. Orcco Huayta	0.10 – 2.08
	C.C. Pias Huayta	0.08 – 1.89
	C.C. Sutura Urinsaya	0.11 – 0.74
	Canchiuro	0.07 – 0.36
	C.C. Ccatacha	0.09 – 0.87
	C.C. Chañocahua	0.10 – 1.34
Cabanilla	C.C. Lizacia	0.07 – 1.59
	Urbano Marginal Cabanilla	0.50 – 1.15
	C.C. Collana	0.01 – 0.16
	C.C. Tancuaña	0.01 – 1.75
	C.C. Quimsachata	0.03 – 2.09
	C.C. Rosario	0.27 – 1.25
	C.C. Cullillaca	0.07 – 0.79
	C.C. Cullillaca Joven	0.10 – 1.53
	C.C. San Juan Cullillaca	0.06 – 2.37
	C.C. Miraflores	0.04 – 2.56
	C.C. Néstor Cáceres V.	0.03 – 1.08
	C.C. Curisuyo	0.08 – 0.13
	C.C. Sacasco	0.06 – 0.18
	C.C. Suapaya	0.16 – 1.22
C.C. Cocha Quinrray	0.15 – 1.51	
C.C. Villa Florida	0.16 – 1.09	
Juliaca	C.C. Isla	0.27 – 1.78
	C.C. Curisuyo	0.22 – 2.08
	C.C. Rancho	0.10 – 1.78
Cabana	C.C. Collana	0.21 – 0.38
	C.C. Ayagachi	0.23 – 2.65
	C.C. Cuinchaca	0.14 – 2.02
	C.C. Seneguillas	0.13 – 0.90
	C.C. Silarani	0.12 – 1.38
	C.C. Yapuscachi	0.27 – 1.24
Caracoto	Parcialidad Caracoto	0.40 – 1.17
	C.C. San Antonio de Chujura	0.34 – 3.26
	Cercado Caracoto	0.88 – 1.58

### 8.2.2 pH

- pH

En el área de estudio el pH fluctúa entre 5.61 a 10.59 valores que representan a aguas altamente ácidas a altamente alcalinas respectivamente.

**CUADRO N° 8.2**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN EL pH**

pH	Clasificación
pH = 7	Neutra
pH < 7	Agua ácida
pH > 7	Agua alcalina

Tomando como referencia el cuadro N° 8.2, y basándose en los resultados de los análisis físico-químicos, las aguas almacenadas en el acuífero según el pH se clasifican de la siguiente manera:

- En el distrito de Lampa el pH varía de 5.70(C.C.Lenzora) a 9.59(C.C. Huayta Central), valores que indican aguas altamente ácidas a altamente alcalinas; mientras que en el distrito de Cabanilla el pH fluctúa entre 5.96(C.C. Collana) y 10.59(C.C. Quimsachata), aguas ligeramente ácidas a altamente alcalinas.
- En el distrito de Juliaca el pH, varía de 6.34 a 8.80(C.C. Curisuyo) valores que representan a aguas ligeramente ácidas a altamente alcalinas; mientras que en el distrito de Cabana el pH, fluctúa entre 6.51(C.C. Ayagachi) y 8.42(C.C. Cuinchaca), aguas ligeramente ácidas a altamente alcalinas y finalmente en el distrito de Caracoto el pH varía de 5.61(Cercado de Caracoto) a 8.17(C.C. San Antonio de Chujura) las que corresponde a aguas altamente ácidas a altamente alcalinas.

### **8.3.0 Representación gráfica**

#### **8.3.1 Diagrama de schoeller**

En la interpretación de los análisis físico-químicos, se utilizan estos diagramas con el propósito de conocer los elementos predominantes tanto de aniones como de cationes.

En el diagrama de Schoeller, se lleva a intervalos regulares sobre ejes divididos según una escala logarítmica, el contenido en mg/l de los principales iones contenidos en el agua. Paralela a las ordenadas, existe en ambos extremos otros ejes logarítmicos, que permiten de inmediato transformar los mg/l de cada elemento representado, en meq/l, también expresa su concentración en forma de compuestos en mg/l, tal como se indicaban antiguamente en los análisis químicos. Los ejes en meq/l también pueden ser utilizados para representar el contenido mineral total del agua. Los puntos que se logran mediante la representación de cada ión, son unidos por una recta, obteniéndose una línea quebrada que será característica para el análisis graficado. La representación de varios análisis permite hacer comparaciones y diferencias de los distintos tipos de agua, permitiendo obtener grupos definidos.

Los resultados de los análisis se muestran en el Anexo III: Hidrogeoquímica.

### **8.3.2 Familias hidrogeoquímicas de las aguas subterráneas**

El análisis de los diagramas tipo Schoeller, ha permitido determinar las familias hidrogeoquímicas que predominan en el área de estudio, cuyo análisis por zonas se realiza a continuación:

#### **8.3.2.1 Distrito de Lampa**

En este distrito predominan las familias: bicarbonatada potásica, bicarbonatada cálcica y la sulfatada potásica.

#### **8.3.2.2 Distrito de Cabanilla**

En el distrito de Cabanilla, predominan las familias: bicarbonatada magnésica y la clorurada cálcica, seguido en importancia por la clorurada magnésica y la sulfatada cálcica.

#### **8.3.2.3 Distrito de Juliaca**

Las familias que predominan en el distrito de Juliaca son la bicarbonatada cálcica y la clorurada cálcica seguida en importancia por la bicarbonatada sódica y la bicarbonatada magnésica.

#### **8.3.2.4 Distrito de Cabana**

En este distrito, destaca la familia sulfatada magnésica observándose en el sector de Parcialidad Ayagachi.

#### **8.3.2.5 Distrito de Caracoto**

Las familias que predominan en el distrito de Caracoto son las bicarbonatada magnésica y la bicarbonatada cálcica, en los sectores del anexo Chafana y C.C. San Antonio de Chujura.

**CUADRO N° 8.3  
FAMILIAS HIDROGEOQUÍMICAS PREDOMINANTES  
EN LA CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

<b>Distrito</b>	<b>Familia Hidrogeoquímica</b>
Lampa	Sulfatada potásica – Bicarbonatada potásica – Bicarbonatada Cálcica
Cabanilla	Bicarbonatada magnésica – Clorurada cálcica
Juliaca	Bicarbonatada cálcica – Bicarbonatada sódica
Cabana	Sulfatada magnésica
Caracoto	Bicarbonatada Magnésica – Bicarbonatada cálcica

#### 8.4.0 Aptitud de las aguas para el riego

La calidad de las aguas subterráneas en el área de estudio y su clasificación con fines de riego han sido analizadas según lo siguiente:

- La conductividad eléctrica.
- La relación de absorción de sodio – RAS con la conductividad eléctrica.
- El boro.

#### 8.4.1 Clases de agua según la conductividad eléctrica

El agua basado en los valores de la conductividad eléctrica (C.E) tiene una clasificación específica, la misma que fue determinada por Wilcox, tal como se aprecia en el cuadro N° 8.4

**CUADRO N° 8.4**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA PARA RIEGO SEGÚN WILCOX**

Calidad de Agua	Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)
Excelente	< 0,25
Buena	0,25 - 0,85
Permisible	0,85 - 2,00
Dudosa	2,00 - 3,00
Inadecuada	> 3,00

A continuación se analiza por distritos la calidad del agua subterránea con fines de riego basado en la conductividad eléctrica.

##### 8.4.1.1 Distrito de Lampa

En esta zona, la conductividad eléctrica fluctúa de 0.058 a 0.919 mmhos/cm; valores que representan aguas de Excelente calidad a permisible. En el cuadro N° 8.5; se muestra la clasificación del agua para riego por sectores.

**CUADRO N° 8.5**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA – DISTRITO LAMPA**

Sectores	Rango de C.E. (mmhos/cm)	Calidad de las Aguas Subterráneas según Wilcox
Marno	0.058	Excelente
Simuro C.C. Cantería	0.125	Excelente
Asentamiento Juan Velasco Alvarado	0.209	Excelente
Churuchama C.C. Central Huayta	0.314	Buena
Q'olpapata Pías Huayta	0.264	Excelente
Ilpa Mayo Pías Huayta	0.160	Excelente
Caserío Pías Huayta	0.138	Excelente
C.C. Sutuca Urinsaya	0.305	Buena
C.C. Chañocahua Joven	0.919	Permisible

##### 8.4.1.2 Distrito de Cabanilla

En este distrito, la conductividad eléctrica fluctúa de 0.053 a 1.509mmhos/cm; valores que representan aguas de excelente

calidad a permisible. En el cuadro N° 8.6; se muestra la clasificación del agua para riego por sectores.

**CUADRO N° 8.6**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA – DISTRITO CABANILLA**

Sectores	Rango de C.E. (mmhos/cm)	Calidad de las Aguas Subterráneas según Wilcox
Patamalo Pata C.C. Lizacía	1.182	Permisible
Illpa Pata Poca Mocco C.C. Collana	0.060	Excelente
Santo Tomás C.C. Tancuaña	0.425	Buena
Coaquirani C.C. Tancuaña	0.053	Excelente
Mollocco C.C. Tancuaña	0.646	Buena
Oscolloni C.C. Quimsachata	0.886	Permisible
Chillhuani C.C. Cullillaca Joven	1.109	Permisible
Chulluni C.C. San Juan Cullillaca	0.400	Buena
Central C.C. Miraflores	0.071	Excelente
Cuatro C.C. Sucasapa	1.509	Permisible

#### 8.4.1.3 Distrito de Juliaca

En el distrito de Juliaca, la conductividad eléctrica fluctúa de 0.389 a 0.927mmhos/cm; valores que representan aguas de buena a permisible calidad. En el cuadro N° 8.7; se muestra la clasificación del agua para riego por sectores.

**CUADRO N° 8.7**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA – DISTRITO JULIACA**

Sectores	Rango de C.E. (mmhos/cm)	Calidad de las Aguas Subterráneas según Wilcox
Antipampilla C.C: Isla	0.818	Permisible
Central C.C. Isla	0.829	Permisible
Moquegache C.C. Curisuyo	0.389	Buena
Cantería C.C. Isla	0.706	Buena
Cantería C.C. Isla	0.927	Permisible
Rancho Pucachupa C.C. Rancho	0.538	Buena

#### 8.4.1.4 Distrito de Cabana

En esta zona, la conductividad eléctrica en el sector de Parcialidad Ayagachi es de 0.292mmhos/cm; valor que representa agua de Buena calidad. En el cuadro N° 8.8; se muestra la clasificación del agua para riego por sector.

**CUADRO N° 8.8**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA – DISTRITO CABANA**

Sector	Rango de C.E. (mmhos/cm)	Calidad de las Aguas Subterráneas según Wilcox
Parcialidad Ayagachi	0.292	Buena

#### 8.4.1.5 Distrito de Caracoto

En el distrito de Caracoto, la conductividad eléctrica fluctúa de 0.868 a 1.525mmhos/cm; valores que representan aguas

permisible calidad. En el cuadro N° 8.9; se muestra la clasificación del agua para riego por sectores.

**CUADRO N° 8.9  
CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA – DISTRITO CARACOTO**

Sectores	Rango de C.E. (mmhos/cm)	Calidad de las Aguas Subterráneas según Wilcox
Anexo Chafana C.C. San Antonio de Chujura	1.525	Permisible
C.C. San Antonio de Chujura	0.868	Permisible

Resumiendo lo anterior, indicaremos que la calidad de las aguas para riego basado en la conductividad eléctrica, mayormente varía de excelente a permisible en los distritos de Lampa y Cabanilla y de buena a permisible en los distritos de Juliaca, Cabana y Caracoto.

En el cuadro N° 8.10 se muestra el resumen de la clasificación de las aguas para riego según Wilcox, obtenidos en la cuenca.

**CUADRO N° 8.10  
CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA CUENCA COATA - 2007**

Distritos	Rango de C.E. (mmhos/cm)	Calidad de las Aguas Subterráneas según Wilcox
Lampa	0.058 – 0.919	Excelente a Permisible
Cabanilla	0.053 – 1.509	Excelente a Permisible
Juliaca	0.389 – 0.927	Buena a Permisible
Cabana	0.292	Buena
Caracoto	0.868 – 1.525	Permisible

#### **8.4.2 Clases de aguas según el RAS y la conductividad eléctrica**

Las aguas almacenadas en el acuífero también han sido clasificadas tomando como referencia la relación de adsorción de sodio (RAS) y la conductividad eléctrica (C.E.), cuyos resultados se describen en los ítems siguientes:

##### **8.4.2.1 Distrito Lampa**

En el distrito de Lampa predominan las aguas tipo C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> que corresponden a aguas de baja salinidad y bajo contenido de sodio y salinidad media y bajo contenido de sodio respectivamente. Ver cuadro N° 8.11

**CUADRO N° 8.11**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN EL RAS Y LA**  
**CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA – DISTRITO LAMPA**

Sectores	Clasificación de las Aguas
Marno	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
Simuro C.C. Cantería	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
Asentamiento Juan Velasco Alvarado	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
Churuchama C.C. Central Huayta	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Q'olpapata Pías Huayta	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Illpa Mayo Pías Huayta	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Caserío Pías Huayta	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
C.C. Sutuca Urinsaya	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>
C.C. Chañocahua Joven	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>

#### 8.4.2.2 Distrito Cabanilla

En el distrito de Cabanilla predominan las aguas tipo C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> que corresponden a aguas de alta salinidad y bajo contenido de sodio, seguido por las aguas tipo C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> que corresponden a aguas con baja salinidad y bajo contenido de sodio y salinidad media y bajo contenido de sodio respectivamente. Ver cuadro N° 8.12

**CUADRO N° 8.12**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN EL RAS Y LA**  
**CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA – DISTRITO CABANILLA**

Sectores	Clasificación de las Aguas
Patamalo Pata C.C. Lizacía	C3S1
Illpa Pata Poca Mocco C.C. Collana	C1S1
Santo Tomás C.C. Tancuaña	C2S1
Coquirani C.C. Tancuaña	C1S1
Mollocco C.C. Tancuaña	C2S1
Oscolloni C.C. Quimsachata	C3S1
Chillhuani C.C. Cullillaca Joven	C3S1
Chulluni C.C. San Juan Cullillaca	C2S1
Central C.C. Miraflores	C1S1
Cuatro C.C. Sucapaya	C3S1

#### 8.4.2.3 Distrito de Juliaca

En el distrito de Juliaca, las aguas que predominan son del tipo C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, que corresponden a aguas de alta salinidad y bajo contenido de sodio y salinidad media y bajo contenido de sodio respectivamente. Ver cuadro 8.13

**CUADRO N° 8.13**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN EL RAS Y LA**  
**CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA – DISTRITO JUJIACA**

Sectores	Clasificación de las Aguas
Antipampilla C.C. Isla	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Central C.C. Isla	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Moquegache C.C. Curisuyo	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Cantería C.C. Isla	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>
Cantería C.C. Isla	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>
Rancho Pucachupa C.C. Rancho	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>

#### 8.4.2.4 Distrito de Cabana

En este distrito, en el sector de Parcialidad Ayagachi el agua que predomina es el tipo  $C_2S_1$ , que corresponden a aguas de salinidad media y bajo contenido de sodio. Ver cuadro 8.14

**CUADRO N° 8.14**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN EL RAS Y LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA – DISTRITO CABANA**

Sector	Clasificación de las Aguas
Parcialidad Ayagachi	$C_2S_1$

#### 8.4.2.5 Distrito de Caracoto

En el distrito de Caracoto, las aguas que predominan son del tipo  $C_3S_1$ , que corresponden a aguas de alta salinidad y bajo contenido de sodio. Ver cuadro 8.15

**CUADRO N° 8.15**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN EL RAS Y LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA – DISTRITO CARACOTO**

Sectores	Clasificación de las Aguas
Anexo Chafana C.C. San Antonio de Chujura	$C_3S_1$
C.C. San Antonio de Chujura	$C_3S_1$

Resumiendo lo anterior indicaremos que las aguas para riego en la mayoría de los distritos que conforman el acuífero, se clasifican como aguas tipo  $C_3S_1$ , que son aguas que se pueden utilizar en la agricultura bajo ciertas condiciones, seguida en importancia por el agua tipo  $C_2S_1$  que son de buena calidad y aptas para la agricultura y finalmente el agua tipo  $C_1S_1$  que son aguas de buena calidad y aptas para el riego.

En el cuadro N° 8.16 se muestra el resumen del tipo de agua para riego que prevalece en la cuenca del río Coata por distritos.

**CUADRO N° 8.16**  
**CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN EL RAS Y LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA. CUENCA RIO COATA**

Distritos	Clasificación de las aguas
Lampa	$C_1S_1 - C_2S_1 - C_3S_1$
Cabanilla	$C_3S_1 - C_2S_1 - C_1S_1$
Juliaca	$C_3S_1 - C_2S_1$
Cabana	$C_2S_1$
Caracoto	$C_3S_1$

#### 8.5.0 Potabilidad de las aguas

La potabilidad de las aguas subterráneas del valle en estudio, se ha analizado bajo dos aspectos:

- Bacteriológico.

- Límites máximos tolerables de potabilidad, establecido por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.). Ver cuadro N° 8.17

**CUADRO N° 8.17**  
**LÍMITES MÁXIMOS TOLERABLES**

Elemento	Límite Máximo Tolerable *
pH	7 - 8.50
Dureza	250 - 500
Ca (mg/l)	75 - 200
Mg (mg/l)	125
Na (mg/l)	250
Cl (mg/l)	250
SO <sub>4</sub> (mg/l)	250

\* Límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud.

### 8.5.1 Bacteriológico

Según las normas bacteriológicas, se establecen aguas de calificación buena, sospechosa y deficiente calidad; donde su interpretación puede ser variable dificultando la adopción inmediata de medidas correctivas.

Se utiliza a los efectos de aplicación de las normas, a las bacterias coliformes como únicos organismos indicadores de contaminación. Si bien se puede con los métodos modernos identificar cualquier otro patógeno, su investigación no es práctica.

Los límites bacteriológicos mínimos se establecen con dos tipos de exámenes:

- Método de las porciones múltiples.
- Método de las membranas filtrantes.

El agua destinada a la bebida y uso doméstico no debe transmitir patógenos. Como el indicador bacteriano más numeroso y específico de la contaminación fecal, tanto de origen humano como animal es la *Escherichia coli*, en las muestras de 100 ml de cualquier agua de bebida no se debe detectar esa bacteria ni organismos coliformes termoresistentes que provienen de aguas residuales, aguas y suelos que han sufrido contaminación fecal, efluentes industriales, materias vegetales y suelos en descomposición.

Para el abastecimiento de agua potable, utilizando aguas subterráneas protegidas de gran calidad, se lleva a cabo una serie de operaciones de tratamiento que reducen los agentes patógenos y demás contaminantes a niveles insignificantes, no perjudiciales para la salud.

Dentro de los microorganismos indicadores de contaminación del agua tenemos a la *Escherichia coli*, a las bacterias termoresistentes y otras bacterias coliformes, los estreptococos fecales y las esporas de clostridia; las cuales se describen a continuación.

- **Escherichia coli**

Pertenece a la familia enterobacteriácea, se desarrolla a 44 °C – 45°C en medios complejos, fermenta la lactosa y el manitol liberando ácido y gas. Algunas cepas pueden desarrollarse a 37°C pero no a 44 – 45°C y algunos no liberan gas.

La Escherichia coli abunda en las heces de origen humano y animal, se halla en las aguas residuales, en los efluentes tratados y en todas las aguas y suelos naturales que han sufrido una contaminación fecal. Este microorganismo puede existir e incluso proliferar en aguas tropicales que no han sido objeto de contaminación fecal de origen humano.

- **Bacterias coliformes termoresistentes**

Comprende el género Escherichia y fermenta la lactosa. Estas bacterias pueden proceder también de aguas orgánicamente enriquecidas, como efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición.

Las concentraciones de coliformes termoresistentes están en relación directa con las Escherichia coli.

- **Organismos coliformes (total de coliformes)**

Los organismos del grupo coliforme son buenos indicadores microbianos de la calidad del agua de bebida, debido a que su detección y recuento en el agua son fáciles.

Se desarrollan en presencia de sales biliares u otros agentes tensoactivos y fermenta la lactosa a 35 – 37°C produciendo ácido, gas y aldehído en un plazo de 24 a 48 horas.

Los organismos coliformes pueden hallarse tanto en las heces como en el medio ambiente (aguas ricas en nutrientes, suelos materias vegetales en descomposición) y también en el agua de bebida con concentraciones de nutrientes relativamente elevadas.

**8.5.1.1 Características biológicas del agua subterránea** La importancia de los análisis microbiológicos radica en la rápida detección de la contaminación. Estos análisis son microscópicos, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Los resultados se expresan en mg/l, así como en unidades de área o de volumen, donde la aparición de 300 unidades o más por ml, puede desarrollar malos olores y gustos.

- En el distrito de Lampa, las doce (12) muestras analizadas, presentan valores de coliformes totales que no se encuentran dentro de los límites permisibles (06 – 1100 NMP/ml); mientras que en relación a los coliformes

fecales, (03) muestras se encuentran dentro del límite máximo permisible, el resto se descarta por presentar cantidades que sobrepasan el rango máximo permisible (04 – 460 NMP/ml).

Las muestras que se encuentran dentro del rango permitido con respecto a los coliformes fecales se encuentran en los sectores: C.C. Marno, C.C. Tusini Grande y C.C. Chañocahua.

- En el distrito de Cabanilla, se han analizado (13) muestras, de las cuales solo (05) muestras se encuentran dentro de los rangos permitidos en cuanto a coliformes totales y fecales.

En relación a los coliformes fecales, (08) muestras se encuentran dentro del límite máximo permisible los cuales se observa en los sectores: Patamalopata C.C. de Lizacía, Chejollani C.C. Tancuaña, Oscolloni C.C. Quimsachata, Chillhuani C.C. Cullillaca Joven, Central C.C. San Juan Cullillaca, Caracara C. C. Miraflores, Central C.C. Miraflores y Chaquemayo C.C. San Juan Cullillaca, el resto se descarta por presentar cantidades que sobrepasan los límites máximos permitidos (15 – 150 NMP/ml) .

- En el distrito de Juliaca de las (09) muestras analizadas solo (01) muestra, se encuentra dentro de los límites máximos permitidos, en relación a los coliformes totales y fecales, las cuales se califican como aguas aptas para consumo humano.

Además (04), muestras presentan valores de coliformes fecales dentro de los límites permisibles y se encuentran en los sectores: Antipampilla C.C. Isla, Central C.C. Isla y Cantería C.C. Isla, las cuales se califican como agua potable, mientras que el resto de muestras sobrepasan los rangos permitidos considerándose como aguas no potables ( 11 – 240 NMP/ml).

- En el distrito de Cabana se han analizado (04) muestras, los cuales se califican como aguas no aptas para consumo humano por presentar valores de coliformes totales de (04 a 150NMP/ml), y sobrepasan los límites máximos permitidos; mientras que en relación a los coliformes fecales (02) muestras se encuentran dentro del límite máximo permisible y se califican como agua potable, observándose en el sector Parcialidad Quinchaca.
- En el distrito de Caracoto se han analizado (02) muestras de las cuales (01) se encuentran dentro de los límites máximos permitidos en cuanto a coliformes totales y fecales, y se ubica en el sector Anexo de Chafana C.C. San

Antonio de Chujura, considerándose como agua potable; mientras que la otra muestra sobrepasa los límites máximos permitidos ( 240 y 1100 NMP/ml), agua no potable.

Resumiendo lo anterior, indicaremos que los resultados de los análisis bacteriológicos ha determinado que en ciertos sectores de los distritos Cabanilla (sectores: Chejollani C.C. Tancuaña, Oscolloni C.C. Tancuaña, Central C.C. San Juan de Cullillaca, Central C. C. Miraflores y Chaquemayo C.C. San Juan Cullillaca.) distrito Juliaca (sector Cantería C.C. Isla) y distrito de Caracoto (sector Anexo Chafana C.C. San Antonio de Chujura), los coliformes totales y fecales presentan valores dentro de los límites permisibles y en consecuencia se califican como aguas potables.

Por otro lado, (33) muestras analizadas presentan valores de coliformes totales que sobrepasan los límites permisibles ( 04 – 1100 NMP/ml) y en relación a los coliformes fecales se observan 22 muestras que presentan valores que sobrepasan los límites máximos permisibles( 4 – 460 NMP/ml), por lo que se califican como aguas no potables.

En general, se recomienda el tratamiento de las aguas antes de ser consumidas, sobre todo los pozos que abastecen a pequeñas poblaciones. Ver cuadro N° 8.18

**CUADRO N° 8.18**  
**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS**  
**AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA COATA - 2007**

Distrito	Sector	IRHS N°	Coliformes Totales (NMP/ml x muestra)	Coliformes Fecales (NMP/ml x muestra)	Agua Potable
Lampa	C.C. Marno	15	06	< 02	<3
	C.C. Ancorín Huaral	22	28	15	<3
	C.C. Tusini Grande	77	09	< 02	<3
	C.C. Lenzora	209	11	04	<3
	C.C. Huayllani	260	43	28	<3
	C.C. Central Huayta	347	93	64	<3
	Cercapata C.C. Orcco Huayta	442	1100	460	<3
	Llinquichupa C.C. Pias Huayta	497	150	93	<3
	C.C. Murohuanca	529	460	210	<3
	C.C. Ccatacha	552	21	14	<3
	C.C. Chañocahua	599	09	< 02	<3
	C.C. Sutuca Anansaya	637	1100	240	<3
Cabanilla	Vallecito C.C. Lizacía	20	> 1100	150	<3
	Patamalopata C.C. Lizacía	52	04	< 02	<3
	Central C.C. Collana	211	150	75	<3
	Chejollani C.C. Tancuaña	285	< 02	< 02	<3
	Acco C.C. Quimsachata	386	210	120	<3
	Oscolloni C.C. Quimsachata	499	< 02	< 02	<3
	Chillhuani C.C. Cullillaca Joven	531	23	< 02	<3
	Central C.C. Cullillaca Joven	555	150	15	<3
	Central C.C. San Juan Cullillaca	570	< 02	< 02	<3
	Caracara C.C. Miraflores	631	23	< 02	<3
	Central C.C. Miraflores	656	< 02	< 02	<3
	Chaquemayo C.C. San Juan Cullillaca	688	< 02	< 02	<3
	Caracara C.C. Cochaquinray	723	> 1100	45	<3
Juliaca	Antipampilla C.C. Isla	08	23	< 02	<3
	Antipampilla C.C. Isla	42	1100	210	<3
	Central C.C. Isla	102	23	< 02	<3
	Central C.C. Isla	126	1100	150	<3
	Central Isla C.C. Isla	133	04	< 02	<3
	Central C.C. Curisuyo	279	460	240	<3
	Central C.C. Isla	291	460	210	<3
	Cantería C.C. Isla	319	< 02	< 02	<3
	Rancho Victoria C.C. Rancho	344	23	11	<3
Cabana	San Miguel Parcialidad Yapuscachi	30	150	64	<3
	Parcialidad Cuinchaca	44	04	< 02	<3
	Parcialidad Cuinchaca	55	15	< 02	<3
	Parcialidad Ayagachi	135	09	04	<3
Caracoto	Pachachani Chunganique Parcialidad Caracoto	03	1100	240	<3
	Anexo Chafana C.C. San Antonio de Chujura	43	< 02	< 02	<3

## 8.5.2 Niveles de concentración de los iones cloruro, sulfato y magnesio

### • Ión cloruro ( Cl<sup>-</sup> )

Los cloruros presentes en las aguas son en general muy solubles, muy estables en disolución y difícilmente precipitables. Asimismo, no se oxida ni se reduce a aguas minerales, generalmente está asociada al ión sodio, en especial en aguas muy salinas. regiones lluviosas contienen por lo general menos de 300 ppm de cloruro, mientras que en las regiones áridas las concentraciones del ión cloruro son superiores a 1000 ppm.

Los valores de la concentración de los cloruros se muestran en los cuadros del Anexo III: Hidrogeoquímica, cuyo rango de variación de aprecia en el cuadro N° 8.19.

- Así observamos que en distrito de Lampa, los valores fluctúan entre 3.55 y 46.15 mg/l(0.10 a 1.30 meq/l), observándose el mínimo valor en las Comunidades Cantería, Juan Velasco Alvarado y Sutuca Urinsaya; mientras que el máximo valor se encuentra en la comunidad Chañocahua Joven, el mismo que se encuentra dentro de el límite máximo permisible.
- En el distrito de Cabanilla, los valores del ión cloruro fluctúan entre 3.55 y 181.05 mg/l (0.10 a 5.10 meq/l), encontrándose el mínimo valor en las comunidades: Collana, Tancuaña y Miraflores; mientras que el máximo valor se encuentra en la comunidad de Lizacía, el cual se encuentra dentro del límite máximo tolerable.
- En el distrito de Juliaca, el ión cloruro se encuentra entre 10.65 y 88.75 mg/l (0.30 y 2.50 meq/l), encontrándose el mínimo valor en el sector de Moquegache C.C. Curisuyo y el máximo valor en el sector de Cantería C.C. Isla. Valores que se encuentran dentro de los límites máximos permitidos.
- En el distrito de Cabana, el ión cloruro en el sector Parcialidad de Ayagachi es de 14.20 mg/l (0.40 meq/l), el cual se encuentra dentro de los límites máximos tolerables.
- En el distrito de Caracoto, el ión cloruro en los sectores del Anexo Chafana y C.C. San Antonio de Chujura es de 60.35 mg/l (1.70meq/l), valor que se encuentra dentro del límite máximo tolerable.

Resumiendo lo anterior indicaremos que en el área de estudio, el ión cloruro fluctúa entre 3.55 y 181.05 mg/l, valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables.

- **Ión sulfato ( $\text{SO}_4^{=}$ )**

Estas sales son moderadamente solubles a muy solubles indicándose que las aguas con concentraciones altas de este compuesto actúan como laxantes. Entre 2 y 150 ppm se consideran como aguas dulces.

Los valores de los niveles de concentración de los sulfatos en las aguas subterráneas del valle en estudio, se observan en los cuadros del Anexo III: Hidrogeoquímica, cuyos rangos de variación se aprecian en el cuadro N° 8.19

A continuación se hará un breve comentario de los valores obtenidos del ión sulfato por distritos:

- En el distrito de Lampa, los valores fluctúan entre 51.84 y 84 mg/l(1.08 a 1.75 meq/l), observándose el mínimo valor en las Comunidades Juan Velasco Alvarado, Central Huayta y Sutuca Urinsaya; mientras que el máximo valor se encuentra en la comunidad de Marno, el mismo que se encuentra dentro de el límite máximo permisible.
- En el distrito de Cabanilla, los valores del ión sulfato fluctúan entre 48.96 y 88.80 mg/l (1.02 a 1.85 meq/l), encontrándose el mínimo valor en las comunidades: Tancuaña, San Juan de Cullillaca y Miraflores; mientras que el máximo valor se encuentra en la comunidad de Quimsachata, valores que se encuentra dentro de límite máximo tolerable.
- En el distrito de Juliaca, el ión sulfato se encuentra entre 48.96 y 84.00 mg/l (1.02 y 1.75 meq/l), encontrándose el mínimo valor en el sector de Cantería Comunidad C. Isla y el máximo valor en el sector Central C.C. Isla. Dichos valores se encuentran dentro de los límites máximos permitidos.
- En el distrito de Cabana, el ión sulfato en el sector Parcialidad de Ayagachi es de 48.96 mg/l (1.02 meq/l), el cual se encuentra dentro del límite máximo tolerable.
- En el distrito de Caracoto, el ión sulfato en los sectores del Anexo Chafana y C.C. San Antonio de Chujura es de 60.00 y 79.68 mg/l (1.25 y 1.66 meq/l), valores que se encuentra dentro del límite máximo tolerable.

Resumiendo lo anterior indicaremos que en el área de estudio, el ión sulfato fluctúa mayormente entre 48.96 y 88.80 mg/l, valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables.

Analizando los diferentes distritos que conforman el acuífero estudiado; podemos indicar que mayormente el ión sulfato contenido en las aguas, no sobrepasan el límite máximo tolerable de potabilidad, existiendo ciertos sectores, los valores son altos.

- **Ión magnesio (Mg<sup>++</sup>)**

La elevada concentración de magnesio en el agua de consumo doméstico, no es recomendable; debido a que origina efectos laxantes y da un sabor amargo al agua.

Los rangos de variación del ión magnesio de diferentes muestras de agua obtenidas del acuífero se aprecian en el cuadro N° 8.19 y en el Anexo III: Hidrogeoquímica, cuyo análisis es el siguiente:

- En el distrito de Lampa, los valores fluctúan entre 1.20 y 24 mg/l(0.10 a 2.00 meq/l), observándose el mínimo valor en el sector Juan Velasco Alvarado; mientras que el máximo valor se encuentra en el sector Churuchama C.C. Central Huayta, el mismo que se encuentra dentro de el límite máximo permisible.
- En el distrito de Cabanilla, los valores del ión magnesio fluctúan entre 4.80 y 76.80 mg/l (0.40 a 6.40 meq/l), encontrándose el mínimo valor en el sector de Illpa Patapoca Mocco C.C. Collana; mientras que el máximo valor se encuentra en la comunidad Sucapaya, valores que se encuentra dentro de límite máximo tolerable.
- En el distrito de Juliaca, el ión magnesio se encuentra entre 14.40 y 44.40 mg/l (1.20 y 3.70 meq/l), encontrándose el mínimo valor en el sector de Rancho Pucachupa Comunidad C. Rancho y el máximo valor en el sector Cantería C.C. Isla. Dichos valores se encuentran dentro de los límites máximos permitidos.
- En el distrito de Cabana, el ión magnesio en el sector Parcialidad de Ayagachi es de 22.80 mg/l (1.90 meq/l), el cual se encuentra dentro del límite máximo tolerable.
- En el distrito de Caracoto, el ión magnesio en los sectores del Anexo Chafana y C.C. San Antonio de Chujura es de 46.80 y 90.00 mg/l (3.90 y 7.50 meq/l), valores que se encuentra dentro del límite máximo tolerable.

Resumiendo lo anterior indicaremos que en el área de estudio, el ión magnesio fluctúa entre 1.20 y 90.00 mg/l, valores que se encuentran por debajo del límite máximo tolerable; en consecuencia no existe peligro en relación a la concentración de este elemento. Ver cuadro N° 8.19

**CUADRO N° 8.19**  
**COMPARACIÓN ENTRE LOS LÍMITES MÁXIMOS TOLERABLES Y LOS**  
**RANGOS OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA ANALIZADAS**  
**CUENCA COATA - 2007**

Elemento	Límite máximo tolerable	Nivel de concentración general	Nivel de concentración dominante
pH	7,0 – 8,50	5.98 – 8.24	6.74 – 7.27
Ca (mg/l)	75 – 200	4.00 - 124	26.00 – 74.00
Mg (mg/l)	125	1.20 – 90.00	21.00 – 46.80
Na (mg/l)	120	2.30 – 66.70	25.07 – 66.70
Cl (mg/l)	250	3.55 – 181.05	3.55 – 67.45
SO <sub>4</sub> (mg/l)	250	48.96 – 88.80	48.96 – 84.00

### 8.5.3 Nivel de sólidos totales disueltos (STD)

El nivel total de sólidos disueltos significa la cantidad total de sales disueltas en un litro de agua y se expresa en partes por millón (ppm).

A continuación, se describe brevemente los resultados obtenidos en la cuenca por distritos:

#### 8.5.3.1 Distrito de Lampa

En el distrito de Lampa, los valores fluctúan entre 56 y 385 ppm, valores que se encuentran en los sectores de Marno en la C.C. de Marno y en la C.C. de Chañocahua Joven.

#### 8.5.3.2 Distrito de Cabanilla

En el distrito de Cabanilla, los valores de los STD fluctúan entre 21.00 y 854 ppm, encontrándose el mínimo valor en el sector de Coaquirani C.C. Tancuaña; mientras que el máximo valor se encuentra en la Comunidad Supapaya, valores que se encuentra dentro de límite máximo tolerable.

#### 8.5.3.3 Distrito de Juliaca

En el distrito de Juliaca, los STD se encuentra entre 329 y 700 ppm encontrándose el mínimo valor en el sector Moquegache C.C. Curisuyo y el máximo valor en el sector Cantería C.C. Isla. Dichos valores se encuentran dentro de los límites máximos permitidos.

#### 8.5.3.4 Distrito de Cabana

En el distrito de Cabana, los STD en el sector Parcialidad de Ayagachi es de 448 ppm, el cual se encuentra dentro del límite máximo tolerable.

### 8.5.3.5 Distrito de Caracoto

En el distrito de Caracoto, los STD en los sectores del Anexo Chafana y C.C. San Antonio de Chujura es de 735 y 952 ppm, valores que se encuentra dentro del límite máximo tolerable.

Resumiendo lo anterior indicaremos que en la mayoría de sectores que conforman los distritos de Lampa, Cabanilla, Juliaca, Cabana y Caracoto, presentan valores de los sólidos totales disueltos entre 21.00 ppm y 952 ppm, valores que representan a aguas de aceptable calidad. Ver cuadro N° 8.20

**CUADRO N° 8.20**  
**VARIACIÓN DE LOS NIVELES DE SÓLIDOS**  
**TOTALES DISUELTOS (STD) - CUENCA COATA - 2007**

Distritos	STD (ppm.)
Lampa	56.00 – 385.00
Cabanilla	21.00 – 854.00
Juliaca	329.00 – 700.00
Cabana	448.00
Caracoto	735.00 – 952.00

### 8.5.4 pH

- **pH**

De manera general, los rangos de variación del pH en el área de estudio varían de 5.98 a 8.24, valores que no sobrepasan los límites máximos tolerables para el uso doméstico.

A continuación se describe los resultados obtenidos por distritos:

- En el distrito de Lampa, el pH fluctúan entre 6.00 y 7.26, observándose el mínimo valor en el sector Pias Huayta; mientras que el máximo valor se encuentra en la C.C. Sutuca Urinsaya.
- En el distrito de Cabanilla, los valores de pH fluctúan entre 5.98 y 7.50, encontrándose el mínimo valor en los sectores de Illpa Patapoca Mocco C.C. Collana y Coaquirani C.C. Tancuaña; mientras que el máximo valor se encuentra en la Comunidad Sucapaya, valores que se encuentra dentro de límite máximo tolerable.
- En el distrito de Juliaca, el pH se encuentra entre 6.75 y 8.24, encontrándose el mínimo valor en los sectores Central y Cantería de la C.C. Isla y el máximo valor en el sector Rancho Pucachupa C.C. Rancho. Dichos valores se encuentran dentro de los límites máximos permitidos.
- En el distrito de Cabana, el pH en el sector Parcialidad de Ayagachi es de 6.79, el cual se encuentra dentro del límite máximo tolerable.

- En el distrito de Caracoto, el pH en los sectores del Anexo Chafana y C.C. San Antonio de Chujura es de 7.03 y 7.20, valores que se encuentra dentro del límite máximo tolerable.

## 9.0.0 FUENTE DE FINANCIAMIENTO Y GASTOS EJECUTADOS

Para el presente mes de Noviembre del 2007, se ha solicitado un requerimiento presupuestal de S/. 4,750.00 nuevos soles, de los cuales el INRENA ha transferido la cantidad de S/.4,750.00, mediante el Comprobante de Pago Nro.7083 de fecha 26.11.2007, de cuyo monto total La Administración Técnica del Distrito de Riego Juliaca, ha ejecutado el 100 %, el que se detalla en el cuadro N° 9.1 con las partidas específicas y en la forma siguiente:

**CUADRO N° 9.1**

<b>Partida Específica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Monto Ejecutado S/.</b>
23	Combustible y Lubricantes	600.00
27	Servicios No Personales	3,400.00
30	Bienes de Consumo	450.00
32	Pasajes y Gastos de Transporte	100.00
52	Alquiler de muebles	200.00
<b>TOTAL</b>		<b>4,750.00</b>

## 10.0.0 RESUMEN DE RESULTADOS

- En el área de estudio se han inventariado 2,010 pozos, de los cuales 1,913 son atajo abierto, 82 pozos tubulares y 15 pozos mixtos. Asimismo, del total de pozos inventariados; 1,613 son utilizados (operativos), 382 utilizables y 15 no utilizables. Ver cuadros adjuntos.

**DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS SEGÚN SU TIPO.  
CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Tubular		Tajo Abierto		Mixto		Total Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Lampa	70	3.48	576	28.66	15	0.75	661	32.89
Cabanilla	01	0.05	748	37.21	0	0.00	749	37.26
Juliaca	11	0.55	389	19.35	0	0.00	400	19.90
Cabana	0	0.00	146	7.26	0	0.00	146	7.26
Caracoto	0	0.00	54	2.69	0	0.00	54	2.69
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>4.08</b>	<b>1913</b>	<b>95.17</b>	<b>15</b>	<b>0.75</b>	<b>2010</b>	<b>100.00</b>

**DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS SEGÚN SU ESTADO.  
CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Utilizado		Utilizable		No Utilizable		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Lampa	496	24.68	159	7.91	06	0.30	661	32.89
Cabanilla	637	31.69	107	5.32	05	0.25	749	37.26
Juliaca	305	15.17	92	4.58	03	0.15	400	19.90
Cabana	126	6.27	19	0.94	01	0.05	146	7.26
Caracoto	49	2.44	05	0.25	00	0.00	54	2.69
<b>Total</b>	<b>1613</b>	<b>80.25</b>	<b>382</b>	<b>19.00</b>	<b>15</b>	<b>0.75</b>	<b>2010</b>	<b>100.00</b>

- Del total de pozos utilizados (funcionando), 1,316 son de uso doméstico, 243 pecuarios, 53 industriales y 01 agrícola. Ver cuadro adjunto.

**DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS POR SU USO.  
CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Usos	Nº	%
Doméstico	1316	65.47
Pecuario	243	12.09
Industrial	53	2.64
Agrícola	01	0.05
<b>Total</b>	<b>1613</b>	<b>80.25</b>

- Los pozos a tajo abierto presentan profundidades de 0.30m. y 22.70m., los tubulares de 1.40m. a 48.00m. y sus diámetros varían entre 0,37m. y 3.54m. en los pozos a tajo abierto; mientras que en los tubulares su diámetro es de 0.05m. a 0.38m. y en los pozos mixtos varía de 1.00m. a 1.20m. respectivamente.
- El volumen total explotado del acuífero es de 146,326.45 m<sup>3</sup>/año. Así tenemos que mediante los pozos a tajo abierto el volumen explotado es de 142,890.67

m<sup>3</sup>/año., en los tubulares es de 2,296.20 m<sup>3</sup>/año y en los pozos mixtos es de 1,139.58 m<sup>3</sup>/año.

**VOLUMEN EXPLOTADO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS POR TIPO DE POZO  
CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Volumen Explotado (m <sup>3</sup> /año)			
	Tajo Abierto	Tubular	Mixto	Total
Lampa	36,887.35	2,243.64	1,139.58	40,270.57
Cabanilla	70,315.59	-	-	70,315.59
Juliaca	23,962.05	52.56	-	24,014.61
Cabana	9,299.21	-	-	9,299.21
Caracoto	2,426.47	-	-	2,426.47
<b>Total</b>	<b>142,890.67</b>	<b>2,296.20</b>	<b>1,139.58</b>	<b>146,326.45</b>

- El volumen explotado mediante pozos es principalmente para fines de uso doméstico y pecuario. El volumen de agua explotado para uso doméstico es de 98,958.89 m<sup>3</sup>/año, representando el 67.63%, para uso pecuario es de 37,606.38m<sup>3</sup>/año con el 25.70%, para uso industrial el volumen es de 9,709.04m<sup>3</sup>/año, con el 6.64% y finalmente el volumen explotado para uso agrícola es de 52.14 m<sup>3</sup>/año, con el 0.04 % del volumen total.

**VOLUMEN EXPLOTADO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS SEGÚN  
SU USO CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Explotación por Uso (m <sup>3</sup> /año)				
	Doméstico	Agrícola	Pecuario	Industrial	Total
Lampa	23,587.27	0.00	16,683.30	0.00	40,270.57
Cabanilla	57,096.78	52.14	13,166.67	0.00	70,315.59
Juliaca	13,642.39	0	970.19	9,402.03	24,014.61
Cabana	4,064.51	0	5,059.63	175.07	9,299.21
Caracoto	567.94	0	1,726.59	131.94	2,426.47
<b>Total</b>	<b>98,958.89</b>	<b>52.14</b>	<b>37,606.38</b>	<b>9,709.04</b>	<b>146,326.45</b>

- La profundidad del nivel estático en el área de estudio varía de 0.02m a 20.00m. En el distrito de Lampa varía de 0.02m a 20m; mientras que en distrito de Cabanilla varía de 0.02m a 15.11m., en el distrito de Juliaca el nivel varía de 0.40m a 5.00; mientras que en el distrito de Cabana el nivel fluctúa entre 0.63m y 21.74m y finalmente en el distrito de Caracoto el nivel varía de 1.43m a 3.82m., respectivamente.

**PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA  
CUENCA DEL RIO COATA – 2007**

Distrito	Sector	Nivel Freático (m)
Lampa	C.C. Marno	0.59 – 4.06
	C.C. Moquegache Japo	0.10 – 1.02
	C.C. Tusini	0.93 – 5.70
	C.C. Cantería	0.02 – 5.18
	C.C. Lenzora	0.20 – 4.80
	Asentamiento Juan Velasco Alvarado	0.68 – 1.85
	C.C. Huayllani	0.34 – 3.38
	C.C. Huayta Central	0.22 – 3.53
	C.C. Orcco Huayta	0.62 – 2.58
	C.C. Pias Huayta	0.15 – 20.0
	C.C. Sutura Urinsaya	0.50 – 8.27
	Canchiuro	0.53 – 5.75
	C.C. Ccatacha	0.36 – 8.51
C.C. Chañocahua	0.57 – 3.67	
Cabanilla	C.C. Lizacia	0.02 – 4.16
	Urbano Marginal Cabanilla	1.05 – 1.87
	C.C. Collana	0.25 – 5.75
	C.C. Tancuaña	0.07 – 10.80
	C.C. Quimsachata	0.15 – 15.11
	C.C. Rosario	0.24 – 4.32
	C.C. Cullillaca	0.03 – 2.01
	C.C. Cullillaca Joven	0.12 – 3.74
	C.C. San Juan Cullillaca	0.05 – 7.66
	C.C. Miraflores	0.07 – 8.03
	C.C. Néstor Cáceres V.	0.20 – 4.50
	C.C. Curisuyo	0.45 – 1.47
	C.C. Sacasco	1.43 – 4.75
	C.C. Suicapaya	0.90 – 3.20
C.C. Cocha Quinrray	0.60 – 2.60	
C.C. Villa Florida	1.15 – 1.90	
Juliaca	C.C. Isla	0.40 – 5.00
	C.C. Curisuyo	1.00 – 4.60
	C.C. Rancho	0.98 – 4.80
Cabana	C.C. Collana	1.59 – 1.64
	C.C. Ayagachi	0.93 – 3.30
	C.C. Cuinchaca	0.79 – 12.28
	C.C. Seneguillas	0.93 – 6.00
	C.C. Silarani	0.63 – 5.24
C.C. Yapuscachi	1.79 – 21.74	
Caracoto	Parcialidad Caracoto	2.05 – 3.47
	C.C. San Antonio de Chujura	1.43 – 3.82
	Cercado Caracoto	2.05 – 2.20

- La red hidrogeoquímica (calidad del agua subterránea) de la cuenca, está conformada por 248 pozos, distribuidos 85 en el distrito de Lampa, 99 en Cabanilla, 22 en Juliaca, 30 en Cabana y 12 en el distrito de Caracoto.
- La conductividad eléctrica en el área en estudio varía de 0,01 a 3.26 mmhos/cm., valores que corresponden a aguas de baja a alta mineralización. Ver cuadro.

**CONDUCTIVIDADES ELÉCTRICAS  
EN LA CUENCA DEL RIO COATA DEL RÍO COATA - 2007**

Distrito	Sector	C.E (mmhos/cm)
Lampa	C.C. Marno	0.05 – 0.43
	C.C. Moquegache Japo	0.13 – 0.75
	C.C. Tusini	0.12 – 0.65
	C.C. Cantería	0.11 – 1.45
	C.C. Lenzora	0.09 – 1.21
	Asentamiento Juan Velasco Alvarado	0.20 – 0.72
	C.C. Huayllani	0.12 – 0.69
	C.C. Huayta Central	0.10 – 1.31
	C.C. Orcco Huayta	0.10 – 2.08
	C.C. Pias Huayta	0.08 – 1.89
	C.C. Sutura Urinsaya	0.11 – 0.74
	Canchiuro	0.07 – 0.36
	C.C. Ccatacha	0.09 – 0.87
C.C. Chañocahua	0.10 – 1.34	
Cabanilla	C.C. Lizacia	0.07 – 1.59
	Urbano Marginal Cabanilla	0.50 – 1.15
	C.C. Collana	0.01 – 0.16
	C.C. Tancuaña	0.01 – 1.75
	C.C. Quimsachata	0.03 – 2.09
	C.C. Rosario	0.27 – 1.25
	C.C. Cullillaca	0.07 – 0.79
	C.C. Cullillaca Joven	0.10 – 1.53
	C.C. San Juan Cullillaca	0.06 – 2.37
	C.C. Miraflores	0.04 – 2.56
	C.C. Néstor Cáceres V.	0.03 – 1.08
	C.C. Curisuyo	0.08 – 0.13
	C.C. Sacasco	0.06 – 0.18
	C.C. SuCAPaya	0.16 – 1.22
	C.C. Cocha Quinrray	0.15 – 1.51
C.C. Villa Florida	0.16 – 1.09	
Juliaca	C.C. Isla	0.27 – 1.78
	C.C. Curisuyo	0.22 – 2.08
	C.C. Rancho	0.10 – 1.78
Cabana	C.C. Collana	0.21 – 0.38
	C.C. Ayagachi	0.23 – 2.65
	C.C. Cuinchaca	0.14 – 2.02
	C.C. Seneguillas	0.13 – 0.90
	C.C. Silarani	0.12 – 1.38
C.C. Yapuscachi	0.27 – 1.24	
Caracoto	Parcialidad Caracoto	0.40 – 1.17
	C.C. San Antonio de Chujura	0.34 – 3.26
	Cercado Caracoto	0.88 – 1.58

- El pH en el área de estudio fluctúa entre 5.61 y 10.59, valores que representan aguas altamente ácidas a altamente alcalinas.

**CLASES DE AGUA SEGÚN EL pH  
CUENCA DEL RÍO COATA – 2007**

Distrito	Sector	pH
Lampa	C.C. Marno	6.63 – 8.26
	C.C. Moquegache Japo	6.48 – 8.39
	C.C. Tusini	6.57 – 8.89
	C.C. Cantería	6.52 – 9.43
	C.C. Lenzora	5.70 – 8.84
	Asentamiento Juan Velasco Alvarado	6.89 – 8.66
	C.C. Huayllani	6.01 – 7.39
	C.C. Huayta Central	6.45 – 9.59
	C.C. Orcco Huayta	6.87 – 8.95
	C.C. Pias Huayta	6.49 – 8.96
	C.C. Sutura Urinsaya	6.50 – 7.86
	Canchiuro	6.55 – 7.18
	C.C. Ccatacha	6.20 – 8.70
	C.C. Chañocahua	5.90 – 8.94
Cabanilla	C.C. Lizacia	6.14 – 7.65
	Urbano Marginal Cabanilla	6.06 – 7.13
	C.C. Collana	5.96 – 7.39
	C.C. Tancuaña	6.17 – 8.76
	C.C. Quimsachata	6.55 – 10.59
	C.C. Rosario	6.39 – 7.32
	C.C. Cullillaca	7.15 – 7.53
	C.C. Cullillaca Joven	6.55 – 8.69
	C.C. San Juan Cullillaca	6.73 – 9.36
	C.C. Miraflores	6.01 – 8.50
	C.C. Néstor Cáceres V.	6.36 – 7.94
	C.C. Curisuyo	6.63 – 6.96
	C.C. Sacasco	6.34 – 7.00
	C.C. Sucapaya	6.85 – 8.41
	C.C. Cocha Quinrray	6.76 – 7.85
C.C. Villa Florida	6.97 – 7.89	
Juliaca	C.C. Isla	6.34 – 8.47
	C.C. Curisuyo	6.39 – 8.80
	C.C. Rancho	6.37 – 8.33
Cabana	C.C. Collana	7.46 – 7.65
	C.C. Ayagachi	6.51 – 7.83
	C.C. Cuinchaca	6.65 – 8.42
	C.C. Seneguillas	7.12 – 8.03
	C.C. Silarani	6.65 – 8.31
	C.C. Yapuscachi	6.71 – 7.49
Caracoto	Parcialidad Caracoto	5.71 – 7.01
	C.C. San Antonio de Chujura	5.78 – 8.17
	Cercado Caracoto	5.61 – 7.30

- En la cuenca del río Coata, las aguas presentan diferentes familias hidrogeoquímicas, predominando en el distrito de Lampa las familias Bicarbonatada cálcica, bicarbonatada potásica y la sulfatada potásica, en el distrito de Cabanilla prevalece las familias bicarbonatada magnésica y la clorurada cálcica, en el distrito de Juliaca predomina la familia bicarbonatada cálcica y la clorurada cálcica, en el distrito de Cabana se observa la familia sulfatada magnésica y finalmente en el distrito de Caracoto predomina la familia bicarbonatada magnésica y la bicarbonatada cálcica. Ver cuadro adjunto.

**FAMILIAS HIDROGEOQUÍMICAS PREDOMINANTES  
EN LA CUENCA DEL RIO COATA - 2007**

Distrito	Familia Hidrogeoquímica
Lampa	Sulfatada potásica – Bicarbonatada potásica – Bicarbonatada Cálctica
Cabanilla	Bicarbonatada magnésica – Clorurada cálcica
Juliaca	Bicarbonatada cálcica – Bicarbonatada sódica
Cabana	Sulfatada magnésica
Caracoto	Bicarbonatada Magnésica – Bicarbonatada cálcica

- La calidad de las aguas con fines de riego según la conductividad eléctrica, mayormente varía de excelente a permisible en los distritos de Lampa y Caracoto y de buena a permisible en los distritos de Juliaca, Cabana y Caracoto. Ver cuadro adjunto.

**CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO SEGÚN  
LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA CUENCA COATA - 2007**

Distritos	Rango de C.E. (mmhos/cm)	Calidad de las Aguas Subterráneas según Wilcox
Lampa	0.058 – 0.919	Excelente a Permisible
Cabanilla	0.053 – 1.509	Excelente a Permisible
Juliaca	0.389 – 0.927	Buena a Permisible
Cabana	0.292	Buena
Caracoto	0.868 – 1.525	Permisible

- Según el RAS y la conductividad eléctrica las aguas para riego en la mayoría de los distritos que conforman el acuífero, se clasifican como aguas tipo  $C_3S_1$ , que son aguas que se pueden utilizar en la agricultura bajo ciertas condiciones, seguida en importancia por el agua tipo  $C_2S_1$  que son de buena calidad y aptas para la agricultura y finalmente el agua tipo  $C_1S_1$  que son aguas de buena calidad y aptas para el riego.

**CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN EL RAS Y LA  
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA. CUENCA RIO COATA - 2007**

<i>Distritos</i>	<i>Clasificación de las aguas</i>
Lampa	$C_1S_1 - C_2S_1 - C_3S_1$
Cabanilla	$C_3S_1 - C_2S_1 - C_1S_1$
Juliaca	$C_3S_1 - C_2S_1$
Cabana	$C_2S_1$
Caracoto	$C_3S_1$

- Los resultados de los análisis bacteriológicos ha determinado que en ciertos sectores de los distritos Cabanilla (sectores: Chejollani C.C. Tancuaña, Oscolloni C.C. Tancuaña, Central C.C. San Juan de Cullillaca, Central C. C. Miraflores y Chaquemayo C.C. San Juan Cullillaca.) distrito Juliaca (sector Cantería C.C. Isla) y distrito de Caracoto (sector Anexo Chafana C.C. San Antonio de Chujura), los coliformes totales y fecales presentan valores dentro de los límites permisibles y en consecuencia se califican como aguas potables.

Por otro lado, (33) muestras analizadas presentan valores de coliformes totales que sobrepasan los límites permisibles ( 04 – 1100 NMP/ml) y en relación a los

coliformes fecales se observan 22 muestras que presentan valores que sobrepasan los límites máximos permisibles( 4 – 460 NMP/ml), por lo que se califican como aguas no potables.

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS  
AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA COATA - 2007**

Distrito	Sector	IRHS N°	Coliformes Totales (NMP/ml x muestra)	Coliformes Fecales (NMP/ml x muestra)	Agua Potable
Lampa	C.C. Mamo	15	06	< 02	<3
	C.C. Ancorín Huaral	22	28	15	<3
	C.C. Tusini Grande	77	09	< 02	<3
	C.C. Lenzora	209	11	04	<3
	C.C. Huayllani	260	43	28	<3
	C.C. Central Huayta	347	93	64	<3
	Cercapata C.C. Orcco Huayta	442	1100	460	<3
	Llinquichupa C.C. Pias Huayta	497	150	93	<3
	C.C. Murohuanca	529	460	210	<3
	C.C. Ccatacha	552	21	14	<3
	C.C. Chañocahua	599	09	< 02	<3
	C.C. Sutuca Anansaya	637	1100	240	<3
Cabanilla	Vallecito C.C. Lizacía	20	> 1100	150	<3
	Patamalopata C.C. Lizacía	52	04	< 02	<3
	Central C.C. Collana	211	150	75	<3
	Chejollani C.C. Tancuaña	285	< 02	< 02	<3
	Acco C.C. Quimsachata	386	210	120	<3
	Oscolloni C.C. Quimsachata	499	< 02	< 02	<3
	Chillhuani C.C. Cullillaca Joven	531	23	< 02	<3
	Central C.C. Cullillaca Joven	555	150	15	<3
	Central C.C. San Juan Cullillaca	570	< 02	< 02	<3
	Caracara C.C. Miraflores	631	23	< 02	<3
	Central C.C. Miraflores	656	< 02	< 02	<3
	Chaquemayo C.C. San Juan Cullillaca	688	< 02	< 02	<3
Caracara C.C. Cochaquinray	723	> 1100	45	<3	
Juliaca	Antipampilla C.C. Isla	08	23	< 02	<3
	Antipampilla C.C. Isla	42	1100	210	<3
	Central C.C. Isla	102	23	< 02	<3
	Central C.C. Isla	126	1100	150	<3
	Central Isla C.C. Isla	133	04	< 02	<3
	Central C.C. Curisuyo	279	460	240	<3
	Central C.C. Isla	291	460	210	<3
	Cantería C.C. Isla	319	< 02	< 02	<3
Rancho Victoria C.C. Rancho	344	23	11	<3	
Cabana	San Miguel Parcialidad Yapuscachi	30	150	64	<3
	Parcialidad Cuinchaca	44	04	< 02	<3
	Parcialidad Cuinchaca	55	15	< 02	<3
	Parcialidad Ayagachi	135	09	04	<3
Caracoto	Pachachani Chunganique Parcialidad Caracoto	03	1100	240	<3
	Anexo Chafana C.C. San Antonio de Chujura	43	< 02	< 02	<3

- Con respecto al ión cloruro, fluctúa entre 3.55 y 181.05 mg/l, valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables.
- Con respecto al ión magnesio, fluctúa entre 1.20 y 90.00 mg/l, valores que se encuentran por debajo del límite máximo tolerable; en consecuencia no existe peligro en relación a la concentración de este elemento
- En relación a los sólidos totales disueltos, los análisis de las muestras de agua realizadas ha determinado que la mayoría de sectores que conforman los distritos de Lampa, Cabanilla, Juliaca, Cabana y Caracoto, presentan valores entre 21.00 ppm. Y 952 ppm, valores que representan a aguas de aceptable calidad. Ver cuadro adjunto.

**VARIACIÓN DE LOS NIVELES DE SÓLIDOS  
TOTALES DISUELTOS (STD) - CUENCA COATA - 2007**

Distritos	STD (ppm.)
Lampa	56.00 – 385.00
Cabanilla	21.00 – 854.00
Juliaca	329.00 – 700.00
Cabana	448.00
Caracoto	735.00 – 952.00

## **11.0.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **11.1.0 Conclusiones**

- En la cuenca del Río Coata, el nivel de agua se encuentra entre 0,02m y 20.00m de profundidad.
- En el área de estudio se han inventariado 2,010 pozos de los cuales el 1,913 son a tajo abierto, 82 pozos tubulares y 15 pozos mixtos. Asimismo, del total de pozos inventariados; 1,613 son utilizados (operativos), 382 utilizables y 15 no utilizables.
- El volumen total explotado en el área de estudio asciende a 146,326.45m<sup>3</sup>/año, correspondiéndole a los pozos a tajo abierto un volumen de 142,890.67m<sup>3</sup>/año, en los tubulares de 2,296.20m<sup>3</sup>/año y finalmente a los pozos mixtos un volumen de 1,139.58 m<sup>3</sup>/año.
- El estudio ha permitido conformar las redes de control, tanto piezométrica (243 pozos) como hidrogeoquímica (248 pozos) que permitirá efectuar el seguimiento cualitativo y cuantitativo de las aguas almacenadas en el acuífero.
- La conductividad eléctrica en el área en estudio varía de 0,01 a 3.26mmhos/cm., valores que corresponden a aguas de baja a alta mineralización.
- El pH en el área de estudio fluctúa entre 5.61 y 10.59, valores que representan aguas altamente ácidas a altamente alcalinas.
- La calidad de las aguas con fines de riego según la conductividad eléctrica, mayormente varía de excelente a permisible en los distritos de Lampa y Caracoto y de buena a permisible en los distritos de Juliaca, Cabana y Caracoto.
- Según el RAS y la conductividad eléctrica las aguas para riego en la mayoría de los distritos que conforman el acuífero, se clasifican como aguas tipo C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, que son aguas que se pueden utilizar en la agricultura bajo ciertas condiciones, seguida en importancia por el agua tipo C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> que son de buena calidad y aptas para la agricultura y finalmente el agua tipo C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> que son aguas de buena calidad y aptas para el riego.

### **11.2.0 Recomendaciones**

- Efectuar estudios de prospección geofísica, cuyo resultado permitirá determinar los espesores del horizonte saturado, dato fundamental para el cálculo de las reservas totales almacenadas en el acuífero.
- Debe ejecutarse el monitoreo o seguimiento de las aguas subterráneas en el acuífero tanto cualitativamente como cuantitativamente (tres veces al año), para lo cual debe utilizarse las redes de control tanto piezométrico como de calidad de agua.
- Las aguas en general para uso doméstico o poblacional debe ser tratadas antes de ser consumidos.

- Coordinar con las instituciones o empresas encargadas de perforar pozos tubulares u otro tipo especialmente para uso doméstico, para que usen criterios técnicos, de tal manera que no contaminen los pozos como todo el acuífero; como por ejemplo utilizando materiales que se corroen, dejando al agua con sabor y olor a óxido. De igual manera con la construcción de letrinas a distancias muy cortas del los pozos.
- En caso de que existan pozos y que reúnan las condiciones técnicas mínimas, y que estos se encuentren sin equipos, para realizar pruebas de bombeo, se debe de considerar un mayor presupuesto para poder alquilar equipos de bombeo de mayor potencia y poder cumplir con la actividad de la hidráulica subterránea.