



PERÚ

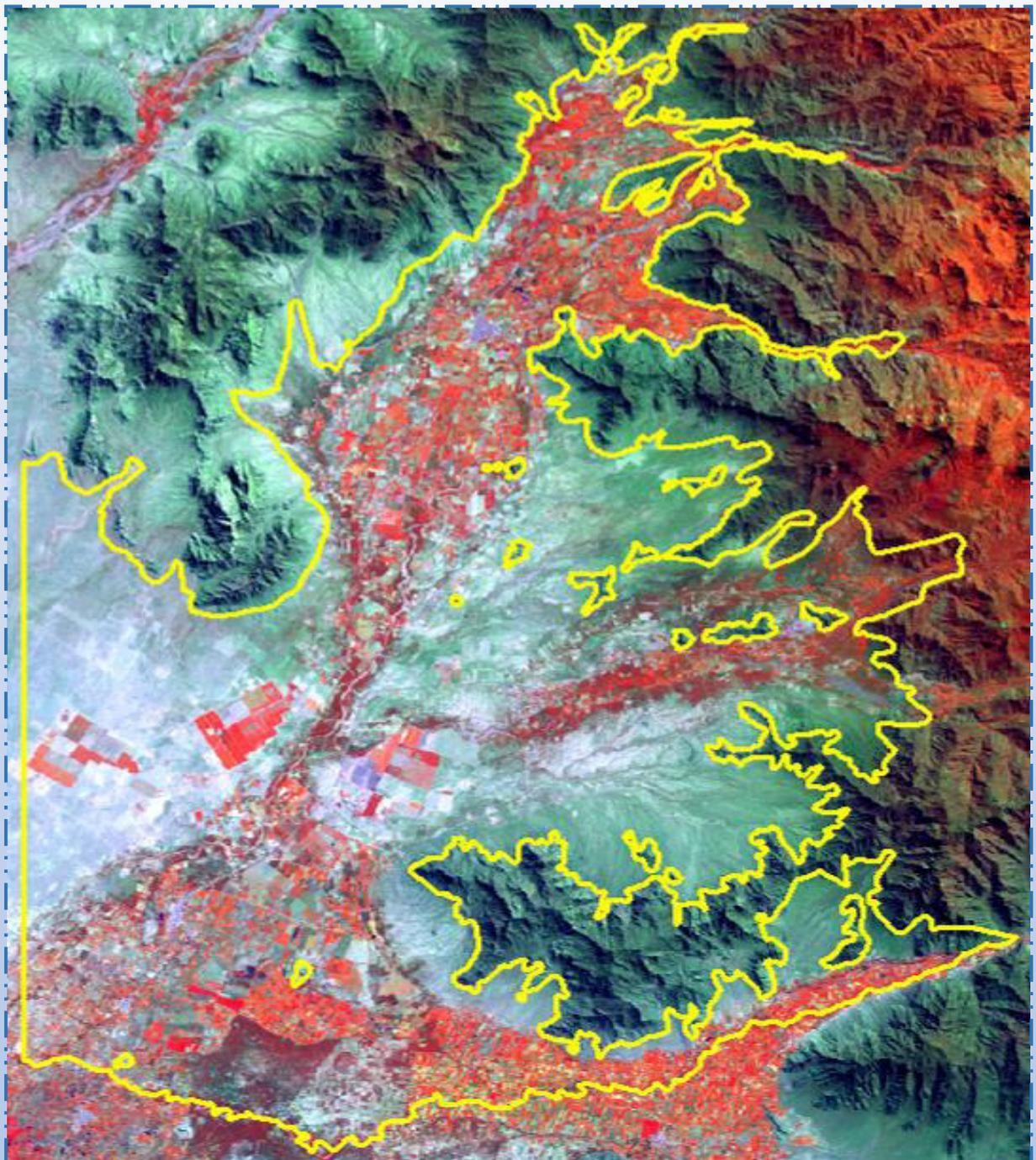
Ministerio
de Agricultura

Autoridad
Nacional del Agua

Autoridad Administrativa del
Agua Jequetepeque - Zarumilla

Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos
Área de Aguas Subterráneas

“EVALUACIÓN DE LA VEDA EN EL ACUIFERO DE MOTUPE Y MARGEN DERECHA DEL RÍO LA LECHE”



Lima, Julio de 2016

PERSONAL DIRECTIVO

Ing. Abelardo De la Torre Villanueva	Jefe de la Autoridad Nacional del Agua
Ing. Paola Chinen Guima	Directora de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos
Ing. Marco Castillo Mimbela	Director de la Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque - Zarumilla.
Ing. José Rosario Burga Silva	Administrador Local de Agua Motupe - Olmos - La Leche

EQUIPO EJECUTOR

Ing. Nino Eduardo Guevara Chávez	Profesional Coordinador del estudio
Ing. José Montenegro Chavesta	Profesional encargado de brigada
Ing. Guillermo Gastulo Cabrejos	Profesional encargado de brigada
Ing. Henry Sánchez Díaz	Responsable SIG
Téc. José Granados Durand	Asistente SIG

EQUIPO ASESOR Y SUPERVISOR

Ing. Gastón Pantoja Tapia	Coordinador del área de Recursos Hídricos - DCPRH
Ing. Elvis Risco Olivera	Coordinador de la Sub área de aguas subterráneas - DCPRH
Ing. Hildebrando Ayasta Cornejo	Profesional en recursos hídricos subterráneos - DCPRH

EQUIPO DE APOYO

Ing. Ronald Igor Espinoza Musayón	Técnico de inventario de aguas subterráneas
Ing. Carlos Ciro Guevara Pacherras	Técnico de inventario de aguas subterráneas
Sr. Jaime Alberto Masías Segura	Técnico de inventario de aguas subterráneas
Sr. Santiago Guevara Rojas	Técnico de inventario de aguas subterráneas
Sr. Edwin Emilio Quiroz Vásquez	Técnico de inventario de aguas subterráneas
Sr. Renzo Daniel Gastulo Cabrejos	Técnico de inventario de aguas subterráneas
Sr. Carlos Eduardo Bances Montaña	Técnico de inventario de aguas subterráneas
Sr. Marco Antonio Bustamante Peña	Técnico de inventario de aguas subterráneas
Sr. Josue Villanueva Sagástegui	Técnico de inventario de aguas subterráneas
Sr. Noel Collantes Mondragón	Técnico de inventario de aguas subterráneas
Sr. Juan Francisco Chafloque Aquino	Operador de equipo de prospección geofísica
Sr. Percy Ali Velásquez Mujica	Técnico de prospección geofísica
Sr. Jhon Smith Navarro Velásquez	Técnico de prospección geofísica
Sr. Guillermo Germain Bances García	Técnico de prospección geofísica
Sr. Julio César Custodio Chafloque	Técnico de prospección geofísica

ÍNDICE

	Pág.
1.0.0 ASPECTOS GENERALES	02
1.1.0 Introducción	02
1.2.0 Antecedentes	02
1.3.0 Justificación	02
1.4.0 Objetivos	03
1.4.1 Objetivo general	03
1.4.2 Objetivos específicos	03
1.5.0 Metodología de trabajo	03
1.6.0 Trabajos preliminares	05
1.6.1 Trabajos de campo	05
1.6.2 Trabajos de gabinete	05
2.0.0 ESTUDIOS REALIZADOS	07
3.0.0 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	10
3.1.0 Ubicación del área de estudio	10
3.2.0 Ubicación geográfica	10
3.3.0 Vías de comunicación	10
3.4.0 Demografía	12
3.4.1 Población del ámbito de estudio	12
3.4.2 Población económicamente activa	12
3.4.3 Principales actividades económicas	13
4.0.0 HIDROLOGÍA	16
4.1.0 Datos climatológicos	16
Temperatura	16
Humedad relativa	16
Horas de sol	16
Velocidad del viento	16
4.2.0 Precipitación	21
4.2.1 Estaciones seleccionadas	21
4.2.1.1 Registros pluviométricos	21
4.2.1.2 Funcionamiento	21
4.2.1.3 Implementación de estaciones pluviométricas	35
4.2.2 Análisis de la información pluviométrica	36
4.2.2.1 Análisis de consistencia	36
4.2.2.2 Completación y extensión de datos	39
4.2.2.3 Precipitación media por estación	49
4.2.2.4 Análisis de años húmedos y secos	49
4.3.0 Escurrimiento superficial	55
4.3.1 Red de estaciones de aforo	55
4.3.1.1 Marripón	55
4.3.1.2 Puchaca	55
4.3.2 Registro de caudales	55
4.3.2.1 Estación Marripón	55
4.3.2.2 Estación Puchaca	56
4.3.3 Análisis de los registros	60
4.4.0 Oferta hídrica y su disponibilidad	60
4.4.1 Oferta hídrica	60
4.4.1.1 Motupe	60
4.4.1.2 Chochope	61
4.4.1.3 La Leche	62
4.4.2 Disponibilidad	62

4.4.2.1	Motupe	62
4.4.2.2	Chochope	62
4.4.2.3	La Leche	62
4.5.0	Demandas de agua	66
4.5.1	Valle Motupe	66
4.5.1.1	Cédula de cultivo	66
4.5.1.2	Demanda neta y bruta	66
4.5.2	Valle La Leche	66
4.5.2.1	Cédula de cultivo	66
4.5.2.2	Demanda neta y bruta	67
4.6.0	Balance hídrico	70
4.6.1	Valle Motupe	70
4.6.2	Valle La Leche	70
4.7.0	Estimación de la recarga	72
4.7.1	Recarga directa	72
4.7.2	Recarga indirecta	72

5.0.0 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS ...75

5.1.0	Geología regional	75
5.2.0	Litoestratigrafía	76
5.3.0	Geología estructural regional	79
5.4.0	Geología del área de estudio	80

6.0.0 INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA ...84

6.1.0	Clave para identificar las fuentes de agua subterránea	84
6.2.0	Inventario de fuentes de agua subterránea	84
6.3.0	Tipo de pozos inventariados	86
6.3.1	Pozos utilizados	88
6.3.2	Pozos utilizables	90
6.3.3	Pozos no utilizables	92
6.3.4	Pozos en perforación	93
6.4.0	Usos de las aguas subterráneas	94
6.4.1	Uso agrícola	94
6.4.2	Uso doméstico	95
6.4.3	Uso pecuario	95
6.4.4	Uso industrial	95
6.5.0	Rendimiento de los pozos	95
6.6.0	Características técnicas de los pozos	96
6.6.1	Profundidad de los pozos	96
6.6.2	Diámetro de los pozos	97
6.6.3	Equipos de bombeo	97
6.6.4	Motores	98
6.6.5	Bombas	99
6.7.0	Explotación del acuífero	100
6.7.1	Explotación en el año 2008	101
6.7.2	Explotación en el año 2014	102
6.7.3	Variación de los volúmenes de explotación	104
6.7.4	Situación legal de las fuentes de agua subterránea	105

7.0.0 PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA ...107

7.1.0	Introducción	107
7.2.0	Fundamentos del método	107
7.3.0	Particularidades del Sondeo por Transitorios Electromagnéticos TDEM	108
7.4.0	Trabajo de campo	109
7.4.1	Equipo utilizado	111

7.4.2	Trabajo de gabinete	..	111
7.5.0	Resultados obtenidos	.....	118
7.5.1	Secciones geoelectricas		118
7.5.1.1	Sección geoelectrica A-A		118
7.5.1.2	Sección geoelectrica B-B	.....	119
7.5.1.3	Sección geoelectrica C-C	..	120
7.5.1.4	Sección geoelectrica D-D	...	121
7.5.1.5	Sección geoelectrica E-E	..	122
7.5.1.6	Sección geoelectrica F-F	..	123
7.5.1.7	Sección geoelectrica G-G	...	123
7.5.2	Planos geofisicos		124
7.5.2.1	Espesores totales de los depósitos cuaternarios		124
7.5.2.2	Espesor del horizonte saturado	.....	126
7.5.2.3	Resistividades eléctricas del horizonte saturado		128
8.0.0	RESERVORIO ACUIFERO		131
8.1.0	Geometría del reservorio	..	131
8.1.1	Forma y límites	..	131
8.1.2	Dimensiones		131
8.2.0	El medio poroso		132
8.2.1	Litología	..	132
8.3.0	La napa freática	..	132
8.3.1	Morfología del techo de la napa	..	132
8.3.2	Profundidad del techo de la napa	.....	135
8.3.3	Fluctuaciones del nivel freático	..	138
9.0.0	HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA		145
9.1.0	Pruebas de bombeo	..	145
9.1.1	Pruebas realizadas	.....	145
9.2.0	9.1.2 Parámetros hidrodinámicos		145
9.3.0	Radios de influencia	..	151
10.0.0	HIDROGEOQUÍMICA		155
10.1.0	Recolección de muestras de agua subterránea	..	155
10.1.1	Evaluación de la red hidrogeoquímica de monitoreo	..	155
10.1.2	Tratamiento de datos	..	155
10.2.0	Normatividad de la calidad del agua	..	155
10.2.1	Normativa peruana		155
10.2.2	Normativa internacional	.....	156
10.3.0	Resultados fisicoquímicos del agua subterránea	..	158
10.3.1	Características físicas del agua	..	158
10.3.1.1	Conductividad eléctrica (C.E.)	.....	158
10.3.2	Características químicas del agua	..	162
10.3.2.1	Potencial de hidrógeno pH	..	162
10.3.2.2	Dureza total	.....	163
10.3.3	Clasificación del agua subterránea	.....	166
10.3.3.1	Diagrama de Piper, Schoeller-Berkaloff (1955)	..	166
10.3.4	Principales cationes y aniones	..	168
10.3.4.1	Aniones	..	168
10.3.4.2	Cationes	..	170
10.3.5	Calidad del agua subterránea	..	171
10.3.5.1	Diagramas de potabilidad de agua	..	171
10.3.5.2	Características bacteriológicas	..	172
10.3.5.3	Clases de agua según el RAS y la Conductividad eléctrica	..	158

11.0.0	MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL ACUÍFERO	177
11.1.0	Ámbito de estudio	177
11.2.0	Proceso de modelización	178
11.2.1	Nivel de confianza del modelo	178
11.2.2	El principio de simplicidad	178
11.3.0	Colección, análisis y revisión de datos	178
11.3.1	Estudios realizados	179
11.3.2	Características físicas	180
11.3.3	Superficie	180
11.3.4	Prospección geofísica	180
11.3.5	Geología	181
11.4.0	Características hidráulicas del acuífero	181
11.4.1	Conductividad hidráulica	181
11.4.1.1	Motupe	181
11.4.1.2	La Leche	182
11.4.2	Coficiente de almacenamiento	183
11.5.0	Estresores del acuífero	183
11.5.1	Extracción por bombeo	183
11.5.2	Áreas de riego	183
11.5.3	Inventarios y registros	183
11.6.0	Condiciones de borde	184
11.6.1	Río Motupe - La Leche	184
11.6.2	Interconexión hidráulica	185
11.7.0	Desarrollo del modelo conceptual	186
11.7.1	Dominio hidrogeológico	186
11.7.1.1	Hidroestratigrafía	186
11.7.2	Condiciones de borde	187
11.7.2.1	Río	187
11.7.2.2	Carga general	188
11.7.2.3	Recarga	189
11.7.3	Estresores	189
11.7.4	Definición del modelo conceptual	189
11.8.0	Establecimiento del modelo numérico	190
11.8.1	Dominio del modelo y discretización espacial	190
11.8.2	Discretización temporal	191
11.8.3	Discretización vertical	192
11.8.4	Parámetros hidráulicos	193
11.8.5	Condiciones de borde	194
11.8.6	Condiciones iniciales	195
11.8.7	Estresores	196
11.8.7.1	Pozos de observación	197
11.8.7.2	Construcción del modelo numérico	197
11.8.7.3	Calibración en régimen estacionario	198
11.8.7.4	Calibración en régimen transitorio	200
11.8.7.5	Resultados	201
11.8.7.6	Simulaciones predictivas	201
11.8.7.7	Resultados gráficos de la simulación	202
11.9.0	Determinación de la oferta de agua subterránea racionalmente explotable	204
12.0.0	NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA	206
12.1.0	Objetivos	206
12.2.0	Equipos de ingeniería e instrumentos	206
12.3.0	Procedimiento y ejecución	207
12.3.1	Método	207
12.3.2	Trabajo de campo	207

12.3.3 Resultados 209

13.0.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 213

13.1.0 Conclusiones 214

13.2.0 Recomendaciones 216

ANEXOS

ANEXO I

Prospección geofísica

- Secciones geoelectricas (valle Motupe - La Leche)
- Gráficos de las curvas TDEM

ANEXO II

Inventario de fuentes de agua subterránea

- Cuadros de características técnicas - valle Motupe
- Cuadros de características técnicas - valle La Leche

ANEXO III

Reservorio acuífero subterráneo

- Red piezométrica - valle Motupe
- Red piezométrica - Valle La Leche

ANEXO IV

Hidráulica subterránea

- Gráficos de las pruebas de bombeo - valle Motupe
- Gráficos de las pruebas de bombeo - valle La Leche

ANEXO V

Hidrogeoquímica

- Red hidrogeoquímica - valle Motupe
- Red hidrogeoquímica - valle La Leche
- Cuadro de los resultados de los análisis físico - químico - valle Motupe
- Cuadro de los resultados de los análisis físico - químico - valle La Leche
- Gráficos de los resultados de los análisis físico - químico - valle Motupe
- Gráficos de los resultados de los análisis físico - químico - valle La Leche
- Cuadro de los resultados de los análisis bacteriológicos - valle Motupe
- Cuadro de los resultados de los análisis bacteriológicos - valle La Leche
- Certificados de los análisis bacteriológicos - Valle Motupe
- Certificados de los análisis bacteriológicos - Valle Motupe

RELACIÓN DE LÁMINAS

N°

DESCRIPCIÓN

- 3.1 Ámbito de estudio Zona de veda
- 4.1 Mapa de la cuenca de Motupe - La Leche
- 5.1 Geología
- 6.1 Plano de ubicación de fuentes de agua subterránea - Distrito Motupe
- 6.2 Plano de ubicación de fuentes de agua subterránea - Distrito Chochope
- 6.3 Plano de ubicación de fuentes de agua subterránea - Distrito Jayanca
- 6.4 Plano de ubicación de fuentes de agua subterránea - Distrito Salas

- 6.5 Plano de ubicación de fuentes de agua subterránea ~ Distrito Pítipo
- 6.6 Plano de ubicación de fuentes de agua subterránea ~ Distrito Pacora
- 7.1 Ubicación de Sondeos por Transitorios Electromagnéticos ~ TDEM y secciones geoelectricas
- 7.2 Espesores totales
- 7.3 Espesores saturados
- 7.4 Resistividades
- 8.1 Hidroisohipsas Motupe ~ La Leche
- 8.2 Isoprofundidad Motupe ~ La Leche
- 10.1 Isoconductividad eléctrica ~ Valle Motupe
- 10.2 Isoconductividad eléctrica ~ Valle La Leche
- 12.1 Red Piezométrica optimizada ~ Valle Motupe
- 12.2 Red Piezométrica optimizada ~ Valle La Leche
- 12.3 Familias hidrogeoquímicas ~ Valle Motupe
- 12.4 Familias hidrogeoquímicas ~ Valle La Leche

ASPECTOS GENERALES



1.0.0. ASPECTOS GENERALES

1.1.0 Introducción

Los acuíferos son formaciones geológicas subterráneas, se componen de una o más capas de roca o de estratos porosos y permeables que permiten el flujo y la extracción del agua del subsuelo. En el Perú, la sobreexplotación es uno de los problemas principales de algunos acuíferos como resultado del aumento excesivo de la extracción del agua, sobre todo para usos agrícolas y poblacionales.

En el acuífero de Motupe, debido a la ausencia de recursos hídricos superficiales, la agricultura utiliza exclusivamente aguas subterráneas, cuyo volumen de extracción se ha incrementado progresivamente desde 18.56 hm³/año en el 2001 hasta 46.51 hm³/año en el 2008, llegando a sobrepasar su reserva renovable, que es de 42 Hm³/año, correspondiente al flujo subterráneo que ingresa al acuífero de Motupe. De acuerdo al inventario realizado en el año 2007 se tiene un universo de 1,169 pozos.

En el acuífero de La Leche, la explotación del acuífero en el año 1,999, fue de 11.45 Hm³/año. A partir del año 2007, se aprecia una tendencia de descenso constante del nivel de la napa como consecuencia del incremento de la explotación, la que en el año 2008 llegó a 44.88 Hm³/año. Considerando que la reserva renovable del acuífero de La Leche es 37 Hm³/año, se puede decir que se ha incrementado en un 300 %. En el Inventario de fuentes de agua subterránea del año 2008 se registró alrededor de 2,010 pozos.

Ante los hechos antes referidos, la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, en coordinación con la Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque Zarumilla, optaron por la ejecución del estudio denominado **‘Evaluación de la veda en el acuífero de Motupe y margen derecha del río La Leche’**, con la finalidad de afrontar el problema de sobre explotación

1.2.0 Antecedentes

Para prevenir la sobre explotación de las aguas subterráneas, la Autoridad Nacional del Agua ANA, desde el año 1,966 viene declarando zonas de veda en aquellos acuíferos donde la extracción del agua es superior a su recarga. Actualmente la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338) en el numeral 6 del Artículo 15°, establece que nuestra entidad, tiene entre sus funciones declarar zonas de veda y en el Artículo 113° señala que se puede declarar zonas de veda permanente o temporal, para explotaciones, perforaciones de pozos y otorgamiento de nuevos derechos de uso de las aguas subterráneas; bajo esta premisa se tiene lo siguiente:

La entonces Intendencia de Recursos Hídricos, el 17 de setiembre del 2007, declaró mediante Resolución Ministerial N° 543-2007-AG disponer la veda para el otorgamiento de nuevos usos de agua subterránea, así como prohibir la ejecución de obras de perforación de nuevos pozos y otras obras de captación de aguas subterráneas en la zona del acuífero del valle Motupe, hasta la margen derecha del río La Leche, que políticamente comprende los distritos de Chochope, Motupe, Jayanca, Salas, Pítipu y Pacora en la provincia y departamento de Lambayeque.

Con Resolución Jefatural N° 201-2010-ANA, de fecha 22 de marzo del año 2010, se ratificó la vigencia de las vedas hasta que se superen las causas que las motivaron; mientras tanto, seguirá la prohibición de otorgar derechos de uso de agua y de ejecutar todo tipo de obras destinadas al aprovechamiento de recursos hídricos subterráneos, así como al incremento de los volúmenes de extracción.

1.3.0 Justificación

En la zona de estudio, la Autoridad Nacional del Agua ANA, señala que el agua subterránea del acuífero Motupe y Margen derecha del río La Leche, presenta procesos de sobreexplotación que amenazan su sustentabilidad, por lo que es necesario diseñar estrategias que prevean la falta de agua en esta parte de la región Lambayeque.

La evaluación de la veda del acuífero Motupe y margen derecha del río La Leche es relevante, pues habrá mayor control sobre las extracciones de agua del subsuelo y se reducirá la sobreexplotación del acuífero, permitiendo asegurar su manejo sustentable y mejorar el aprovechamiento de las aguas subterráneas.

1.4.0 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el estado actual de los recursos hídricos subterráneos, a través de la actualización de las fuentes de agua subterránea, explotación actual, reservas totales y explotables de las aguas almacenadas en el acuífero de los valles Motupe y margen derecho del río La Leche.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las unidades hidrogeológicas y delimitar el acuífero.
- Determinar las condiciones geoeléctricas del relleno aluvial en el área de estudio.
- Distinguir las capas del subsuelo y sus espesores según sus resistividades eléctricas.
- Estimar la profundidad del techo del basamento rocoso impermeable.
- Actualizar el inventario de fuentes de agua subterránea y determinar los volúmenes de explotación.
- Evaluar la morfología de la napa freática.
- Evaluar el grado de mineralización de las aguas almacenadas en el acuífero.
- Determinar las condiciones hidrogeológicas del acuífero.
- Determinar el potencial de explotación a través de la estimación de la reserva explotable mediante modelo matemático del acuífero.

1.5.0 Metodología de trabajo

El trabajo de campo fue planificado desde un punto de vista multidisciplinario, concentrándose en las áreas de investigación siguientes:

• Hidrología

Mediante esta actividad se analizará la serie histórica de descarga de los ríos Motupe y La Leche y otras fuentes de recarga de los acuíferos del mismo nombre. Se obtendrá un balance hídrico de la zona en estudio, analizando la disponibilidad hídrica superficial y su influencia en las áreas bajo riego. En esta actividad se desarrollarán los siguientes capítulos:

- Recarga
- Balance hídrico de la napa

• Geología y Geomorfología

El levantamiento geológico a realizarse en el área a investigar, debe estar orientado a conocer la hidrogeología del lugar; en ese sentido, el estudio tiene como objetivo, identificar las unidades hidrogeológicas; así como también, delimitar el acuífero tanto en forma lateral como inferirlo en profundidad.

En la mayoría de los valles ubicados en la vertiente del Pacífico, los depósitos aluviales de edad cuaternaria, son los que constituyen los acuíferos, en consecuencia los estudios de geología permiten identificar las diferentes etapas de su evolución y por lo tanto las terrazas que la conforman.

• Actualización del inventario de fuentes de agua subterránea

Consiste en registrar todas las fuentes de agua subterránea, sean estas naturales como artificiales, en las cuales se tomarán datos físicos y técnicos de los pozos, tales como su ubicación, profundidad, diámetro, tipo, uso, nivel estático de la napa, equipamiento de los pozos, caudales, régimen de explotación y masa explotada.

Para el registro de cada fuente de agua subterránea (pozos tubulares, mixtos y a tajo abierto), ubicada en el ámbito de estudio, se utilizará una ficha de campo, en la misma que se indicará las características técnicas antes referidas.

• **Geofísica**

Actualmente se cuenta con información de las características geoelectricas del acuífero en los valles de Motupe y margen derecha del acuífero La Leche, realizadas mediante Sondeos Eléctricos Verticales (SEVs), por la entonces Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA, con lo cual se determinó la profundidad y espesor del acuífero aprovechable y profundidad del basamento rocoso.

Dicha actividad será complementada en la parte Noroeste del valle Motupe, para lo cual se utilizará el método de prospección geofísica a través de los Sondeos por Transitorios Electromagnéticos TDEM y el uso de equipo TSIKL 7 (CICLO 7), constituido por un generador y un receptor digital controlado por una computadora externa.

Esta actividad permitirá obtener: Curvas de sondeos TDEM, con su respectiva interpretación, cuadro con la interpretación cuantitativa de los TDEM ejecutados, secciones geoelectricas trazadas en diferentes sectores del ámbito de estudio y planos de espesores totales, resistividades y espesores saturados.

• **Reservorio acuífero**

Para definir la geometría del acuífero, el medio poroso, litología del acuífero y sus límites, se utiliza la geología, geofísica, así como los niveles estáticos medidos en los pozos durante la fase de actualización del inventario de fuentes de agua subterránea. Con la información obtenida en campo de la red piezométrica, se elaborará los planos de hidroisohipsas e isopropundidad de la napa, en la cual se representará el comportamiento del flujo subterráneo a través de toda la extensión del acuífero.

• **Hidráulica subterránea**

Esta actividad permitirá a través de las pruebas de acuífero, estimar los parámetros hidrogeológicos (T, K y S), conocer el funcionamiento y el movimiento del agua subterránea del medio poroso hacia la estructura de captación y cuantifica la capacidad del acuífero de almacenar y transmitir agua. Con ello se podrá determinar los radios de influencia de los pozos de bombeo y evitar la interferencia por bombeo simultáneo y proyectar a una distancia adecuada cualquier pozo nuevo o de remplazo.

El desarrollo de esta actividad, contempla analizar y validar pruebas realizadas en los estudios anteriores y complementar con la ejecución de nuevas pruebas de acuífero en las zonas donde no se disponga de parámetros hidrogeológicos.

• **Hidrogeoquímica**

La calidad de las aguas subterráneas en el ámbito de estudio, es importante por sus aplicaciones al suministro de agua (poblacional, riego, pecuario e industrial, minero y otros). Su determinación permitirá delimitar el acuífero del valle en estudio en áreas con buenas, regulares y malas condiciones con respecto a la calidad del agua; para lo cual se ejecutará lo siguiente:

- Muestreo en todos los pozos inventariados para su análisis *in situ* mediante el analizador digital portátil y determinar la C.E, el pH, los Sólidos Totales Disueltos (STD) y la temperatura.
- Recolección de muestras para análisis bacteriológico en pozos de uso poblacional y doméstico. Dicha actividad se realizará en los valles de Motupe y La Leche. Se estimarán los parámetros: Coliformes Totales, Fecales, Huevos de helmintos, formas parasitas, etc.
- Selección de muestras de agua en los valles de Motupe y La Leche, para realizar el análisis físico-químico completo en un laboratorio especializado.

• Modelamiento numérico del acuífero

El acuífero será estudiado mediante modelo de simulación numérica, el cual permitirá evaluar el estado actual y futuro de las aguas subterráneas sometido a diferentes escenarios de explotación y recarga, con la finalidad de determinar la oferta de agua subterránea explotable y sostenible.

El modelamiento del acuífero comprenderá las siguientes actividades: Configuración, calibración (régimen permanente y transitorio) y simulaciones de explotación (escenarios de explotación y recarga).

• Nivelación topográfica

Una vez rediseñada las redes de control (piezométrica e hidrogeoquímica), se procederá a realizar una nivelación altimétrica (estimación de la cota del terreno) y P.R (punto de referencia) para todos los piezómetros existentes en el ámbito de estudio (valle Motupe y margen derecha del río La Leche), enmarcadas en los distritos de Motupe, Chochope (valle Motupe); Jayanca, Salas, Pacora, Pítipo (margen derecha del río La Leche).

1.6.0 Trabajos preliminares

Consistió en la revisión de la información existente en los archivos de la Autoridad Nacional del Agua, Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque, Zarumilla y Administración Local de Agua Motupe - Olmos - La Leche.

1.6.1 Trabajos de campo

- Reconocimiento geológico - geomorfológico
- Ejecución de sondeos por Transitorios Electromagnéticos - TDEM y curvas de campo
- Ubicación y evaluación de las fuentes de agua subterránea
- Toma de los niveles estáticos y dinámicos
- Aforos de los pozos
- Pruebas de acuífero a caudal constante
- Toma de muestras de las fuentes de agua subterránea para su posterior análisis físico químico

1.6.2 Trabajos de gabinete

A partir de la recopilación de información de la zona estudiada, bibliografía hidrogeológica de inventarios de fuentes de agua subterránea, existentes en la Autoridad Nacional del Agua, y sobre la base de la información obtenida en campo se tiene lo siguiente:

- Identificación de las unidades litológicas y geo-morfológico de la zona
- Interpretación de la curva de resistividades eléctricas (TDEM)
- Realización de los corte geoelectricos de los sondeos TDEM
- Análisis físico - químico de las muestras de agua de los pozos registrados.
- Cálculo de la permeabilidad, transmisividad y coeficiente de almacenamiento

Elaboración de cuadros (registros histórico de precipitación, características técnicas de las fuentes de agua subterránea, redes piezométricas) y mapas temáticos (geología - geomorfología, geofísica, nivel piezométrico, hidroisohipsas, entre otros).

ESTUDIOS REALIZADOS



2.0.0 ESTUDIOS REALIZADOS

En los valles de Motupe y La Leche, existen estudios realizados por diversas instituciones tanto privadas como del estado peruano, dedicadas al conocimiento de la parte hidrogeológica, las cuales se pasa a detallar:

- En el año **1957**, La Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS), realizó el estudio denominado `Abastecimiento de Agua Potable para Motupe_, el cual consistió en la evaluación hidrogeológica.
- En **1964**, Tahal (Water Planning) Ltd., realizó el estudio denominado `Proyecto de desarrollo de recursos de aguas subterráneas en Jayanca`Lambayeque_ (Estudio de factibilidad).
- En **1964**, Tahal Engineering Hd realizó el estudio denominado `Desarrollo del Recurso de Agua Subterránea_, en el cual se efectuó parte de la hidrogeología del lugar.
- En **1966**, ITALCONSULT realizó el estudio `Irrigación de la pampa de Olmos_ en el cual se analiza la hidrogeología de los acuíferos de Olmos, Motupe y La Leche
- En el año **1974**, las empresas Selkhozpromexport y Techkhozpromexport de la URSS, realizaron labores en el Proyecto Especial de Irrigación e Hidroenergético Olmos, desarrollado en Olmos, Motupe, Chóchope, Salas, Jayanca, Pacora, Illimo, Túcume y Mórrope de la provincia de Lambayeque; los distritos de Pítipo y Mesones Muro de la provincia de Ferreñafe, del departamento de Lambayeque.
- En **1974**, la Dirección de Aguas Superficiales y Subterráneas, realizó el estudio `Diagnostico de la explotación e infraestructura de captación de las aguas subterráneas del valle La Leche_
- En **1976**, La Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS), realizo el estudio `Costo del m3 del agua subterránea en el departamento de Lambayeque
- En el año **1979**, el MINAG, DEPOL. Moscú URSS desarrolló el `Complejo Hidroenergético y de Irrigación Olmos`Primera etapa parte de irrigación`Estudio Definitivo`Volumen I_.
- En **1985**, el Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET), realizó el "Estudio Geológico de los Cuadrángulos Jayanca, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota y Celendín", donde se efectuó el levantamiento geológico, estructural y estratigráfico.
- En **1991**, el Programa Nacional de Aguas Subterráneas y Tecnificación de Riego (PRONASTER), realizó el proyecto de "Mejoramiento de Riego con Aguas Subterráneas y Tecnificación de Riego en los valles Motupe y Olmos"; estudio localizado sólo en ciertos sectores de ambos valles.
- En **1997**, la Dirección General de Aguas y Suelos`DGAS, efectuó el estudio denominado `Abastecimiento de agua potable para Motupe_, el cual consistió en la evaluación hidrogeológica del lugar que permite ubicar sectores con condiciones hidrogeológicas adecuadas para la perforación de un pozo, el cual abastecerá de agua al poblado de Motupe
- En el año **1999** la Dirección General de Aguas y Suelos del INRENA ejecutó el `Inventario y monitoreo de las aguas subterráneas en el valle La Leche_. Aguas Subterráneas.
- A partir del año **1999** a la actualidad se viene desarrollando el Monitoreo de las aguas subterráneas en los acuíferos de Motupe y La Leche
- En el año **2001**, la DIRHI. IRH. INRENA. MINAG, desarrolló el `Estudio Hidrogeológico del Valle Motupe_. Aguas Subterráneas.

- En el 2001, la Administración Técnica del Distrito de Riego Motupe-Olmos - La Leche, elaboró el estudio `Evaluación geofísica de resistividad eléctrica en el valle Motupe`.
- En 2006, INRENA - PROFODUA, realizó los estudios `Propuesta de asignación de agua superficial en bloques para la formalización de derechos de uso de agua` Valles Motupe y La Leche.
- En el año 2006, el Ingeniero Guillermo Aguilar Giraldo, realizó el estudio `Modelo de simulación de acuífero Motupe` en el cual se realiza la simulación a régimen permanente y transitorio de la zona de veda.
- En el año 2007, el PRONASUB. IRH - INRENA - MINAG, realizó el estudio denominado `Estudio hidrogeológico de los valles de Motupe y margen derecha del río La Leche`.
- En noviembre del 2008, el Ing° Humberto Cruz realizó el estudio `Modelamiento del Sistema Acuífero Motupe - La Leche`.
- En el 2008, La Autoridad Local de Aguas Motupe - Olmos - La Leche, elaboró el `Estudio Hidrogeológico en el Valle La Leche`.
- Desde el año 2000 al 2008, la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA (Ex - Dirección General de Aguas y Suelos - DGAS), realizó los estudios `Monitoreo de las Aguas Subterráneas en los Valles de Motupe - Olmos y La Leche`.
- En el 2009, La Autoridad Local de Aguas Motupe - Olmos - La Leche, a través de su oficina de Aguas Subterráneas, realizó el `Estudio Hidrogeológico de los Valles de Motupe y margen derecha del río La Leche` el cual consistió en la evaluación hidrogeológica del lugar del área de veda del acuífero para la conservación y del uso eficiente y sostenible de las aguas subterráneas.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO



3.0.0 CARACTERISTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.0 Ubicación del área de estudio

El valle Motupe enmarcado dentro de la zona de veda, comprende la parte media y baja de la cuenca del río Motupe, ubicada en la parte Norte de la Costa del Perú, aproximadamente a 820 Km. al Norte de la ciudad de Lima y a 60 Km. de la ciudad de Chiclayo.

La cuenca del río Motupe limita con el Sur con la cuenca del río La Leche, por el Norte con la cuenca del río Olmos, por el Este con la cuenca del río Huancabamba y por el Oeste, con las pampas del litoral. El río Motupe tiene una longitud de 78 Km desde sus nacientes en la cordillera hasta que se une con el río La Leche. Se ha delimitado un área de investigación de aproximadamente 648 Km².

Políticamente pertenece al departamento de Lambayeque a la provincia de Lambayeque y a los distritos de Motupe y Chochope.

En cuanto al valle La Leche que abarca la zona en veda, se encuentra comprendida en parte de los distritos de Jayanca, Salas, Pacora y Pítipo, los cuales se ubican en la margen derecha del río La Leche. Ver **Lámina N° 3.1**

3.2.0 Ubicación geográfica

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

Este	:	624,343 m	y	662,761 m
Norte	:	9°282,702 m	y	9°333,571 m

Donde la descripción de sus límites geográficos se detalla a continuación:

Por el Norte, con el Cerro La Viña, cruza la Qda. De Sandor, sigue por el Cerro Gallinazo, cruzando la Qda. Río Hondo, y Qda. Ñusca, seguido del Cerro Briceño, cruza la Qda. Número Ocho, Cerro Número Ocho, Qda. De Jaguar Negro, para culminar en los cerros Chalpón y El Teniente.

Por el Este, con el Cerro Pan de Azúcar, cruza los Ríos Olos, Yocape, Cerro Filo del Ojal, cruza la Qda. Del Riachuelo, seguido del Cerro Laja Blanca, Cerro Quintaquina, Cerro Pumasiroa, Cerro Sonolipe, cruza la Qda. De La Anchoyita, seguido del Cerro Santo Fraire, par luego cruzar las Qdas. Del Santo Fraire, El Mango de La Pilasca, De Tierra Blanca, De La Shita, San Bartolo, Carpintero, seguido del Cerro Saturdino, Cerro Shonto, Cerro San Antonio, Cerro Jahuay Nagro, Cerro Pan de Azúcar, Cerro Zurira, Cerro Pelado, llegando hasta el cruce de la Quebrada Medio Mundo con la margen derecha del Río La Leche.

Por el Sur, se inicia en el cruce de la Quebrada Medio Mundo con la margen derecha del Río La Leche, siguiendo aguas abajo cruzando la Panamericana Norte hasta llegar al Río Motupe, en el Distrito de Pacora.

Por el Oeste, se inicia en el cruce del Río La Leche y el Río Motupe en el distrito de Pacora, en línea vertical cruzando la Qda. Río Hondo y la Qda. De Sandor, hasta llegar al cruce con el Cerro Cerro La Viña.

3.3.0 Vías de comunicación

La infraestructura vial del ámbito de estudio, está constituida por tres (03) redes principales:

- La red primaria representada por la carretera Panamericana Norte, la cual conecta a la ciudad de Lima y Chiclayo.

- Una red secundaria que permite conectar el área de estudio, corresponde a la antigua carretera Panamericana Norte, la cual atraviesa transversalmente la parte baja del Valle y une por el Norte con el departamento de Piura y por el Sur, con los distritos de Túcume, Mochumí, Lambayeque y la provincia de Chiclayo.
- Una red terciaria que permite conectar la ciudad de Chiclayo, con Motupe, pasando por Lambayeque, Illimo, Túcume, Mochumí, Pacora y Jayanca, a través de la antigua Panamericana Norte.
- En relación a las carreteras de penetración al interior del ámbito, éstas son de tipo carrozable, siendo transitable en los meses de abril a diciembre, ya que en épocas de lluvias son inaccesibles. Además existe una vía que permite conectar con los distritos de Pítipu, Batangrande y Ferreñafe.

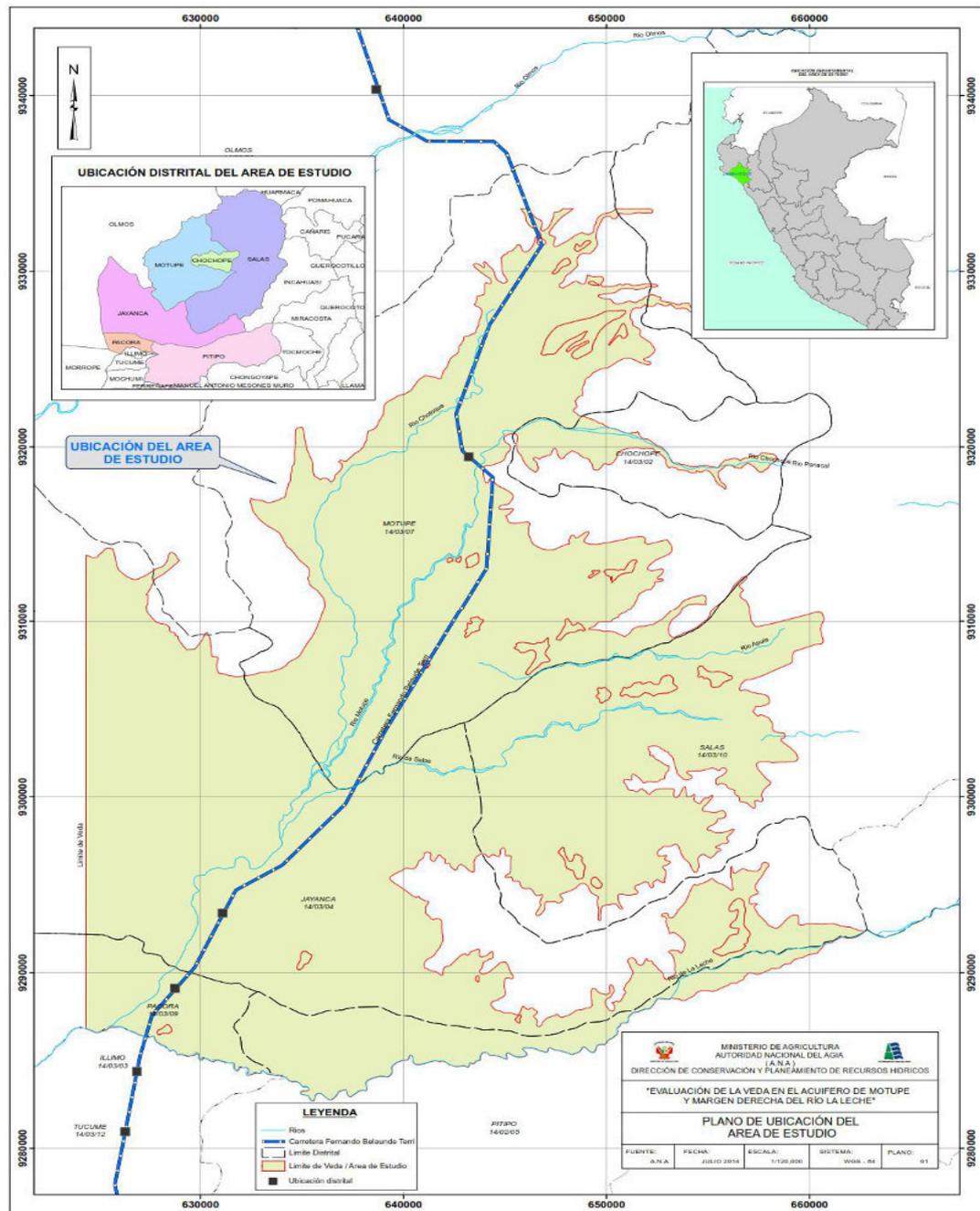


FIGURA N° 01
 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

3.4.0 Demografía

3.4.1 Población del ámbito de estudio

El censo realizado indica que el 25.12 % (20,133 habitantes) de la población total del área en veda, se encuentra dentro del rango de 15 a 29 años de edad, mientras que el 7.48 % (13,814 habitantes) en el rango de 45 a 64 años.

Dentro del valle existe una mayor presencia del sexo masculino con el 50,49 % (40,469 habitantes). Asimismo, la población se encuentra mayormente concentrada en la zona rural con el 58.09 % (46,566 habitantes).

El **Cuadro N° 3.1** muestra los resultados del XI Censo Nacional de Población efectuada en 2007, del cual se deduce que la población total del área en veda (Motupe - Margen derecha del río La Leche) es de 80,157 habitantes.

CUADRO N° 3.1
POBLACIÓN TOTAL SEGÚN SEXO Y TIPO DE POBLACIÓN
VEDA MOTUPE, MARGEN IZQUIERDA RIO LA LECHE-2014

DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN			URBANA			RURAL		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Menores de 1año	1,606	836	770	608	319	289	998	517	481
De 1a a 4 años	7,210	3,604	3,606	2,606	1,332	1,274	4,604	2,272	2,332
De 5 a 14 años	18,663	9,529	9,134	7,298	3,649	3,649	11,365	5,880	5,485
De 15 a 29 años	20,133	10,282	9,851	8,455	4,147	4,308	11,678	6,135	5,543
De 30 a 44 años	14,483	6,951	7,532	6,316	2,813	3,503	8,167	4,138	4,029
De 45 a 64 años	12,066	6,119	5,947	5,481	2,662	2,819	6,585	3,457	3,128
De 65 a más años	5,996	3,148	2,848	2,827	1,426	1,401	3,169	1,722	1,447
TOTAL	80,157	40,469	39,688	33,591	16,348	17,243	46,566	24,121	22,445

Fuente: INEI-Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

3.4.2 Población económicamente activa

El **Cuadro N° 3.2** muestra la población económicamente activa del área en veda (Motupe - Margen derecha del río La Leche), por distrito político, observándose que el 36.01 % (25,070 habitantes) de la población total corresponde a una población económicamente activa (P.E.A.), y el 63.97 % (44,542 habitantes) a una población económicamente no activa (PENA).

En relación a la población económicamente activa, es el grupo de 15 a 29 años quien presenta el mayor porcentaje con el 12.05 % (8,391 habitantes). Por otro la población económicamente no activa está concentrada en un 23.68 % (16,485 habitantes) en el rango de 6 a 14 años.

CUADRO N° 3.2
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE 6 A MÁS AÑOS
VEDA MOTUPE, MARGEN IZQUIERDA RIO LA LECHE-2014

DESCRIPCIÓN	TOTAL	6 a 14 Años	15 a 29 Años	30 a 44 Años	45 a 64 Años	65 a más Años
Distrito de Chochupe	1,060	284	299	205	178	94
P.E.A	368	6	128	108	93	33
P.E.N.A	692	278	171	97	85	61
Distrito de Motupe	21,065	4,847	6,179	4,476	3,740	1823
P.E.A	8,105	120	2601	2708	2139	537
P.E.N.A	12,960	4,727	3578	1768	1601	1286
Distrito de Salas	11,091	3,290	2,846	2,135	1,850	970
P.E.A	3,214	85	989	988	849	303
P.E.N.A	7,877	3,205	1,857	1147	1001	667
Distrito de Jayanca	13,036	2,955	3,950	2,638	2,247	1246
P.E.A	4,876	75	1,766	1552	1228	255
P.E.N.A	8,160	2,880	2,184	1086	1019	991
Distrito de Pítipo	17,430	4,173	5,226	3,850	2,926	1255
P.E.A	6,425	142	2,296	2,192	1519	276
P.E.N.A	11,005	4,031	2,930	1,658	1407	979
Distrito de Pacora	5,930	1,385	1,633	1179	1125	608
P.E.A	2,082	21	611	688	609	153
P.E.N.A	3,848	1,364	1022	491	516	455
TOTAL DEL VALLE	69,612	16,934	20,133	14,483	12,066	5,996
P.E.A. del Valle	25,070	449	8,391	8,236	6,437	1,557
P.E.N.A. del Valle	44,542	16,485	11,742	6,247	5,629	4,439

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

3.4.3 Principales actividades económicas

En el **Cuadro N° 3.3**, se observa que en el área de veda (Motupe y margen derecha del río La Leche) los cultivos que más destacan son el maíz amarillo duro, mango, frijol de palo, algodón, maracuyá, palta, limón, entre otros. Por otro lado, debe señalarse que le siguen en importancia los cultivos de vid, plátano, caña de azúcar y árboles frutales.

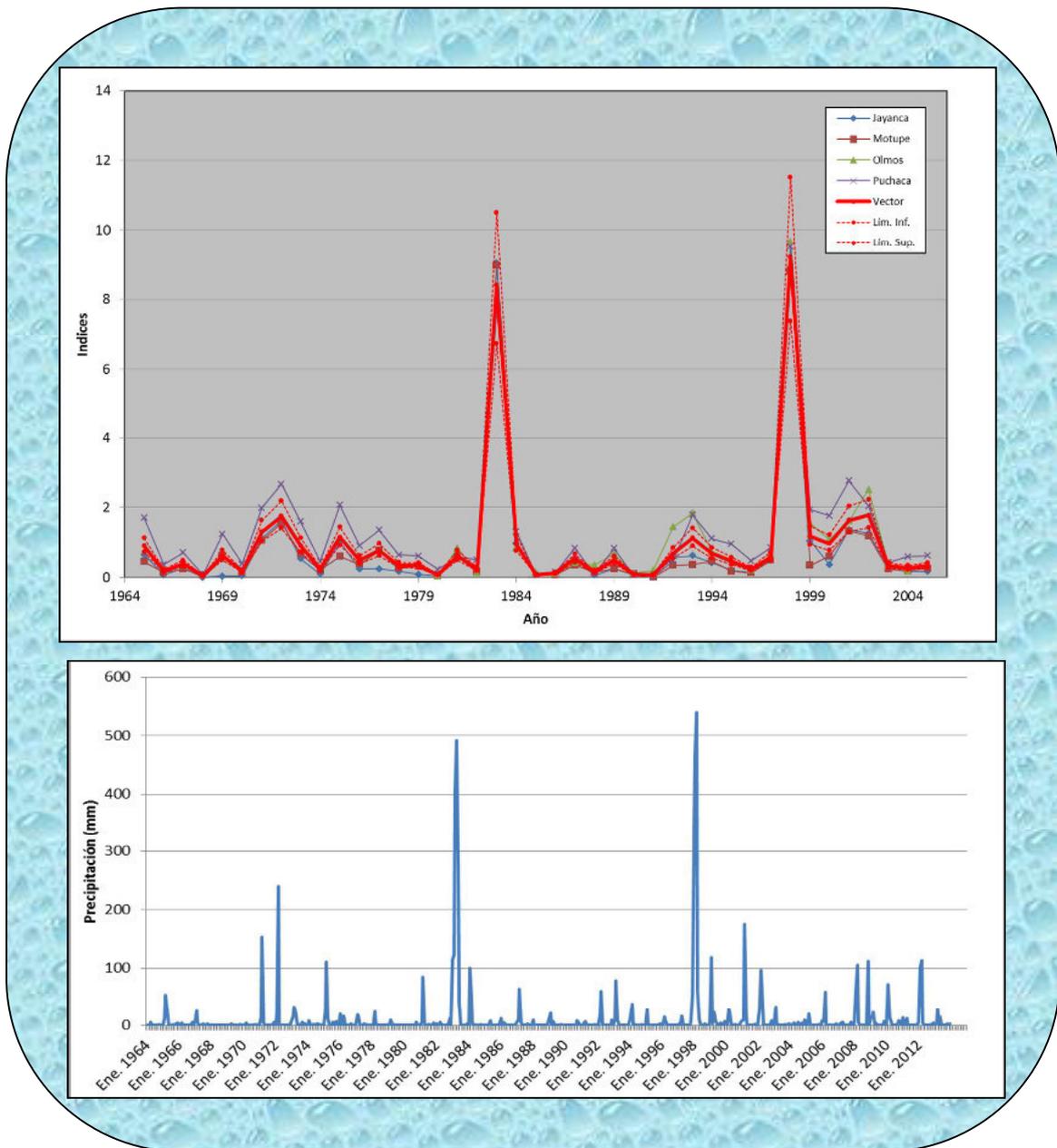
Otra actividad importante es la ganadería (crianza del ganado ovino, caprino, vacuno y en menor cantidad porcino), la cual se realiza mayormente en los distritos de Jayanca, Salas y Pítipo, entre otros ubicados en la parte superior del área de estudio, en donde carece de agricultura y por ende se dedican a esta actividad.

CUADRO N° 3.3
INVENTARIO DE CULTIVOS CAMPAÑA AGRÍCOLA
VEDA MOTUPE, MARGEN IZQUIERDA RIO LA LECHE-2014

CULTIVO	TONGORRAPE	ARROZAL	CHOCHOPE	MOTUPE	JAYANCA	MAGDALENA LA VIÑA	PACORA	TOTAL
ALFALFA					0.50		2.00	2.50
ALGODÓN DEL					90.51	3.70	93.51	187.72
ALGODÓN				8.00	12.74			20.74
CAMOTE							21.08	21.08
CAÑA DE AZUCAR							29.13	29.13
CIRUELA ROJA					15.86		29.41	45.26
FRIJOL CAUPI		3.00				33.30	1.03	37.33
FRIJOL DE PALO			9.69	4.00	7.87	313.40	65.24	400.20
LIMONERO					0.17	34.09		34.26
LIMON SUTIL	24.00	15.05	2.50	74.45				116.00
MAIZ AMARILLO	202.27	379.69	484.57	737.40		5.19		1,809.13
MAIZ AMARILLO D M					881.97	510.16	1,463.53	2,855.66
MAMEY MAMEY		8.25		7.67	0.20			16.12
MANGO					12.35		34.44	46.79
MANGO HADEN						40.50		40.50
MANGO KENT	172.75	436.76	237.33	260.92	3.36	100.60	16.99	1,228.70
MARACUYA	10.11	15.00	10.50	98.72		50.00	1.00	185.33
NARANJA		6.02	2.00	21.12	0.50		0.75	30.39
PALTA CRIOLLA					0.50	87.12	0.92	88.54
PALTA INJERTA	4.00	29.00		97.11				130.11
PIMIENTO	4.00							4.00
PASTOS				12.00				12.00
PLATANO DE SEDA	18.00			2.10			0.50	20.60
TAMARINDO			2.45				3.02	5.47
UVA ITALIANA						57.00	1.00	58.00
UVA					34.22			34.22
UVA RED					106.80			106.80
TOTAL	435.13	892.77	749.04	1,323.50	1,167.55	1,235.05	1,763.54	7,566.57

Fuente: Junta de Usuarios Valle La Leche y Motupe

HIDROLOGÍA



4.0.0 HIDROLOGIA

4.1 Datos climatológicos

4.1.1 Temperatura

Se cuenta con registros históricos de temperatura media mensual de las estaciones Motupe y Jayanca, las mismas que se consideran representativas en la zona del estudio. En el caso de la estación Jayanca, se tiene que las temperaturas más altas se presentan en los meses de febrero y marzo (verano) y las mínimas ocurren en invierno, mes de julio (19.8 °C). Ver **Cuadro N° 4.1** y **Gráfico N° 4.1**.

En el caso de la estación Motupe, se indica que las temperaturas más altas se presentan en los meses de febrero y marzo (verano) y las mínimas ocurren en invierno, mes de julio (19.8 °C). Ver **Cuadro N° 4.2**

4.1.2 Humedad relativa

Se cuenta con registros históricos de humedad relativa media mensual de la Estación Motupe, la misma que se considera representativa en la zona del proyecto. Ver **Cuadro N° 4.3** y **Gráfico N° 4.2**

4.1.3 Horas de sol

La caracterización de esta variable, se ha realizado tomando en cuenta los datos de la estación Motupe, cuyos registros históricos se presentan en el **Cuadro N° 4.4** y **Gráfico N° 4.3**.

4.1.4 Velocidad del viento

Con respecto a esta variable, se ha obtenido registros de los años 1965 a 1980, los mismos que se presentan en el **Cuadro N° 4.5** y **Gráfico N° 4.4**.

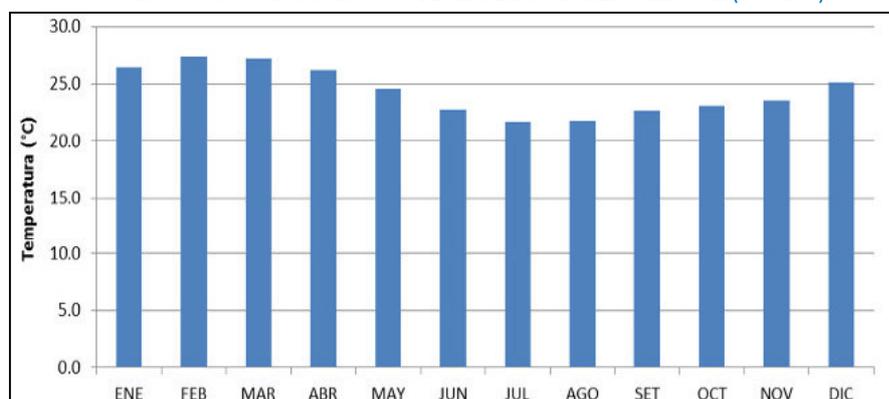
CUADRO N° 4.1
 ESTACIÓN JAYANCA–RESUMEN DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)–PERIODO 1964-2013

DEPARTAMENTO	: LAMBAYEQUE	Longitud	79°46'06.0"
PROVINCIA	: LAMBAYEQUE	Latitud	06°19'58.0"
DISTRITO	: JAYANCA	Alt.	102.7 msnm

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
Promedio	26.2	27.2	27.2	25.8	23.7	21.8	20.7	21.0	21.7	22.3	22.9	24.5	23.8

Fuente.- Autoridad Nacional del Agua - Abril 2014

GRAFICO N° 4.1:
 ESTACION JAYANCA: REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (1964-2013)



CUADRO N° 4.2
ESTACIÓN MOTUPE- REGISTRO HISTÓRICO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (mm) – PERIODO 1965-1998

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
PROVINCIA : LAMBAYEQUE
DISTRITO : MOTUPE

Longitud 79°44'55.0"
Latitud 06°12'57.1"
Alt. 152 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1	1965	26.4	27.3	26.6	25.5	25.1	23.5	22.9	22.4	22.9	23.4	23.4	25.5	24.6
2	1966	26.8	26.9	27.1	26.5	24.6	21.9	20.9	21.4	22.5	23.0	23.0	24.2	24.1
3	1967	23.9	26.8	27.4	27.4	25.3	20.9	20.4	21.1	21.4	22.5	22.0	23.9	23.6
4	1968	26.3	27.1	27.0	25.1	22.4	20.8	21.2	22.2	23.0	22.5	23.1	25.1	23.8
5	1969	26.8	27.8	28.0	27.0	26.3	24.6	22.0	22.6	23.1	23.4	24.4	25.7	25.1
6	1970	26.8	27.3	27.7	27.2	24.0	22.7	20.3	21.0	22.4	22.9	22.8	24.9	24.2
7	1971	25.7	26.7	26.2	24.7	23.1	22.4	21.7	21.6	22.0	22.8	23.4	24.9	23.8
8	1972	26.7	28.0	27.2	25.8	25.1	24.5	23.7	23.9	23.2	24.1	25.0	26.4	25.3
9	1973	27.5	28.0	27.8	26.0	24.7	22.2	21.1	20.9	22.3	22.3	23.1	23.8	24.1
10	1974	26.0	27.2	27.3	26.4	24.8	22.9	21.5	21.9	22.2	23.1	21.2	25.1	24.1
11	1975	26.2	27.0	26.2	25.5	24.1	22.4	21.3	21.4	21.7	23.0	22.8	24.4	23.8
12	1976	26.4	27.4	27.7	26.9	25.6	24.8	23.4	23.3	23.6	23.8	25.0	26.4	25.4
13	1977	27.4	27.8	27.2	27.0	23.3	23.8	22.2	21.9	23.0	21.2	23.7	25.9	24.5
14	1978	26.4	27.1	27.5	25.8	24.8	22.5	22.4	21.4	22.8	23.1	24.9	26.0	24.6
15	1979	27.4	28.2	27.8	27.1	24.9	22.7	22.5	22.5	22.9	23.0	23.3	25.3	24.8
16	1980	26.9	27.7	27.9	27.9	25.6	23.2	22.1	21.7	22.2	23.3	23.8	25.3	24.8
17	1981	26.1	27.3	27.0	25.8	23.6	22.0	20.5	20.9	21.9	23.2	22.8	24.3	23.8
18	1982	26.1	27.3	27.3	25.6	24.9	22.8	22.1	22.0	23.4	24.4	25.4	26.9	24.9
19	1983	27.8	27.3	27.6	27.1	27.0	26.1							
20	1984													
21	1985													
22	1986	26.5	27.6	26.7	26.1	23.5	20.5	20.0	21.6	21.6	22.2	23.3	25.0	23.7
23	1987	27.1	27.7	27.6	26.8	24.4	22.4	22.1	22.5	22.7	22.7	23.6	25.0	24.6
24	1988	26.2	27.2	26.5	26.0	23.9	20.2	19.8	20.4	20.9	21.8	23.6	24.0	23.4
25	1989	25.9	26.5	27.0	25.0	22.0	21.4	19.8	21.2	21.7	23.0	22.7	23.8	23.3
26	1990	26.0	26.8	27.4	26.1	24.1	22.3	26.0	21.1	24.2	22.4	23.4	24.4	24.5
27	1991	26.0				25.0	22.6	20.7	20.1			23.5	25.5	
28	1992	26.7	27.7	28.2	27.5	26.1	23.0	21.0	21.8	22.5	23.5	24.1	24.2	24.7
29	1993	26.1		26.7	26.5	24.7	23.3	22.6	22.5	23.5	24.0	23.7		
30	1994	26.3	27.1	26.7	25.4	24.3	22.1	20.5	20.8	22.3	22.9	23.8	25.9	24.0
31	1995	27.1	26.9	27.5	25.6	24.2	22.5	21.3	21.5	22.4	22.5	23.9	24.5	24.2
32	1996	26.0	27.4	27.0	25.1	23.2	21.0	20.1	20.9	21.6	22.5	22.3	24.4	23.5
33	1997	25.9	27.7	28.0	26.7	26.5	25.9	25.0	24.8	26.2	25.7	26.2	27.2	26.3
34	1998	28.1	28.1		26.6		23.2	22.2	21.2	21.9				
	PROM.	26.5	27.4	27.3	26.2	24.6	22.7	21.7	21.8	22.6	23.0	23.6	25.1	24.3
	MAX.	28.1	28.2	28.2	27.9	27.0	26.1	26.0	24.8	26.2	25.7	26.2	27.2	26.3
	MIN.	23.9	26.5	26.2	24.7	22.0	20.2	19.8	20.1	20.9	21.2	21.2	23.8	23.3

Fuente.- Estudio de Propuesta de Asignación de Agua Superficial del Valle Motupe, Versión Definitiva - 2006

CUADRO N° 4.3
ESTACIÓN MOTUPE: REGISTRO HISTÓRICO DE HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (HR)-PERIODO 1965–1998

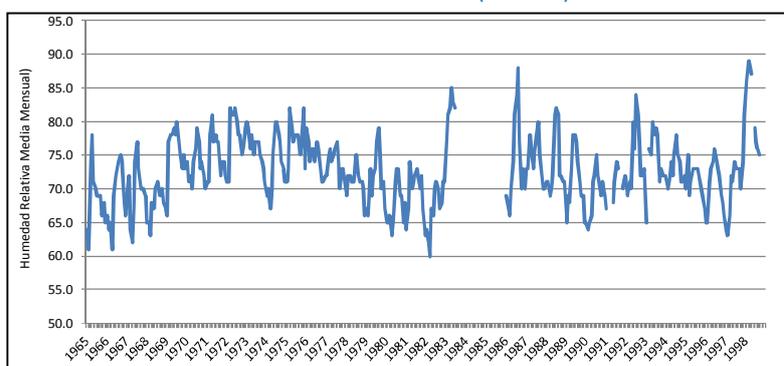
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
PROVINCIA : LAMBAYEQUE
DISTRITO : MOTUPE

Longitud 79°44'55.0"
Latitud 06°12'57.1"
Alt. 152 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1	1965	64.0	61.0	74.0	78.0	71.0	70.0	69.0	69.0	69.0	66.0	68.0	65.0	68.7
2	1966	66.0	64.0	65.0	61.0	69.0	72.0	73.0	74.0	75.0	74.0	68.0	66.0	68.9
3	1967	68.0	72.0	64.0	62.0	67.0	74.0	77.0	73.0	70.0	70.0	70.0	69.0	69.7
4	1968	65.0	65.0	63.0	68.0	67.0	70.0	71.0	70.0	69.0	70.0	68.0	67.0	67.8
5	1969	66.0	77.0	78.0	78.0	79.0	78.0	80.0	77.0	75.0	73.0	75.0	73.0	75.8
6	1970	74.0	71.0	72.0	70.0	74.0	76.0	79.0	77.0	73.0	74.0	72.0	70.0	73.5
7	1971	71.0	71.0	78.0	81.0	77.0	78.0	77.0	77.0	72.0	74.0	74.0	72.0	75.2
8	1972	71.0	71.0	82.0	81.0	81.0	82.0	80.0	78.0	78.0	75.0	76.0	79.0	77.8
9	1973	80.0	79.0	76.0	78.0	75.0	77.0	77.0	77.0	75.0	74.0	73.0	71.0	76.0
10	1974	69.0	70.0	67.0	70.0	75.0	80.0	80.0	78.0	77.0	74.0	73.0	71.0	73.7
11	1975	71.0	73.0	82.0	79.0	77.0	78.0	78.0	78.0	75.0	77.0	82.0	73.0	76.9
12	1976	79.0	77.0	74.0	76.0	76.0	74.0	77.0	76.0	73.0	71.0	71.0	72.0	74.7
13	1977	72.0	75.0	76.0	74.0	75.0	76.0	77.0	74.0	70.0	73.0	73.0	70.0	73.8
14	1978	69.0	72.0	72.0	71.0	71.0	73.0	75.0	72.0	71.0	71.0	70.0	66.0	71.1
15	1979	67.0	66.0	73.0	69.0	72.0	73.0	77.0	79.0	75.0	70.0	71.0	67.0	71.6
16	1980	65.0	65.0	66.0	63.0	65.0	71.0	73.0	73.0	69.0	69.0	65.0	68.0	67.7
17	1981	64.0	67.0	74.0	70.0	71.0	72.0	73.0	72.0	70.0	72.0	67.0	63.0	69.6
18	1982	64.0	62.0	60.0	67.0	66.0	70.0	71.0	70.0	67.0	68.0	71.0	71.0	67.3
19	1983	77.0	81.0	82.0	85.0	83.0	82.0							81.7
20	1984													
21	1985													
22	1986	69.0	67.0	66.0	70.0	74.0	81.0	84.0	88.0	77.0	70.0	73.0	70.0	74.1
23	1987	73.0	73.0	78.0	76.0	73.0	76.0	77.0	80.0	75.0	72.0	70.0	70.0	74.4
24	1988	71.0	71.0	69.0	70.0	72.0	81.0	82.0	81.0	72.0	72.0	71.0	71.0	73.6
25	1989	65.0	69.0	68.0	73.0	78.0	78.0	77.0	74.0	71.0	69.0	69.0	65.0	71.3
26	1990	65.0	64.0	65.0	66.0	71.0	72.0	75.0	72.0	70.0	69.0	71.0	69.0	69.1
27	1991	67.0				68.0	71.0	74.0	73.0			70.0	72.0	70.7
28	1992	71.0	69.0	71.0	70.0	80.0	76.0	84.0	81.0	77.0	72.0	72.0	73.0	74.7
29	1993	65.0		76.0	75.0	80.0	78.0	79.0	78.0	71.0	73.0	72.0		74.7
30	1994	72.0	70.0	71.0	74.0	72.0	75.0	78.0	75.0	74.0	71.0	71.0	72.0	72.9
31	1995	70.0	75	69.0	71.0	73.0	73.0	73.0	73.0	72.0	70.0	69.0	67.0	71.3
32	1996	65.0	65.0	71.0	73.0	74.0	76.0	75.0	73.0	72.0	69.0	68.0	66.0	70.6
33	1997	64.0	63	66.0	72.0	71.0	74.0	73.0	73.0	73.0	70.0	74.0	81.0	71.2
34	1998	86.0	88.0	89.0	87.0		79.0	77.0	76.0	75.0				82.1
PROM		69.5	70.4	72.2	72.8	73.5	75.5	76.5	75.5	72.7	71.4	71.2	70.0	72.6

Fuente.- Estudio de Propuesta de Asignación de Agua Superficial del Valle Motupe, Versión Definitiva - 2006

GRAFICO 4.2
REGISTRO DE HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (1965-1998) ESTACION MOTUPE



CUADRO N° 4.4
ESTACIÓN MOTUPE: REGISTRO HISTÓRICO DE HORAS DE SOL MEDIA MENSUAL–PERIODO 1965–1982

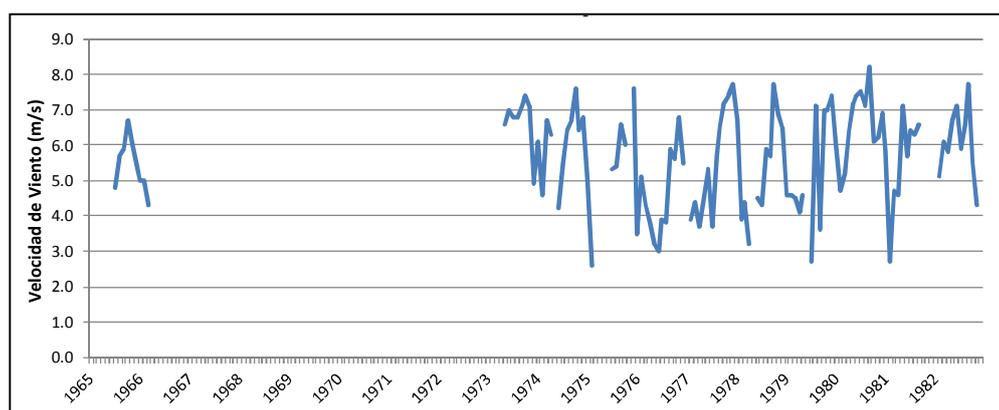
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
 PROVINCIA : LAMBAYEQUE
 DISTRITO : MOTUPE

Longitud 79°44'55.0"
 Latitud 06°12'57.1"
 Alt. 152 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
1	1965							4.8	5.7	5.9	6.7	6.0	5.4	5.8
2	1966	5.0	5.0	4.3										4.8
3	1967													
4	1968													
5	1969													
6	1970													
7	1971													
8	1972													
9	1973					6.6	7.0	6.8	6.8	7.1	7.4	7.1	4.9	6.7
10	1974	6.1	4.6	6.7	6.3		4.2	5.5	6.4	6.7	7.6	6.4	6.8	6.1
11	1975	5.0	2.6		3.4			5.3	5.4	6.6	6.0		7.6	5.2
12	1976	3.5	5.1	4.3	3.8	3.2	3.0	3.9	3.8	5.9	5.6	6.8	5.5	4.5
13	1977		3.9	4.4	3.7	4.5	5.3	3.7	5.7	6.5	7.2	7.4	7.7	5.5
14	1978	6.7	3.9	4.4	3.2		4.5	4.3	5.9	5.7	7.7	6.9	6.5	5.4
15	1979	4.6	4.6	4.5	4.1	4.6		2.7	7.1	3.6	7	7.0	7.4	5.2
16	1980	6.0	4.7	5.2	6.4	7.2	7.4	7.5	7.1	8.2	6.1	6.2	6.9	6.6
17	1981	5.8	2.7	4.7	4.6	7.1	5.7	6.4	6.3	6.6		6.5		5.6
18	1982		5.1	6.1	5.8	6.7	7.1	5.9	6.6	7.7	5.5	4.3		6.1
	PROM	5.3	4.2	5.0	4.6	5.7	5.5	5.2	6.1	6.4	6.7	6.5	6.5	5.6
	MAX.	6.7	5.1	6.7	6.4	7.2	7.4	7.5	7.1	8.2	7.7	7.4	7.7	6.7
	MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente.- Estudio de Propuesta de Asignación de Agua Superficial del Valle Motupe, Versión Definitiva - 2006

GRAFICO N° 4.3
REGISTRO HISTORICO DE HORAS SOL (1965-1982), ESTACION MOTUPE



CUADRO N° 4.5
ESTACIÓN MOTUPE: REGISTRO HISTÓRICO DE VELOCIDAD DE VIENTO MEDIA MENSUAL (M/SEG)-PERIODO 1965-1998

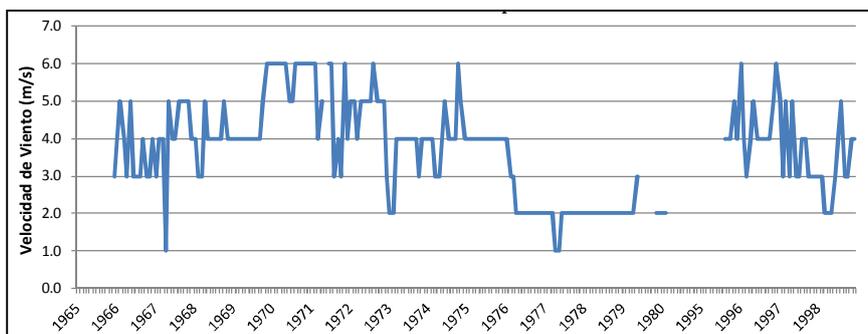
DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
 PROVINCIA : LAMBAYEQUE
 DISTRITO : MOTUPE

Longitud 79°44'55.0"
 Latitud 06°12'57.1"
 Alt. 152 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM.
1	1965	2.0											3.0	2.5
2	1966	4.0	5.0	4.0	3.0	5.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.7
3	1967	3.0	4.0	4.0	1.0	5.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.1
4	1968	4.0	3.0	3.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0
5	1969	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	6.0	4.4
6	1970	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.8
7	1971	6.0	6.0	4.0	5.0		6.0	6.0	3.0	4.0	3.0	6.0	4.0	4.8
8	1972	5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	5.0	5.0	5.0	3.0	4.8
9	1973	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0	3.6
10	1974	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	6.0	5.0	4.0	4.2
11	1975	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
12	1976	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3
13	1977	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8
14	1978	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
15	1979	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0							2.0	2.1
16	1980	2.0	2.0											2.0
17	1981													
18	1982													
19	1983													
20	1984													
21	1985													
22	1986													
23	1987													
24	1988													
25	1989													
26	1990													
27	1991													
28	1992													
29	1993													
30	1994													
31	1995								4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.2
32	1996	6.0	4.0	3.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	4.4
33	1997	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.7
34	1998	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	4.0	5.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.2
PROM		3.7	3.6	3.5	3.3	3.8	3.8	3.8	3.9	3.8	3.8	4.1	3.7	3.7
MAX.		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
MIN		2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8

Fuente.- Estudio de Propuesta de Asignación de Agua Superficial del Valle Motupe, Versión Definitiva - 2006

GRÁFICO N° 4.4
REGISTRO HISTORICO DE VELOCIDAD DEL VIENTO (1965-1982), ESTACION MOTUPE



4.2.0 Precipitación

4.2.1 Estaciones seleccionadas

4.2.1.1 Registros pluviométricos

En la Cuenca Motupe y alrededores más cercanos, se ha identificado un total de once (11) estaciones meteorológicas y dos (02) estaciones hidrométricas de importancia: Marripón para el valle Motupe y Puchaca dentro de la Subcuenca La Leche, tal como se aprecia en el **Cuadro N° 4.6** y **Lámina N° 4.1**

CUADRO N°4.6
RELACIÓN DE ESTACIONES HIDROMETEREOLÓGICAS IDENTIFICADAS EN LA CUENCA MOTUPE

N°	Estación	Departamento	Provincia	Distrito	Tipo	Long.	Lat.	Alt.	Variable	Registro
1	Cueva Blanca	Lambayeque	Ferreñafe	Incahuasi	Meteorológica	79°21'22.0"	06°09'35.0"	2900 msnm	Precipitación	1980 - 2012
2	Incahuasi	Lambayeque	Ferreñafe	Incahuasi	Meteorológica	79°19'07.1"	06°14'01.3"	2650 msnm	Precipitación	1963 - 2012
3	Porculla	Piura	Huancabamba	Huamaca	Meteorológica	79°30'22.0"	05°50'23.0"	1971 msnm	Precipitación	1965 - 2012
4	Pirgas	Piura	Huancabamba	Huamaca	Meteorológica	79°37'00.0"	05°40'00.0"	1510 msnm	Precipitación	1972 - 1983
5	Puchaca	Lambayeque	Ferreñafe	Incahuasi	Meteorológica	79°28'01.1"	06°22'23.4"	365 msnm	Precipitación	1963 - 2013
6	Jayanca	Lambayeque	Lambayeque	Jayanca	Meteorológica	79°46'06.0"	06°19'58.0"	102.7 msnm	Precipitación	1964 - 2013
									Temperatura	
7	Tocmoche	Cajamarca	Chota	Tocmoche	Meteorológica	79°21'21.0"	06°24'29.0"	1450 msnm	Precipitación	1964 - 2013
8	Motupe	Lambayeque	Lambayeque	Motupe	Meteorológica	79°44'55.0"	06°12'57.1"	152 msnm	Precipitación	1965 - 2005
									Humedad Relativa	1965 - 1998
									Horas de Sol	
									Velocidad Viento	1965 - 1998
9	Ferreñafe	Lambayeque	Ferreñafe	Ferreñafe	Meteorológica	79°47'32.0"	06°37'56.0"	63.7 msnm	Precipitación	1964 - 2010
10	Sasape	Lambayeque	Lambayeque	Tucume	Meteorológica	79°54'00.0"	06°29'00.0"	45 msnm	Precipitación	1966 - 1975
11	Olmos	Lambayeque	Lambayeque	Olmos	Meteorológica	79°43'42.0"	05°59'31.0"	225.9 msnm	Precipitación	1980 - 2004
12	Marripón	Lambayeque	Lambayeque	Motupe	Hidrométrica	79°39'00.0"	06°06'00"	250 msnm	Caudal	1966 - 2014
13	Puchaca	Lambayeque	Ferreñafe	Incahuasi	Hidrométrica	79°28'00.0"	06°23'00.0"	325 msnm	Caudal	1922 - 2014

En los Cuadros N° 4.7 al 4.17, se presenta la data de precipitación histórica total mensual de las estaciones identificadas en la zona de estudio, así mismo, en los Gráficos N° 4.5 al 4.15, se muestran los histogramas de precipitación total mensual de las estaciones señaladas.

4.2.1.2 Funcionamiento

Parte alta

Dentro de la parte alta de la cuenca Motupe, se ha identificado las estaciones Cueva Blanca e Incahuasi, ambas operadas por el SENAMHI; más hacia abajo se encuentran la estación Tocmoche, operada también por SENAMHI. Así mismo, se ha identificado las estaciones Pirgas (no operativa) y Porculla operada por SENAMHI, ambas cercanas a la cuenca Motupe.

CUADRO N° 4.7
ESTACIÓN CUEVA BLANCA: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)–PERIODO 1980–2012

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
PROVINCIA : FERREÑAFE
DISTRITO : INCAHUASI

Longitud 79°21'22.0"
Latitud 06°09'35.0"
Alt. 2900 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1980	52.6	0.0	277.9	99.0	37.5	2.0	1.9	56.0					526.9
2	1981	12.8	159.6	108.9	95.4	36.0	21.1	12.7	5.5	3.1	80.9	40.1	40.3	616.4
3	1982	46.5	69.2	44.8	97.1	69.8	4.6	4.4	7.9	51.3	88.5	66.9	90.9	641.9
4	1983	128.5	193.2	198.9	112.0	25.2	73.0	41.7	27.5	43.1	112.7	95.6	25.2	1076.6
5	1984	39.3	146.8	177.5	126.4	42.5	18.6	48.7	48.8	96.9	145.1	57.4	77.8	1025.8
6	1985	1.5	18.9	37.4	59.2	39.3	20.4	0.0	92.7	87.8	119.5	14.0	162.6	653.3
7	1986	280.5	131.5	48.8	147.1	29.9	3.7	15.8	39.9	11.4	51.1	38.0	94.7	892.4
8	1987	85.4	105.8	111.4	64.7	25.4	46.3	17.3	45.4	39.3	15.0	39.8	25.0	620.8
9	1988	67.5	67.6	112.7	118.8	25.9	5.1	18.0	32.3	81.3	48.4	57.2	97.4	732.2
10	1989	109.6	122.5	129.0	95.0	44.0	34.5	5.2	0.7	94.2	81.6	5.2	1.2	722.7
11	1990	61.6	62.8	95.9	91.3	34.5	39.7	26.5	2.5	6.7	105.7	89.0	54.5	670.7
12	1991	28.9	88.8	64.3	59.7	20.1	11.0	4.3	1.5	13.0	46.4	1.7	95.7	435.4
13	1992	58.4	42.0	51.9	124.7	0.5	1.5	3.9	6.2	54.2	42.8	35.5	68.7	490.3
14	1993	26.9	131.3	189.3	128.7	46.5	7.1	11.5	9.8	51.8	130.5	25.0	108.9	867.3
15	1994	69.9	83.5	156.1	85.2	46.0	16.6	3.9	1.5	41.4	17.3	50.3	49.1	620.8
16	1995	63.2	71.8	120.9	50.9	57.3	3.1	30.5	17.7	7.0	22.9	106.2	160.4	711.9
17	1996	21.2	138.6	134.4	64.2	30.8	30.1	0.0	25.8	21.0	90.8	20.6	17.6	595.1
18	1997	37.6	118.3	54.9	81.1	10.9	7.1	0.9	3.4	10.7	16.1	68.0	86.9	495.9
19	1998	45.3	149.6	231.3	172.0	83.5	33.4	0.0	11.8	64.0	97.9	45.0	35.4	969.2
20	1999	109.9	196.3	133.5	128.6	78.5	43.7	24.4	0.0	65.0	42.3	39.7	82.1	944.0
21	2000	42.2	147.7	150.4	134.7	62.6	49.8	12.9	13.7	73.3	20.5	21.4	84.7	813.9
22	2001	112.1	70.9	144.9	43.8	37.1	6.4	15.7	1.8	61.5	48.0	113.7	79.4	735.3
23	2002	49.7	143.2	98.0	175.8	45.4	12.6	21.7	0.0	5.2	102.0	90.1	53.3	797.0
24	2003	80.0	116.3	92.1	29.7	63.7	38.4	8.4	4.2	20.9	35.3	58.1	73.3	620.4
25	2004	56.8	22.1	50.9	54.7	54.3	13.3	21.6	1.7	41.0	90.6	46.8	87.0	540.8
26	2005	15.1	125.6	131.2	20.3	11.0	11.2	2.4	3.3	5.7	123.8	19.8	105.2	574.6
27	2006	73.5	159.1	258.1	64.8	9.4	34.1	32.8	0.0	13.5	46.4	48.9	45.1	785.7
28	2007	72.3	44.7	163.7	122.9	45.3	0.0	0.0		3.4	160.0	136.6	61.1	810.0
29	2008	70.6	238.2	169.4	172.8	61.9	31.1	24.2	23.4	35.5	155.0	61.5	14.3	1057.9
30	2009	144.8	83.5	224.0	53.1	28.5	7.0	10.0	15.9	19.4	37.9	55.0	52.7	731.8
31	2010	33.2	212.2	124.2	138.3	27.8	25.3	9.4	13.0	95.1	65.9	53.1	93.8	891.3
32	2011	71.5	95.3	48.4	199.2	70.6	4.7	15.7	7.0	84.3	83.4	51.6	138.4	870.1
33	2012	211.5	169.7	209.9	104.7	35.3	10.0	0.0	14.2	12.7	105.2	101.0	60.6	1034.8
PROMEDIO		72.1	112.9	131.7	100.5	40.5	20.2	13.5	16.7	41.1	75.9	54.8	72.6	744.6

Fuente.- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, 2013

CUADRO N° 4.8
ESTACIÓN INCAHUASI: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)–PERIODO 1963–2012

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
PROVINCIA : FERREÑAFE
DISTRITO : INCAHUASI

Longitud 79°19'07.1"
Latitud 06°14'01.3"
Alt. 2650 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1963										84.0		95.5	179.5
2	1964	107.4	37.5	43.4	124.5	5.5	15.0	14.0	29.0			71.5	42.5	490.3
3	1965	26.0	41.0	65.5	160.0	29.0	5.5	13.5	10.0	110.5	51.5	96.0	71.0	679.5
4	1966	26.5	41.0	79.5	45.0	36.5	3.5	5.0	9.5	41.5	83.5	38.0	14.0	423.5
5	1967	109.0	103.5	110.0	19.0	9.0	2.0	21.0	8.0	9.5	12.0	19.0	12.0	434.0
6	1968	10.0	12.5	41.5	26.5	6.0	0.5	8.5	14.5	26.5	99.5	25.5	0.0	271.5
7	1969	69.0	82.5	93.0	101.5	13.5	18.5	0.5	13.0	16.5	22.5	50.5	42.0	523.0
8	1970	69.5	45.0	79.0	42.5	67.5	14.0	1.0	10.0	37.5	104.0	63.0	50.5	583.5
9	1971	52.0	67.5	372.0	63.0	66.0	23.0	1.0	10.0	20.5	75.5	31.0	48.0	829.5
10	1972	29.5	58.5	229.0	80.0	4.0	11.0	16.0	8.0	14.5	1.0	37.0	49.0	537.5
11	1973	55.0	88.5	100.5	169.0	26.5	23.0	18.5	39.0	58.0	48.5	25.5	35.5	687.5
12	1974	46.5	114.0	56.0	35.0	5.5	40.5	41.5	37.5	80.5	73.5	51.5	56.0	638.0
13	1975	33.5	106.5	149.0	68.0	23.0	26.5	1.5	28.0	19.0	100.5	47.0	2.0	604.5
14	1976	113.0	103.0	64.0	54.5	27.0	11.5	3.0	0.0	2.0	11.0	14.5	17.0	420.5
15	1977	51.0	70.5	114.5	54.5	9.5	18.5	0.0	0.0	10.5	7.0	19.5	14.0	369.5
16	1978	19.0	20.0	126.1	35.5	47.0	7.5	16.0	9.0	19.0	13.5	27.5	26.0	366.1
17	1979	69.0	37.0	126.0	46.5	28.0	6.5	0.5	27.0	35.5	11.0	7.5	5.0	399.5
18	1980	23.0	29.5	63.0	56.0	21.1	0.0	3.5	0.0	0.0	100.0	35.0	26.0	357.1
19	1981	10.5	103.5	92.5	39.0	7.0	16.0	5.5	3.5	0.0	36.0	39.5	48.5	401.5
20	1982	42.0	28.0	18.5	103.0	17.0	3.0	0.0	0.0	17.0	45.5	34.0	139.6	447.6
21	1983	74.0	47.5	145.0	96.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.5	3.5	23.5	456.0
22	1984	8.5	204.5	102.5	47.5	28.5	21.5	8.5	0.0	0.0	47.5	8.0	12.0	489.0
23	1985	6.5	4.0	38.5	0.0	32.5	0.0	0.0	0.0	11.0	39.5	0.0	16.5	148.5
24	1986	10.0	37.0	60.5	172.5	14.0	0.0	10.5	17.0	8.0	22.0	39.0	47.5	438.0
25	1987	83.0	44.5	97.0	88.5	7.0	0.0	2.5	0.0	16.0	11.5	8.0	15.0	373.0
26	1988	76.5	58.0	35.0	127.0	43.0	1.0	0.0	0.0	22.5	34.5	97.2	20.5	515.2
27	1989	52.0	92.0	238.0	55.0	27.0	33.0	0.0	2.5	23.0	55.0	3.0	0.0	580.5
28	1990	23.5	48.0	74.0	47.5	29.5	30.5	12.0	0.0	0.5	110.5	72.5	21.5	470.0
29	1991	15.5	76.5	15.5	27.5	2.0	0.0	0.0	0.0	5.0	2.5	22.0	29.0	195.5
30	1992	13.5	19.0	52.3	85.5	11.0	5.5	0.0	3.0	22.5	17.0	40.5	50.0	319.8
31	1993	29.0	152.0	225.0	85.8	45.5	7.5	12.5	8.0	19.5	53.0	8.5	53.0	699.3
32	1994	85.5	91.5	110.0	79.0	12.5	11.0	1.5	5.0	27.5	15.0	46.5	33.0	518.0
33	1995	39.0	44.0	54.0	37.5	25.5	2.0	17.0	2.0	8.5	26.5	42.5	120.4	418.9
34	1996	17.1	54.5	111.3	39.2	8.8	17.0	0.0	9.6	0.0	70.0	11.6	3.9	343.0
35	1997	27.3	74.5	44.7	50.9	7.3	1.8	0.0	0.0	3.8	26.2	43.4	58.4	338.3
36	1998	27.2	119.0	143.9		113.8	6.3	2.7	4.2	27.6	48.1	19.1	13.5	525.4
37	1999	52.8	273.0	51.7	47.7	49.0	11.3	1.9	23.3	21.0	14.0	34.4	11.8	591.9
38	2000	50.4	116.8	194.4	102.8	48.0	26.5	2.8	14.8	58.8	3.2	7.3	93.3	719.1
39	2001	82.9	108.4	129.7	81.6	36.5	1.3	21.0	2.1	47.3	58.0	81.7	52.0	702.5
40	2002	41.1	118.0	119.2	179.1	31.0	8.4		0.0				32.0	528.8
41	2003	71.6	79.7	80.4	27.2	45.1	30.9	7.3	1.5	14.3	14.7	34.6	81.6	488.9
42	2004	43.3	21.0	48.8	42.1	33.8	5.4	18.0	0.0	37.5	67.9	42.5	81.3	441.6
43	2005	14.4	108.4		28.7	4.4	8.7	1.5	1.0	5.2	54.3	20.8	46.2	293.6
44	2006	51.9	165.7	256.6	70.7	6.8	20.6	18.4	2.6	2.9	20.5	82.8	19.9	719.4
45	2007	37.5	52.0	101.8	65.8	30.2	3.1	4.0	17.2	1.8	121.6	97.1	33.9	566.0
46	2008	71.7	270.5	158.7	106.3	20.9	21.4	15.8	19.1	33.4	93.6	44.8	7.1	863.3
47	2009	195.9	91.0	235.7	32.9	22.9	14.6	8.3	19.6	15.4	25.4	46.9	56.4	765.0
48	2010	47.5	155.2	138.6	116.1	23.1	8.6	4.0	3.1	42.1	52.3	27.9	66.0	684.5
49	2011	56.2	59.9	57.2	170.6	56.8	8.0	11.5	9.3	54.8	67.7	33.8	112.4	698.2
50	2012	148.7	143.3	132.5	103.5	26.0	8.1	0.1	4.8	10.3	118.0	73.8	43.3	812.4
PROMEDIO		51.3	84.1	109.9	73.7	26.9	11.4	7.3	8.7	22.5	48.2	38.1	41.0	506.9

Fuente.- Autoridad Nacional del Agua y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, 2013

CUADRO N° 4.9
ESTACIÓN PORCULLA: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)–PERIODO 1980–2012

DEPARTAMENTO: PIURA
PROVINCIA : HUANCABAMBA
DISTRITO : HUARMACA

Longitud 79°30'22.0"
Latitud 05°50'23.0"
Alt. 1971 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1965			99.0	157.0	95.0	24.0	8.0	0.0	5.7	11.0	20.5	42.5	462.7
2	1966	47.5	8.2	87.0	43.7	5.5	0.0	0.0	0.0	7.0	38.3	18.0	11.4	266.6
3	1967	122.7	267.0	118.0	40.5	14.5	0.0	16.0	0.0	8.5	55.0	0.0	6.0	648.2
4	1968	3.0	72.5	30.5	23.0	0.0	0.0	0.0	2.0	16.0	56.0	30.0	0.0	233.0
5	1969	79.0	149.4	382.9	287.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	56.5	41.5	1,007.9
6	1970	105.5	41.5	76.0	40.5	78.5	19.5	0.0	8.5	42.5	41.0	43.5	62.0	559.0
7	1971	87.0	137.0	485.0	137.6	19.5	25.5	0.0	20.5	0.0	0.0	0.0	0.0	912.1
8	1972	183.0	117.0	662.5	223.0	209.1	150.5	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	24.6	1,575.2
9	1973	72.5	204.0	409.3	507.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5	48.0	5.0	6.0	1,272.3
10	1974	10.7	235.2	54.3	56.2	2.3	0.0	0.0	6.5	16.8	28.6	6.3	11.6	428.5
11	1975	112.7	293.3	344.8	112.5	92.7	9.7	0.0	0.0	23.9	165.4	10.8	23.7	1,189.5
12	1976	1146.5	559.2	835.5									35.0	2,576.2
13	1977	153.0	123.0	152.0	173.0	63.5	28.2	27.1	22.2	41.5	9.5	13.0	41.5	847.5
14	1978	41.0	134.0	157.5	108.1	106.1	51.5	10.2	14.0	12.2	2.0	9.0	4.0	649.6
15	1979	55.6	131.7	277.0	83.3	14.0	11.6	16.2	1.0	16.0	6.0	3.0	16.5	631.9
16	1980	72.0	97.0	47.0	51.2	12.1	9.0	0.0	4.7	2.0	203.7	45.5	85.6	629.8
17	1981	154.3	331.8	287.6	125.7	7.3	1.0	2.1	1.0	0.0	17.4	6.1	160.5	1,094.8
18	1982	209.1	175.1	200.9	130.5	128.4	2.0	0.0	0.0	3.0	13.0	37.1	334.5	1,233.6
19	1983	157.8	142.9	521.2	481.0	38.3	83.6	88.4	12.2	7.9	14.9	145.9	213.4	1,907.5
20	1984	309.9	286.2	444.2	229.7	11.6	6.2	2.0	0.0	0.0	45.8	0.0	35.8	1,371.4
21	1985	110.6	73.7	60.5	15.5	43.6	0.0	0.0	20.0	0.0	13.7	39.2	243.5	620.3
22	1986	296.7	285.7	55.5	313.7	13.3	0.0	0.0	0.0	27.6	78.2	49.0	89.9	1,209.6
23	1987	136.0	75.0	207.1	200.7	0.0	12.0	55.0	1.0	0.0	90.7	52.6	25.1	855.2
24	1988	401.6	417.7	129.1	54.5	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	10.0	56.1	261.1	1,351.4
25	1989	414.1	447.0	460.4	58.7	0.0	45.5	0.0	2.0	26.2	67.5	1.0	32.7	1,555.1
26	1990	25.1	141.7	133.3	180.8	0.0	34.0	0.0	0.0	0.0	130.6	142.1	33.6	821.2
27	1991	18.0	132.1	506.0	72.5	26.8	16.5	1.0	0.0	0.0	8.0	5.0	64.3	850.2
28	1992	387.6	226.9	394.7	462.0	64.9	5.0	0.0	0.0	5.4	12.3	102.0	0.0	1,660.8
29	1993	1.0	519.0	659.1	542.4	84.2	2.0	0.0	0.0	7.1	30.4	0.0	59.0	1,904.2
30	1994	89.9	260.4	164.8	251.8	35.0	3.0	4.1	0.0	19.5	6.0	11.0	43.1	888.6
31	1995	72.8	208.0	116.6	31.5	43.5	0.0	23.0	12.0	0.0	0.0	24.1	162.6	694.1
32	1996	120.8	123.0	377.2	91.5	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0	73.6	8.2	3.1	817.0
33	1997	0.0	164.8	97.6	112.4	3.9	23.6	28.5	3.1	102.6	4.8	91.8	176.1	809.2
34	1998	84.1	174.0	277.9	325.8	150.0	16.2	15.5	0.0	13.7	85.8	20.9	118.4	1,282.3
35	1999	174.3	425.7	447.4	366.6	233.7	15.9	5.1	3.1	26.6	16.5	5.1	142.3	1,862.3
36	2000	105.0	358.0	409.5	273.2	85.9	59.9	1.0	8.1	0.0	12.2	26.1	60.4	1,399.3
37	2001	159.6	100.0	239.6	85.9	59.9	1.0	8.1	0.0	12.2	26.1	60.4	46.1	798.9
38	2002	34.1	138.7	134.4	141.5	26.6	3.3	4.6	0.0	0.1	41.3	27.6	49.6	601.8
39	2003	97.8	125.0	73.0	35.9	14.0	15.0	4.2	0.0	3.1	1.8	14.7	36.6	421.1
40	2004	41.4	54.3	25.7	60.0	20.2	0.1	1.6	0.0	10.9	52.9	12.8	58.6	338.5
41	2005	26.9	157.4	237.3	30.8	3.3	3.1	0.0	0.0	2.7	8.7	5.0	44.1	519.3
42	2006	57.7	309.1	259.0	90.3	3.1	7.1	7.8	0.0	1.1	0.2	34.5	47.9	817.8
43	2007	63.5	51.4	126.8	100.4	16.1	3.9	0.3	1.9	0.4	54.8	68.7	13.9	502.1
44	2008	217.1	409.4	410.6	255.8	23.2	9.0	6.0	5.1	3.7	41.4	52.9	4.0	1,438.2
45	2009	301.3	246.3	313.9	33.6	27.8	1.5	0.0	2.0	0.5	2.9	43.9	49.1	1,022.8
46	2010	91.8	277.7	188.4	125.6	12.6	6.9	0.3	1.2	0.4	45.3	5.6	38.1	793.9
47	2011	75.3	146.0	45.5	167.5	38.3	8.9	3.5	1.7	14.4	32.5	35.3	89.1	658.0
48	2012	205.9	344.5	185.7	174.8	17.6	0.7	0.0	0.2	0.0	48.1	56.0	29.7	1,063.2
PROMEDIO		147.5	210.6	258.5	163.1	41.8	15.2	7.2	3.3	11.2	37.5	32.0	66.2	980.3

Fuente.- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, 2013

CUADRO N° 4.10
ESTACIÓN PIRGAS: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) – PERIODO 1972-1983

DEPARTAMENTO : PIURA Longitud 79°37'00.0"
 PROVINCIA : HUANCABAMBA Latitud 05°40'00.0"
 DISTRITO : HUARMACA Alt. 1510 msnm

AÑOS	MESES												TOTAL	
	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1 1972													63.3	63.3
2 1973	151.1		406.1	389.2			15.7	5.3	27.6	1.6	10.2	69.5	1,076.3	
3 1974	171.6	302.7	114.1	82.7	22.6	11.6	5.4	1.6	24.7	8.1	15.3	30.6	791.0	
4 1975	29.0	499.9	605.1	231.2	74.5	30.4	9.9	10.4	11.0	20.6	4.0	5.6	1,531.6	
5 1976	236.2	149.1	257.8	193.2	51.5	25.8	3.5	11.1	8.2	9.3	5.9	14.8	966.4	
6 1977	22.1	247.0	177.3	190.9	42.4	3.9	0.0	2.9	2.8	4.6	2.9	11.2	708.0	
7 1978	17.1	59.6	64.1	31.6	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	14.7	2.6	201.2	
8 1979	13.7	5.6	114.3	35.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	5.7	0.0	186.2	
9 1980	26.3	84.7	36.6	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.4	25.2	11.4	244.8	
10 1981	25.1	110.6	143.3	33.0		0.0	0.0	13.5	8.8	21.1	4.0	17.4	376.8	
11 1982	4.0	2.6	19.6	75.9	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5	64.5	526.6	739.7	
12 1983	321.1					32.1	6.6	0.0					359.8	
PROM	92.5	162.4	193.8	128.3	28.1	10.4	3.7	4.1	8.3	14.2	15.2	68.5	603.8	

Fuente.- Archivos PEOT (2009)

CUADRO N° 4.11
ESTACIÓN PUCHACA: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)–PERIODO 1963–2013

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
PROVINCIA : FERREÑAFE
DISTRITO : INCAHUASI

Longitud 79°28'01.1"
Latitud 06°22'23.4"
Alt. 365 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1963			57.5	7.9	4.4	2.1	0.16	0.2	0	0.62			72.9
2	1964					0	0.8	0	0.6	0.56	9.1	3.5	7.2	21.8
3	1965	0	14.6	241.7	90.8	11.5	0.3	0.1	0	6.3	5.7	19.5	13.5	404.0
4	1966	8.3	0	53.4	2	0.6	0	0	0.6	2.5	13	6.5	0.3	87.2
5	1967	42.9	82.5	7.1	0	3	0	5.2	4.3	0	23	0	0	168.0
6	1968	0.4	1.5	0.3	0	0	0	0	0	0	15.6	1.4	0	19.2
7	1969	9.7	23.2	241.1	12.8	2.4	0	0	0	0	0.6	3	1	293.8
8	1970	22.4	0	25.5	2.9	20.3	0.6	0	0	2.7	10.9	5.1	0.5	90.9
9	1971	0	44.2	360.3	48	2.8	0	0	0.7	0.5	2.9	1.7	11.2	472.3
10	1972	4.4	82.5	486.4	40.2	1.8	3.2	1.3	0	1.5		2.8	11.1	635.2
11	1973	160	125.7	36.9	34.1	1.9	0.9	0.6	1.4	15.5	0.3	1.8	0	379.1
12	1974	3.6	82.1	2	1.9	4.5	9.2	0	4.4				0	107.7
13	1975	11	89.3	307.4	40.8	2	3.7	0	7.6	1.1	20.1	8.4	0	491.4
14	1976	133.3	69.1	3.2	8.9	0	0.4	0	0.4	0	0	0.4	0.1	215.8
15	1977	16	50.3	230.2	10.9	0	0	0	0	9.9	4.8	0	0	322.1
16	1978	0	23.3	127.7	0.4	0	0	0	0	0.2	0	1	0	152.6
17	1979	6.1	6.4	129.8	0	0	0	0	0	3.2	0	0	0	145.5
18	1980	1.1	3.1	13.4	10	0	0	0	0	0	25.9	0.4	0	53.9
19	1981	0	39.4	76.9	18.3	0	0	0	0	0	0.6	1	0	136.2
20	1982	0	16.5	3.8	19.8	0.4	0	0	0	2.2	7.8	15.5	55	121.0
21	1983	295.8	58.2	590.9	533.5	293.3	26.4	0	0	0.9	37	0	0	1,836.0
22	1984	11.4	215.1	64.4	0	0.6	0	0	0	0	20	0	0.6	312.1
23	1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.1	0	1.6	13.7
24	1986	6.3	0	0	14.8	0	0	0	2.3	0	0.6	3.5	7	34.5
25	1987	9.8	49.4	133.5	6.3	0	0	0	0	0	0.5	0	0	199.5
26	1988	3.1	4.6	0	13.8	0	0	0	0	0	0	0	0	21.5
27	1989	0	91.4	96.1	0	0	0	0	0	0	9.6	0	0	197.1
28	1990	0	1.3	0.8	0	0	0	0	0	0	4.3	8.5	0	14.9
29	1991	0	0	0	5.3	0	0	0	0	0	0	0.3	0	5.6
30	1992	5.4	12.3	39.9	30.5	0	0	0	0	7.7	5	9.8	0	110.6
31	1993	0.7	66	198.9	8.9	0	0	0.6	5.7	17.7	77.8	46.9	1.8	425.0
32	1994	6.8	48.1	174.4	20.7	2.9	0	0	0	0.7	0.9	5.4	3.3	263.2
33	1995	62.7	108	26.1	5.3	1.6	0	3	0	0.2	1.4	3.1	14.9	226.3
34	1996	1	5.5	69.3	23.8	5.3	0.2	0	0.5	0.3	5.4	0.2	0	111.5
35	1997	0.8	11.5	33.5	33	2.9	3.6	0	5.9	1.2	1.7	11.4	98.6	204.1
36	1998	588.7	717.3	752.7	147.9	27.3	2.6	0.4	0.3	6.1	4.2	1.4	9.1	2,258.0
37	1999	26.4	251	31.3	85.6	28.8	8.7	0	0.6	6.2	2.1	0.3	19.9	460.9
38	2000	49.2	59.8	239.2	58.9	9.6	0.5	0	2.6	0.5	0	0		420.3
39	2001	20.8	74.2	414.4	146.3	0	0	0	0	0.9	1.5	0.1	0	658.2
40	2002	0	100.2	228.1	147.5	4.1	0	0	0	0	4.8	1.4	0	486.1
41	2003	34.7	62.3	0	0	0	1.4	0	0	0	0	1.2	2.4	102.0
42	2004	7.6	3.8	98	10.6	0	0	4.1	0	1.8	7	0	8.5	141.4
43	2005	0	37.6	109.3	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	147.6
44	2006	49.6	121.2	189.1	35.5	0	2.7	0	0	0	2.9	13.1	6.2	420.3
45	2007	12.6	8.2	50.3	4.4	9.5	0	0	2.5	0	12.8	6.3	1.2	107.8
46	2008		196.8	235	147	10.9	7.4	0	0	0	6.3	1.1	0	604.5
47	2009	93.4	47.4	80.2	0	0	0	1.6	2	0	2	6.9	5.5	239.0
48	2010	12.5	60.3	84.9	11.4	0	0.5	0	0	0	10.4	4.9	4.4	189.3
49	2011	14.7	28	0	24.4	1.4	0	0.9	0	2.6	1.1	0	15.1	88.2
50	2012	12.2	155	201.7	19.9	0	0.6	0	0	1.2		12.4	3.8	406.8
51	2013	7.3	3.5	73.5	2.2	31.1	0	0	0	0	15.1	0	10.4	143.1
PROMEDIO		36.5	68.4	132.4	37.7	9.5	1.5	0.4	0.8	1.9	8.1	4.3	6.4	298.8

Fuente.- Autoridad Nacional del Agua - 2014

CUADRO N° 4.12
ESTACIÓN JAYANCA: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) PERIODO 1964-2013

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
PROVINCIA : LAMBAYEQUE
DISTRITO : JAYANCA

Longitud 79°46'06.0"
Latitud 06°19'58.0"
Alt. 102.7 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964				5.4	0	0	0	0.2	0	1	0.4	0	7.0
2	1965	0	12.1	54.2	28.6	0	0	0	0	1.7	0.2	2.1	4.4	103.3
3	1966	0.3	0	3.4	0.2	0	0	0	0	0	1	5.8	0	10.7
4	1967	6.7	25	4.4	0	0.6	0	2.5	0.1	0.4	3.1	0	0	42.8
5	1968			0			0	0						0.0
6	1969				2.1	0	0	0	0	0	2	1.5	0.3	5.9
7	1970	0.3	0	3.6	0.3	0.1	0.1	0	0	0.8	0	1.2	0	6.4
8	1971	0	14.1	153.2	3.4	0.3	0	0	0	0.1	1.3	1.2	5.5	179.1
9	1972	0	20.2	239.3	1.3	0	0	0	0	0.3	0	1.6	0	262.7
10	1973	7.4	16.1	33.4	19.8	0.7	1	0	0	5	0.2	2.1	0	85.7
11	1974	0.1	7.2	0	0	2	1.3	0	2.1	1.2	1	0	0	14.9
12	1975	1.6	26.1	110.9	10.3	0	0.5	0	5.8	0	7.1	0	0	162.3
13	1976	19	0	0.2	15.7	1.8	0	0	0	2.3	0	0	0	39.0
14	1977	2.2	18.4	14.7	0	0.5	0	2.1	0	1.6	0	0	0	39.5
15	1978	0	0	23.1	2.8	0	0.7	0	0	0.4	0	0	0.5	27.5
16	1979	1	0.2	9.7	0.9	1.3	0	0	0	0	0	0.5	0	13.6
17	1980	0.5	0.7	0.3	0	0	0	0	0	0	5	0	0.1	6.6
18	1981	0	5.3	84.9	2.4	0	0	1.2	1.7	0	0	4.2	1.5	101.2
19	1982	2.2	0.4	0	4.7	0	0	0	0	1.2	1.4	11.5	1.4	22.8
20	1983	114.3	122.5	404.4	491.4	274.1	40.7	0	0	0	0	0	2.6	1450.0
21	1984	0	100.7	48.9	3	1.7	0.2	0	0	0	1.3	0	0	155.8
22	1985	0	0.4	0.4	0	8	0	0	0	0	0	0	2.2	11.0
23	1986	12.1	0	3.9	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	19.9
24	1987	5.2	9.3	64.6	5.5	0	0	0	0	2.5	0	0	0	87.1
25	1988	8.8	0	0	0	0.7	0	0		0	0	0	0.5	10.0
26	1989	9.9	20.4	0	6.8	0	0	0	0	0	2	0	0	39.1
27	1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.3	4	0	11.3
28	1991	0	0	2.4	6.9	0	0	0			0	1.7	0	11.0
29	1992	0.8	0	19.8	61	1.6	0	0	0	0			8.5	91.7
30	1993	0.9	9.5	78.8	9.5	0.5	0.2			0.3	0	0	0	99.7
31	1994	8.6	16.6	38.6	0	1.1	0	0	0	0.7	1.9	0	0.5	68.0
32	1995	0	26.5	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1.5	2.3	30.6
33	1996	0.2	0	13.9	7.4	0.8	0.5	0	0	0	0.5	0	0	23.3
34	1997	0	2.2	0	15.3	0	0	0	0	0.7	0	7.4	55	80.6
35	1998	348.3	466.3	539.1	61.5	10	0.4	0	0	2.1	0	0	0.3	1428.0
36	1999	4	118.2	2.8	22.3	7.1	3.8	0	0	3.9	0.5	0.2	5.9	168.7
37	2000	2.2	1	27.3	21.6	0	1.1	0	1.1	0	0	0	4.1	58.4
38	2001	7.7	9.2	175.5	21.6	0	0.5	0.6	0	0	0.9	1.4	1.4	218.8
39	2002	0	26.4	96.7	69.7	0	0	0	0	0	1.3	8.1	0	202.2
40	2003	3.6	33.1	0	0.9	0	0	0	0	1.2	0	0.8	3.3	42.9
41	2004	0.4	1.6		3.6		0	5	0	1.5	4.5	0.2	9.4	26.2
42	2005	0.6	4	19.7	0	0	0	0	0	0	0.8	1.7	0	26.8
43	2006	7.8	6.7	59.4	0	0	0	0	0	0	0	2.2	0	76.1
44	2007	0.8	0	3.8	4.7	1.4	0	0	0	0	5.5	3.8	0	20.0
45	2008	4.6	61.6	105.3	4.9	0	0	0.3	0	0	0	111.8		288.5
46	2009	12.9	14.6	22.3	0.6	4.2	0	0	0	0	0	7	0	61.6
47	2010	0	71.6	14.5	9.4	0	0	0	0	0	7.9	3.4	0	106.8
48	2011	13.4	1.5	0	11.2	1.5	0	0	0	0	0	0	2.6	30.2
49	2012	4.2	101.4	113.1	4	0	0	0	0	0	1.7	1.2	3.5	229.1
50	2013	2	3.5	28.7	0	13.8	0		0	0	3.1	0	3	54.1
PROMEDIO		13.1	29.2	55.7	19.3	7.0	1.0	0.2	0.2	0.6	1.3	3.9	2.5	127.2

Fuente.- Autoridad Nacional del Agua - 2014

CUADRO N° 4.13
ESTACIÓN TOCMOCHE: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) – PERIODO 1964-2013

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
PROVINCIA : CHOTA
DISTRITO : TOCMOCHE

Longitud 79°21'21.0"
Latitud 06°24'29.0"
Alt. 1450 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	55	75	20	75	0	0	0	15	25	60	25	46.1	396.1
2	1965	65.5	110	382.9	270	95	13	5	0	12	5	55	40.2	1,053.6
3	1966	66.4	27	9	35	9	0	0	0	22	0	17	0	185.4
4	1967	152	212	87	15	0	0	0	0	10	24	0	0	500.0
5	1968	0	0	0	0	0	0			8	28	0	0	36.0
6	1969	27	31.2	410	269	34	0	0	0	18	0	0	0	789.2
7	1970	71	73	141	18	43	0	0	0	0	67	22	0	435.0
8	1971	43	86	518	143	119	0	0	0	0	0	0	0	909.0
9	1972	0	323	667	63	0	0	0	0	0	0	0	0	1,053.0
10	1973	292	164	243	145	61	71	0	0	0	0	0	18	994.0
11	1974	55	60	15	68	35	0	0	18	0	0	0	0	251.0
12	1975	47	201	654	202	72	0	0	20	36	35	0	0	1,267.0
13	1976	113	75	177	163	0	0	0	0	0	0	0	0	528.0
14	1977	163	236	380	134	0	0	0	0	0	0	0	0	913.0
15	1978	5	73	156	27	67	0	0	0	0	0	0	0	328.0
16	1979	0	100	462	16	0	0	0	0	0	0	0	0	578.0
17	1980	0	35	36	30	18	0	0	0	20	0	0	35	174.0
18	1981	0	147	209	93	23	0	0	0	0	0	0	0	472.0
19	1982	0	18	40	86	0	0	0	0	0	0	0	685	829.0
20	1983	881	534	753	683	643	105	0	0	0	0	0	0	3,599.0
21	1984	0	420	421	90	0	0	0	0	0	0	0	0	931.0
22	1985	0	35	139	0	0	0	0	0	91	0	0	0	265.0
23	1986	0	68	153	53	0	0	0	18	28	18	23	33	394.0
24	1987	118	304	683	292	168	38	0	0	0	0	0	0	1,603.0
25	1988	71	143	242	85	0	0	0	0	28	0	0	0	569.0
26	1989	110	283	641	133	23	0	0	0	0	0	0	0	1,190.0
27	1990	0	0	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78.0
28	1991	0							0	5.7	11.7	2.5	7	26.9
29	1992	31.7	38.8	788.2	457.2	129	0	0	0	0.7	0.9	0.5	0.6	1,447.6
30	1993	0.5	6.1	514.2	346	6.3	0	0	0	0.6	0.6	0.2		874.5
31	1994	14.2	9.2	77	63	22	0	0	0	0	2	3	14	204.4
32	1995	25	46.7	34	15	5	0	3	2	0	4	2	16	152.7
33	1996	10	38	154	36	3	0	0	0	0	4	2	2	249.0
34	1997	5	25	44	72	11	5	0	0	2	0	43	491	698.0
35	1998	719	717	788	343	86	5	0	0	0	0	0	38	2,696.0
36	1999	57	414	221	220	79	15	0	0	21	5	0	53	1,085.0
37	2000	57	306	455.5	168	38	24	0	5	4	1	0	20	1,078.5
38	2001	85	205	636	339	12	0	0	0	10	7	4	11	1,309.0
39	2002	0	201	570	257	11	0	0	0	0	3	7	11	1,060.0
40	2003	71	110	43	6	0	7	0	0	5	1	4	26	273.0
41	2004	28	117	231	21	4	0	6	0	10	21	11	24	473.0
42	2005	13	168	232	7	0	0	0	0	0	7	0	5	432.0
43	2006	33.7	301		64	0	5.8	2.4	0	0	4.6	32.5	6.7	450.7
44	2007	67.7	35.1	177.3	24.7	12.7	0	0	2.3	0.6	22.9	30.6	3.6	377.5
45	2008	199.8	574.7	548.9	211.3	14.6	8.7	1.2	1.6	4.8	20.8	11.7	2.5	1,600.6
46	2009	214.6	298.7	334.6	40.6	26.7	3.8	1.5	4	0	11	27.8	46.7	1,010.0
47	2010	110.9	284.8	229.9	111.6	20.8	5.5	2.7	1	6	12.4	8.1	22.6	816.3
48	2011	57.5	119.8	16.8	125.5	14.7	7.1	3.2	0	22.4	11.8	11.5	57.6	447.9
49	2012	163.3	475.2	414.3	141.2	30.2	11.6	0	2	0	38.1	7	13	1,295.9
50	2013	61.2	60.6	356.2	20.5	81	0	0	0	2.4	26.1	0	24	632.0
PROMEDIO		87.2	171.1	303.8	128.1	41.2	6.6	0.5	1.8	7.9	9.1	7.0	35.8	780.2

Fuente: - Autoridad Nacional del Agua - 2014

CUADRO N° 4.14
ESTACIÓN MOTUPE: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)–PERIODO 1965–2005

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE Longitud 79°44'55.0"
PROVINCIA : LAMBAYEQUE Latitud 06°12'57.1"
DISTRITO : MOTUPE Alt. 152 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1965	0	20.6	0	80	0		0	0	6.1	0	0	0	106.7
2	1966	0	0	18.7	0.8	4.5	0	0	0	0.3	0.2	9.8	0	34.3
3	1967	18.8	17.9	2.4	0	1	0	4.4	2	0.2	9.3	0	0	56.0
4	1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.2	0	0	15.2
5	1969	0.7		133.3	14.4	0	0	0	0	0.2	0	1.6	0.1	150.3
6	1970	4.5	0	6.7	2.3	7.8	0.5	0	2.2	0.6	6.7	3.5	1.8	36.6
7	1971	1	21	205.5	9.6	1.1	0.6	0	0	1	1.1	1.6	11.1	253.6
8	1972	0	22.8	331.8	9.9	0.7	1.1	0	0	0	0	3.8	2.9	373.0
9	1973	11.3	53.9	26.5	59.2	2	1.5	0	0	5.6	0	0.9	0.5	161.4
10	1974	7.8	19.4	0	5.4	0	1.5	0	6.9	3.8	2.5	2.2	0	49.5
11	1975	1.2	26.1	79.4	21.5	1.3	1.5	0	5	0	8.6	0	0	144.6
12	1976	70.3	1.1	3	10.9	4.2	0	0	0	0	0	0	0	89.5
13	1977	2.4	38.5	128.9	3.6	0.8	0	0	0	6.5	1.5	0.5	0	182.7
14	1978	0	4.3	53.7	0	0	0	0	0	0.7	0	1.8	0	60.5
15	1979	4.2	1	68.1	5.7	0		0	0	0	0	0	0	79.0
16	1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.7	0	0	9.7
17	1981	0	14.5	127.6	2.4	0	0	0	0	0.3	0	0	0	144.8
18	1982	0	0	0	1.9	0	0	0	0	0	16	0	21.1	39.0
19	1983	223.9	0	796.3	713	281.9	137.5							2,152.6
20	1984													
21	1985													
22	1986	9.4	0	0	6.3	0	0	0	0.4	0.1	0	0	0.2	16.4
23	1987	4.1	16.8	33.3	29.8	0	0	0	0	0.3	0	0.2	0	84.5
24	1988	7.9	14.2	0.6	3.8	8	0	0	0	0	0.8		0.8	36.1
25	1989	9.1	19.5	18.8	5.1	3.2	0	0	0	1.4	2	0	0	59.1
26	1990	0	1.7	1.1	2.8	0.8	0	0	0	0	2.9	12.3	1.2	22.8
27	1991	0				0	0	0	0				1.2	1.2
28	1992	7.9	0.5	35.5	33.9	1	0	0	0				3.5	82.3
29	1993	1.4		69.8	17.2			0	0	0	0	0		88.4
30	1994	2.4	21.1	64.4	4	9.2	0	0	0	0	4	4.2	2.6	111.9
31	1995	6.7	25.2	0.8	0	5	0	0	0	0	0.4	0	4.6	42.7
32	1996	0	4.3	17.7	9.1	0	0	0	0	1.4	0	0	0	32.5
33	1997	0	1.7	5.1	14.2	0	0	0	0	2.9	0	11.2	85.2	120.3
34	1998	399.9	679.6	939.1	84.7		0.8	0	0	4.2	0.5	0.5	1.8	2,111.1
35	1999			8.1	32.2	13.9	7.7	0	0	8.2	3.7	3.2	5.3	82.3
36	2000	2.9	15.7	84.1	36.9	0	0	0	0	0	0	0	7.9	147.5
37	2001	23.8	18.6	236.5	36.2	0	0	0	0	0	0	2.9	0.2	318.2
38	2002	0	40.4	145.9	94.2	0	0	0	0	0	2.2	3.4	0	286.1
39	2003	10.9	32.8	0	6.3	0.7	0.5	0	0	0	0.3	0.6	4.6	56.7
40	2004	0.3	0.3	30	6	0	0	1.8	0	0.7	5.1	0	2.9	47.1
41	2005	2	8.9	49	0	0								59.9
PROMEDIO		22.0	32.6	97.9	35.9	9.4	4.4	0.2	0.4	1.3	2.6	1.9	4.4	203.7

Fuente.- Autoridad Nacional del Agua - 2014

CUADRO N° 4.15
ESTACIÓN FERREÑAFE: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)-PERIODO 1964-2010

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
PROVINCIA : FERREÑAFE
DISTRITO : FERREÑAFE

Longitud 79°47'32.0"
Latitud 06°37'56.0"
Alt. 63.7 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	1.7	2.2	2.2	1.1	0	0.1	0	0.7	0	0.9	0.5	1.7	11.1
2	1965	0	2.2	38.9	18.4	0.2	0.1	0.6	0	0.3	0.2	0.5	2.9	64.3
3	1966	1.5	1.1	0	0	0	0	0	0	0	1	3.5	0	7.1
4	1967	7.8	0	6.2	0	4.6	0	10.4	0	0	1.1	0	0	30.1
5	1968	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0.3	0	4.3
6	1969	0.5	3.5	11.5	3.1	0	0	0	0	0	1.3	3.7	3.1	26.7
7	1970	0	0	3	1.8	1	1.1	0	0	0	3.2	1.8	0	11.9
8	1971	0	0.5	94.3	2.3	0	0	0.5	0	0	2.2	0.3	1.4	101.5
9	1972	0	8.2	102.2	0	0	0	0	0	0.8	2	0	0.2	113.4
10	1973	14.5	8.9	17.6	8.4	0	0	0	0	0	0	0	0.2	49.6
11	1974	0	4	0	2.5	0	0.3	0	0.7	1.1	0	0.5	0	9.1
12	1975	0	8.7	25.2	0	0	0	0	3	0	2	0	0	38.9
13	1976	7.7	0	1.3	6.4	0.5	0.7	0	0	0	0	0	0	16.6
14	1977	0	3.8	9.7	0	0	0	0	0	0	5.9	1.4	0.1	20.9
15	1978	0.2	1.4	6.5	0	4.4	0	0	0	2.1	0.2	0	0.2	15.0
16	1979	1.3	3.6	4.1	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	9.7
17	1980	0	0	2.8	0	0	0	0	0	0	11.8	0	1.4	16.0
18	1981	0	8.2	57.4	0	0	1.8	0	0	0	0	0	0	67.4
19	1982	0	0	0	11.1	0	0	0	0	0	0	0	0	11.1
20	1983											0	10	10.0
21	1984	0	13.7	15.8	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	30.0
22	1985	0.3	0.3	24	0	0.3	0	0	0	0				24.9
23	1986			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
24	1987	0												0.0
25	1988													
26	1989						0	0	0					0.0
27	1990													
28	1991													
29	1992													
30	1993													
31	1994									3	0.1	0	0	3.1
32	1995	12.5	1.9	1	0	0.1	0	0.6	0	0	0.6	0.4	0	17.1
33	1996	0	1.3	5.1	0.2	2.1	0	0	0	0	3.4	0	0	12.1
34	1997	0	1.7	0	2.8	0	0	0	0	0.1	0	9.3	18	31.9
35	1998	62.9	251.7	179.7	6.5	5.7	0	0	0	7.2	1.2	0	0	514.9
36	1999	3.2	27.4	0.9	11.9	1	0.9	0.3	0	2.7	1.7	0	1.6	51.6
37	2000	0.5	0.2	1.4	3.7	0.6	0.2	0	0.1	1.6	0	0	2.1	10.4
38	2001	2.1	0	79.1	11.9	0.1	0.1	0	0	0	0.1	0.2	1.1	94.7
39	2002	0	49.6	30.5	20.4	0	0	0	0	0	2.7	0	3.8	107.0
40	2003	0.1	5.4	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	4.2	9.8
41	2004	0	0.7	8.1	0.1	0	0	0.3	0	1.7	4.2	0	2.8	17.9
42	2005	0	4.3	2.2	1.2	0	0.8	0				0	0	8.5
43	2006	0.7	0	24.9	0	0	0	0	0	0	1.3	3.4		30.3
44	2007	6.5					0	0	0				0	6.5
45	2008	0								0	1			1.0
46	2009			0	0	0	0	0.3	0	0	0.4	0	5.6	6.3
47	2010	0.3	18.5	17.1	2.1	2	0	0	0					40.0
PROMEDIO		3.4	12.7	21.5	3.2	0.6	0.2	0.4	0.1	0.6	1.5	0.8	1.7	39.4

Fuente.- Autoridad Nacional del Agua - 2014

CUADRO N° 4.16
ESTACIÓN SASAPE: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)–PERIODO 1966–1975

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE Longitud 79°54'00.0"
PROVINCIA : LAMBAYEQUE Latitud 06°29'00.0"
DISTRITO : TUCUME Alt. 45 msnm

AÑOS	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1 1966						0.0	0.0	0.0	0.0		6.3	0.0	6.3
2 1967	7.8	5.6	7.1	0.0	0.2		1.9	0.1	0.4	4.4	0.0	0.0	27.4
3 1968	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.7	5.4	1.1	0.5	8.1
4 1969	3.3	7.2	6.9	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.4	0.2	21.1
5 1970	0.0	0.0			1.2	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	1.0	2.3	5.7
6 1971	0.5		83.4	2.9	0.0	0.2	0.5	0.2		2.2	1.2	1.3	92.4
7 1972	0.0	14.2	94.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	110.1
8 1973	0.2	8.8	5.1	19.2	0.0	0.0	0.0	0.8	1.1	0.0	2.3	0.0	37.5
9 1974	0.0	1.5	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0	3.5	4.0	1.7	0.5	0.0	12.1
10 1975	3.7	13.3	48.5										65.5
PROM	1.8	6.3	30.6	3.7	0.2	0.1	0.3	0.6	0.8	2.3	1.4	0.5	38.6

Fuente.- Autoridad Nacional del Agua - 2014

CUADRO N° 4.17
ESTACIÓN OLMOS: REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)–PERIODO 1980–2004

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE Longitud 79°43'42.0"
PROVINCIA : LAMBAYEQUE Latitud 05°59'31.0"
DISTRITO : OLMOS Alt. 225.9 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1980	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
2	1981	0.0	12.3	185.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	1.2	201.6
3	1982	0.9	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	26.5	31.5
4	1983	223.7	202.8	401.9	595.1	382.6	74.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	1886.4
5	1984	3.9	155.8	28.7	5.2	5.0	0.7	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	203.7
6	1985	0.0	4.1	9.7	1.6	8.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.8	0.0	6.2	31.4
7	1986	2.9	13.7	0.2	7.9	0.0	0.0	0.0	0.7	0.9	0.1	0.9	0.0	27.3
8	1987	5.3	25.7	44.2	20.4	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0		0.0	0.0	97.4
9	1988	22.8	11.2	0.0	25.8	11.4	0.0	0.0	3.0	0.0	2.8	4.4	1.4	82.8
10	1989	12.2	57.4	75.3	10.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	160.4
11	1990	0.0	0.0	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	6.5	5.9	29.4
12	1991	0.0	5.0	37.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	48.0
13	1992	8.3	6.3	162.2	159.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	8.4	344.9
14	1993	0.0	52.6	306.3	64.4	3.0	0.7	0.0	0.0	2.5	0.3	1.5	9.4	440.7
15	1994	2.1	37.4	100.5	20.6	3.4	0.4	0.0	0.0	3.9	2.8	0.5	3.9	175.5
16	1995	29.8	63.7	3.7	7.3	0.4	0.0	2.2	0.3	0.0	0.0	5.8	9.3	122.5
17	1996	0.6	7.6	25.3	13.7	0.8	0.0	0.0	0.5	0.0	1.7	0.0	0.0	50.2
18	1997	0.0	17.0	5.4	26.7	1.2	0.3	0.0	0.0	7.6	0.0	6.1	95.6	159.9
19	1998	478.6	668.0	896.7	210.3	40.2	0.8	1.1	0.0	3.6	11.0	0.0	1.6	2311.9
20	1999	12.4	227.4	20.7	47.0	39.4	0.8	0.0	0.0	2.9	3.3	0.2	15.1	369.2
21	2000	6.4	32.6	143.9	46.7	12.7	2.5	0.0	0.1	0.9	0.0	0.3	14.6	260.7
22	2001	41.9	26.8	224.8	71.0	0.4	2.5	0.3	0.0	4.6	2.9	6.9	4.5	386.6
23	2002	0.0	56.8	372.9	141.7	4.2	0.3	0.4	0.0	0.0	10.2	4.0	11.6	602.1
24	2003	17.1	45.9	3.8	3.5	0.0	0.7	0.0	0.0	1.2	0.0	0.9	14.4	87.5
25	2004	3.3	0.0	1.6	4.5	4.3	0.0	3.7	0.0	1.4	10.3	0.1	9.6	38.8
PROMEDIO		34.9	69.5	122.5	59.5	20.8	3.4	0.4	0.2	1.2	2.6	1.7	9.9	326.2

Fuente.- Autoridad Nacional del Agua - 2014

GRAFICO N°4.5
 ESTACION CUEVA BLANCA, REGIMEN DE LA PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm)-PERIODO 1980-2012

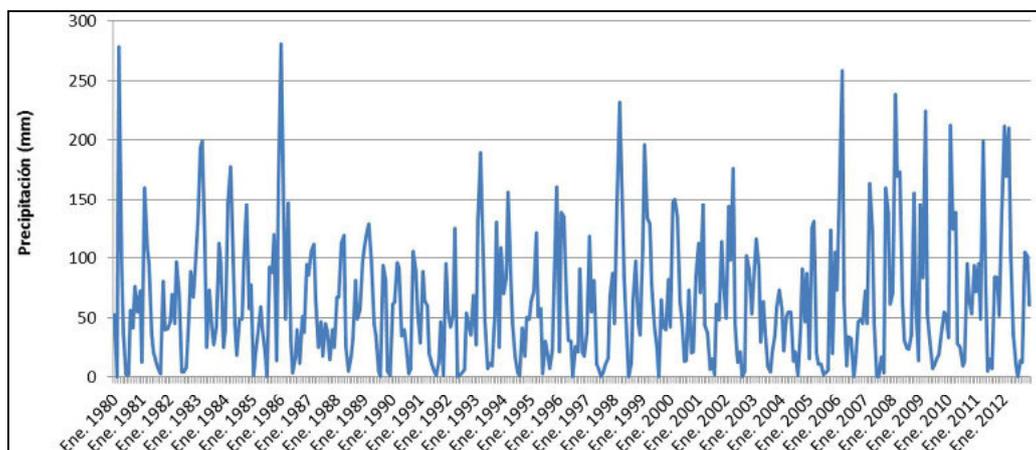


GRAFICO N°4.6
 ESTACION INCAHUASI, REGIMEN DE LA PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm). PERIODO 1963-2012

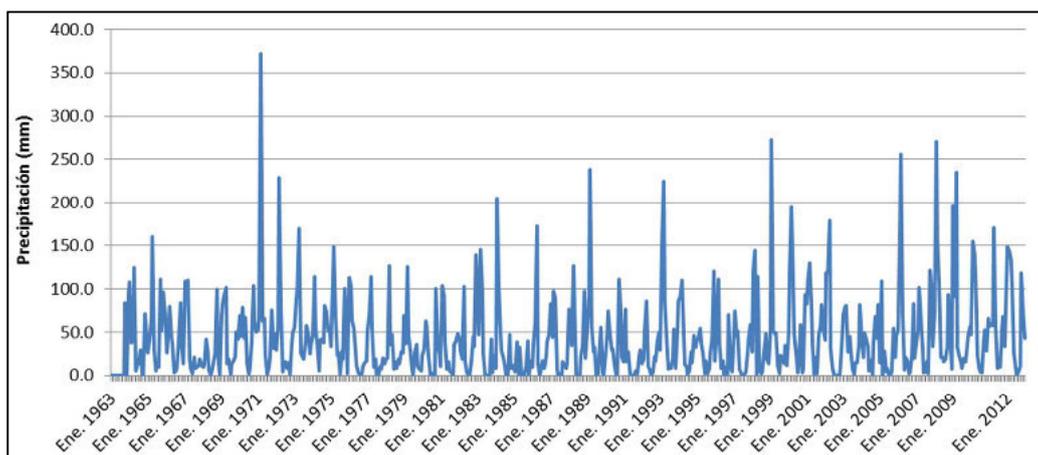


GRAFICO N°4.7
 ESTACION PORCULLA, REGIMEN DE LA PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm). PERIODO 1965-2012

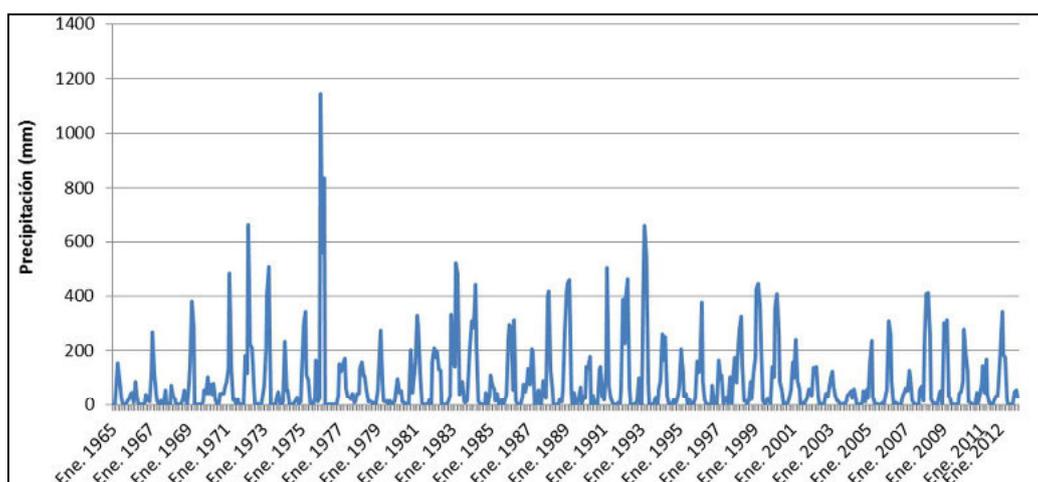


GRAFICO N° 4.8
 ESTACION PIRGAS, REGIMEN DE LA PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm). PERIODO 1972-1983

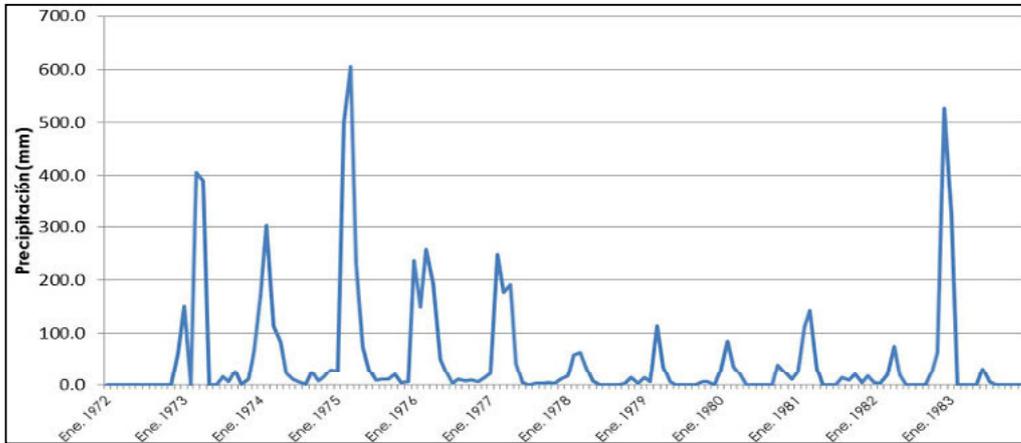


GRAFICO N° 4.9
 ESTACION PUCHACA, REGIMEN DE LA PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm). PERIODO 1963-2013

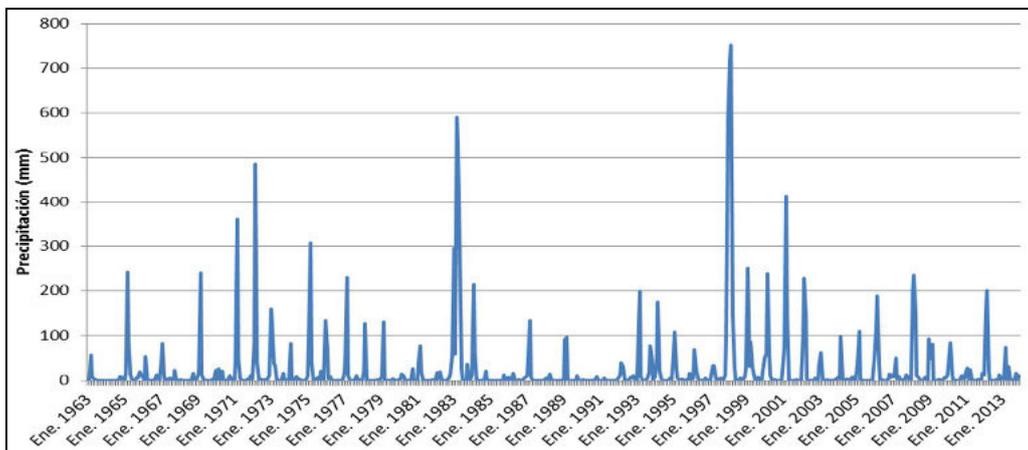


GRAFICO N° 4.10
 ESTACION JAYANCA, REGIMEN DE LA PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm). PERIODO 1964-2012

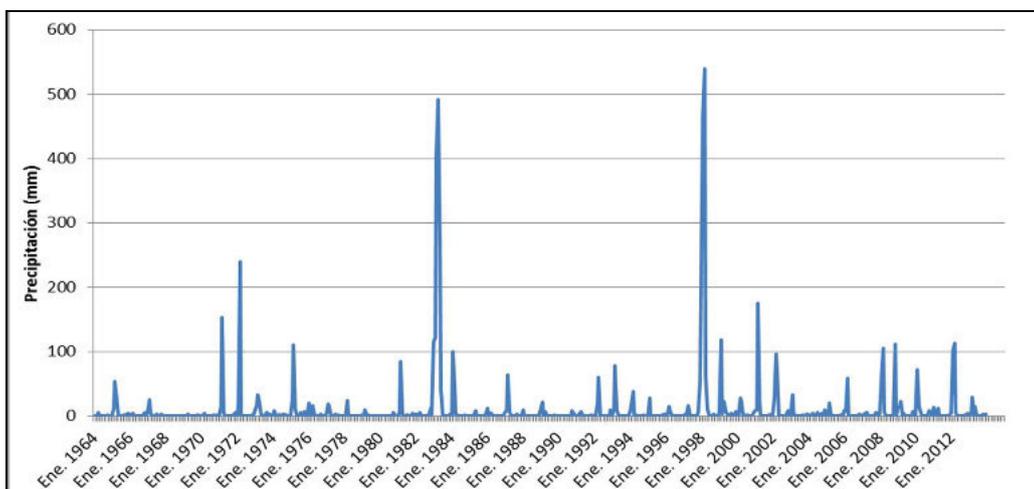


GRAFICO N°4.11
 ESTACION TOCOCHE, REGIMEN DE PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm) PERIODO 1964-2012

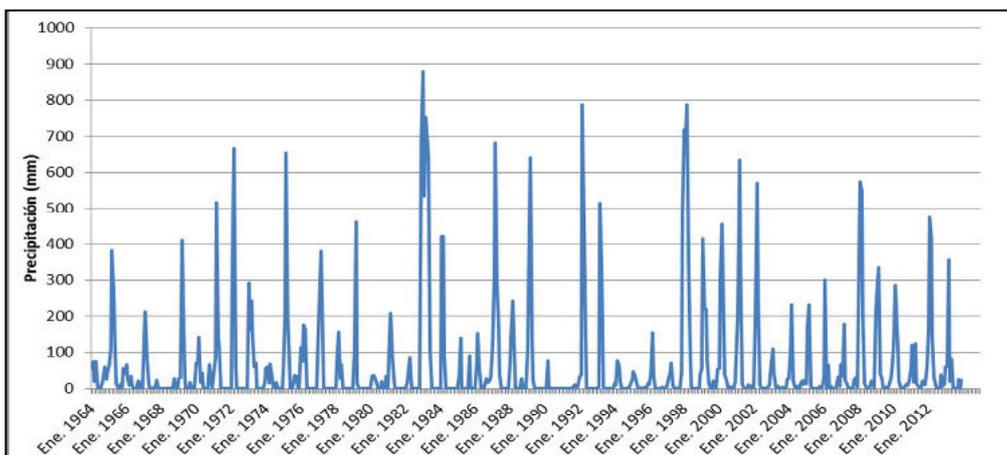


GRAFICO N°4.12
 ESTACION MOTUPE, REGIMEN DE PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm). PERIODO 1965-2005

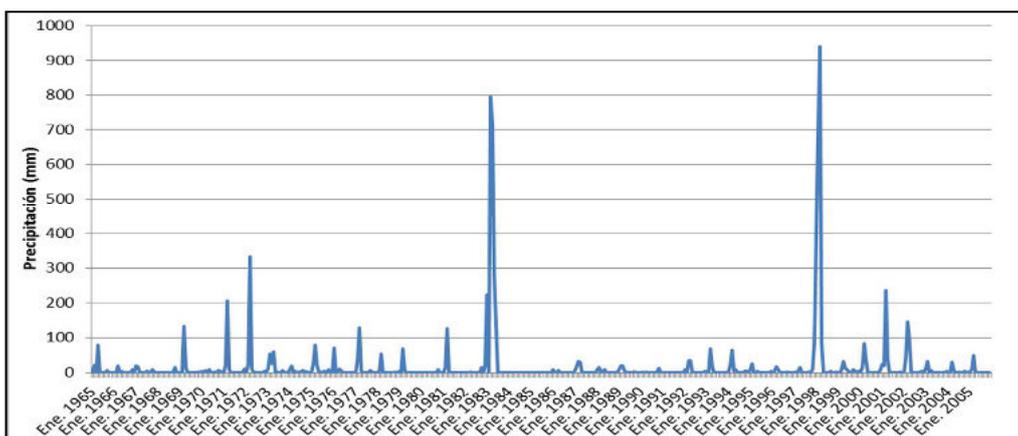


GRAFICO N°4.13
 ESTACION FERREÑAFE, REGIMEN DE PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm). PERIODO 1964-2004

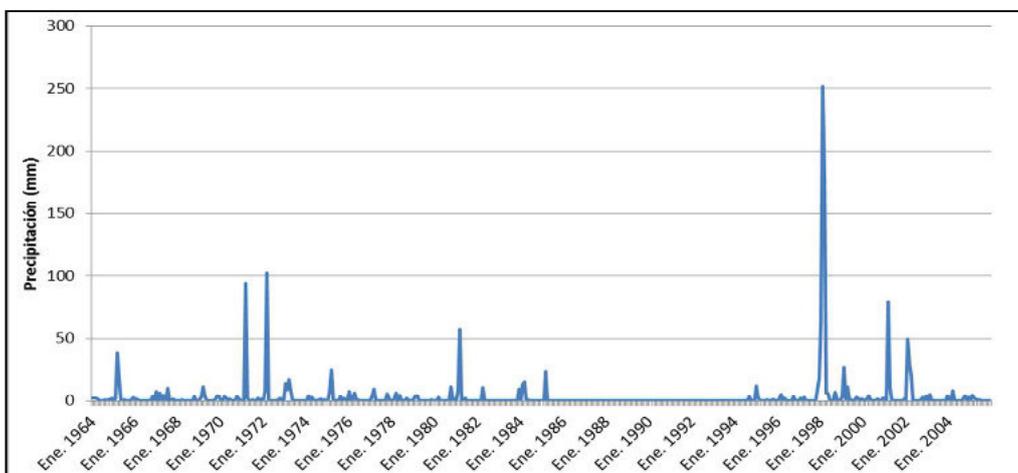


GRAFICO N°4.14
ESTACION SASAPE, REGIMEN DE PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm). PERIODO 1966-1975

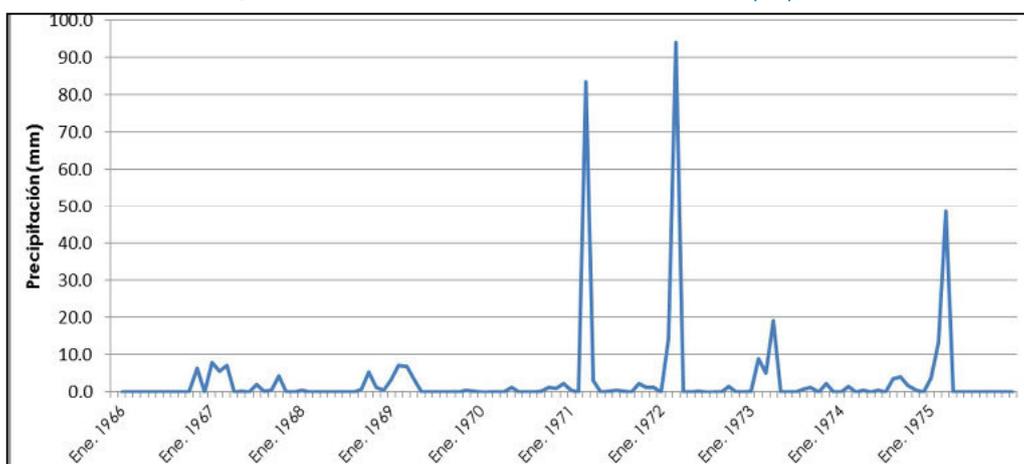
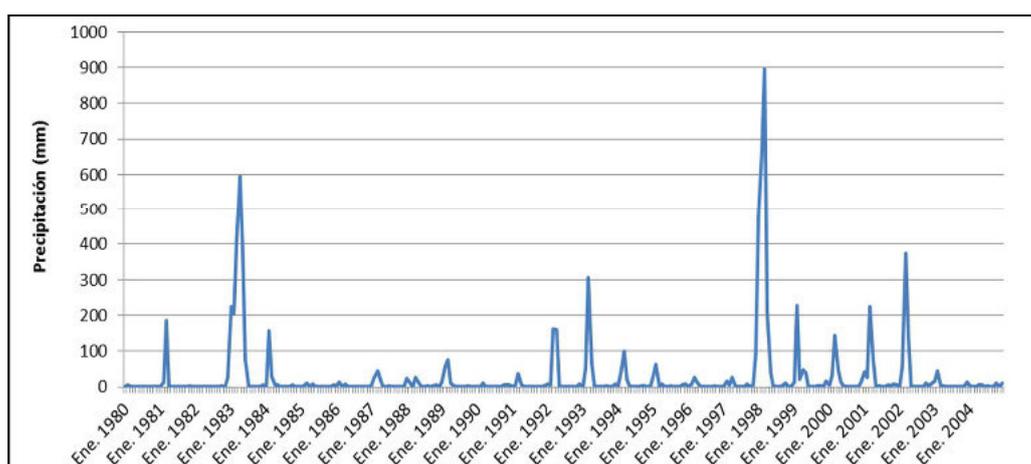


GRAFICO N°4.15
ESTACION OLMOS, REGIMEN DE PRECIPITACION HISTORICA TOTAL MENSUAL (mm). PERIODO 1980-2004



Parte baja

Dentro de la cuenca **Motupe** se ha identificado las estaciones Sasape (no operativa), Motupe (no operativa), Jayanca (en funcionamiento, Operada por SENAMHI, Puchaca (en funcionamiento, Operada por SENAMHI). Así mismo, cercanas a la Cuenca Motupe, se identificaron dos (02) estaciones: Olmos (cuenca Olmos) y Ferreñafe (cuenca Chancay Lambayeque), ambas no operativas.

En conclusión, dentro del ámbito de la cuenca Motupe, se cuenta con siete (07) estaciones meteorológicas: Sasape y Motupe (no operativas) y Jayanca, Puchaca, Tocmoche, Cueva Blanca e Incahuasi (operativas).

4.2.1.3. Implementación de estaciones pluviométricas

La Organización Meteorológica Mundial (OMM), estableció una densidad mínima recomendada de estaciones pluviométricas a partir de una zonificación basada en siete (07) unidades fisiográficas.

CUADRO N° 4.18
DENSIDAD MÍNIMA RECOMENDADA DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

Unidad Fisiográfica	Densidad mínima (Km ² /estación)
Zonas costeras	900
Zonas montañosas	250
Llanuras interiores	575
Zonas escarpadas / ondulantes	575
Pequeñas islas	25
Zonas urbanas	-
Zonas polares y áridas	10000

Fuente: Guía de Prácticas Hidrológicas – Organización Meteorológica Mundial (OMM)

Con fines de estimar de manera aproximada la cantidad de estaciones en la cuenca Motupe, se ha tomado como base el **Cuadro 4.18** y se elaboró una clasificación más general del mapa fisiográfico elaborado en el presente estudio. De esta manera, en la cuenca de estudio, existe aproximadamente 2,228.11 Km² de zonas montañosas, para lo cual se necesitaría nueve (09) estaciones. Así mismo, existe aproximadamente 1,444.78 Km² de zonas costeras y llanuras, por lo que se necesitaría dos (02) estaciones.

Como se aprecia, de acuerdo a las recomendaciones de la OMM, en la cuenca Motupe se necesitaría once (11) estaciones. En la actualidad, solo existen siete (07: 02 no operativas y 05 operativas), lo que conlleva a implementar cuatro (04) nuevas estaciones y volver operativas las que actualmente no funcionan.

4.2.2 Análisis de la información pluviométrica

4.2.2.1 Análisis de consistencia

Consistió en detectar y eliminar posibles inconsistencias y no homogeneidades, previa evaluación estadística de las series históricas para obtener registros más confiables y de menor riesgo, para ello se realizó el análisis gráfico y Test estadísticos.

Análisis visual o gráfico

Permite apreciar, de manera rápida, si existen datos inconsistentes que hayan sido anotados en campo de manera errada. Sin embargo, merece aclarar que existen algunos datos `picos_ que son resultado de años muy húmedos, como el caso del Fenómeno de El Niño. En general, las series son estacionarias, es decir libres de tendencia. Sin embargo, mayor análisis de error o aceptación de los datos, se realizará con las pruebas estadísticas. Ver **Gráficos N° 4.16 al 4.26**.

Metodología del vector regional

El Método del Vector Regional (MVR) es un método orientado a dos tareas definidas: la crítica de datos y la homogenización. La idea básica del MVR es la siguiente: en lugar de comparar dos a dos las estaciones por correlación o doble masa, como se hace en los métodos clásicos, se elabora una estación ficticia que sea una `especie de estación promedio_ de todas las estaciones de la zona, con la cual se comparan cada una de las estaciones.

El paquete computacional HYDRACCESS, ejecuta el MVR y proporciona diversa información en hojas de cálculo. La determinación de la calidad de una estación, es función de diferentes parámetros calculados; los parámetros más importantes, que dan una buena idea del comportamiento de una estación son:

- a) La desviación estándar de los desvíos (D.E.D).- Compara la desviación de una estación con respecto al vector, un valor fuerte o muy elevado, indica desviación fuerte.
- b) Correlación entre la estación y el vector.- Si la zona es homogénea climáticamente, los valores serán cercanos entre sí. Si un valor es mucho o muy bajo que el promedio de la zona, entonces la estación tiene fuerte probabilidad de error o que se encuentre en el límite de la zona.

El MVR se ha aplicado para grupos de estaciones previamente seleccionadas teniendo en cuenta las condiciones de altitud y su distribución espacial. Así, se conformó dos grupos de estaciones:

Grupo 1.- Porculla, Pirgas, Tocmoche, Cueva Blanca, Incahuasi.

Grupo 2.- Jayanca, Motupe, Olmos, Sasape, Ferreñafe, Puchaca.

El primer análisis realizado en ambos Grupos, permitió apreciar que determinadas estaciones distorsionaban los resultados del Vector, ello debido a 03 posibles causas: que la estación se encuentre muy alejada o en los límites de la región analizada; que la estación se encuentra en una micro región y por lo tanto su comportamiento es diferente al de las demás estaciones; o que la estación contenga una serie de tiempo con mucha probabilidad de error. Por ello, fue necesario excluir dichas estaciones y realizar un nuevo cálculo donde los resultados fueron aceptables.

El resultado de la aplicación del MVR, se muestra el Cuadro N° 4.19, mientras que los **Gráficos N° 4.27 y 4.28**, muestran los acumulados anuales de las estaciones en torno del vector regional.

CUADRO N° 4.19
RESUMEN ANUAL DE LOS RESULTADOS DEL VECTOR

GRUPO	ESTACIÓN	N° AÑOS	D.E.D	CORRELACIÓN
1	Tocmoche	46	0.479	0.807
	Cueva Blanca	31	0.258	0.799
	Incahuasi	46	0.333	0.601
	Porculla	46	0.299	0.788
2	Jayanca	41	0.267	0.994
	Motupe	39	0.298	0.992
	Olmos	25	0.313	0.992
	Puchaca	41	0.447	0.982

FUENTE: Resultados obtenidos con Hydraccess

GRAFICO N° 4.16
 GRUPO 1: INDICES ANUALES DEL VECTOR Y DE LAS ESTACIONES (BRUNET MORET)

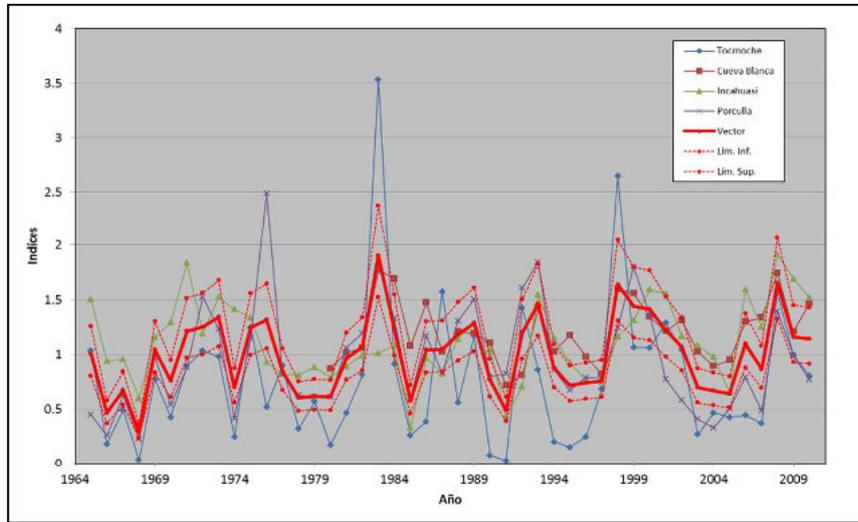
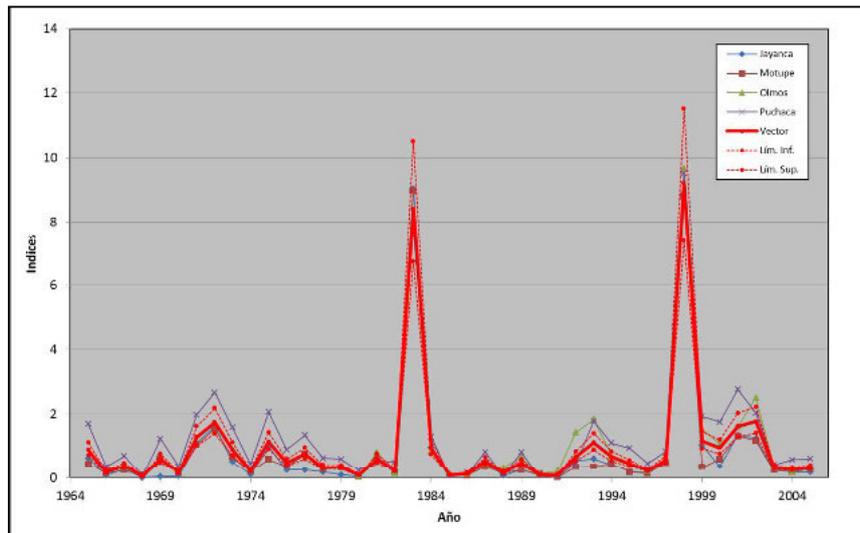


GRAFICO N° 4.17
 GRUPO 2: INDICES ANUALES DEL VECTOR Y DE LAS ESTACIONES (BRUNET MORET)



Evaluación o análisis estadístico

El **Cuadro N° 4.20**, muestra el resultado de los análisis de pruebas estadísticas a la información. Los resultados obtenidos con el software TREND permiten determinar que la información no presenta cambios significativos, principalmente en la media y se encuentra libre de tendencia.

Estadísticamente, los resultados se aceptan para un 95% de confiabilidad. Como se aprecia, la información no presenta significancia, o en su defecto, en algunos casos el S (0.05) significa que existe un 5% de probabilidad de error. Del mismo modo, S (0.01) indica que existe 1% de probabilidad de error. En ambos casos, son errores aceptables dentro del análisis estadístico.

CUADRO N° 4.20
RESUMEN DE LAS PRUEBAS ESTADÍSTICAS APLICADAS A LAS ESTACIONES

Test de Análisis	Prueba Estadística	Estaciones								
		Cueva Blanca	Ferreñafe	Incahuasi	Jayanca	Motupe	Olmos	Pirgas	Porculla	Sasape
Tendencia	Mann-Kendall	NS	NS	S (0.01)	S (0.05)	NS	S (0.1)	NS	S (0.1)	S (0.01)
	Spearman's Rho	NS	NS	S (0.01)	S (0.05)	NS	S (0.1)	NS	S (0.05)	S (0.01)
	Linear regression	NS	NS	S (0.01)	NS	NS	NS	NS	S (0.1)	NS
Cambio en Media / Mediana	Cusum	S (0.05)	NS	S (0.01)	S (0.05)	NS	NS	NS	NS	NS
	Cumulative deviation	NS	NS	S (0.01)	NS	NS	NS	NS	S (0.05)	S (0.1)
	Worsley likelihood	NS	NS	S (0.01)	NS	NS	NS	NS	S (0.1)	NS
	Rank Sum	NS	NS	S (0.01)	S (0.1)	NS	S (0.05)	S (0.01)	S (0.05)	S (0.01)
Diferencia en Media / Mediana	Student's t	NS	NS	S (0.01)	NS	NS	NS	S (0.1)	S (0.1)	S (0.1)
	Median Crossing	S (0.1)	S (0.1)	S (0.05)	NS	NS	NS	NS	S (0.1)	NS
Aleatoriedad	Turning Point	NS	NS	S (0.01)	NS	NS	NS	S (0.05)	S (0.05)	NS
	Rank Difference	S (0.05)	NS	S (0.01)	NS	NS	NS	S (0.01)	S (0.05)	NS
	Auto Correlation	S (0.1)	NS	S (0.01)	NS	NS	NS	S (0.01)	S (0.05)	S (0.01)

Nota: NS = No Significativa; S () = Significancia (0.01, 0.05, 0.1)

Resultados obtenidos con el Software TREND

4.2.2.2. Completación y extensión de datos

Analizada, tratada y consistenciada la información de precipitación total mensual histórica de las estaciones seleccionadas, se procedió a la respectiva completación y extensión para períodos de registros uniformes con el uso del HEC⁻⁴.

Con respecto al HEC⁻⁴, ONERN (1980), refiere:

Es un método para la extensión y reconstitución de registros (pluviométricos o hidrométricos), desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica, denominado `Simulación de Descargas Mensuales (HEC⁻⁴), y que permite extender o completar registros empleando las descargas o precipitaciones mensuales concurrentes (simultáneas) registradas en otras estaciones, tomando en cuenta el grado de correlación existente entre los valores.

El método opera sobre una base regional y, por lo tanto, se apoya en todas las estaciones cercanas, hasta un máximo de 10, empleando regresión lineal múltiple. Para preservar el grado de correlación que existe entre los valores, cuenta con un componente aleatorio que es sumado a cada valor estimado.

El análisis de regresión múltiple asume que la distribución de las variables es la Normal (Gauss); empleándose sus logaritmos, ya que se ha observado que éstos siguen también una distribución normal.

La manera de agrupar las estaciones para aplicar el método es extremadamente importante, ya que es necesario incluir la mayor cantidad de información posible para el cálculo de los valores faltantes en cada estación del grupo.

Se debe procurar incluir, en general, las estaciones de registros más extensos en el primer grupo; los grupos sucesivos deberán incluir, por lo menos, una de ellas, conteniendo los valores ya estimados de dicha estación.

En los **Cuadros N°s 4.21 al 4.24**, se muestra los resultados de la corrida con HEC4 para el primer grupo de estaciones: Incahuasi, Tocmoche, Porculla y Cueva Blanca, cuyo registro uniforme de datos fue de 1963 - 2012 (50 años).

En los **Cuadros N° 4.25 al 4.28**, se muestra los resultados de la corrida con HEC4 para el segundo grupo de estaciones: Puchaca, Jayanca, Motupe y Olmos, cuyo registro uniforme de datos fue de 1963 - 2013 (51 años).

En ambos grupos de estaciones, los valores que contienen adjunto la letra E, significa un valor completado y/o extendido.

CUADRO N° 4.21
ESTACIÓN INCAHUASI: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ANALIZADA Y CONSISTENCIADA-PERIDO 1963-2012

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
PROVINCIA : FERREÑAFE
DISTRITO : INCAHUASI

Longitud : 79°19'07.1"
Latitud : 06°14'01.3"
Alt. : 2650 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1963	51	84	110	74	27	11	7	9	23	84	38	95	613
2	1964	107	38	43	124	5	15	14	29	23	48	71	42	559
3	1965	26	41	66	160	29	5	13	10	111	51	96	71	679
4	1966	27	41	80	45	37	3	5	9	42	83	38	14	424
5	1967	109	104	110	19	9	2	21	8	10	12	19	12	435
6	1968	10	13	41	27	6	1	9	14	27	100	26	0	274
7	1969	69	82	93	102	14	18	0	13	17	22	50	42	522
8	1970	69	45	79	42	67	14	1	10	38	104	63	51	583
9	1971	52	68	372	63	66	23	1	10	21	76	31	48	831
10	1972	29	58	229	80	4	11	16	8	14	1	37	49	536
11	1973	55	89	100	169	26	23	18	39	58	48	26	36	687
12	1974	46	114	56	35	5	40	41	38	81	73	51	56	636
13	1975	33	107	149	68	23	27	1	28	19	101	47	2	605
14	1976	113	103	64	55	27	12	3	0	2	11	14	17	421
15	1977	51	70	114	55	9	18	0	0	10	7	19	14	367
16	1978	19	20	126	36	47	7	16	9	19	13	27	26	365
17	1979	69	37	126	46	28	6	0	27	36	11	7	5	398
18	1980	23	30	63	56	21	0	3	0	0	100	35	26	357
19	1981	10	104	93	39	7	16	6	4	0	36	39	49	403
20	1982	42	28	19	103	17	3	0	0	17	45	34	140	448
21	1983	74	47	145	96	25	0	0	0	0	42	4	23	456
22	1984	8	204	103	48	29	22	9	0	0	47	8	12	490
23	1985	6	4	39	0	33	0	0	0	11	39	0	16	148
24	1986	10	37	60	172	14	0	11	17	8	22	39	47	437
25	1987	83	44	97	88	7	0	3	0	16	12	8	15	373
26	1988	76	58	35	127	43	1	0	0	23	35	97	20	515
27	1989	52	92	238	55	27	33	0	3	23	55	3	0	581
28	1990	23	48	74	48	29	30	12	0	0	111	72	22	469
29	1991	16	76	15	27	2	0	0	0	5	2	22	29	194
30	1992	13	19	52	85	11	5	0	3	23	17	41	50	319
31	1993	29	152	225	86	45	7	13	8	19	53	9	53	699
32	1994	85	92	110	79	13	11	1	5	27	15	47	33	518
33	1995	39	44	54	37	26	2	17	2	8	26	43	120	418
34	1996	17	54	111	39	9	17	0	10	0	70	12	4	343
35	1997	27	75	45	51	7	2	0	0	4	26	43	58	338
36	1998	27	119	144	74	114	6	3	4	28	48	19	14	600
37	1999	53	273	52	48	49	11	2	23	21	14	34	12	592
38	2000	50	117	194	103	48	27	3	15	59	3	7	93	719
39	2001	83	108	130	82	37	1	21	2	47	58	82	52	703
40	2002	41	118	119	179	31	8	7	0	23	48	38	32	644
41	2003	72	80	80	27	45	31	7	2	14	15	35	82	490
42	2004	43	21	49	42	34	5	18	0	38	68	43	81	442
43	2005	14	108	110	29	4	9	1	1	5	54	21	46	402
44	2006	52	166	257	71	7	21	18	3	3	20	83	20	721
45	2007	38	52	102	66	30	3	4	17	2	122	97	34	567
46	2008	72	271	159	106	21	21	16	19	33	94	45	7	864
47	2009	196	91	236	33	23	15	8	20	15	25	47	56	765
48	2010	48	155	139	116	23	9	4	3	42	52	28	66	685
49	2011	56	60	57	171	57	8	12	9	55	68	34	112	699
50	2012	149	143	133	104	26	8	0	5	10	118	74	43	813
PROMEDIO		51.24	84.08	109.94	73.74	26.86	11.36	7.3	8.72	22.6	48.1	38.06	40.94	522.94

CUADRO N° 4.22
ESTACIÓN TOCMOCHE: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ANALIZADA, CONSISTENCIADA Y COMPLETADA-PERIDO 1963-2012

DEPARTAMENTO : CAJAMARCA
PROVINCIA : CHOTA
DISTRITO : TOCMOCHE

Longitud : 79°21'21.0"
Latitud : 06°24'29.0"
Alt. : 1450 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1963	35 E	89 E	273 E	193 E	71 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	2 E	28 E	693
2	1964	55	75	20	75	0	0	0	15	25	60	25	46	396
3	1965	66	110	383	270	95	13	5	0	12	5	55	40	1054
4	1966	66	27	9	35	9	0	0	0	22	0	17	0	185
5	1967	152	212	87	15	0	0	0	0	10	24	0	0	500
6	1968	0	0	0	0	0	0	0 E	3 E	8	28	0	0	39
7	1969	27	31	410	269	34	0	0	0	18	0	0	0	789
8	1970	71	73	141	18	43	0	0	0	0	67	22	0	435
9	1971	43	86	518	143	119	0	0	0	0	0	0	0	909
10	1972	0	323	667	63	0	0	0	0	0	0	0	0	1053
11	1973	292	164	243	145	61	71	0	0	0	0	0	18	994
12	1974	55	60	15	68	35	0	0	18	0	0	0	0	251
13	1975	47	201	654	202	72	0	0	20	36	35	0	0	1267
14	1976	113	75	177	163	0	0	0	0	0	0	0	0	528
15	1977	163	236	380	134	0	0	0	0	0	0	0	0	913
16	1978	5	73	156	27	67	0	0	0	0	0	0	0	328
17	1979	0	100	462	16	0	0	0	0	0	0	0	0	578
18	1980	0	35	36	30	18	0	0	0	20	0	0	35	174
19	1981	0	147	209	93	23	0	0	0	0	0	0	0	472
20	1982	0	18	40	86	0	0	0	0	0	0	0	685	829
21	1983	881	534	753	683	643	105	0	0	0	0	0	0	3599
22	1984	0	420	421	90	0	0	0	0	0	0	0	0	931
23	1985	0	35	139	0	0	0	0	0	91	0	0	0	265
24	1986	0	68	153	53	0	0	0	18	28	18	23	33	394
25	1987	118	304	683	292	168	38	0	0	0	0	0	0	1603
26	1988	71	143	242	85	0	0	0	0	28	0	0	0	569
27	1989	110	283	641	133	23	0	0	0	0	0	0	0	1190
28	1990	0	0	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
29	1991	0	54 E	192 E	67 E	0 E	0 E	0 E	0	6	12	2	7	340
30	1992	32	39	788	457	129	0	0	0	1	1	1	1	1449
31	1993	1	6	514	346	6	0	0	0	1	1	0	2 E	877
32	1994	14	9	77	63	22	0	0	0	0	2	3	14	204
33	1995	25	47	34	15	5	0	3	2	0	4	2	16	153
34	1996	10	38	154	36	3	0	0	0	0	4	2	2	249
35	1997	5	25	44	72	11	5	0	0	2	0	43	491	698
36	1998	719	717	788	343	86	5	0	0	0	0	0	38	2696
37	1999	57	414	221	220	79	15	0	0	21	5	0	53	1085
38	2000	57	306	455	168	38	24	0	5	4	1	0	20	1078
39	2001	85	205	636	339	12	0	0	0	10	7	4	11	1309
40	2002	0	201	570	257	11	0	0	0	0	3	7	11	1060
41	2003	71	110	43	6	0	7	0	0	5	1	4	26	273
42	2004	28	117	231	21	4	0	6	0	10	21	11	24	473
43	2005	13	168	232	7	0	0	0	0	0	7	0	5	432
44	2006	34	301	397 E	64	0	6	2	0	0	5	32	7	848
45	2007	68	35	177	25	13	0	0	2	1	23	31	4	379
46	2008	200	575	549	211	15	9	1	2	5	21	12	2	1602
47	2009	215	299	335	41	27	4	1	4	0	11	28	47	1012
48	2010	111	285	230	112	21	6	3	1	6	12	8	23	818
49	2011	57	120	17	126	15	7	3	0	22	12	12	58	449
50	2012	163	475	414	141	30	12	0	2	0	38	7	13	1295
PROMEDIO		86.7	169.36	301.76	130.36	40.16	6.54	0.48	1.84	7.86	8.58	7.06	35.2	795.9

CUADRO N° 4.23
ESTACIÓN PORCULLA: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ANALIZADA, CONSISTENCIADA Y COMPLETADA-PERIDO 1963-2012

DEPARTAMENTO : PIURA
 PROVINCIA : HUANCABAMBA
 DISTRITO : HUARMACA

Longitud 79°30'22.0"
 Latitud 05°50'23.0"
 Alt. 1971 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1963	168 E	300 E	297 E	146 E	63 E	4 E	3 E	0 E	5 E	20 E	12 E	117 E	1135
2	1964	259 E	138 E	49 E	201 E	2 E	6 E	1 E	1 E	5 E	26 E	25 E	33 E	746
3	1965	152 E	132 E	99	157	95	24	8	0	6	11	21	43	748
4	1966	48	8	87	44	5	0	0	0	7	38	18	11	266
5	1967	123	267	118	41	14	0	16	0	9	55	0	6	649
6	1968	3	73	30	23	0	0	0	2	16	56	30	0	233
7	1969	79	149	383	287	0	0	0	0	0	11	57	42	1008
8	1970	106	42	76	41	78	19	0	9	43	41	44	62	561
9	1971	87	137	485	138	20	25	0	20	0	0	0	0	912
10	1972	183	117	662	223	209	151	0	0	6	0	0	25	1576
11	1973	72	204	409	507	0	0	0	0	20	48	5	6	1271
12	1974	11	235	54	56	2	0	0	7	17	29	6	12	429
13	1975	113	293	345	113	93	10	0	0	24	165	11	24	1191
14	1976	1147	559	835	184 E	36 E	4 E	0 E	0 E	12 E	12 E	15 E	35	2839
15	1977	153	123	152	173	63	28	27	22	42	10	13	42	848
16	1978	41	134	157	108	106	51	10	14	12	2	9	4	648
17	1979	56	132	277	83	14	12	16	1	16	6	3	16	632
18	1980	72	97	47	51	12	9	0	5	2	204	46	86	631
19	1981	154	332	288	126	7	1	2	1	0	17	6	161	1095
20	1982	209	175	201	130	128	2	0	0	3	13	37	335	1233
21	1983	158	143	521	481	38	84	88	12	8	15	146	213	1907
22	1984	310	286	444	230	12	6	2	0	0	46	0	36	1372
23	1985	111	74	60	15	44	0	0	20	0	14	39	243	620
24	1986	297	286	56	314	13	0	0	0	28	78	49	90	1211
25	1987	136	75	207	201	0	12	55	1	0	91	53	25	856
26	1988	402	418	129	54	0	0	0	0	21	10	56	261	1351
27	1989	414	447	460	59	0	46	0	2	26	67	1	33	1555
28	1990	25	142	133	181	0	34	0	0	0	131	142	34	822
29	1991	18	132	506	73	27	17	1	0	0	8	5	64	851
30	1992	388	227	395	462	65	5	0	0	5	12	102	0	1661
31	1993	1	519	659	542	84	2	0	0	7	30	0	59	1903
32	1994	90	260	165	252	35	3	4	0	19	6	11	43	888
33	1995	73	208	117	32	43	0	23	12	0	0	24	163	695
34	1996	121	123	377	91	20	0	0	0	0	74	8	3	817
35	1997	0	165	98	112	4	24	29	3	103	5	92	176	811
36	1998	84	174	278	326	150	16	15	0	14	86	21	118	1282
37	1999	174	426	447	367	234	16	5	3	27	17	5	142	1863
38	2000	105	358	409	273	86	60	1	8	0	12	26	60	1398
39	2001	160	100	240	86	60	1	8	0	12	26	60	46	799
40	2002	34	139	134	141	27	3	5	0	0	41	28	50	602
41	2003	98	125	73	36	14	15	4	0	3	2	15	37	422
42	2004	41	54	26	60	20	0	2	0	11	53	13	59	339
43	2005	27	157	237	31	3	3	0	0	3	9	5	44	519
44	2006	58	309	259	90	3	7	8	0	1	0	35	48	818
45	2007	63	51	127	100	16	4	0	2	0	55	69	14	501
46	2008	217	409	411	256	23	9	6	5	4	41	53	4	1438
47	2009	301	246	314	34	28	1	0	2	0	3	44	49	1022
48	2010	92	278	188	126	13	7	0	1	0	45	6	38	794
49	2011	75	146	46	167	38	9	4	2	14	33	35	89	658
50	2012	206	345	186	175	18	1	0	0	0	48	56	30	1065
PROMEDIO		150.3	209.38	255.06	163.98	41.3	14.62	6.86	3.1	11.02	36.44	31.14	66.62	989.82

CUADRO N° 4.24
ESTACIÓN CUEVA BLANCA: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ANALIZADA, CONSISTENCIADA Y COMPLETADA-PERÍODO 1963-2012

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
PROVINCIA : FERREÑAFE
DISTRITO : INCAHUASI

Longitud 79°21'22.0"
Latitud 06°09'35.0"
Alt. 2900 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1963	57 E	117 E	183 E	87 E	34 E	36 E	28 E	2 E	29 E	94 E	47 E	112 E	826
2	1964	133 E	114 E	76 E	172 E	25 E	19 E	16 E	18 E	77 E	61 E	81 E	41 E	833
3	1965	49 E	64 E	67 E	193 E	56 E	42 E	48 E	0 E	100 E	52 E	107 E	91 E	869
4	1966	49 E	49 E	94 E	54 E	57 E	7 E	12 E	1 E	38 E	174 E	80 E	46 E	661
5	1967	83 E	129 E	132 E	44 E	27 E	22 E	37 E	0 E	14 E	19 E	16 E	61 E	584
6	1968	42 E	6 E	85 E	56 E	5 E	5 E	7 E	11 E	47 E	97 E	50 E	16 E	427
7	1969	31 E	63 E	146 E	119 E	31 E	13 E	1 E	1 E	21 E	67 E	77 E	74 E	644
8	1970	113 E	63 E	78 E	51 E	56 E	28 E	8 E	7 E	39 E	83 E	71 E	97 E	694
9	1971	71 E	125 E	292 E	115 E	60 E	31 E	5 E	3 E	7 E	110 E	20 E	69 E	908
10	1972	77 E	124 E	273 E	118 E	26 E	41 E	8 E	2 E	21 E	10 E	37 E	109 E	846
11	1973	70 E	126 E	185 E	227 E	50 E	32 E	14 E	0 E	63 E	67 E	28 E	66 E	928
12	1974	83 E	142 E	106 E	61 E	16 E	15 E	29 E	12 E	75 E	95 E	43 E	109 E	786
13	1975	107 E	167 E	146 E	79 E	41 E	26 E	3 E	16 E	68 E	108 E	39 E	20 E	820
14	1976	150 E	156 E	136 E	94 E	55 E	12 E	7 E	29 E	42 E	30 E	20 E	90 E	821
15	1977	80 E	158 E	90 E	65 E	36 E	28 E	4 E	28 E	68 E	29 E	26 E	64 E	676
16	1978	26 E	54 E	175 E	93 E	59 E	24 E	23 E	6 E	23 E	24 E	62 E	79 E	648
17	1979	83 E	85 E	127 E	54 E	40 E	11 E	8 E	1 E	39 E	53 E	16 E	57 E	574
18	1980	53	0	278	99	37	2	2	56	26 E	105 E	43 E	53 E	754
19	1981	13	160	109	95	36	21	13	6	3	81	40	40	617
20	1982	46	69	45	97	70	5	4	8	51	89	67	91	642
21	1983	128	193	199	112	25	73	42	28	43	113	96	25	1077
22	1984	39	147	178	126	43	19	49	49	97	145	57	78	1027
23	1985	1	19	37	59	39	20	0	93	88	120	14	163	653
24	1986	281	132	49	147	30	4	16	40	11	51	38	95	894
25	1987	85	106	111	65	25	46	17	45	39	15	40	25	619
26	1988	67	68	113	119	26	5	18	32	81	48	57	97	731
27	1989	110	123	129	95	44	35	5	1	94	82	5	1	724
28	1990	62	63	96	91	34	40	26	3	7	106	89	55	672
29	1991	29	89	64	60	20	11	4	2	13	46	2	96	436
30	1992	58	42	52	125	0	2	4	6	54	43	35	69	490
31	1993	27	131	189	129	47	7	12	10	52	130	25	109	868
32	1994	70	84	156	85	46	17	4	2	41	17	50	49	621
33	1995	63	72	121	51	57	3	30	18	7	23	106	160	711
34	1996	21	139	134	64	31	30	0	26	21	91	21	18	596
35	1997	38	118	55	81	11	7	1	3	11	16	68	87	496
36	1998	45	150	231	172	83	33	0	12	64	98	45	35	968
37	1999	110	196	134	129	78	44	24	0	65	42	40	82	944
38	2000	42	148	150	135	63	50	13	14	73	21	21	85	815
39	2001	112	71	145	44	37	6	16	2	61	48	114	79	735
40	2002	50	143	98	176	45	13	22	0	5	102	90	53	797
41	2003	80	116	92	30	64	38	8	4	21	35	58	73	619
42	2004	57	22	51	55	54	13	22	2	41	91	47	87	542
43	2005	15	126	131	20	11	11	2	3	6	124	20	105	574
44	2006	73	159	258	65	9	34	33	0	13	46	49	45	784
45	2007	72	45	164	123	45	0	0	24 E	3	160	137	61	834
46	2008	71	238	169	173	62	31	24	23	36	155	62	14	1058
47	2009	145	84	224	53	29	7	10	16	19	38	55	53	733
48	2010	33	212	124	138	28	25	9	13	95	66	53	94	890
49	2011	71	95	48	199	71	5	16	7	84	83	52	138	869
50	2012	211	170	210	105	35	10	0	14	13	105	101	61	1035
PROMEDIO		73.64	109.44	134.7	99.98	40.18	21.18	14.08	13.98	42.18	74.16	52.34	71.54	747.4

CUADRO N° 4.25
ESTACIÓN PUCHACA: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ANALIZADA, CONSISTENCIADA Y COMPLETADA-PERIDO 1963-2013

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
 PROVINCIA : FERREÑAFE
 DISTRITO : INCAHUASI

Longitud : 79°28'01.1"
 Latitud : 06°22'23.4"
 Alt. : 365 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1963	36	68	57	8	4	2	0	0	0	1	4	6	186
2	1964	36	68	132	38	0	1	0	1	1	9	3	7	296
3	1965	0	15	242	91	12	0	0	0	6	6	20	13	405
4	1966	8	0	53	2	1	0	0	1	3	13	6	0	87
5	1967	43	83	7	0	3	0	5	4	0	23	0	0	168
6	1968	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16	1	0	18
7	1969	10	23	241	13	2	0	0	0	0	1	3	1	294
8	1970	22	0	26	3	20	1	0	0	3	11	5	1	92
9	1971	0	44	360	48	3	0	0	1	1	3	2	11	473
10	1972	4	83	486	40	2	3	1	0	2	8	3	11	643
11	1973	160	126	37	34	2	1	1	1	15	0	2	0	379
12	1974	4	82	2	2	5	9	0	4	2	8	4	0	122
13	1975	11	89	307	41	2	4	0	8	1	20	8	0	491
14	1976	133	69	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	214
15	1977	16	50	230	11	0	0	0	0	10	5	0	0	322
16	1978	0	23	128	0	0	0	0	0	0	0	1	0	152
17	1979	6	6	130	0	0	0	0	0	3	0	0	0	145
18	1980	1	3	13	10	0	0	0	0	0	26	0	0	53
19	1981	0	39	77	18	0	0	0	0	0	1	1	0	136
20	1982	0	16	4	20	0	0	0	0	2	8	16	55	121
21	1983	296	58	591	534	293	26	0	0	1	37	0	0	1836
22	1984	11	215	64	0	1	0	0	0	0	20	0	1	312
23	1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	2	14
24	1986	6	0	0	15	0	0	0	2	0	1	3	7	34
25	1987	10	49	133	6	0	0	0	0	0	1	0	0	199
26	1988	3	5	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	22
27	1989	0	91	96	0	0	0	0	0	0	10	0	0	197
28	1990	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	9	0	15
29	1991	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
30	1992	5	12	40	31	0	0	0	0	8	5	10	0	111
31	1993	1	66	199	9	0	0	1	6	18	78	47	2	427
32	1994	7	48	174	21	3	0	0	0	1	1	5	3	263
33	1995	63	108	26	5	2	0	3	0	0	1	3	15	226
34	1996	1	6	69	24	5	0	0	1	0	5	0	0	111
35	1997	1	11	33	33	3	4	0	6	1	2	11	99	204
36	1998	589	717	753	148	27	3	0	0	6	4	1	9	2257
37	1999	26	251	31	86	29	9	0	1	6	2	0	20	461
38	2000	49	60	239	59	10	0	0	3	1	0	0	6	427
39	2001	21	74	414	146	0	0	0	0	1	2	0	0	658
40	2002	0	100	228	147	4	0	0	0	0	5	1	0	485
41	2003	35	62	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	101
42	2004	8	4	98	11	0	0	4	0	2	7	0	9	143
43	2005	0	38	109	0	0	0	0	0	0	1	0	0	148
44	2006	50	121	189	36	0	3	0	0	0	3	13	6	421
45	2007	13	8	50	4	9	0	0	3	0	13	6	1	107
46	2008	36	197	235	147	11	7	0	0	0	6	1	0	640
47	2009	93	47	80	0	0	0	2	2	0	2	7	5	238
48	2010	13	60	85	11	0	0	0	0	0	10	5	4	188
49	2011	15	28	0	24	1	0	1	0	3	1	0	15	88
50	2012	12	155	202	20	0	1	0	0	1	8	12	4	415
51	2013	7	3	73	2	31	0	0	0	0	15	0	10	141
PROMEDIO		36.49	68.29	132.29	37.76	9.51	1.47	0.35	0.86	1.92	8.14	4.20	6.37	307.67

CUADRO N° 4.26
ESTACIÓN JAYANCA: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ANALIZADA, CONSISTENCIADA Y COMPLETADA-PERÍODO 1963-2013

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
PROVINCIA : LAMBAYEQUE
DISTRITO : JAYANCA

Longitud 79°46'06.0"
Latitud 06°19'58.0"
Alt. 102.7 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1963	3 E	6 E	15 E	11 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	3 E	0 E	38
2	1964	2 E	16 E	40 E	5	0	0	0	0	0	1	0	0	64
3	1965	0	12	54	29	0	0	0	0	2	0	2	4	103
4	1966	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	6	0	10
5	1967	7	25	4	0	1	0	3	0	0	3	0	0	43
6	1968	0 E	0 E	0	0 E	0 E	0	0	0 E	0 E	2 E	0 E	0 E	2
7	1969	1 E	2 E	35 E	2	0	0	0	0	0	2	2	0	44
8	1970	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	6
9	1971	0	14	153	3	0	0	0	0	0	1	1	6	178
10	1972	0	20	239	1	0	0	0	0	0	0	2	0	262
11	1973	7	16	33	20	1	1	0	0	5	0	2	0	85
12	1974	0	7	0	0	2	1	0	2	1	1	0	0	14
13	1975	2	26	111	10	0	1	0	6	0	7	0	0	163
14	1976	19	0	0	16	2	0	0	0	2	0	0	0	39
15	1977	2	18	15	0	1	0	2	0	2	0	0	0	40
16	1978	0	0	23	3	0	1	0	0	0	0	0	1	28
17	1979	1	0	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	13
18	1980	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	7
19	1981	0	5	85	2	0	0	1	2	0	0	4	2	101
20	1982	2	0	0	5	0	0	0	0	1	1	12	1	22
21	1983	114	122	404	491	274	41	0	0	0	0	0	3	1449
22	1984	0	101	49	3	2	0	0	0	0	1	0	0	156
23	1985	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	2	10
24	1986	12	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	20
25	1987	5	9	65	5	0	0	0	0	3	0	0	0	87
26	1988	9	0	0	0	1	0	0	0 E	0	0	0	1	11
27	1989	10	20	0	7	0	0	0	0	0	2	0	0	39
28	1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	0	11
29	1991	0	0	2	7	0	0	0	0 E	0 E	0	2	0	11
30	1992	1	0	20	61	2	0	0	0	0	0 E	1 E	9	94
31	1993	1	9	79	9	1	0	0 E	0 E	0	0	0	0	99
32	1994	9	17	39	0	1	0	0	0	1	2	0	1	70
33	1995	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	31
34	1996	0	0	14	7	1	1	0	0	0	1	0	0	24
35	1997	0	2	0	15	0	0	0	0	1	0	7	55	80
36	1998	348	466	539	62	10	0	0	0	2	0	0	0	1427
37	1999	4	118	3	22	7	4	0	0	4	1	0	6	169
38	2000	2	1	27	22	0	1	0	1	0	0	0	4	58
39	2001	8	9	175	22	0	1	1	0	0	1	1	1	219
40	2002	0	26	97	70	0	0	0	0	0	1	8	0	202
41	2003	4	33	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3	43
42	2004	0	2	7 E	4	0 E	0	5	0	1	5	0	9	33
43	2005	1	4	20	0	0	0	0	0	0	1	2	0	28
44	2006	8	7	59	0	0	0	0	0	0	0	2	0	76
45	2007	1	0	4	5	1	0	0	0	0	6	4	0	21
46	2008	5	62	105	5	0	0	0	0	0	0	112	0 E	289
47	2009	13	15	22	1	4	0	0	0	0	0	7	0	62
48	2010	0	72	14	9	0	0	0	0	0	8	3	0	106
49	2011	13	1	0	11	1	0	0	0	0	0	0	3	29
50	2012	4	101	113	4	0	0	0	0	0	2	1	4	229
51	2013	2	4	29	0	14	0	0 E	0	0	3	0	3	55
PROMEDIO		12.18	27.37	53.22	18.73	6.57	1.02	0.24	0.22	0.53	1.27	3.76	2.35	127.45

CUADRO N° 4.27
ESTACIÓN MOTUPE: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ANALIZADA, CONSISTENCIADA Y COMPLETADA-PERÍODO 1963-2013

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE
PROVINCIA : LAMBAYEQUE
MOTUPE : JAYANCA

Longitud 79°44'55.0"
Latitud 06°12'57.1"
Alt. 152 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1963	9 E	29 E	30 E	11 E	1 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	83
2	1964	11 E	6 E	37 E	12 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	1 E	68
3	1965	0	21	0	80	0	0 E	0	0	6	0	0	0	107
4	1966	0	0	19	1	4	0	0	0	0	0	10	0	34
5	1967	19	18	2	0	1	0	4	2	0	9	0	0	55
6	1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15
7	1969	1	18 E	133	14	0	0	0	0	0	0	2	0	168
8	1970	5	0	7	2	8	1	0	2	1	7	4	2	39
9	1971	1	21	206	10	1	1	0	0	1	1	2	11	255
10	1972	0	23	332	10	1	1	0	0	0	0	4	3	374
11	1973	11	54	27	59	2	2	0	0	6	0	1	1	163
12	1974	8	19	0	5	0	2	0	7	4	3	2	0	50
13	1975	1	26	79	22	1	2	0	5	0	9	0	0	145
14	1976	70	1	3	11	4	0	0	0	0	0	0	0	89
15	1977	2	38	129	4	1	0	0	0	6	2	0	0	182
16	1978	0	4	54	0	0	0	0	0	1	0	2	0	61
17	1979	4	1	68	6	0	0 E	0	0	0	0	0	0	79
18	1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10
19	1981	0	15	128	2	0	0	0	0	0	0	0	0	145
20	1982	0	0	0	2	0	0	0	0	0	16	0	21	39
21	1983	224	0	796	713	282	138	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2153
22	1984	1 E	72 E	26 E	1 E	3 E	0 E	0 E	0 E	1 E	2 E	0 E	0 E	106
23	1985	0 E	0 E	2 E	0 E	4 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	2 E	9
24	1986	9	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	15
25	1987	4	17	33	30	0	0	0	0	0	0	0	0	84
26	1988	8	14	1	4	8	0	0	0	0	1	1 E	1	38
27	1989	9	19	19	5	3	0	0	0	1	2	0	0	58
28	1990	0	2	1	3	1	0	0	0	0	3	12	1	23
29	1991	0	0 E	5 E	6 E	0	0	0	0	0 E	0 E	1 E	1	13
30	1992	8	1	35	34	1	0	0	0	0 E	0 E	0 E	4	83
31	1993	1	17 E	70	17	0 E	0 E	0	0	0	0	0	1 E	106
32	1994	2	21	64	4	9	0	0	0	0	4	4	3	111
33	1995	7	25	1	0	5	0	0	0	0	0	0	5	43
34	1996	0	4	18	9	0	0	0	0	1	0	0	0	32
35	1997	0	2	5	14	0	0	0	0	3	0	11	85	120
36	1998	400	680	939	85	9 E	1	0	0	4	1	0	2	2121
37	1999	9 E	135 E	8	32	14	8	0	0	8	4	3	5	226
38	2000	3	16	84	37	0	0	0	0	0	0	0	8	148
39	2001	24	19	237	36	0	0	0	0	0	0	3	0	319
40	2002	0	40	146	94	0	0	0	0	0	2	3	0	285
41	2003	11	33	0	6	1	1	0	0	0	0	1	5	58
42	2004	0	0	30	6	0	0	2	0	1	5	0	3	47
43	2005	2	9	49	0	0	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	0 E	62
44	2006	5 E	35 E	85 E	3 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	129
45	2007	2 E	1 E	13 E	6 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	7 E	0 E	30
46	2008	34 E	47 E	120 E	20 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	3 E	0 E	225
47	2009	23 E	28 E	30 E	1 E	5 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	1 E	1 E	90
48	2010	1 E	11 E	36 E	15 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	4 E	1 E	1 E	69
49	2011	14 E	11 E	0 E	15 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	8 E	49
50	2012	10 E	45 E	204 E	18 E	0 E	1 E	0 E	0 E	1 E	1 E	1 E	5 E	286
51	2013	3 E	0 E	30 E	2 E	5 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	0 E	1 E	43
PROMEDIO		18.75	31.33	85.12	28.88	7.35	3.12	0.12	0.31	0.94	2.08	1.57	3.61	183.18

CUADRO N° 4.28
ESTACIÓN OLMOS: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ANALIZADA, CONSISTENCIADA Y COMPLETADA-PERÍODO 1963-2013

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE Longitud 79°43'42.0"
PROVINCIA : LAMBAYEQUE Latitud 05°59'31.0"
MOTUPE : OLMOS Alt. 225.9 msnm

N°	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1963	15 E	27 E	76 E	11 E	1 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	7 E	139
2	1964	15 E	63 E	59 E	25 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	2 E	166
3	1965	0 E	13 E	3 E	37 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	56
4	1966	0 E	1 E	53 E	2 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	4 E	0 E	62
5	1967	26 E	63 E	9 E	2 E	5 E	0 E	1 E	0 E	0 E	5 E	0 E	0 E	111
6	1968	0 E	1 E	4 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	4 E	0 E	0 E	10
7	1969	3 E	12 E	111 E	14 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	144
8	1970	11 E	3 E	21 E	4 E	9 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	10 E	59
9	1971	1 E	47 E	194 E	21 E	9 E	0 E	0 E	0 E	0 E	3 E	1 E	26 E	302
10	1972	0 E	72 E	238 E	19 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	18 E	351
11	1973	37 E	112 E	77 E	50 E	5 E	2 E	0 E	0 E	1 E	0 E	2 E	9 E	295
12	1974	14 E	43 E	3 E	2 E	4 E	2 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	1 E	70
13	1975	2 E	54 E	82 E	35 E	2 E	2 E	0 E	0 E	0 E	6 E	0 E	0 E	183
14	1976	274 E	23 E	14 E	7 E	2 E	0 E	0 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	321
15	1977	6 E	40 E	91 E	12 E	1 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	0 E	1 E	153
16	1978	0 E	5 E	62 E	0 E	0 E	6 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	73
17	1979	4 E	7 E	58 E	6 E	2 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	78
18	1980	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
19	1981	0	12	185	0	0	0	0	0	0	0	3	1	201
20	1982	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	27	32
21	1983	224	203	402	595	383	75	0	0	0	0	0	6	1888
22	1984	4	156	29	5	5	1	0	0	0	4	0	0	204
23	1985	0	4	10	2	9	0	0	1	0	1	0	6	33
24	1986	3	14	0	8	0	0	0	1	1	0	1	0	28
25	1987	5	26	44	20	0	0	2	0	0	0 E	0	0	97
26	1988	23	11	0	26	11	0	0	3	0	3	4	1	82
27	1989	12	57	75	10	3	0	0	0	0	3	0	0	160
28	1990	0	0	12	0	0	0	0	0	0	5	7	6	30
29	1991	0	5	37	4	0	0	0	0	0	0	0	2	48
30	1992	8	6	162	159	0	0	0	0	0	0	0	8	343
31	1993	0	53	306	64	3	1	0	0	3	0	2	9	441
32	1994	2	37	101	21	3	0	0	0	4	3	0	4	175
33	1995	30	64	4	7	0	0	2	0	0	0	6	9	122
34	1996	1	8	25	14	1	0	0	1	0	2	0	0	52
35	1997	0	17	5	27	1	0	0	0	8	0	6	96	160
36	1998	479	668	897	210	40	1	1	0	4	11	0	2	2313
37	1999	12	227	21	47	39	1	0	0	3	3	0	15	368
38	2000	6	33	144	47	13	3	0	0	1	0	0	15	262
39	2001	42	27	225	71	0	3	0	0	5	3	7	5	388
40	2002	0	57	373	142	4	0	0	0	0	10	4	12	602
41	2003	17	46	4	4	0	1	0	0	1	0	1	14	88
42	2004	3	0	2	4	4	0	4	0	1	10	0	10	38
43	2005	1 E	25 E	96 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	1 E	2 E	126
44	2006	16 E	54 E	86 E	7 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	4 E	167
45	2007	4 E	7 E	32 E	2 E	8 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	2 E	1 E	58
46	2008	64 E	223 E	98 E	30 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	1 E	3 E	420
47	2009	37 E	50 E	41 E	1 E	2 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	2 E	7 E	141
48	2010	3 E	83 E	75 E	15 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	9 E	1 E	5 E	191
49	2011	21 E	17 E	3 E	8 E	4 E	0 E	1 E	0 E	0 E	0 E	0 E	19 E	73
50	2012	11 E	153 E	284 E	28 E	0 E	0 E	0 E	0 E	0 E	2 E	2 E	36 E	516
51	2013	7 E	8 E	59 E	2 E	26 E	0 E	0 E	0 E	0 E	5 E	0 E	4 E	111
PROMEDIO	28.31	57.73	97.88	35.84	11.90	1.94	0.24	0.12	0.67	2.00	1.24	7.96	245.82	

4.2.2.3 Precipitación media por estación

Las precipitaciones medias mensuales de los registros completados de las 08 estaciones seleccionadas para el estudio hidrológico, describen períodos de máxima lluvia en los meses de enero a abril, las que descienden a partir de mayo hasta noviembre. Ver Cuadro N° 4.29

CUADRO N° 4.29
 PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) POR ESTACIÓN

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Est. 1	51.73	57.08	109.74	77.74	36.77	17.36	7.2	8.72	22.7	27.1	28.07	46.74	720.1
Est. 2	86.7	170.36	201.75	170.36	40.76	6.54	0.45	1.64	7.86	8.58	7.06	37.2	792.6
Est. 3	130.9	200.38	253.09	187.38	41.7	17.02	5.86	9.1	11.07	36.4	31.17	64.62	1092.87
Est. 4	72.64	100.43	132.7	90.88	40.18	21.16	14.08	17.88	42.18	74.16	52.34	71.51	727.4
Est. 5	56.48	88.34	131.26	47.6	8.31	1.4	1.35	0.86	1.02	2.12	4.18	8.32	36.57
Est. 6	17.18	21.37	53.22	18.73	6.52	1.87	0.74	9.27	0.53	1.27	3.78	2.55	127.33
Est. 7	18.22	36.33	85.46	30.88	7.32	2.12	0.16	4.21	0.92	2.08	1.54	3.01	163.16
Est. 8	28.24	54.73	97.68	52.81	11.22	1.24	0.33	6.12	0.6	2.40	1.37	7.26	215.82

4.2.2.4 Análisis de años húmedos y secos

Sobre este ítem, (FAO 1993). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. CROPWAT. Programa de Ordenador para Planificar y Manejar el Riego. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 46. Martin Smith. Roma Italia, refiere:

La precipitación fiable se define como aquella que tiene una probabilidad de ocurrencia de: 80% de probabilidad de excedencia, caracterizando un año `seco_ con precipitaciones que no son excedidas en 4 de 5 años, usado como criterio para dimensionar perímetros de riego y la gestión del mismo simulando una programación de un año seco, 50% de probabilidad, representando un año `normal_, acercándose al valor promedio, 20% de probabilidad, representando un año húmedo, utilizado en la planificación del riego para simular una programación de un año `húmedo_.

Por otra parte, también es empleado el siguiente criterio: `La clasificación según el tipo de año, se realizó en base a los totales de precipitación anual de los años 1971 a 1985, como húmedo, normal y seco, según las precipitaciones anuales correspondientes en el tercio superior central o inferior respectivamente. En el presente estudio, se ha empleado este mismo criterio para la caracterización de los años normales, húmedos y secos de las estaciones señaladas. No se emplea el criterio descrito en el párrafo anterior puesto que nos conlleva a los extremos de 80% y 20%, por ello, de manera conservadora, se emplea el 25% y 75% como valores límites en la caracterización. Ver Cuadros N°s 4.30 al 4.34.

CUADRO N° 4.30
 CARACTERIZACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

Estación Incahuasi

N°	AÑO	TOTAL	TIPO DE AÑO
1	1963	613.4	Seco
2	1964	561.0	Normal
3	1965	679.5	Humedo
4	1966	423.5	Normal
5	1967	434.0	Normal
6	1968	271.5	Seco
7	1969	523.0	Normal
8	1970	583.5	Normal
9	1971	829.5	Humedo
10	1972	537.5	Normal
11	1973	687.5	Humedo
12	1974	638.0	Normal
13	1975	604.5	Normal
14	1976	420.5	Normal
15	1977	369.5	Seco
16	1978	366.1	Seco
17	1979	399.5	Normal
18	1980	357.1	Seco
19	1981	401.5	Normal
20	1982	447.6	Normal
21	1983	456.0	Normal
22	1984	489.0	Normal
23	1985	148.5	Seco
24	1986	438.0	Normal
25	1987	373.0	Seco
26	1988	515.2	Normal
27	1989	580.5	Normal
28	1990	470.0	Normal
29	1991	195.5	Seco
30	1992	319.8	Seco
31	1993	699.3	Humedo
32	1994	518.0	Normal
33	1995	418.9	Normal
34	1996	343.0	Seco
35	1997	338.3	Seco
36	1998	599.1	Normal
37	1999	591.9	Normal
38	2000	719.1	Humedo
39	2001	702.5	Humedo
40	2002	644.9	Normal
41	2003	488.9	Normal
42	2004	441.6	Normal
43	2005	403.5	Seco
44	2006	719.4	Humedo
45	2007	566.0	Normal
46	2008	863.3	Humedo
47	2009	765.0	Humedo
48	2010	684.5	Humedo
49	2011	698.2	Humedo
50	2012	812.4	Humedo

N°	Pp Anual	Pers.
1	863.3	1.96
2	829.5	3.92
3	812.4	5.88
4	765	7.84
5	719.4	9.80
6	719.1	11.76
7	702.5	13.73
8	699.3	15.69
9	698.2	17.65
10	687.5	19.61
11	684.5	21.57
12	679.5	23.53
13	638	25.49
14	604.5	27.45
15	591.9	29.41
16	583.5	31.37
17	580.5	33.33
18	566	35.29
19	537.5	37.25
20	528.8	39.22
21	525.4	41.18
22	523	43.14
23	518	45.10
24	515.2	47.06
25	490.3	49.02
26	489	50.98
27	488.9	52.94
28	470	54.90
29	456	56.86
30	447.6	58.82
31	441.6	60.78
32	438	62.75
33	434	64.71
34	423.5	66.67
35	420.5	68.63
36	418.9	70.59
37	401.5	72.55
38	399.5	74.51
39	373	76.47
40	369.5	78.43
41	366.1	80.39
42	357.1	82.35
43	343	84.31
44	338.3	86.27
45	319.8	88.24
46	293.6	90.20
47	271.5	92.16
48	195.5	94.12
49	179.5	96.08
50	148.5	98.04

Fuente.- Elaboración propia

CUADRO N° 4.31
 CARACTERIZACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

Estación Puchaca

N°	AÑO	TOTAL	TIPO DE AÑO
1	1963	188.5	Normal
2	1964	296.8	Normal
3	1965	404.0	Normal
4	1966	87.2	Seco
5	1967	168.0	Normal
6	1968	19.2	Seco
7	1969	293.8	Normal
8	1970	90.9	Seco
9	1971	472.3	Humedo
10	1972	643.3	Humedo
11	1973	379.1	Normal
12	1974	122.0	Normal
13	1975	491.4	Humedo
14	1976	215.8	Normal
15	1977	322.1	Normal
16	1978	152.6	Normal
17	1979	145.5	Normal
18	1980	53.9	Seco
19	1981	136.2	Normal
20	1982	121.0	Normal
21	1983	1836.0	Humedo
22	1984	312.1	Normal
23	1985	13.7	Seco
24	1986	34.5	Seco
25	1987	199.5	Normal
26	1988	21.5	Seco
27	1989	197.1	Normal
28	1990	14.9	Seco
29	1991	5.6	Seco
30	1992	110.6	Normal
31	1993	425.0	Humedo
32	1994	263.2	Normal
33	1995	226.3	Normal
34	1996	111.5	Normal
35	1997	204.1	Normal
36	1998	2258	Humedo
37	1999	460.9	Humedo
38	2000	426.7	Humedo
39	2001	658.2	Humedo
40	2002	486.1	Humedo
41	2003	102	Seco
42	2004	141.4	Normal
43	2005	147.6	Normal
44	2006	420.3	Humedo
45	2007	107.8	Seco
46	2008	641	Humedo
47	2009	239	Normal
48	2010	189.3	Normal
49	2011	88.2	Seco
50	2012	414.9	Humedo
51	2013	143.1	Normal

N°	Pp Anual	Pers.
1	2258.0	1.92
2	1836.0	3.85
3	658.2	5.77
4	643.3	7.69
5	641.0	9.62
6	491.4	11.54
7	486.1	13.46
8	472.3	15.38
9	460.9	17.31
10	426.7	19.23
11	425	21.15
12	420.3	23.08
13	414.9	25.00
14	404	26.92
15	379.1	28.85
16	322.1	30.77
17	312.1	32.69
18	296.8	34.62
19	293.8	36.54
20	263.2	38.46
21	239.0	40.38
22	226.3	42.31
23	215.8	44.23
24	204.1	46.15
25	199.5	48.08
26	197.1	50.00
27	189.3	51.92
28	188.48	53.85
29	168	55.77
30	152.6	57.69
31	147.6	59.62
32	145.5	61.54
33	143.1	63.46
34	141.4	65.38
35	136.2	67.31
36	122	69.23
37	121	71.15
38	111.5	73.08
39	110.6	75.00
40	107.8	76.92
41	102	78.85
42	90.9	80.77
43	88.2	82.69
44	87.2	84.62
45	53.9	86.54
46	34.5	88.46
47	21.5	90.38
48	19.2	92.31
49	14.9	94.23
50	13.7	96.15
51	5.6	98.08

Fuente.- Elaboración propia

CUADRO N° 4.32
 CARACTERIZACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

Estación Jayanca

N°	AÑO	TOTAL	TIPO DE AÑO
1	1964	7.0	Seco
2	1965	103.3	Normal
3	1966	10.7	Seco
4	1967	42.8	Normal
5	1968	0.0	Seco
6	1969	5.9	Seco
7	1970	6.4	Seco
8	1971	179.1	Humedo
9	1972	262.7	Humedo
10	1973	85.7	Normal
11	1974	14.9	Seco
12	1975	162.3	Humedo
13	1976	39.0	Normal
14	1977	39.5	Normal
15	1978	27.5	Normal
16	1979	13.6	Seco
17	1980	6.6	Seco
18	1981	101.2	Normal
19	1982	22.8	Normal
20	1983	1450.0	Humedo
21	1984	155.8	Humedo
22	1985	11.0	Seco
23	1986	19.9	Normal
24	1987	87.1	Normal
25	1988	10.0	Seco
26	1989	39.1	Normal
27	1990	11.3	Seco
28	1991	11.0	Seco
29	1992	91.7	Normal
30	1993	99.7	Normal
31	1994	68.0	Normal
32	1995	30.6	Normal
33	1996	23.3	Normal
34	1997	80.6	Normal
35	1998	1428	Humedo
36	1999	168.7	Humedo
37	2000	58.4	Normal
38	2001	218.8	Humedo
39	2002	202.2	Humedo
40	2003	42.9	Normal
41	2004	26.2	Normal
42	2005	26.8	Normal
43	2006	76.1	Normal
44	2007	20	Normal
45	2008	288.5	Humedo
46	2009	61.6	Normal
47	2010	106.8	Humedo
48	2011	30.2	Normal
49	2012	229.1	Humedo
50	2013	54.1	Normal

Nº	Pp Anual	Pers.
1	1450.0	1.96
2	1428	3.92
3	288.5	5.88
4	262.7	7.84
5	229.1	9.80
6	218.8	11.76
7	202.2	13.73
8	179.1	15.69
9	168.7	17.65
10	162.3	19.61
11	155.8	21.57
12	106.8	23.53
13	103.3	25.49
14	101.2	27.45
15	99.7	29.41
16	91.7	31.37
17	87.1	33.33
18	85.7	35.29
19	80.6	37.25
20	76.1	39.22
21	68.0	41.18
22	61.6	43.14
23	58.4	45.10
24	54.1	47.06
25	42.9	49.02
26	42.8	50.98
27	39.5	52.94
28	39.1	54.90
29	39.0	56.86
30	30.6	58.82
31	30.2	60.78
32	27.5	62.75
33	26.8	64.71
34	26.2	66.67
35	23.3	68.63
36	22.8	70.59
37	20	72.55
38	19.9	74.51
39	14.9	76.47
40	13.6	78.43
41	11.3	80.39
42	11.0	82.35
43	11.0	84.31
44	10.7	86.27
45	10.0	88.24
46	7.0	90.20
47	6.6	92.16
48	6.4	94.12
49	5.9	96.08
50	0.0	98.04

Fuente.- Elaboración propia

CUADRO N° 4.33
CARACTERIZACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

Estación Toemoche				Nº	Pp Anual	Pers.
Nº	AÑO	TOTAL	TIPO DE AÑO			
1	1964	396.1	Normal	1	3599.0	1.96
2	1965	1053.6	Humedo	2	2696	3.92
3	1966	185.4	Seco	3	1603.0	5.88
4	1967	500.0	Normal	4	1600.6	7.84
5	1968	36.0	Seco	5	1447.6	9.80
6	1969	789.2	Normal	6	1309	11.76
7	1970	435.0	Normal	7	1295.9	13.73
8	1971	909.0	Normal	8	1267.0	15.69
9	1972	1053.0	Normal	9	1190.0	17.65
10	1973	994.0	Normal	10	1085	19.61
11	1974	251.0	Seco	11	1078.5	21.57
12	1975	1267.0	Humedo	12	1060	23.53
13	1976	528.0	Normal	13	1053.6	25.49
14	1977	913.0	Normal	14	1053.0	27.45
15	1978	328.0	Seco	15	1010	29.41
16	1979	578.0	Normal	16	994.0	31.37
17	1980	174.0	Seco	17	931.0	33.33
18	1981	472.0	Normal	18	913.0	35.29
19	1982	829.0	Normal	19	909.0	37.25
20	1983	3599.0	Humedo	20	874.5	39.22
21	1984	931.0	Normal	21	829.0	41.18
22	1985	265.0	Seco	22	816.3	43.14
23	1986	394.0	Normal	23	789.2	45.10
24	1987	1603.0	Humedo	24	698	47.06
25	1988	569.0	Normal	25	632	49.02
26	1989	1190.0	Humedo	26	578.0	50.98
27	1990	78.0	Seco	27	569.0	52.94
28	1991	26.9	Seco	28	528.0	54.90
29	1992	1447.6	Humedo	29	500.0	56.86
30	1993	874.5	Normal	30	473	58.82
31	1994	204.4	Seco	31	472.0	60.78
32	1995	152.7	Seco	32	450.7	62.75
33	1996	249.0	Seco	33	447.9	64.71
34	1997	698	Normal	34	435.0	66.67
35	1998	2696	Humedo	35	432	68.63
36	1999	1085	Normal	36	396.1	70.59
37	2000	1078.5	Humedo	37	394.0	72.55
38	2001	1309	Humedo	38	377.5	74.51
39	2002	1060	Humedo	39	328.0	76.47
40	2003	273	Seco	40	273	78.43
41	2004	473	Normal	41	265.0	80.39
42	2005	432	Normal	42	251.0	82.35
43	2006	450.7	Normal	43	249.0	84.31
44	2007	377.5	Normal	44	204.4	86.27
45	2008	1600.6	Humedo	45	185.4	88.24
46	2009	1010	Normal	46	174.0	90.20
47	2010	816.3	Normal	47	152.7	92.16
48	2011	447.9	Normal	48	78.0	94.12
49	2012	1295.9	Humedo	49	36.0	96.08
50	2013	632	Normal	50	26.9	98.04

Fuente.- Elaboración propia

CUADRO N° 4.34
 CARACTERIZACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

Estación Motupe

Nº	AÑO	TOTAL	TIPO DE AÑO
1	1965	106.7	Normal
2	1966	34.3	Seco
3	1967	56.0	Normal
4	1968	15.2	Seco
5	1969	150.3	Humedo
6	1970	36.6	Normal
7	1971	253.6	Humedo
8	1972	373.0	Humedo
9	1973	161.4	Humedo
10	1974	49.5	Normal
11	1975	144.6	Normal
12	1976	89.5	Normal
13	1977	182.7	Humedo
14	1978	60.5	Normal
15	1979	79.0	Normal
16	1980	9.7	Seco
17	1981	144.8	Normal
18	1982	39.0	Normal
19	1983	2152.6	Humedo
20	1984	0.0	Seco
21	1985	0.0	Seco
22	1986	16.4	Seco
23	1987	84.5	Normal
24	1988	36.1	Seco
25	1989	59.1	Normal
26	1990	22.8	Seco
27	1991	1.2	Seco
28	1992	82.3	Normal
29	1993	88.4	Normal
30	1994	111.9	Normal
31	1995	42.7	Normal
32	1996	32.5	Seco
33	1997	120.3	Normal
34	1998	2111.1	Humedo
35	1999	82.3	Normal
36	2000	147.5	Humedo
37	2001	318.2	Humedo
38	2002	286.1	Humedo
39	2003	56.7	Normal
40	2004	47.1	Normal
41	2005	59.9	Normal

Nº	Pp Anual	Pers.
1	2152.6	2.38
2	2111.1	4.76
3	373.0	7.14
4	318.2	9.52
5	286.1	11.90
6	253.6	14.29
7	182.7	16.67
8	161.4	19.05
9	150.3	21.43
10	147.5	23.81
11	144.8	26.19
12	144.6	28.57
13	120.3	30.95
14	111.9	33.33
15	106.7	35.71
16	89.5	38.10
17	88.4	40.48
18	84.5	42.86
19	82.3	45.24
20	82.3	47.62
21	79.0	50.00
22	60.5	52.38
23	59.9	54.76
24	59.1	57.14
25	56.7	59.52
26	56.0	61.90
27	49.5	64.29
28	47.1	66.67
29	42.7	69.05
30	39.0	71.43
31	36.6	73.81
32	36.1	76.19
33	34.3	78.57
34	32.5	80.95
35	22.8	83.33
36	16.4	85.71
37	15.2	88.10
38	9.7	90.48
39	1.2	92.86
40	0.0	95.24
41	0.0	97.62

Fuente.- Elaboración propia

4.3.0 Esgurrimiento superficial

4.3.1 Red de estaciones de aforo

4.3.1.1 Marrisón

Se ubica a 250 msnm, en las coordenadas 6° 6' de latitud sur y 79° 39' de longitud oeste, sobre el río Chiniama. Marrisón se encuentra ubicada en un tramo recto del río sin curvas cercanas aguas arriba o abajo, lo que demuestra que su ubicación ha sido correctamente seleccionada.

Sobre la margen derecha está la infraestructura de toma directa de agua con el tubo fierro que protege el limnógrafo, el cual se encuentra en regular estado de conservación. Así mismo, el huaro, cuya función principal es permitir el deslizamiento del carro desde el cual el observador realiza los aforos por suspensión, cuenta con el correspondiente cable de acero sostenido por dos caballetes de fierro anclados convenientemente en las orillas del río.

De acuerdo al equipo e instrumental que tiene la estación, no hay razón para desconfiar de la bondad de la información por ella registrada. El único inconveniente podría surgir de la imposibilidad de conocer la manera como se han obtenido los caudales de los últimos años, puesto que la estación de aforo actualmente se encuentra sin funcionamiento y los datos son tomados en función del tomero de la Junta de Usuarios. Esto merecería una auditoría hidrológica para estimar posibles errores en la toma de datos. No obstante a lo dicho, el análisis de consistencia será lo que en definitiva muestre la calidad de la información.

4.3.1.2 Puchaca

La estación Puchaca es considerada la más importante del río La Leche, fue instalada por el Proyecto Olmos. Cuenca con una larga serie de registro de caudales (93 años). Dentro de la zona existe también otra estación (Puente La Leche), con un corto período de registro, por lo que no ha sido considerada en el presente estudio.

La estación Puchaca se encuentra ubicada en un tramo recto del río La Leche, sin curvas cercanas aguas arriba o aguas abajo, lo que demuestra una correcta ubicación para la realización de aforos.

Sobre la margen izquierda está la infraestructura de toma indirecta de agua del pozo de protección del limnógrafo, que se encuentra en regular estado de conservación y mantenimiento. Así mismo, el huaro, cuya función es permitir el deslizamiento del carro desde el cual el observador realiza los aforos por suspensión, cuenta con el correspondiente cable de acero sostenido por dos caballetes de fierro anclados a las orillas del río.

4.3.2 Registro de caudales

4.3.2.1 Estación Marrisón

Analizada la serie de 53 años de registro de caudales en esta estación, se aprecia la ocurrencia de valores extraordinarios, siendo los más importantes durante los meses de marzo de los años 1967, 1972, 1983, 1998, y en los meses de abril de los años 1983 y 2008.

Estas anomalías se presentaron por la ocurrencia del fenómeno de El Niño; sin embargo, no hay evidencia de variaciones por inconsistencias. Ver **Cuadro N° 4.35** y **Gráfico 4.18**

4.3.2.2 Estación Puchaca

En esta estación, se evidencia registros medios mensuales mayores de los 40 m³/seg., y un escurrimiento extraordinario ocurrido en fechas similares a la cuenca vecina Motupe. El registro de mayor importancia en esta serie de 93 años, se produce el año 1998, con caudales que superaron los 140 m³/seg. Estas fuertes precipitaciones fueron ocasionadas por el fenómeno de El Niño; sin embargo, no existe evidencia de inconsistencias como se verá en el ítem 4.3.2.3. Ver **Cuadro N° 4.36** y **Gráfico 4.19**.

CUADRO N° 4.35
ESTACION HIDROMÉTRICA MARRIPÓN: CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES (m³/s)

Período Hidrológico	1952-2014												Altitud	251	med.	Latitud	13°0'	Longitud	73°0'	Máximo	1014.6	Mínimo	0.00		
Río	Marrón												Área de la Cuenca	2310	km²										
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom Anual												
1952	2.274	1.513	1.348	1.57	1.907	0.751	1.717	0.632	1.467	0.673	1.192	0.672	0.723												
1953	0.277	0.347	0.41	0.585	0.67	1.120	0.113	0.164	0.111	0.203	0.310	0.350	0.430												
1954	0.774	1.156	1.175	1.921	1.214	0.955	0.671	0.117	0.077	0.112	0.271	0.508	0.655												
1955	1.363	0.434	1.554	2.447	1.306	0.635	0.574	0.411	0.302	0.633	0.313	0.145	0.641												
1956	1.356	0.915	1.190	1.713	1.333	0.753	1.318	0.413	1.130	0.634	1.100	0.111	0.705												
1957	1.141	1.822	1.635	1.255	1.501	0.293	0.728	0.542	0.635	0.695	0.508	0.295	1.222												
1958	0.611	0.322	0.711	0.359	0.211	1.175	0.211	0.235	0.011	0.427	0.411	0.290	0.111												
1959	1.452	0.677	1.175	1.015	1.051	0.635	1.473	0.251	1.298	0.613	1.123	0.114	0.655												
1960	1.462	0.817	1.236	1.671	1.381	0.544	0.713	0.635	1.546	0.623	1.261	0.533	0.657												
1961	0.914	1.009	3.960	2.793	0.657	0.239	0.223	0.207	0.160	0.149	0.111	0.145	0.085												
1962	0.211	0.303	33.113	0.363	0.511	1.113	1.111	0.302	0.611	0.314	0.611	0.722	0.111												
1963	0.677	0.792	2.775	1.168	2.177	1.770	1.275	1.433	1.277	1.321	1.275	1.924	1.746												
1964	1.165	2.695	1.916	1.277	1.256	1.273	1.166	0.871	1.980	1.579	1.340	1.111	1.377												
1965	1.811	1.333	7.463	1.375	1.466	1.139	1.263	1.264	1.161	1.559	0.111	0.280	1.263												
1966	0.811	0.319	3.011	1.189	2.011	0.308	0.711	0.34	0.111	1.116	0.611	1.360	1.122												
1967	0.473	1.452	1.596	1.399	1.771	0.960	0.571	0.573	0.577	0.758	0.877	0.940	1.120												
1968	1.378	1.623	2.384	2.625	1.574	1.413	1.170	0.672	1.776	0.613	1.778	0.613	1.923												
1969	0.911	1.254	3.255	1.352	2.162	1.399	0.621	1.449	0.713	1.458	0.611	1.284	1.278												
1970	0.377	1.536	0.577	1.713	0.277	1.328	0.677	1.777	0.177	1.392	0.713	1.166	1.128												
1971	0.459	1.572	2.291	1.466	1.374	0.653	0.675	0.634	0.271	0.717	0.874	0.534	0.941												
1972	1.495	0.711	1.329	1.243	1.192	0.632	1.385	0.243	1.158	0.622	1.350	1.213	0.613												
1973	1.113	1.377	22.944	50.159	47.065	0.607	1.763	1.244	1.456	1.174	0.706	0.593	1.957												
1974	1.011	0.96	2.511	1.427	1.511	1.173	1.311	1.349	0.611	1.130	1.111	1.535	1.157												
1975	1.374	1.634	2.378	1.273	1.192	0.655	1.378	0.633	0.577	0.607	0.641	0.773	1.023												
1976	1.359	0.713	1.344	2.377	1.358	0.635	1.373	0.611	1.328	0.513	1.513	0.421	0.977												
1977	1.366	1.649	2.369	2.221	1.910	0.259	0.766	0.611	0.532	0.259	0.910	0.213	1.222												
1978	1.211	1.373	1.211	1.081	0.611	1.361	0.211	0.264	0.111	0.393	0.111	1.196	1.133												
1979	1.577	1.303	4.211	1.365	2.011	1.399	1.277	1.703	0.613	1.112	0.577	1.232	1.139												
1980	1.490	1.657	1.375	1.252	1.325	0.653	1.387	0.613	1.300	0.677	1.300	0.613	0.652												
1981	0.966	0.209	0.504	0.893	0.164	0.253	0.164	0.199	0.162	0.152	0.162	0.251	0.155												
1982	0.311	0.367	0.711	1.253	1.111	1.195	0.611	1.204	0.211	1.165	0.211	1.344	1.167												
1983	0.377	1.076	3.177	1.523	2.477	1.331	0.277	1.515	0.277	1.357	0.677	1.758	1.113												
1984	1.346	0.703	1.769	0.954	1.479	1.274	0.294	0.554	0.476	0.513	0.485	0.528	1.074												
1985	0.811	1.770	1.375	1.189	1.166	0.229	0.364	0.253	0.162	0.191	0.162	0.275	0.112												
1986	1.311	0.379	1.011	1.349	0.611	0.375	0.111	0.368	0.011	0.221	0.111	1.80	0.119												
1987	0.277	0.615	1.275	1.136	0.775	0.220	0.175	0.563	0.175	0.246	0.275	1.164	0.723												
1988	1.378	0.511	1.516	0.671	1.177	1.122	1.282	1.159	1.253	0.617	1.377	0.773	0.370												
1989	1.563	4.213	3.003	3.425	1.390	1.215	1.456	0.713	1.578	0.677	1.464	0.714	1.277												
1990	0.311	0.320	0.411	1.460	2.211	1.902	1.277	1.308	1.111	1.920	0.711	1.399	1.149												
1991	1.851	2.113	4.755	0.554	1.297	1.574	1.297	0.520	0.275	0.707	0.775	0.570	1.606												
1992	1.771	2.373	2.339	5.213	1.383	1.111	1.468	1.011	1.752	0.613	1.215	1.635	1.741												
1993	1.162	1.653	1.799	1.653	1.474	1.234	1.797	0.611	1.383	0.677	1.349	0.677	0.977												
1994	0.311	0.690	0.511	0.265	0.611	0.375	0.212	0.149	0.162	0.237	0.466	0.732	0.239												
1995	0.411	1.111	2.511	1.169	0.713	1.354	0.211	1.17	0.613	0.213	0.111	2.83	1.168												
1996	1.492	2.513	1.424	3.172	1.322	1.613	0.510	0.511	1.288	0.213	1.347	0.476	1.201												
1997	1.362	1.343	1.791	2.127	1.910	0.613	0.236	0.273	0.266	0.653	0.411	0.442	0.670												
1998	0.811	1.334	6.266	1.253	2.614	1.422	0.512	0.361	0.613	0.415	0.166	1.362	1.136												
1999	1.411	1.127	0.611	1.173	2.111	1.182	0.611	1.325	0.411	0.363	0.713	1.58	1.136												
2000	0.877	0.362	2.377	1.277	1.977	0.977	0.607	0.462	0.275	0.462	0.375	1.420	1.110												
2001	0.766	1.273	0.766	2.073	1.362	1.254	1.366	0.627	0.500	0.739	0.964	0.292	1.172												
2002	1.713	1.452	4.011	1.349	2.413	1.701	1.111	1.786	0.111	1.355	1.113	1.386	1.172												
2003	1.477	1.367	2.277	1.469	1.573	1.350	0.975	1.365	0.277	1.316	0.773	1.523	1.105												
2004	0.275	0.652	1.354	0.912									1.063												
PROM.	0.922	1.351	3.978	4.234	2.174	1.652	0.718	0.633	0.483	0.653	0.488	0.659	1.463												

Fuente: Base de registro AL-Monitoreo Cuenca Marrón, 1952-2014 - hasta Abril 2014.

CUADRO N° 4.36
 ESTACION HIDROMÉTRICA PUCHACA: CAUDALES PROMEDIO MENSUALES (m³/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Mé. Anual
1922	3.87	7.74	11.07	6.73	1.32	2.79	7.88	2.75	2.20	1.74	1.27	3.77	4.27
1923	2.90	3.93	7.37	2.24	2.31	2.27	2.37	1.50	1.05	1.00	1.23	1.10	1.93
1924	2.5	2.63	3.67	3.36	1.93	3.74	2.27	1.77	2.24	3.75	1.38	1.33	2.77
1925	2.54	10.70	19.34	2.24	6.74	3.65	5.73	2.00	4.77	2.80	3.95	3.94	5.90
1926	4.00	10.24	21.00	2.65	2.30	3.00	3.39	2.64	1.39	1.00	1.39	1.11	3.10
1927	3.4	1.55	1.7	5.23	1.87	3.10	4.97	2.1	3.3	4.2	5.30	2.1	3.7
1928	0.47	0.70	2.74	13.24	10.88	10.81	4.77	4.23	5.73	5.77	3.43	1.32	3.35
1929	4.9	1.92	3.5	11.08	7.51	4.75	1.91	1.78	3.6	6.73	0.90	5.77	7.77
1930	4.30	5.35	17.30	1.75	8.20	3.34	3.78	4.64	3.73	1.84	3.73	1.30	7.09
1931	10.7	1.31	4.41	2.42	1.21	4.35	2.29	1.79	1.25	4.1	1.30	5.2	6.1
1932	1.99	3.30	21.44	3.75	10.77	1.12	2.40	1.64	2.77	1.70	1.73	1.30	4.22
1933	3.9	1.35	1.21	1.10	1.66	4.19	1.35	4.2	3.7	3.3	7.45	1.7	3.1
1934	1.06	0.13	4.37	13.77	10.21	10.31	3.70	1.64	5.73	1.05	2.37	1.30	1.90
1935	3.07	4.04	11.23	14.03	5.37	4.64	3.19	1.10	2.30	4.77	5.23	1.30	7.20
1936	3.5	1.15	7.4	1.39	5.51	6.21	1.2	1.1	1.1	9.1	3.90	1.4	5.0
1937	4.91	4.00	6.31	1.07	5.12	0.85	25.7	1.70	3.11	4.70	3.13	1.30	4.25
1938	1.3	1.34	11.71	2.14	1.91	1.84	1.84	5.10	4.81	3.4	9.21	1.3	7.1
1939	1.27	14.11	15.27	23.63	10.30	7.57	6.20	1.80	5.17	1.30	1.20	1.77	3.77
1940	3.2	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1941	6.86	12.73	21.34	25.83	11.32	5.64	3.27	2.84	3.1	1.00	1.73	1.00	1.91
1942	4.2	1.27	1.2	3.77	1.46	3.16	1.89	2.16	1.35	3.4	4.65	2.1	4.3
1943	4.16	13.67	30.30	14.74	11.78	1.35	4.74	1.70	1.37	4.30	2.30	1.30	1.80
1944	4.47	11.30	14.77	17.33	9.34	4.78	2.87	1.10	1.30	4.70	7.60	4.30	1.70
1945	5.14	11.27	11.42	1.21	1.11	1.40	4.73	1.74	1.04	1.20	1.25	1.10	0.94
1946	6.07	4.50	11.00	9.70	8.11	6.71	7.01	1.77	4.30	0.79	1.97	1.00	0.94
1947	2.30	3.17	4.20	3.67	4.93	1.60	4.24	4.24	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
1948	7.87	7.92	4.37	9.70	5.71	4.70	2.87	0.74	4.40	1.30	1.37	1.37	1.37
1949	1.20	1.73	27.14	14.75	1.14	5.65	4.74	1.30	1.50	3.00	1.97	1.07	7.40
1950	3.47	2.70	4.37	3.70	2.67	2.70	1.63	1.70	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
1951	2.30	4.37	2.30	1.15	2.45	1.47	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1952	2.66	3.47	10.50	10.50	6.20	6.60	4.60	1.20	3.40	1.10	1.10	1.10	1.10
1953	2.2	2.10	4.5	3.77	4.0	2.1	5.3	1.7	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
1954	4.74	7.17	14.95	5.63	5.20	4.01	2.59	1.77	0.53	1.30	4.13	1.10	1.50
1955	4.87	1.54	3.71	4.74	1.57	1.13	1.04	1.13	3.5	1.13	4.6	1.13	3.77
1956	4.24	1.13	11.40	0.67	4.30	3.70	2.34	1.40	1.25	1.27	1.13	1.10	1.10
1957	2.4	1.14	2.0	3.55	1.2	4.71	1.1	1.14	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
1958	4.31	5.70	10.00	4.44	7.35	2.21	2.14	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
1959	1.2	1.32	4.4	5.75	3.44	4.15	1.99	1.19	1.2	4.1	1.37	1.37	1.37
1960	1.30	1.87	5.36	2.91	7.34	2.81	1.15	1.22	3.29	1.60	1.20	1.10	1.10
1961	2.19	4.37	1.00	2.60	7.44	1.00	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1962	4.1	1.27	2.0	1.33	1.75	1.16	1.0	0.3	7.20	1.14	1.40	1.1	1.1
1963	1.70	0.94	1.36	3.70	1.17	1.76	1.96	0.34	1.44	2.15	1.30	1.10	1.10
1964	5.61	1.16	3.97	5.74	1.04	2.16	2.28	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
1965	1.30	4.61	11.00	12.31	3.26	4.20	3.30	1.30	4.34	1.37	1.37	1.37	1.37
1966	5.87	1.57	3.11	4.43	1.66	1.20	1.64	1.1	7.01	5.3	1.30	1.1	1.1
1967	10.90	12.10	5.30	3.71	1.30	1.20	2.10	1.77	1.00	1.70	1.20	1.10	1.10
1968	3.3	1.0	2.87	2.15	1.90	0.3	4.5	2.14	1.11	5.3	1.10	1.10	1.10
1969	4.16	1.10	11.22	0.67	5.30	3.20	1.70	1.60	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
1970	10.00	4.31	5.90	7.60	6.37	4.90	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
1971	1.14	3.29	10.00	20.00	1.14	5.40	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
1972	1.81	4.17	49.37	11.70	6.37	3.40	4.90	3.90	4.70	1.60	0.60	1.10	1.10
1973	10.10	20.30	20.10	10.10	10.10	6.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10
1974	1.00	10.10	10.10	10.10	10.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10
1975	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1976	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1977	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1978	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1979	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1980	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1981	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1982	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1983	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1984	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1985	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1986	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1987	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1988	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1989	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1990	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1991	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1992	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1993	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1994	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1995	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1996	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1997	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1998	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
1999	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2000	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2001	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2002	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2003	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2004	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2005	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2006	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2007	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2008	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2009	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
2010	10.10	10.10											

GRÁFICO N° 4.18
REGISTRO HISTORICO DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES. ESTACION MARRIPON-PERIDO 1962-2014

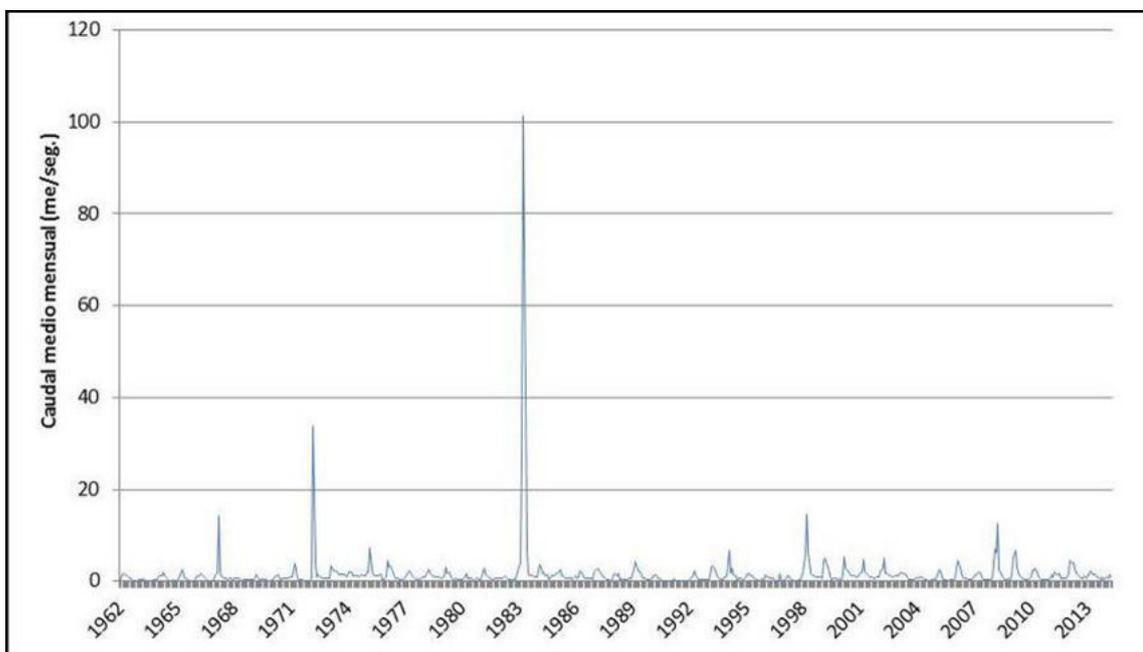
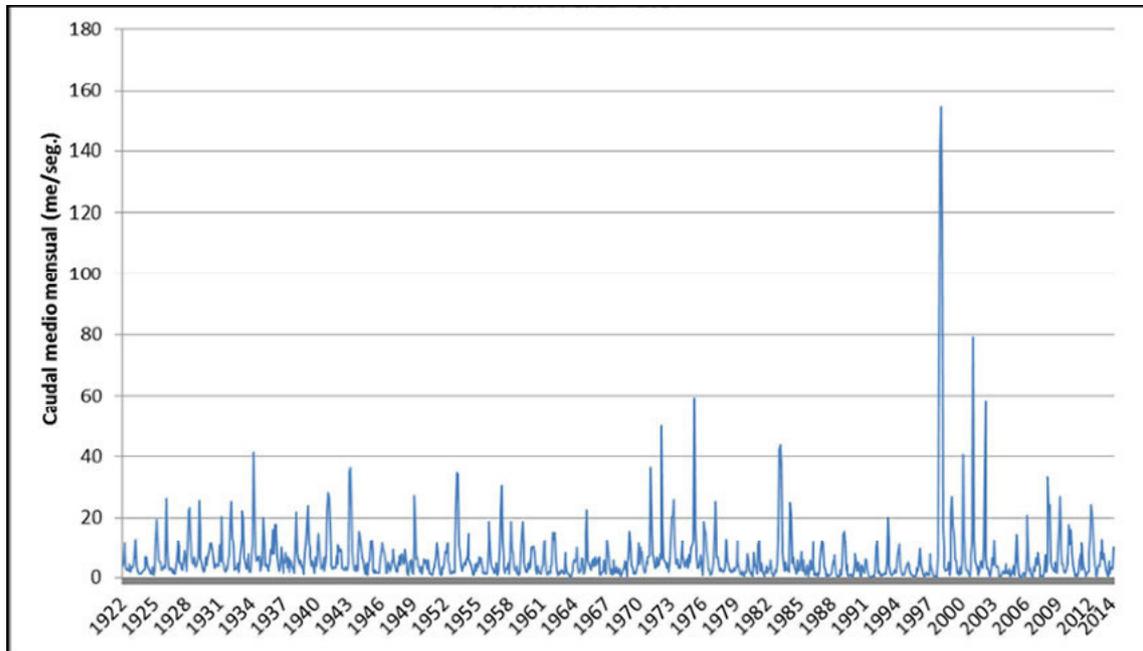


GRÁFICO N° 4.19
REGISTRO HISTORICO DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES. ESTACION PUCHACA-PERIDO 1922-2014



4.3.3 Análisis de los registros

El análisis estadístico se realizó tanto para la Estación Marripón como Puchaca, a fin de detectar si la no homogeneidad es significativa desde el punto de vista estadístico. El análisis visual gráfico en ambas estaciones (**Gráficos N° 4.20 y 4.21**), presenta anomalías originadas por la presencia del Fenómeno El Niño.

El análisis estadístico se realizó con el software TREND. Lo más importante de este análisis es conocer si existen saltos en la media y tendencia para su corrección. Estadísticamente se acepta un 95% de confianza en los resultados, es decir Significancia de 5%, a 1% en los mejores casos: ($S = 0.05$ y $S = 0.01$). Ver **Cuadro N° 4.37**.

Para el caso de la Estación Marripón, de los test de análisis para tendencia, existe No Significancia y Significancia de 1%. Así mismo, los test aplicados para evaluar cambios en la media arrojan No Significancia, concluyendo por lo tanto que las series analizadas son consistentes.

Para el caso de la Estación Puchaca, de los test analizados para evaluar la tendencia de la serie, se presenta Significancia al 5% (aceptable, es decir 95% de confiabilidad) y No Significancia. Así mismo, de la evaluación de cambios en la media, se obtiene No Significancia y Significancia de 0.05 y 0.01, es decir confiable al 95% y 99% respectivamente, lo cual también es aceptable, concluyendo que la series analizada es consistente.

CUADRO N° 4.37
PRUEBAS ESTADÍSTICAS APLICADAS A ESTACIONES

Test de Análisis	Prueba Estadística	Estaciones de Aforo	
		Puchaca	Marripón
Tendencia	Mann-Kendall	S (0.05)	NS
	Spearman's Rho	S (0.05)	S (0.01)
	Linear regression	NS	NS
Cambio en Media / Mediana	Cusum	S (0.05)	NS
	Cumulative deviation	NS	NS
	Worsley likelihood	NS	NS
	Rank Sum	S (0.01)	NS
Diferencia en Media / Mediana	Student's t	NS	NS
	Median Crossing	S (0.01)	S (0.1)
Aleatoriedad	Turning Point	NS	NS
	Rank Difference	S (0.01)	S (0.01)
	Auto Correlation	NS	NS

Nota: NS = No Significativa; S () = Significancia (0.01, 0.05, 0.1)

Resultados obtenidos con el Software TREND

4.4.0 Oferta hídrica y su disponibilidad

4.4.1 Oferta hídrica

4.4.1.1 Motupe

Con un régimen normal de nueve (09) meses de estiaje y tres (03) de lluvias, con ausencia de aportes de nevados, sin lagunas de almacenaje significativo que permitan una regulación natural, desprovista de presas y con un canal de trasvase Huallabamba en mal estado de conservación, la oferta hídrica superficial para el valle Motupe proviene de las precipitaciones que ocurren en la parte alta de la cuenca durante el verano y la poca cantidad de agua trasvasada de Huallabamba.

Toda el agua es aforada en la Estación Marripón, cuyo registro de 53 años nos permite caracterizar la oferta hídrica superficial en el valle. Ver **Cuadro N° 4.38**, elaborado en función al **Cuadro N° 4.22**

CUADRO N° 4.38
ESTACIÓN DE AFORO MARRIPÓN: CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES DE LA SERIE HISTÓRICA 1962-2014 (m³/s)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
0.922	1.951	3.976	4.224	2.174	1.052	0.718	0.533	0.453	0.553	0.490	0.559	1.467

4.4.1.2 Chochope

La oferta hídrica del río Chochope se estimó a partir del rendimiento de la cuenca de recepción subtendida por la estación Marripón en el río Chiniama. El criterio para aplicar este método es la similitud de regímenes de los ríos Chiniama y Chochope, por pertenecer a cuencas adyacentes dentro del mismo sistema hidrológico fluvial. El procedimiento para realizar el cálculo de la cuenca del río Chochope es el siguiente:

- La delimitación de la cuenca de recepción de la estación Marripón y el cálculo del estación `ficticia_ ubicada sobre el río Chochope a la misma altura que se encuentra la estación Marripón y el cálculo de su área.
- Cálculo del rendimiento de la cuenca de la estación Marripón, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$R = Q / A$$

Dónde:

R = rendimiento de la cuenca, Chiniama

Q = caudal en la estación Marripón

A = Área de la cuenca receptora en Marripón

- Cálculo de los caudales en la estación `ficticia_ según:

$$Q = R * A$$

Dónde:

Q = Caudal en la estación `ficticia_

R = rendimiento de la cuenca, río Chiniama

A = área receptora de la cuenca ficticia.

Los resultados se aprecian en el siguiente **Cuadro N° 4.39**

CUADRO N° 4.39
ESTACIÓN DE AFORO "FICTICIA" SOBRE RÍO CHOCHOPE: CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES GENERADOS EN FUNCIÓN A ESTACIÓN MARRIPÓN SOBRE RÍO CHINIAMA (m³/s)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
Área receptora hasta Est. Marripón sobre río Chiniama	224.9 km ²												
Área receptora hasta Est. Ficticia sobre río Chochope	192.6 km ²												
Q M. (m³/s)	0.922	1.951	3.976	4.224	2.174	1.052	0.718	0.533	0.453	0.553	0.490	0.559	1.467
Rend. (lit/s-km ²)	3.92	3.31	10.93	7.96	9.15	1.48	3.15	2.27	1.57	1.36	2.03	2.38	6.25
Q E. (m³/s)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
Río Chochope	0.72	1.52	2.73	3.28	1.79	0.82	0.55	0.41	0.35	0.43	0.35	0.43	1.15

4.4.1.3 La Leche

Caso similar al valle Motupe, el río La Leche presenta un régimen de descargas de carácter irregular, con presencia significativa de tres (03) meses de lluvia y nueve (09) meses de estiaje. No cuenta con lagunas importantes de almacenamiento y regulación, ni tampoco cuenta con presas ni obras de trasvase. La oferta hídrica del río proviene solamente de las precipitaciones de la parte alta de la cuenca.

Se cuenta con la Estación de Aforo Puchaca como la más importante, cuyo registro histórico de 92 años de caudales, nos permiten contar con una oferta hídrica promedio según el siguiente cuadro:

CUADRO N° 4.40
 ESTACIÓN DE AFORO PUCHACA: CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES DE LA SERIE HISTÓRICA 1922-2014 (m³/s)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
5.770	10.993	18.025	12.854	6.353	3.977	2.541	1.760	2.152	3.204	2.793	3.052	6.290

4.4.2 Disponibilidad

La disponibilidad del recurso hídrico en una cuenca hidrográfica, es la cantidad de agua cuyos componentes pueden ser propios, trasvasados, regulados, de régimen natural, superficial y subterráneo que se puede emplear para usos poblacional, agropecuario, energético, minero, recreativo, etc. En nuestro caso, solo se abordará la disponibilidad de agua superficial, puesto que los objetivos del trabajo es estimar la recarga al acuífero como resultado de la escorrentía superficial.

4.4.2.1 Motupe

Conociendo la oferta hídrica superficial del río Chiniama, en términos de caudal medio mensual, medida en la Estación Marripón, se ha realizado mediante el método de Weibull, la estimación de disponibilidad de agua al 75% y 95% de persistencia. Ver **Cuadro N° 4.41** y **Gráfico N° 4.20**.

4.4.2.2 Chochope

Habiendo estimado una oferta media mensual para el río Chochope en función a los caudales de la estación de aforo Marripón, se procedió también a la estimación de la disponibilidad de agua al 75% y 95% de persistencia. Ver **Cuadro N° 4.42** y **Gráfico N° 4.21**.

4.4.2.3 La Leche

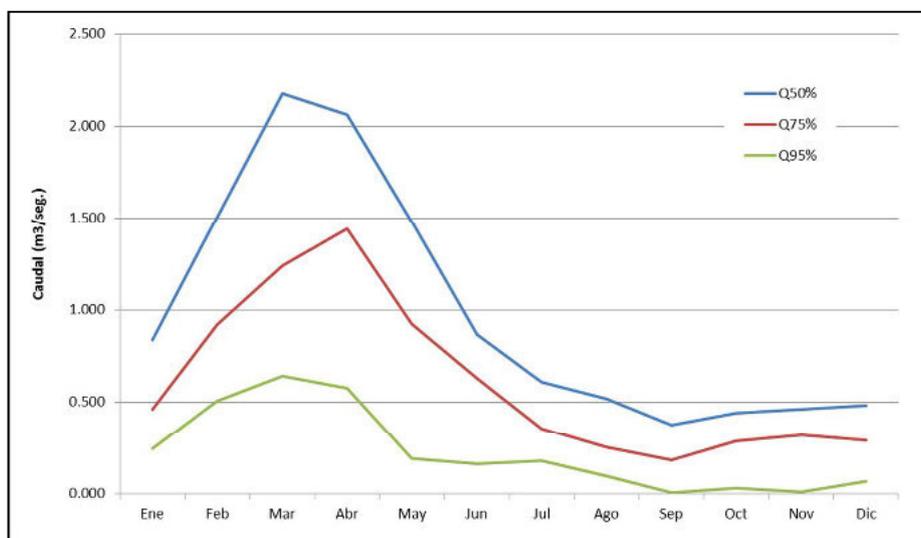
Conociendo la oferta hídrica superficial del río La Leche, en términos de caudal medio mensual medido en la Estación Puchaca, se ha realizado mediante el método de Weibull, la estimación de disponibilidad de agua al 75% y 95% de persistencia. Ver **Cuadro N° 4.43** y **Gráfico N° 4.22**.

CUADRO N° 4.41
ESTACIÓN MARRIPÓN: ANÁLISIS DE PERSISTENCIA DE CAUDALES AL 50 %, 75 % Y 95 % (m³/s)

Periodo Hidrológico : 1962 - 2014		Altitud : 250 msnm						Latitud : 6° 6'		Máximo : 101.467			
Río : Motupe		Área de la Cuenca : 234.9 km2						Longitud : 79° 39'		Mínimo : 0			
n	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Pers.
1	3.513	7.034	33.733	101.467	40.065	6.497	1.763	1.433	1.455	1.625	1.386	1.535	1.887
2	1.983	6.703	28.544	12.53	4.177	1.899	1.738	1.264	1.331	1.57	1.215	1.292	3.774
3	1.871	5.961	14.516	6.572	2.674	1.87	1.559	1.244	1.329	1.459	1.165	1.208	5.660
4	1.851	5.127	14.336	5.212	2.59	1.802	1.468	1.238	1.187	1.323	1.112	1.184	7.547
5	1.775	4.519	7.43	4.049	2.543	1.722	1.398	1.159	1.08	1.174	1.043	1.141	9.434
6	1.715	4.452	6.808	3.963	2.497	1.701	1.377	1.037	0.953	1.13	0.938	1.035	11.321
7	1.674	4.289	6.252	3.523	2.229	1.602	1.293	0.974	0.835	1.02	0.838	0.998	13.208
8	1.599	3.741	5.459	3.439	2.192	1.513	1.282	0.942	0.776	0.936	0.837	0.992	15.094
9	1.491	3.596	5.2	3.425	2.142	1.422	1.22	0.872	0.752	0.921	0.78	0.97	16.981
10	1.447	3.292	4.758	3.173	2.122	1.418	1.207	0.82	0.7	0.916	0.778	0.95	18.868
11	1.385	2.649	4.424	3.112	2.087	1.364	1.17	0.786	0.679	0.817	0.755	0.924	20.755
12	1.21	2.603	4.21	2.95	2.015	1.354	1.166	0.719	0.648	0.807	0.661	0.92	22.642
13	1.189	2.588	4.03	2.864	1.917	1.35	1.105	0.703	0.586	0.738	0.644	0.779	24.528
14	1.152	2.373	3.966	2.722	1.91	1.331	1.007	0.664	0.584	0.737	0.585	0.77	26.415
15	1.147	2.362	3.215	2.702	1.858	1.306	0.912	0.661	0.578	0.737	0.584	0.769	28.302
16	1.082	2.119	3.174	2.685	1.837	1.295	0.905	0.625	0.577	0.693	0.573	0.734	30.189
17	1.059	2.095	3.004	2.653	1.761	1.274	0.844	0.615	0.573	0.665	0.564	0.732	32.075
18	1.056	2.033	2.997	2.447	1.732	1.233	0.819	0.611	0.551	0.626	0.559	0.722	33.962
19	1.046	1.77	2.904	2.408	1.683	1.214	0.797	0.597	0.546	0.605	0.545	0.689	35.849
20	1.004	1.684	2.801	2.399	1.674	1.182	0.788	0.566	0.528	0.6	0.539	0.658	37.736
21	0.973	1.682	2.795	2.375	1.622	1.173	0.729	0.564	0.52	0.552	0.513	0.621	39.623
22	0.944	1.673	2.678	2.371	1.61	1.139	0.726	0.542	0.476	0.54	0.491	0.608	41.509
23	0.885	1.65	2.639	2.354	1.607	1.013	0.717	0.536	0.426	0.514	0.48	0.584	43.396
24	0.86	1.57	2.59	2.293	1.533	0.959	0.713	0.534	0.383	0.513	0.467	0.528	45.283
25	0.857	1.52	2.304	2.222	1.519	0.9	0.674	0.53	0.379	0.469	0.464	0.523	47.170
26	0.838	1.516	2.27	2.121	1.481	0.877	0.61	0.527	0.378	0.458	0.463	0.496	49.057
27	0.838	1.492	2.084	2.003	1.479	0.859	0.606	0.507	0.369	0.427	0.458	0.466	50.943
28	0.828	1.467	1.998	1.956	1.474	0.855	0.573	0.461	0.352	0.418	0.448	0.442	52.830
29	0.774	1.272	1.916	1.891	1.468	0.853	0.557	0.449	0.343	0.416	0.441	0.427	54.717
30	0.771	1.254	1.791	1.869	1.293	0.853	0.535	0.449	0.299	0.412	0.411	0.42	56.604
31	0.705	1.15	1.769	1.852	1.267	0.795	0.534	0.441	0.293	0.409	0.409	0.406	58.491
32	0.663	1.148	1.691	1.773	1.244	0.791	0.523	0.416	0.289	0.402	0.391	0.385	60.377
33	0.634	1.111	1.648	1.72	1.149	0.78	0.518	0.408	0.288	0.393	0.365	0.38	62.264
34	0.628	1.076	1.554	1.681	1.132	0.76	0.487	0.394	0.261	0.367	0.356	0.376	64.151
35	0.495	1.051	1.475	1.653	1.107	0.759	0.473	0.373	0.246	0.363	0.35	0.362	66.038
36	0.492	1.006	1.375	1.627	1.074	0.676	0.45	0.291	0.241	0.359	0.349	0.36	67.925
37	0.49	1.00	1.296	1.571	1.037	0.661	0.421	0.277	0.225	0.358	0.341	0.344	69.811
38	0.473	0.985	1.288	1.486	1.006	0.643	0.389	0.264	0.182	0.337	0.334	0.318	71.698
39	0.462	0.979	1.256	1.469	0.935	0.632	0.36	0.258	0.182	0.301	0.328	0.29	73.585
40	0.46	0.738	1.19	1.352	0.892	0.626	0.334	0.243	0.18	0.246	0.29	0.284	75.472
41	0.452	0.738	1.175	1.273	0.775	0.566	0.298	0.235	0.167	0.238	0.281	0.263	77.358
42	0.452	0.69	1.075	1.243	0.739	0.558	0.287	0.213	0.158	0.213	0.224	0.232	79.245
43	0.372	0.677	1.022	1.237	0.698	0.529	0.279	0.207	0.155	0.203	0.207	0.18	81.132
44	0.371	0.667	0.944	1.189	0.657	0.366	0.272	0.204	0.152	0.191	0.132	0.145	83.019
45	0.363	0.641	0.917	1.136	0.629	0.354	0.244	0.189	0.13	0.162	0.124	0.145	84.906
46	0.336	0.613	0.876	1.034	0.615	0.339	0.221	0.164	0.105	0.149	0.111	0.131	86.792
47	0.328	0.603	0.787	1.015	0.606	0.306	0.212	0.149	0.104	0.118	0.092	0.114	88.679
48	0.274	0.536	0.76	0.865	0.291	0.22	0.195	0.117	0.011	0.076	0.023	0.093	90.566
49	0.244	0.522	0.73	0.585	0.261	0.175	0.183	0.117	0.009	0.034	0.013	0.072	92.453
50	0.242	0.484	0.534	0.569	0.104	0.144	0.176	0.068	0.002	0.03	0.01	0.061	94.340
51	0.213	0.247	0.521	0.549	0.031	0.12	0.154	0.063	0	0	0	0.008	96.226
52	0	0	0.46	0.308	0	0.063	0.084	0	0	0	0	0	98.113
Q50%	0.838	1.504	2.177	2.062	1.480	0.868	0.608	0.517	0.374	0.443	0.461	0.481	Q50%
Q75%	0.462	0.919	1.240	1.440	0.924	0.631	0.354	0.254	0.182	0.287	0.319	0.289	Q75%
Q95%	0.243	0.505	0.642	0.578	0.190	0.161	0.180	0.095	0.006	0.032	0.012	0.067	Q95%

Fuente - Elaboración propia

GRAFICO N° 4.20
 ESTACION MARRIPON: PERSISTENCIA DE CAUDALES



CUADRO N° 4.42
 ESTACIÓN DE AFORO FICTICIA SOBRE RÍO CHOCHOPE: CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES GENERADOS EN BASE A ESTACIÓN MARRIPÓN (m³/s)

Qx	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
50%	0.716	1.516	3.089	3.281	1.689	0.817	0.558	0.414	0.352	0.430	0.580	0.454
75%	0.358	0.714	1.453	1.519	0.713	0.408	0.279	0.198	0.141	0.223	0.277	0.224
95%	0.186	0.392	0.799	0.759	0.358	0.177	0.127	0.073	0.005	0.025	0.039	0.072

GRAFICO N° 4.21
 ESTACION FICTICIA SOBRE RIO CHOCHOPE: PERSISTENCIA DE CAUDALES

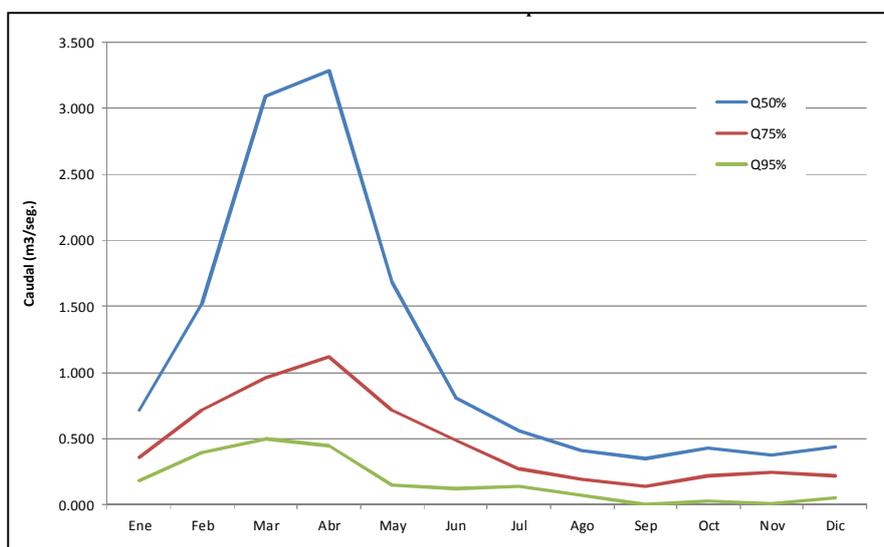
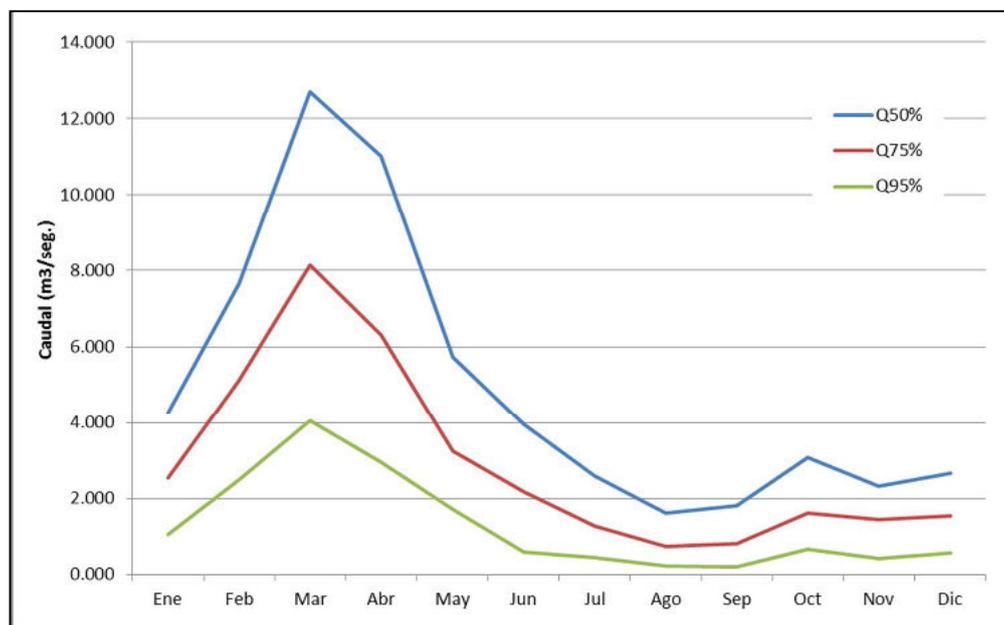


GRAFICO N° 4.22
 ESTACION PUCHACA: PERSISTENCIA DE CAUDALES



4.5.0 Demandas de agua

4.5.1 Valle Motupe

4.5.1.1 Cédula de cultivo

Para la determinación de la cedula de cultivos, se ha tomado como base los estudios de `Propuesta de asignaciones de agua superficial en bloque de riego (volúmenes anuales y mensuales) para la formalización de derechos de uso de agua en los valles Motupe y La Leche_, que fueron aprobados mediante Resolución Administrativa N° 207-2006-GR-LAMB/DRA-ATDRMOL-L, de fecha 06 de diciembre de 2006.

4.5.1.2 Demanda neta y bruta

Las demandas netas en el valle Motupe, aprobada por la Administración Técnica de Riego Motupe Olmos La Leche y sustentadas por el PROFODUA (2006), se calcularon a nivel de bloques de riego establecidos en cada Comisión. A partir de la demanda neta de las Comisiones se calculó la demanda en los bloques; para lo cual, se la distribuyó en función del porcentaje que el área de cada bloque representa con respecto al área de la Comisión. En el caso del requerimiento bruto de los cultivos, se estimó considerando las eficiencias de riego promedio.

4.5.2 Valle La Leche

4.5.2.1 Cédula de cultivo

Para la determinación de la cedula de cultivos, se ha tomado como base los estudios de `Propuesta de asignaciones de agua superficial en bloque de riego (volúmenes anuales y mensuales) para la formalización de derechos de uso de agua en los valles Motupe y La Leche_, que fueron aprobados mediante Resolución Administrativa N° 207-2006-GR-LAMB/DRA-ATDRMOL-L, de fecha 06 de diciembre de 2006.

4.5.2.2 Demanda neta y bruta

Las demandas netas en el valle Motupe, aprobada por la Administración Técnica de Riego Motupe Olmos La Leche y sustentadas por el PROFODUA (2006), se calcularon a nivel de bloques de riego establecidos en cada Comisión. A partir de la demanda neta de las Comisiones se calculó la demanda en los bloques; para lo cual, se la distribuyó en función del porcentaje que el área de cada bloque representa con respecto al área de la Comisión. El requerimiento bruto de los cultivos, se estimó considerando las eficiencias de riego promedio. Ver Cuadros N°s 4.44 al 49

CUADRO N° 4.44
DEMANDA HÍDRICA NETA PARA LOS BLOQUES DE RIEGO EN MOTUPE

Comisión	Bloque		Área Bajo Usuarios		Demanda Hídrica Mensual Neta (m³)												Anual m³
	N°	Nombre	Riego (ha)	No.	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	
Pongorayo	1	Pongorayo	825,00	537	69.166,7	71.205,8	74.633,9	86.123,3	117.516,8	229.350,6	789.467,9	981.246,1	1.000.076,4	894.019,9	765.820,4	68.426,7	4.796.394,6
Arenal	2	Arenal	90.112	16	11.227,6	125.128,5	132.143,5	157.523	1.420,8	377.597,1	597.712,1	726.711,1	713.070,5	612.788,5	217.345,7	-3.013,8	4.117.967,1
	3	Río	275.226	106	16.763,8	52.276,9	55.250,5	61.300,5	119.977,0	150.291,1	240.105,6	302.364,2	219.632,5	254.912,1	314.600,7	11.791,9	1.711.647,7
Motupe	4	Corro-Trinagrano	352.239	182	71.371,3	80.770,1	91.741,2	115.751,1	126.577,5	477.987,1	669.149,7	743.745,4	470.327,9	547.390	177.255,7	21.687,6	3.871.417,4
	5	Guaribío-Cayetana	425.786	88	67.509,9	65.478,8	73.033,6	97.761,0	298.977,6	377.205,7	538.438,1	459.157,6	521.102,4	435.736,7	112.224,5	41.627,3	3.174.259,5
	6	Plaza	689.899	196	75.448,6	55.571,6	57.067,3	125.565,5	312.529,5	334.522,0	716.669,5	784.537,5	907.654,2	571.714,8	147.245,5	54.655,6	4.986.149,8
	7	Puerto	87.736	61	9.511,8	10.823,2	12.263,8	14.696,4	36.692,7	55.015,4	89.467,9	91.475,4	87.036,7	72.925,9	18.841,2	6.194,4	512.025,6
	Total Demanda		3724.403	1336	441.989,5	491.599,8	536.056,5	656.862,8	1.490.482,9	2.037.811,7	3.646.620,9	4.240.577,6	3.996.924,5	3.382.042,2	1.665.144,6	362.109,3	22.258.175,4

Fuente: Estudios aprobados de PROFODUA 2006

CUADRO N° 4.45
DEMANDA HÍDRICA NETA PARA LOS BLOQUES DE RIEGO EN CHOCHOPE

Comisión	Bloque		Área Bajo Usuarios		Demanda Hídrica Mensual Neta (m³)												Anual m³
	N°	Nombre	Riego (ha)	No.	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	
Chochope	1	Pepayo Parte Alta	477.075	18	41.252,3	44.722,7	47.553,9	47.033,7	51.492,7	106.299,3	146.113,6	529.572,1	577.972,7	253.224,4	174.433,5	35.221,6	1.470.575,2
	2	Pepayo Parte Baja	115,61	53	30.308,3	33.963,9	34.818,9	41.622,1	41.987,5	93.100,6	153.263,5	451.563,4	468.963,3	93.514,3	152,375,2	31.883,9	1.156.379,9
	3	Congales	111.765	42	16.784,1	11.411,6	12.172,1	12,519,5	12.987,5	27.233,6	119.610,7	112.863,3	137.707,3	118.239,4	44.738,6	3.989,7	601.753,5
Total Demanda		204.4469	192	89.865,3	95,998,3	101,675,9	101,125,3	117,567,5	227,313,9	862,541,7	1.106,442,5	1.143,943,6	985,001,2	373,147,7	74,126,2	5,298,365,9	

Fuente: Estudios aprobados de PROFODUA 2006

CUADRO N° 4.46
DEMANDA HÍDRICA BRUTA PARA LOS BLOQUES DE RIEGO EN MOTUPE

Comisión	Bloque		Área Bajo Usuarios		Demanda Hídrica Mensual Neta (m³)												Anual m³
	N°	Nombre	Riego (ha)	No.	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	
Pongorayo	1	Pongorayo	825,00	537	122.921,2	139.123,4	181.167,4	295.101,1	344.797,1	685.205,4	1.206.169,1	2.454.362,2	2.355.331,0	2.204.668,2	1.151.101,0	171.051,3	11.971.259,9
Arenal	2	Arenal	90.972	163	127.617,1	144.071,2	152.775,7	186.707,6	607.724,5	938.790,7	1.791.777,6	1.877.277,7	7.807.198,9	1.711.472,1	568.571,1	245.772,0	10.768.243,7
	3	Río	275.226	109	113.772,0	130.612,2	138.125,7	160.131,4	271.942,5	390.735,1	1.207.511,0	551.211,0	749.037,7	1.172.211,4	136,613,3	101,382,1	4.141.313,3
Motupe	4	Huancá Jirón-Groño	452.129	182	176.385,7	202.276,5	229.795,1	296.076,0	747.268,4	1.027.450,9	1.470.874,5	1.890.639,6	7.625.944,5	1.751.725,2	316.127,6	129.224,1	9.661.896,5
	5	Croyabo-Cayetana	525.786	88	143.759,8	162.971,5	184.834,1	229.252,6	597.599,0	823.011,4	1.345.545,3	1.498.639,6	1.519.256,1	1.089.345,4	253.561,5	134.167,7	7.786.363,3
	6	Plaza	689.899	196	188.521,5	213.829,6	242.513,5	313.913,8	733.823,7	1.030.405,9	1.765.748,5	1.966.344,4	1.719.135,3	1.429.287,1	363.113,7	139.635,9	10.215.266,1
	7	Puerto	87.736	61	41.875,4	47.670,7	50.762,1	59.741,4	99.271,6	137.368,5	227.669,7	248.976,5	217,641,9	260.977,2	46.063,0	17,098,4	1.097.432,9
Total Demanda		3724.403	1336	1.104.958,7	1.228.999,6	1.342.301,3	1.642.155,8	3.591.297,2	5.094.329,4	9.116.552,3	10.601.444,0	9.977.311,4	8.455.105,6	2.662.860,1	905.423,1	55.637.999,0	

Fuente: Estudios aprobados de PROFODUA 2006

CUADRO N° 4.47
DEMANDA HÍDRICA BRUTA PARA LOS BLOQUES DE RIEGO EN CHOCHOPE

Comisión	Bloque	Área Bajo Riego (ha)	Urnas	Demanda Hídrica Mensual Neta (m³)												Anual m3			
				No.	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun		Jul		
Chochope	P. Alto Norte	471,753	1	05,339	111,365	111,364	111,364	111,364	111,364	111,364	111,364	111,364	111,364	111,364	111,364	111,364	111,364	1,113,636	
	P. Alto Sur	417,61	7	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	92,770	834,913
	La Florida	112,763	12	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	26,953	323,436
Total Demanda		1014,446	163	224,062	231,088	231,088	231,088	231,088	231,088	231,088	231,088	231,088	231,088	231,088	231,088	231,088	231,088	231,088	2,271,985

Fuente: Estudios aprobados de PROFOCAL, 2006

CUADRO N° 4.48
DEMANDA HÍDRICA NETA PARA LOS BLOQUES DE RIEGO EN VALLE LA LECHE

Comisión	Bloque	Área Bajo Riego (ha)	Urnas	Demanda Hídrica Mensual Neta (m³)												Anual m3		
				No.	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun		Jul	
Pachica	Empresario Agrario	2,000	10	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	1,112,233
	M. Sur Valle	723.9	104.0	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	1,271,670
	Magnolia	2,000	10	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	1,112,233
	T. Alto Valle	500	10	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	111,223	1,112,233
	S. Sur Valle	716.9	104.0	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	127,167	1,271,670
Valle de V.	La Florida	65.4	41.0	37,226	37,226	37,226	37,226	37,226	37,226	37,226	37,226	37,226	37,226	37,226	37,226	37,226	37,226	372,260
	El Alto	992.3	192.0	244,216	244,216	244,216	244,216	244,216	244,216	244,216	244,216	244,216	244,216	244,216	244,216	244,216	244,216	2,442,160
	Pequeña B. La Huerta	352.5	123.0	89,020	89,020	89,020	89,020	89,020	89,020	89,020	89,020	89,020	89,020	89,020	89,020	89,020	89,020	890,200
	S. Sur Valle	18.3	4.0	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	736
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
Luzuriaga	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
Esmeralda	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
Mito	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
Pachica	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
Suyape	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
	S. Sur Valle	11.2	2.0	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	114
Total Demanda Neta		10,813.7	7,456.0	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	1,968,319.6	19,683,196

Fuente: Estudios aprobados de PROFOCAL, 2006

CUADRO N° 4.49
DEMANDA HÍDRICA BRUTA PARA LOS BLOQUES DE RIEGO EN VALLE LA LECHE

Condición	Bloque	Área Bajo Riego (ha)	Canales	Demanda Hídrica Mensual (m ³)												Anual		
				ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul			
Pa. Abaco	1 Empresa Eléctrica P. Abaco	2,000.0	1.0	3,277,657.0	3,774,117.6	2,738,174.3	2,965,778.3	5,077,348.7	1,383,778.6	4,174,877.6	4,477,717.7	3,741,759.0	3,771,847.6	3,786,277.6	7,714,773.6	48,553,177.6		
	2 Montemayor	265.0	104.0	499,334.0	459,899.2	711,771.7	569,942.3	724,771.4	626,490.3	479,337.9	637,328.9	434,914.8	570,547.4	566,899.6	473,976.4	6,043,977.4		
	3 May. Cor.	130.0	74.0	2,386.0	6,574.4	25,334.4	324,440.0	33,105.0	286,775.0	2,297.0	2,977.0	198,328.0	1,197,774.0	125,979.0	16,749.0	3,123,775.0		
	4 Ray. de la Camp. de	135.0	93.0	2,771,117.5	7,167,775.0	37,377.8	136,770.4	447,773.0	785,776.0	1,137,770.0	3,774,377.0	367,774.0	1,137,774.0	1,137,774.0	79,377.9	4,337,770.0		
	5 El Campesino	236.0	128.0	499,334.0	459,899.2	711,771.7	569,942.3	724,771.4	626,490.3	479,337.9	637,328.9	434,914.8	570,547.4	566,899.6	473,976.4	6,043,977.4		
Mapa de Valle	6 El P. de	392.0	95.0	6,791.0	10,070.0	76,775.9	273,775.5	98,779.1	559,774.0	9,277.0	87,347.0	596,773.4	1,528,770.0	17,970.0	49,774.0	9,771.0		
	7 Represa B. de V. H. de	333.0	120.0	1,487.0	1,377.5	2,777.8	14,775.0	21,135.0	30,779.5	18,977.4	27,287.0	62,779.9	57,137.6	117,776.6	23,778.6	2,770,771.2		
	8 San Mateo	16.0	4.0	74.0	98.0	194.0	227.4	1,678.0	1,493.6	2,117.4	15,618.0	31,784.0	41,777.6	31,770.0	1,778.0	179,774.0		
	9 San Mateo Alto	31.2	6.0	140.7	119.1	815.4	1,277.5	4,877.4	6,907.6	8,848.0	67,617.0	143,133.0	186,388.6	141,388.6	2,749.0	581,451.0		
	10 San Mateo Bajo	221.7	99.0	927.0	877.7	1,775.6	8,778.6	17,325.0	18,776.8	26,277.4	17,147.0	389,776.3	774,377.6	774,377.6	15,771.0	1,775,770.0		
T. Abaco	11 Calvo de Ch. de	1,077.4	67.0	19,377.9	77,499.2	52,775.2	32,776.6	39,603.0	59,977.0	1,987,771.0	2,977,623.0	7,997,763.9	1,997,623.0	4,977,623.0	24,977.4	10,977,623.0		
	12 P. de los Montes	583.0	47.0	10,685.1	13,590.7	29,465.1	12,465.3	20,252.1	42,978.0	1,047,874.0	1,114,972.0	1,691,543.0	1,015,164.0	79,308.0	15,771.6	6,177,878.6		
	13 P. de San Mateo y otros	323.4	43.0	1,383.6	346.2	3,394.5	11,478.3	19,277.0	41,317.4	95,974.8	1,246,938.6	1,591,843.0	758,177.8	31,333.6	3,307.0	5,295,417.0		
	14 P. de San Mateo	766.7	52.0	1,479.0	1,175.5	11,277.7	16,075.6	26,143.0	56,772.9	1,791,277.5	1,607,267.0	2,112,774.4	1,079,677.0	42,077.2	4,077.0	7,777,677.6		
	15 P. de San Mateo	278.6	72.0	187.9	441.3	4,476.9	65,182.4	179,568.4	229,962.1	509,240.9	685,639.5	832,954.3	401,881.7	16,319.3	1,761.8	2,977,977.6		
T. Valle	16 El Campesino	473.4	34.0	944.7	70.1	635.4	1,781.9	17,662.2	37,047.8	86,779.5	1,134,766.7	1,421,346.2	596,566.7	28,599.0	3,007.0	4,817,319.0		
	17 El Campesino	413.2	35.0	944.7	661.3	5,566.3	22,581.3	150,533.9	323,773.9	746,202.9	974,437.1	1,223,528.3	395,272.5	24,544.2	1,387.5	4,136,330.0		
	18 San Jorge	165.0	75.0	340.4	274.5	779.5	4,442.4	7,494.7	26,974.8	116,619.6	174,536.5	363,967.2	774,559.5	75,679.4	2,771.2	769,477.2		
	19 El Campesino	331.2	43.0	944.9	760.7	3,075.5	15,271.5	21,372.3	75,447.2	136,307.2	501,937.2	651,234.3	666,364.4	73,379.3	6,697.5	2,563,309.5		
	20 El Campesino	321.5	35.0	1,368.7	538.6	2,233.7	14,259.3	22,672.2	91,047.1	35,915.2	599,103.3	624,423.3	718,798.1	78,191.7	1,189.1	2,793,173.9		
T. Valle	21 El Campesino	181.0	43.0	344.4	474.5	1,263.3	3,962.7	12,563.0	42,837.8	206,970.6	304,949.6	521,653.7	406,475.6	44,392.1	4,065.8	1,557,397.6		
	22 El Campesino	181.6	43.0	344.4	474.5	1,263.3	3,962.7	12,563.0	42,837.8	206,970.6	304,949.6	521,653.7	406,475.6	44,392.1	4,065.8	1,557,397.6		
	23 El Campesino	181.6	43.0	344.4	474.5	1,263.3	3,962.7	12,563.0	42,837.8	206,970.6	304,949.6	521,653.7	406,475.6	44,392.1	4,065.8	1,557,397.6		
	24 El Campesino	181.6	43.0	344.4	474.5	1,263.3	3,962.7	12,563.0	42,837.8	206,970.6	304,949.6	521,653.7	406,475.6	44,392.1	4,065.8	1,557,397.6		
	25 El Campesino	181.6	43.0	344.4	474.5	1,263.3	3,962.7	12,563.0	42,837.8	206,970.6	304,949.6	521,653.7	406,475.6	44,392.1	4,065.8	1,557,397.6		
T. Valle	26 El Campesino	181.6	43.0	344.4	474.5	1,263.3	3,962.7	12,563.0	42,837.8	206,970.6	304,949.6	521,653.7	406,475.6	44,392.1	4,065.8	1,557,397.6		
	27 El Campesino	181.6	43.0	344.4	474.5	1,263.3	3,962.7	12,563.0	42,837.8	206,970.6	304,949.6	521,653.7	406,475.6	44,392.1	4,065.8	1,557,397.6		
	28 El Campesino	181.6	43.0	344.4	474.5	1,263.3	3,962.7	12,563.0	42,837.8	206,970.6	304,949.6	521,653.7	406,475.6	44,392.1	4,065.8	1,557,397.6		
	29 El Campesino	181.6	43.0	344.4	474.5	1,263.3	3,962.7	12,563.0	42,837.8	206,970.6	304,949.6	521,653.7	406,475.6	44,392.1	4,065.8	1,557,397.6		
	30 El Campesino	181.6	43.0	344.4	474.5	1,263.3	3,962.7	12,563.0	42,837.8	206,970.6	304,949.6	521,653.7	406,475.6	44,392.1	4,065.8	1,557,397.6		
T. Valle	31 El Campesino	284.0	163.0	91.0	1,100.2	1,302.5	2,244.4	6,780.0	1,400.8	1,400.8	1,400.8	1,400.8	1,400.8	1,400.8	1,400.8	1,400.8		
	32 El Campesino	435.0	407.0	1,940.0	2,511.5	4,000.5	4,000.5	4,000.5	4,000.5	4,000.5	4,000.5	4,000.5	4,000.5	4,000.5	4,000.5	4,000.5		
T. Valle	33 El Campesino	7.0	297.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	34 El Campesino	7.0	297.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Total Demanda Neta				40,335.7	7,356.0	5,569,704.7	6,260,091.4	8,325,094.4	9,162,288.0	9,992,137.8	10,792,806.1	15,867,226.0	20,807,504.5	24,066,267.4	19,772,498.9	9,621,546.5	56,292,249.1	145,316,768.9

Fuente: Elaboración propia de la PRO. ODU. 2016

4.6.0 Balance hídrico

4.6.1 Valle Motupe

Para el valle Motupe se consideraron las comisiones de usuarios de Tongorrape, Arrozal y Motupe, cada una con sus respectivos bloques de riego establecidos, las cuales en su conjunto tienen una demanda de 55.63 Hm³.

Por otra parte, determinada la oferta de agua en la estación Marripón ubicada sobre el río Chiniama, la persistencia al 75% es de 18.98 Hm³.

El balance hídrico promedio anual, evidencia un déficit de 36.65 Hm³ presente en todos los meses, a excepción del mes de julio. Ver **Cuadro N° 4.50** y **Gráfico N° 4.23**

Para el caso de Chochope, se considera una sola comisión de usuarios con sus bloques de riego establecidos, de las cuales se obtuvo una demanda de 13.17 Hm³

La oferta fue estimada tomando como base los caudales de la Estación Marripón sobre río Chiniama, obteniendo una persistencia al 75% del río Chochope, de 14.75 Hm³.

El balance hídrico promedio anual, refleja que en todos los meses del año, existe un superávit de 1.57 Hm³. Ver **Cuadro N° 4.51** y **Gráfico N° 4.24**.

4.6.2 Valle La Leche

En el valle La Leche, se consideraron las siete (07) comisiones de usuarios que en total suman 31 bloques de riego que fueron establecidos por PROFODUA en el año 2006. La demanda bruta estimada fue de 145.32 Hm³, frente a una disponibilidad de 90.68 Hm³, se evidencia un déficit de 54.63 Hm³, distribuidos en todo el año, a excepción del mes de marzo. Ver **Cuadro N° 4.52** y **Gráfico N° 4.25**.

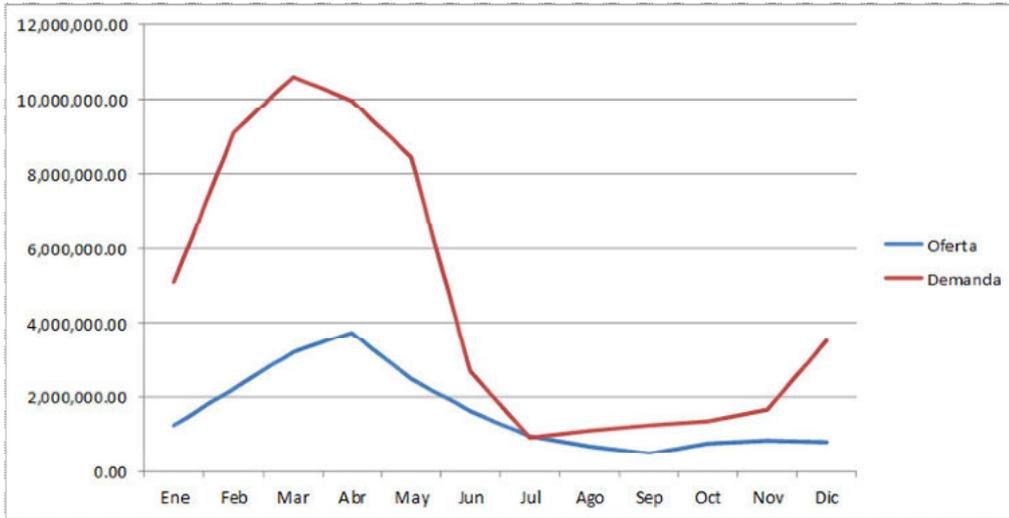
CUADRO N° 4.50
BALANCE HÍDRICO MOTUPE – COMISIÓN DE USUARIOS TONGORRAPE, ARROZAL Y MOTUPE

		Enr	Peb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Oferta	m ³ /seg	0.95	0.92	1.24	1.44	0.92	0.69	0.95	0.25	1.18	0.29	0.32	0.29
75%	m ³	1,256,081.67	2,222,640.70	3,212,781.00	3,731,832.00	2,475,511.20	1,674,255.00	2,46,814.40	680,933.20	479,448.70	799,379.40	925,552.00	772,712.40
Demanda	litro/seg	5,097.53	9,176.57	10,601.74	9,977.31	8,755.11	2,962.96	907.12	1,174.97	1,729.70	1,342.39	1,642.16	3,501.21
	m ³	5,094,529.36	9,116,552.26	10,601,444.05	9,977,311.37	8,455,105.57	2,662,860.12	905,433.21	1,104,958.69	1,228,999.59	1,342,391.29	1,642,155.55	3,501,207.25
Balance		-3,858,447.76	-6,893,912.26	-7,388,660.05	-6,245,479.37	-5,979,594.37	-1,028,604.12	41,391.19	-423,975.49	-758,551.59	-573,020.89	-816,603.55	-2,728,488.85

La Oferta Hídrica al 75% de persistencia es la estimada para el río Chiniama en la Estación de Aforo Marripón

La Demanda es la acumulada para las 5 Comisiones de Usuarios que se abastecen con el río Chiniama

GRAFICO N° 4.23
 BALANCE HÍDRICO COMISIONES DE USUARIOS MOTUPE, ARROZAL, TONGORRAPE



OFERTA	18.96	MMC
DEMANDA	55.63	MMC
DEFICIT	-36.65	MMC

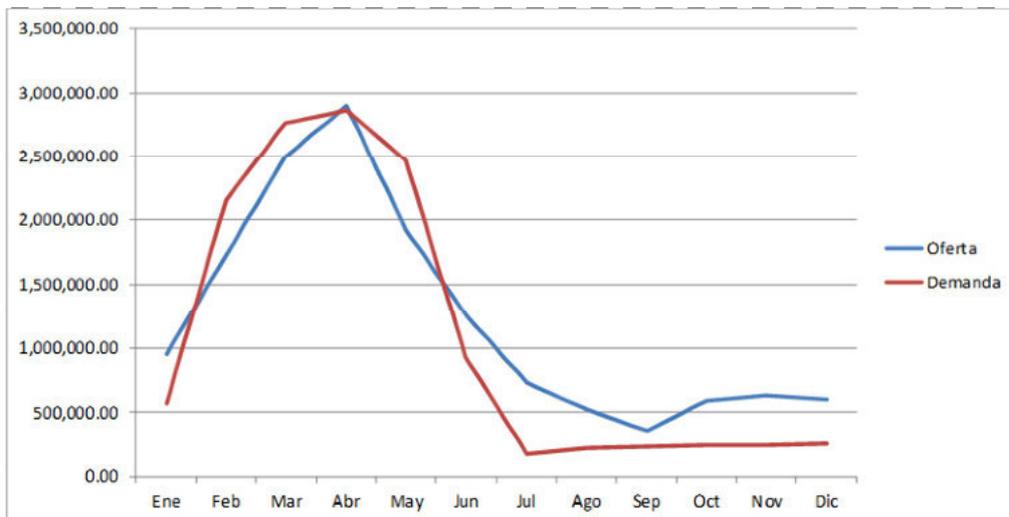
CUADRO N° 4.51
 BALANCE HÍDRICO CHOCHOPE

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Oferta	m³/seg	0.36	0.71	0.96	1.12	0.72	0.49	0.27	0.20	0.14	0.22	0.25	0.22
75%	m3	960,344.37	1,726,227.59	2,496,096.55	2,859,358.62	1,923,289.39	1,269,696.55	735,605.06	529,674.79	365,503.45	597,744.14	641,393.10	600,345.29
Demanda	m³/seg	565.30	2,138.89	2,767.56	2,859.86	2,462.50	932.87	187.24	244.61	237.75	252.69	250.54	266.42
	m3	1,668,977.1	6,116,854.35	7,797,000.6	8,854,854.91	7,442,520.0	2,932,691.4	167,230.1	2,146,113	1,377,577	2,116,880	250,133.2	268,118.75
Balanc		392,947.96	-422,626.76	-271,254.27	-39,496.71	-539,232.97	-336,927.41	-509,367.05	-304,460.64	-227,757.67	-348,654.54	-791,059.87	-331,926.53

La Oferta Hídrica al 75% de persistencia es la estimada para la Estación Flotante en Río Chochope

La Demanda es la estimada por PROFODUA en la Comisión de Usuarios Chochope

GRAFICO N° 4.24
 BALANCE HÍDRICO COMISIÓN DE USUARIOS CHOCHOPE



OFERTA	14.75	MMC
DEMANDA	13.17	MMC
SUPERAVI	1.57	MMC

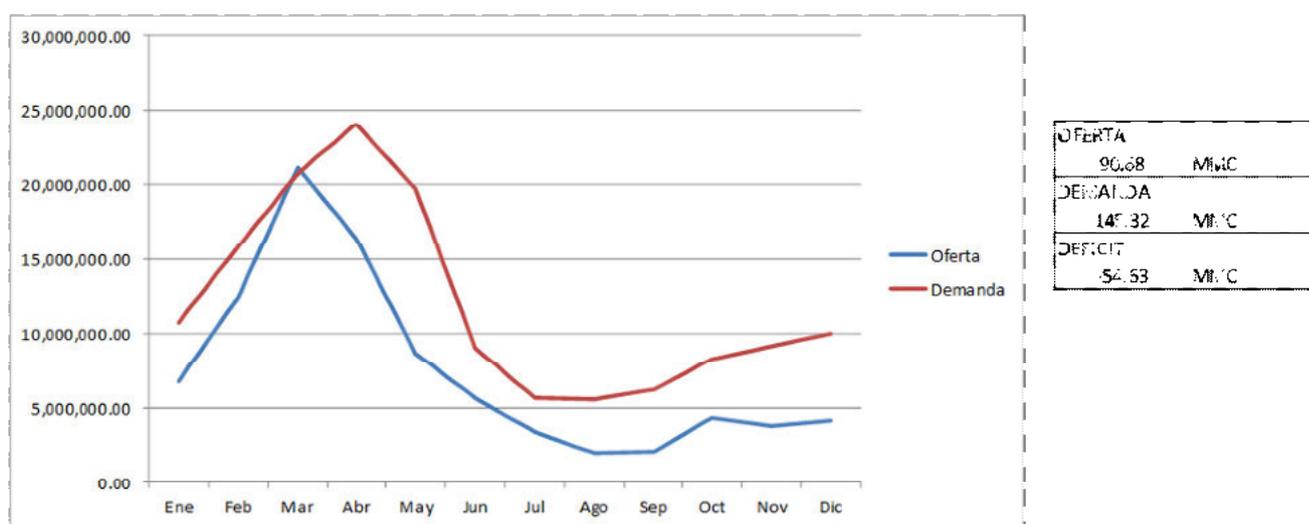
CUADRO N° 4.52
BALANCE HÍDRICO VALLE LA LECHE-TODAS SUS COMISIONES DE USUARIOS

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Oferta	m ³ /seg	2.53	5.13	8.15	6.32	3.25	2.17	1.26	0.74	0.81	1.60	1.44	1.55
75%	m ³	6,787,735.20	12,420,172.80	21,117,672.00	16,386,624.00	8,715,513.60	5,613,624.00	3,380,140.80	1,988,042.40	2,100,168.00	4,296,153.60	3,731,184.00	4,144,824.00
Demanda	l/seg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	m ³	10,792,106.13	15,887,226.02	20,807,509.45	24,066,257.36	19,773,498.92	9,021,548.55	5,629,249.15	5,599,701.68	6,260,091.38	8,325,044.41	9,162,288.02	9,992,187.83
Balance		-4,004,370.93	-3,467,053.22	310,162.55	-7,679,633.36	-11,057,985.32	-3,407,924.55	-2,249,108.35	-3,611,659.28	-4,159,923.38	-4,028,890.81	-5,431,104.02	-5,847,363.83

La Oferta Hídrica al 75% de persistencia es la estimada para el río Chiniama en la Estación de Aforo Marripón

La Demanda es la acumulada para las 3 Comisiones de Usuarios que se abastecen con el río Chiniama

GRAFICO N° 4.25
BALANCE HÍDRICO VALLE LA LECHE



4.7.0 Estimación de la recarga

4.7.1 Recarga directa

Es aquella que se origina en la red de canales de conducción y para su cálculo se utiliza como eficiencias de conducción asumidas para este caso en 85%; lo cual significa que el porcentaje de ineficiencia representa a la infiltración; es decir 15% para el presente estudio.

Otra fuente de recarga directa lo constituyen los lechos de los ríos, el que funciona como un canal, al cual se le atribuye una eficiencia de conducción de 85%, similar a la de los canales de conducción, lo cual significa que de la descarga del río hacia el mar, el 15% se transforma en recarga directa.

4.7.2 Recarga indirecta

Es la que se produce principalmente a través de las áreas de cultivo y está compuesta por la recarga a través de los canales de distribución y las áreas de cultivo. Su cálculo está relacionado con los porcentajes de las eficiencias de distribución y aplicación asumidas para el valle, 75% y 53% respectivamente.

Las ineficiencias en ambos casos corresponden a los porcentajes de infiltración, cuyos valores se aplican a los correspondientes caudales de distribución y aplicación para obtener las respectivas descargas. Ver Cuadros N°s 4.53 y 4.54

CUADRO N° 4.53
ESTIMACIÓN PARA LA RECARGA DE MOTUPE Y CHOCHOPE (Hm³)

Recarga Directa en Lecho de Río				Recarga Indirecta por Distribución			
	Oferta 75%	Infiltración	Rec. Lecho		Dotación	Infiltración	Rec x Dist.
Motupe	18.98	0.15	2.85	Motupe	16.13	0.25	4.03
Chochope	14.75	0.15	2.21	Chochope	12.53	0.25	3.13
	33.72		5.06		28.67		7.17

Recarga Directa por Conducción				Recarga Indirecta por Aplicación			
	Dotación	Infiltración	Rec x Cond.		Dotación	Infiltración	Rec x Dist.
Motupe	18.98	0.15	2.85	Motupe	12.10	0.47	5.69
Chochope	14.75	0.15	2.21	Chochope	9.40	0.47	4.42
	33.72		5.06		21.50		10.10

Resumen	Rec. Lecho	Por Cond.	Por Dist.	Por Aplic.	Total
Motupe	2.85	2.85	4.03	5.69	15.41
Chochope	2.21	2.21	3.13	4.42	11.98
Total Recarga	5.06	5.06	7.17	10.10	27.39

CUADRO N° 4.54
ESTIMACIÓN DE LA RECARGA PARA EL VALLE LA LECHE (Hm³)

Recarga Directa en Lecho de Río				Recarga Indirecta por Distribución			
	Oferta	Infiltración	Rec. Lecho		Dotación	Infiltración	Rec x Dist.
La Leche	90.68	0.15	13.60	La Leche	77.98	0.25	19.27

Recarga Directa por Conducción				Recarga indirecta por Aplicación			
	Dotación	Infiltración	Rec x Cond.		Dotación	Infiltración	Rec x Dist.
La Leche	90.68	0.15	13.60	La Leche	57.51	0.47	27.17

Recarga Total	73.65	MMC
----------------------	--------------	-----

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS



5.0.0 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

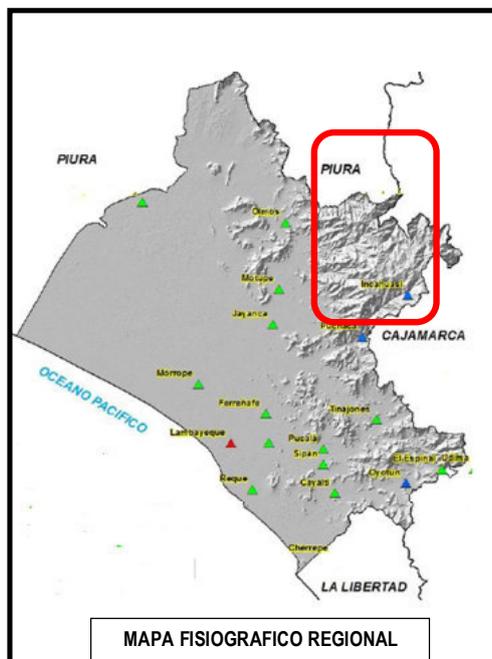
5.1.0 Geología regional

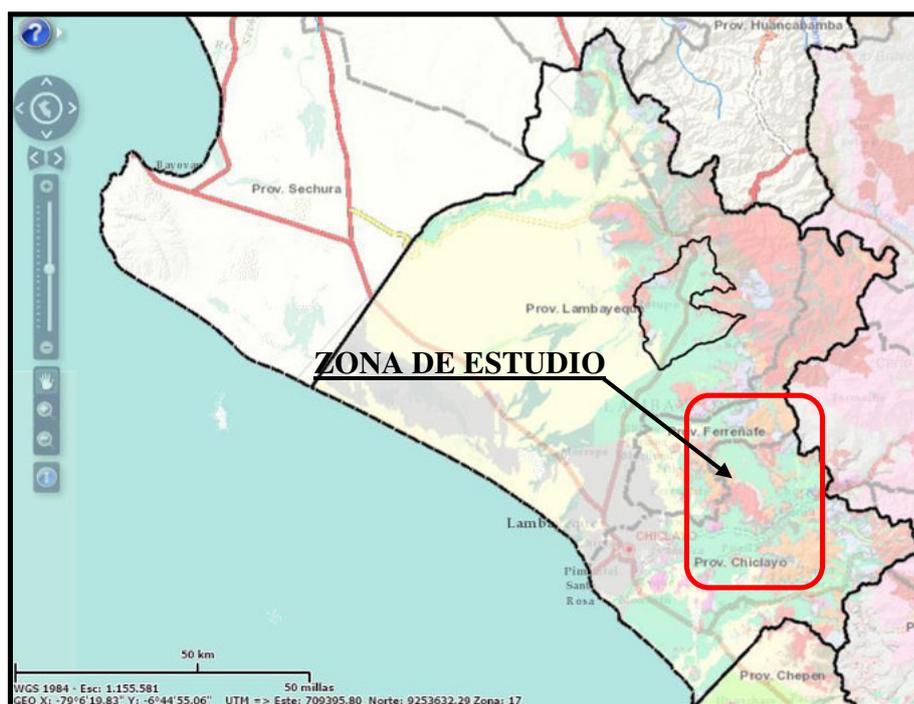
• Geomorfología

Regionalmente la zona de estudio comprende desde la divisoria de la Cordillera Occidental a más de 4,000.00 msnm, donde tenemos en partes la unidad geomorfológica Superficie Puna, presentando su relieve lomadas suaves, modeladas por procesos glaciares y por otras partes la zona de montaña formando valles glaciares con morrenas, lagunas escalonadas, circos glaciares, etc.; cortada por ríos de corto recorrido, pero profundos, de pequeños caudales que desembocan en el Océano Pacífico.

Hacia el Oeste los valles se convierten en fluviales con relieves accidentados, separados por cerros discontinuos, pampas y superficies de erosión eólica, que constituyen la vertiente del Pacífico. Más al Oeste, hacia las partes bajas tenemos la faja Costera, donde tenemos las pampas aluviales con sus cerros costeros producto de los procesos de erosión diferencial de las rocas del basamento, cuyos materiales han dado origen a llanuras aluviales y desiertos de arena (continentales y marinos), formando dunas y médanos de origen eólico, que por la acción de intensas precipitaciones producto de los fenómenos de ENOS ocurridos en el pasado, fueron inundadas y retrabajadas formando así las llanuras torrenciales que abarcan una gran extensión y que presentan un relieve suave con muchas depresiones (laguna La Niña) y pequeñas lomadas que son afloramientos rocosos a manera de islas.

En el litoral propiamente tenemos las geformas típicas la erosión litoral, como son acantilados, bahías, penínsulas e islas.





MAPA GEOMORFOLOGICO REGIONAL

5.2.0 Litoestratigrafía

A nivel regional tenemos rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, que se formaron entre el Paleozoico y Cenozoico en la Cuenca Occidental Peruana (NW); cuando esta era una cuenca; donde la Cordillera de los Andes cambia de orientación de NW a NS y luego al NE, a esta zona se le denomina Deflexión de Huancabamba, producto de la Tectónica Hercínica; plegando la zona y habiendo ocasionado una serie de levantamientos y hundimientos (transgresiones y regresiones).

Luego se inició la deposición de la secuencia volcánica sedimentaria correspondiente a la fase peruana cretáceo al paleógeno. Posteriormente tenemos la intrusión del Batolito de la Costa y pórfidos hipabisales asociados a erupciones volcánicas, para dar paso a la deposición de los materiales cuaternarios entre el Plioceno hasta el pleistoceno. Continuando, se procede a la descripción de la secuencia de rocas antes señalada, desde las más antiguas a las más recientes. Ver **Lámina N° 5.1**.

Complejo Olmos (Peñco)

Constituyen el basamento rocoso de la zona y es una secuencia de esquistos de naturaleza pelítica, con un grado de metamorfismo menor que el Complejo del Maraón.

La edad de este complejo es incierta, sin embargo; de acuerdo con las relaciones estratigráficas, estructurales y grado de metamorfismo regional, se estima que corresponde a la edad Precambriana. Rocas de este complejo afloran al Noreste del valle Motupe, en los cerros Flor de Ojal, Pan de Azúcar y Ficuara Panta los mismos que sirven para delimitar el acuífero en el área de estudio.

Formación Salas (Pi⁻s)

Son rocas metamórficas tipo filitas y otras pizarrosas; las filitas son argiláceas de color gris marrón a gris violácea, alternada con cineritas verdes pálidas intercaladas con capas delgadas de cuarcitas de grano fino, blanco grisáceas.

Las intercalaciones volcánicas alcanzan su importancia máxima en los afloramientos al Oeste de San José, donde la formación Salas consiste mayormente en filitas andesíticas. Se encuentran muchas capas de tobas y en algunas partes del afloramiento abundan las brechas andesíticas.

En el área de estudio afloran en los cerros La Cáscara, Sonolipe, Santo Fraile y Quebrada El Mango (valle Motupe). También aflora al Norte de Salas en los cerros Trompeteros, Saturdino y La Tranca (valle La Leche).

Formación La Leche (Jr⁻L)

Está compuesto por estratos de calizas grises algo silicificadas en capas delgadas a medianas intercaladas con lutitas y derrames volcánicas.

Las tobas y lutitas son generalmente rosadas o violáceas; mientras que los derrames que incluyen dacitas y andesitas, son más oscuros. El material volcánico puede presentarse como intercalaciones delgadas o en paquetes gruesos. Esta formación es bastante fosilífera y contiene una fauna diversificada.

Aflora extensamente en el valle La Leche, así lo vemos en la parte Este en ambos márgenes del río del mismo nombre, y en los cerros La Calera, Motupillo, La Traposa, Huaca Rajada y Carpintero.

Grupo Goyllarisquizga (Ki⁻g)

Consiste en areniscas y cuarcitas de color blanquecino a marrones, en capas medianas e intercaladas con lutitas de tonos gris, marrón y rosado, denomina por otros como la Formación Ñaupe

La presencia de plantas y mantos de carbón y la ausencia de fósiles marinos, sugieren que es un depósito mayormente continental, por lo tanto no se puede precisar su edad. En el área del valle Motupe aflora al Suroeste y Noroeste en los cerros Briceño y Chalpón.

Grupo Volcánico Oyotún (J⁻Vo)

Son bancos medianos a gruesos de piroclastos y derrames de composición andesítica y dacítica porfirítica que se presentan como flujos o como piroclastos. La litología típica a través del afloramiento del Volcánico Oyotún, consiste en bancos medianos o gruesos de piroclásticos y derrames de composición andesítica y dacítica.

La roca más común es una brecha andesítica maciza de un color negro azulado; asimismo, contiene intercalaciones sedimentarias, generalmente en forma de tobas, grauvacas y areniscas feldespáticas, muy escasas en algunas áreas. Este grupo volcánico se presenta en parte del valle La Leche y aflora en el cerro Pan de Azúcar.

Grupo Volcánico Porculla (Tim⁻Vp)

Fue descrito como una secuencia gruesa de volcánicos mayormente ácidos que aflora en el cuadrángulo Jayanca. Generalmente se presenta en bancos gruesos sub-horizontales que constituyen planicies más o menos extensas limitadas por escarpas pronunciadas; muestra diferentes colores, siendo la mayoría de los afloramientos grisáceos, presentando sills y pequeños stocks en muchas áreas.

Litológicamente este grupo está constituido por dacitas y estratigráficamente debe pertenecer al Terciario inferior. En el área de estudio aflora al Noroeste, al Este y al Suroeste en los cerros Chalpón, Número Ocho, Jaguay Negro, Laja Blanca y Pumasirca (valle Motupe) y en los cerros Pan de Azúcar y Zurita (valle La Leche).

Batolito de la Costa

Atraviesa toda la región, continuando tanto al Norte como al Sur. El sector Sur del Batolito queda entre el límite meridional de la región y la latitud del río La Leche. Tiene las mismas características generales que gran parte del batolito, es decir consiste de un complejo de tonalita, granodiorita, adamelita y otras rocas ácidas que se han emplazado en estratos del cretáceo y rara vez en rocas terciarias.

Al Norte del río La Leche se nota un cambio aparente en el batolito. Primero el eje de intrusión se desplaza como 48 Km. al Este. El salto es abrupto y afecta no solamente la distribución horizontal

La deformación de estas rocas es de un tipo muy diferente al tectónico del área adyacente y no parece que se tratara de un intrusivo emplazado en una estructura preexistente, cuyos levantamientos mencionados se deben al emplazamiento del magma. En el área investigada, representa el basamento rocoso impermeable.

Depósitos aluviales (Q⁻al)

Bajo este nombre se agrupa a los depósitos clásticos transportados por medios acuosos y acumulados posteriormente. Los principales agentes responsables de su formación son los ríos Motupe y La Leche, el que ha transportado y depositado sedimentos como arcillas, limos, gravas y cantos. Los depósitos se encuentran desordenados en forma horizontal y vertical.

Depósitos coluviales (Q⁻c)

Esta unidad incluye aquellas áreas que circundan a los afloramientos rocosos y por lo tanto, han recibido y siguen recibiendo material desprendido de las partes altas, debido principalmente a la acción de los agentes del intemperismo.

Litológicamente está constituido por clastos angulosos con sedimentos arcillosos, así como también por limos y arenas muy finas provenientes del litoral y transportados por acción eólica. Esta unidad está presente en los valles de Motupe y La Leche.

Esta unidad posee aceptable permeabilidad y porosidad, sin embargo presenta escasa potencia, a lo que se agregaría que su alimentación es reducida, lo que trae como consecuencia que la explotación de las aguas subterráneas sea casi nula.

Mantos de arena por aspersión eólica (Q^e)

Esta unidad se encuentra emplazada sobre los afloramientos rocosos. Los mantos de arena están constituidos por arenas finas entremezcladas con partículas mucho más finas (tamaño de la arcilla o limo), material que han sido transportado por el viento. Se presenta en ambos valles (Motupe y La Leche).

Campos de dunas

Los depósitos eólicos generalmente se observan a lo largo de la faja litoral y, en algunas áreas que circundan los cerros de composición ígnea-intrusiva y efusiva. Estos depósitos adoptan una serie de formas características como dunas, óndulas, crestas, lomos de ballena y muchas otras, que se ubican principalmente en la parte baja de la margen derecha del sector central del valle La Leche.

5.3.0 Geología estructural regional

En el Perú tenemos la probabilidad de que ocurran sismos, ya que estamos dentro de la zona de influencia del encuentro de las placas tectónicas de Nazca y la Placa Americana, tal como se puede apreciar en el gráfico siguiente:



Así, en la zona estudiada, específicamente los sismos se generan, en:

- 1.- La zona de subducción o provincia sismo tectónica de subducción, ubicada entre la fosa marina y la línea de la Costa Peruana, donde ocurren las mayores concentraciones de los epicentros con una profundidad menores que 70 Km., producto del rozamiento de la placa tectónica submarina de Nazca y la placa tectónica continental Sudamericana, pues cada vez que se mueven y rozan, liberan su energía mediante ondas sísmicas y producen los sismos y generan nuevas cámaras magmáticas.
- 2.- Las fallas de sobre escurrimiento, se encuentran en sector Este de la zona estudiada, (zona imbricada) y que se mueven por el reacomodo de las placas tectónicas en el continente y que cuando se reactivan originan fuertes terremotos como el caso de Quiches, etc.

En el área de estudio estos movimientos tectónicos, asociados con las intrusiones de los batolitos ocasionaron el levantamiento, plegamiento de las rocas plásticas y el diaclasamiento de las rocas competentes.



CROQUIS DORSAL OCEANICA DEL PACIFICO



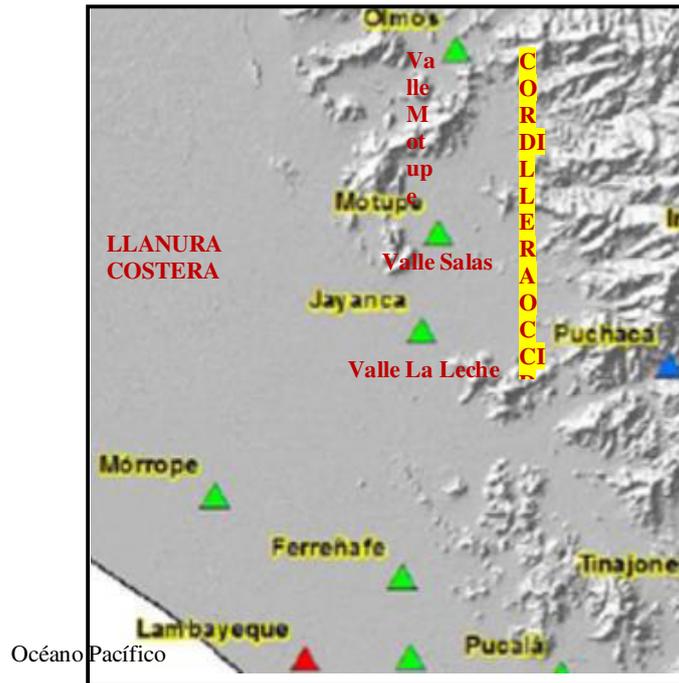
CONVERGENCIA DE LA PLACA TECTONICA NAZCA CON LA PLACA AMERICANA

5.4.0 Geología del área de estudio

Geomorfología local

Fisiográficamente la zona estudiada comprende en su parte alta los valles de Motupe, Salas y La Leche que se unen y forman el río Mórrope en su parte baja, que es donde se interceptan los conos aluviales de los ríos de los valles antes referidos.

Observando de Este a Oeste, tenemos la unidad geomorfológica que es la Cordillera Occidental, la cual presenta relieves abruptos que se elevan a más de 4,000.00 msnm, en cuyas partes bajas se depositan los depósitos coluviales y que constituyen el límite del acuífero estudiado.



PLANO FISIOGRAFICO LOCAL

Hacia el Oeste dan paso a valles fluviales que es otra unidad geomorfológica, con relieves relativamente suaves, separados por cerros discontinuos, pampas y superficies de erosión eólica, que constituyen la vertiente del Pacífico. Más hacia las partes bajas tenemos la llanura Costera, cuyo relieve es aparentemente suave, pero es así pues tenemos lomadas, depresiones, cerros costeros producto de los procesos de erosión diferencial de las rocas del basamento y sus materiales han dado origen a llanuras aluviales, torrenciales y desiertos de arena son dunas y médanos.

Fuera de la zona de estudio más al Oeste, tenemos las geoformas típicas la erosión litoral, como son acantilados, bahías, penínsulas e islas. Localmente la zona estudiada en general se puede considerar como un conjunto de valles que han sido parcialmente rellenados, con aluviones antiguos presentando un fondo plano en vez de un perfil en V y podemos diferenciar las unidades geomorfológicas en detalle, así:

Depósitos coluviales (Q^{dc}).- Están compuestos por los materiales rocosos que fueron destruidos por los procesos de erosión e intemperismo y que luego por la acción de los vientos, gravedad y aguas pluviales se acumulan en las laderas y en las partes bajas, compuestas por bloques y gravas angulosas, arenas, arcillas y limos.

Depósitos aluviales (Q^{al}).- Están compuestos por bloques sub redondeados, gravas redondeadas y cantos rodados y arenas que rellenan el actual cauce de los valles fluviales, es material mal clasificado, no consolidado y muy permeable.

Llanuras de inundación (LIⁱ).- Son zonas llanas adyacentes al cauce de los ríos que en épocas de crecidas fuertes son inundadas por el río y depositando sus sedimentos.

Conos aluviales (C⁻al).- Son las rocas que fueron intemperizadas y erosionados en las partes altas de una cuenca o quebrada, trasladadas y depositadas en la desembocadura de los ríos o quebradas, formando un delta, presenta pendientes suaves y forma lomadas, compuestas por gravas, arenas, arcillas y limos.

Llanuras aluviales (L⁻a).- Son una serie de lomadas y depresiones suaves, producto de la erosión eólica

Crestas rocosas (C⁻r).- Con laderas de fuerte pendiente; que corresponden a los afloramientos del basamento rocoso (Batolito de la Costa o Batolito Andino), con taludes parados estables.

Suelos agrícolas (s⁻a).- Son los suelos agrícolas que se encuentran cubriendo a los depósitos antes indicados y su relieve son llanuras surcadas por sus canales de regadío.

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA



6.0.0 INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA

El inventario de fuentes de agua subterránea es la información técnica obtenida en cada una de la infraestructura de captación (pozos), con evaluación in situ, la cual es plasmada en una ficha técnica de campo preparada para tal fin, donde se representa las características técnicas, mediciones, de niveles estático, dinámico, profundidad, caudal, régimen, volúmenes de explotación, cultivo, sistema de riego, situación legal, calidad del agua, codificando en el inventario de recurso hídrico subterráneo (IRHS).

En la fase de gabinete se realizó el proceso, clasificación, sistematización y luego el análisis de la información de campo, sobre las características hidrogeológicas de la infraestructura de captación, fase básica para el estudio hidrogeológico, considerando en la infraestructura existente dentro de los límites fijados para su investigación, donde se produce la diversidad de perturbaciones de la napa.

Dentro del área de estudio solamente se ha registrado un tipo de fuente de agua subterránea, que corresponde a los artificiales y que está representado por los pozos.

6.1.0 Clave para identificar las fuentes de agua subterránea

Para la identificación de los pozos se ha empleado la clave respectiva, la misma que está compuesta de cuatro (04) números, los tres primeros (1^{ro}, 2^{do} y 3^{ro}) constituyen los códigos del departamento, provincia y distrito respectivamente, mientras que el 4^{to} se asigna al pozo de acuerdo a un orden correlativo.

La base de la clave de los pozos en los valles de Motupe y La Leche, es como se muestra en el **Cuadro N° 6.1**:

CUADRO N° 6.1
 CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS POZOS POR DISTRITO POLÍTICO Y VALLE

VALLE	DISTRITO	Código Base
MOTUPE	Motupe	14 / 03 / 07
	Chochope	14 / 03 / 02
LA LECHE	Jayanca	14 / 03 / 04
	Salas	14 / 03 / 10
	Pitipo	14 / 02 / 05
	Pacora	14 / 03 / 09

Así por ejemplo, la clave del pozo 25 ubicado en el distrito de Motupe es el IRHS 14/03/07~25, en donde las siglas IRHS significa Inventario de Recursos Hídricos Subterráneos, el código 14 representa al departamento de Ica, el 03 a la provincia de Ica, 07 al distrito de Motupe y el cuarto código ~25 al número del pozo propiamente dicho.

6.2.0 Inventario de fuentes de agua subterránea

Mediante esta actividad, se procedió a determinar la cantidad de pozos y con ello cuantificar los volúmenes de explotación de las aguas subterráneas. Se actualizó el inventario, siguiendo la correlación numérica establecida por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en el año 2008, para el acuífero de Motupe y margen derecho del río La Leche.



FOTOGRAFÍA N° 6.1

Personal técnico realizando la medición de características técnicas de un pozo tubular equipado en el distrito de Jayanca-Valle La Leche

La fase de campo se realizó entre los meses de junio a noviembre del 2014, con dos (02) brigadas de campo, abarcando mayormente la zona de veda que comprende los valles de Motupe (distritos de Motupe y Chochope) hasta la margen derecha del río La Leche (distritos de Salas y parte de Jayanca, Pacora y Pítipo).

Entre los distritos de Motupe y Chochope (valle Motupe) se ha registrado un total de **1,505 pozos**; mientras que entre los distritos de Pacora, Jayanca, Salas y Pítipo (margen derecha del río La Leche), **2,096 pozos**. La ubicación de las fuentes de agua puede observarse en la **Lámina N° 6.1**. Asimismo, los cuadros de características técnicas y las medidas realizadas en los pozos se muestran en el **Anexo I: Inventario de fuentes de agua subterránea**.

En el **Cuadro N° 6.1**, se muestra el número de pozos por distrito político para los valles de Motupe y La Leche.

CUADRO N° 6.1
INVENTARIO DE POZOS POR VALLE DENTRO DEL ÁREA DE VEDA

DISTRITO	N° DE POZOS	%
MOTUPE	1,231	34.19
CHOCHOPE	274	7.61
VALLE MOTUPE	1,505	41.80
PACORA	308	8.56
JAYANCA	756	21.00
SALAS	304	8.44
PÍTIPO	727	20.19
VALLE LA LECHE	2,095	58.19
TOTAL	3,600	100.00

GRAFICO N° 6.1
TOTAL DE POZOS INVENTARIADOS EN LOS VALLES MOTUPE Y LA LECHE-2014



6.3.0 Tipo de pozos inventariados

El inventario de pozos efectuado para el **valle de Motupe**, ha registrado un total de 1,505 pozos; de los cuales 1,265 son a tajo abierto, 170 son tubulares y 70 mixtos. Debe indicarse que cuatro pozos del distrito de Motupe, no fueron ubicados en campo; sin embargo, ya cuentan con Resoluciones Administrativas emitidas por la Administración Local de Agua Motupe "Olmos" La Leche. Ver **Láminas N°s 6.1 y 6.2**

En el valle **La Leche**, se ha registrado un total de 2,095 pozos, de los cuales 1,675 son a tajo abierto, 338 son tubulares y 82 mixtos. Ver **Láminas N°s 6.3, 6.4, 6.5 y 6.6**. El resultado del inventario de pozos se muestra en el **Cuadro N° 6.2**.

Del total de pozos registrados en los ámbitos de los valles Motupe y margen derecha del río La Leche, corresponde a los pozos de tipo tubular, 14.11 % a los pozos mixtos 4.22 % y 81.67 % a pozos a tajo abierto.

CUADRO N° 6.2
DISTRIBUCION DE LOS POZOS SEGÚN SU TIPO POR DISTRITO POLITICO-AÑO 2014

DISTRITO	TIPO DE POZO			TOTAL	%
	TUBULAR	MIXTOS	TAJO ABIERTO		
Motupe	159	68	1,004	1,231	34.19
Chochope	11	02	261	274	7.61
Valle Motupe	170	70	1,265	1,505	41.80
Jayanca	232	37	487	756	21.00
Salas	12	01	291	304	8.44
Pitipo	45	25	657	727	20.19
Pacora	49	19	240	308	8.56
Valle La Leche	338	82	1,675	2,095	58.19
% de Total	14.11 %	4.22 %	81.67 %	100.00 %	

GRAFICO N° 6.2
 DISTRIBUCION DE LOS POZOS SEGÚN SU TIPO POR DISTRITO POLITICO-VALLE MOTUPE-AÑO 2014

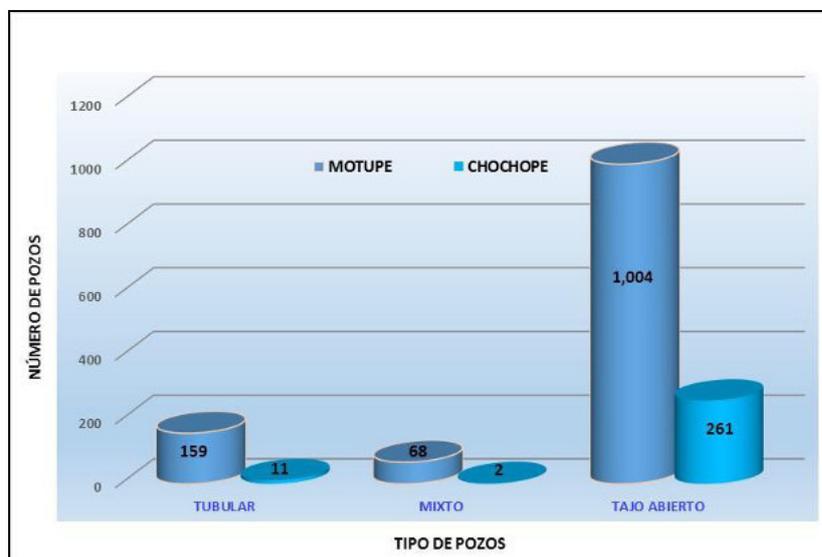
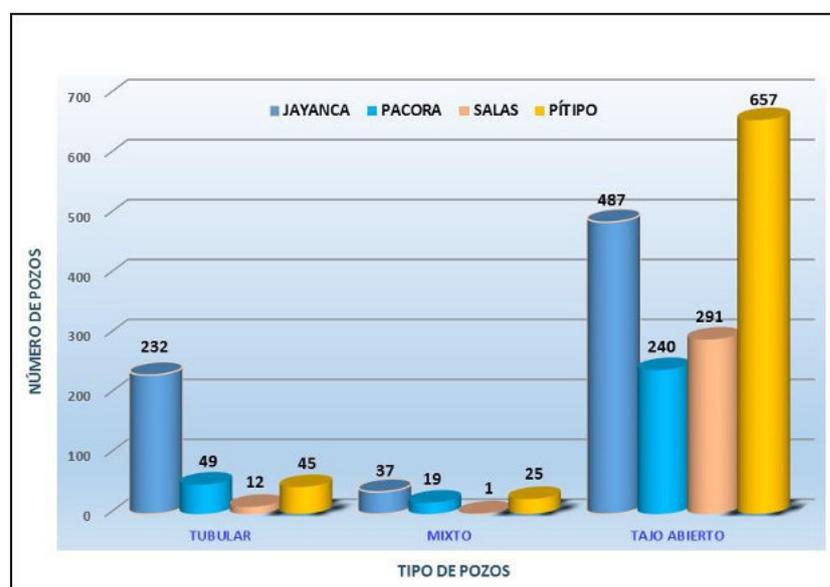


GRAFICO N° 6.3
 DISTRIBUCION DE LOS POZOS SEGÚN SU TIPO POR DISTRITO POLITICO-VALLE LA LECHE-AÑO 2014



En el **valle Motupe**, distrito del mismo nombre, existen 159 pozos tubulares, 68 mixtos y 1,004 a tajo abierto, que representan el 34.19 % del total de pozos existentes. En el distrito de Chochope, existen 11 pozos tubulares, 02 mixtos y 261 a tajo abierto, los cuales representan el 7.61 % del total registrado.

Respecto al **valle La Leche** (margen derecha del río), específicamente en el distrito de Jayanca, se registró 756 pozos (21.00 %), de los cuales 232 corresponde a pozos tubulares, 37 mixtos y 487 a los tajo abierto. Por otro lado, en el distrito de Salas, se registró 304 pozos (8.44 %) de los cuales 12 son tubulares, 01 mixto y 291 a tajo abierto. En el distrito de Pítipo se registró 727 pozos (20.19 %), siendo 45 tubulares, 25 mixtos y 657 a tajo abierto.

Finalmente en el distrito de Pacora, se registró 308 pozos (8.56 %), de los cuales 49 son tubulares, 19 mixtos y 240 a tajo abierto.



FOTOGRAFIA N° 6.2

Pozo a tajo abierto Comunal La Desmotadora codificado con IRHS 191, equipado con motor Pedrollo, ubicado en el distrito de Motupe



FOTOGRAFIA N° 6.3

Pozo IRHS 971 a tajo abierto sin equipo, ubicado en el sector Quina Quina del distrito de Motupe

6.3.1 Pozos utilizados

Son aquellos que se encuentran totalmente operativos, equipados y en actual uso (doméstico, agrícola, industrial, pecuario o para cualquier otro). En este estado se encuentran 2,063 pozos, que representan el 57.37 % del total registrado.

En el valle Motupe se han inventariado 915 pozos, que representan el 44.35 % del total de pozos en estado utilizado. Para el valle La Leche (margen derecha del río) se registraron 1,148 pozos que representan el 55.65 % del total de pozos en funcionamiento. Ver **Cuadro N° 6.4.**

Del total de pozos utilizados que se han inventariado en el área de estudio, 1,619 son a tajo abierto, 331 tubulares y 113 mixtos, presentando mayor densidad el distrito de Motupe (Valle Motupe) con 758 pozos, seguido de Pítipu (Valle La Leche) con 477 pozos.

A continuación, en los distritos de Jayanca, se registraron 412 pozos, seguido del distrito de Chochope con 157 pozos. Finalmente los distritos de Salas y Pacora, registraron la menor densidad de pozos siendo de 139 y 120 respectivamente.

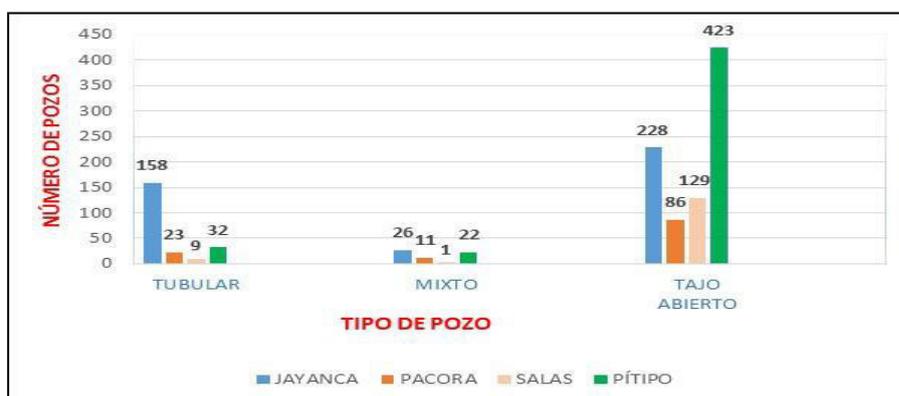
CUADRO N° 6.4
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZADOS SEGÚN SU TIPO

DISTRITO	TUBULAR		MIXTO		TAJO ABIERTO		TOTAL	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
MOTUPE	106	5.14	52	2.52	600	29.08	758	36.74
CHOCHOPE	03	0.15	01	0.05	153	7.42	157	7.61
VALLE MOTUPE	109	5.29	53	2.57	753	36.50	915	44.35
JAYANCA	158	7.66	26	1.26	228	11.05	412	19.97
PACORA	23	1.11	11	0.53	86	4.17	120	5.82
SALAS	09	0.44	01	0.05	129	6.25	139	6.74
PÍTIPO	32	1.55	22	1.07	423	20.50	477	23.12
VALLE LA LECHE	222	10.79	60	2.81	866	42.06	1,148	55.65
TOTAL	331	16.07	113	5.37	1,619	78.56	2,063	100.00

GRAFICO N° 6.3
DISTRIBUCION DE LOS POZOS SEGÚN SU TIPO POR DISTRITO POLITICO-VALLE MOTUPE-AÑO 2014



GRAFICO N° 6.4
DISTRIBUCION DE LOS POZOS SEGÚN SU TIPO POR DISTRITO POLITICO-VALLE LA LECHE-AÑO 2014



6.3.2 Pozos utilizables

Son aquellos pozos que se encuentran sin equipo de bombeo pero potencialmente aptos para su uso. En este estado se encuentran 797 pozos, que representan el 22.14 % del total inventariado. Debe indicarse que en el **valle Motupe** se han inventariado 303 pozos, que representan el 38.02 % del total de pozos utilizables.

Para el **valle La Leche** se registraron 494 pozos que representan el 61.98 % del total de pozos en este estado. Ver cuadro N° 6.5.

En el valle de Motupe, distrito del mismo nombre, apreciamos el mayor número de pozos, siendo 218, que representan el 27.35 %; a continuación en el distrito de Chochope existen 85 pozos que representan el 10.66 %.

En el valle La Leche, la mayor densidad de pozos se aprecia en el distrito de Pítipo, siendo el número de pozos de 154; mientras que el menor número se presenta en el distrito de Salas con 68 pozos.

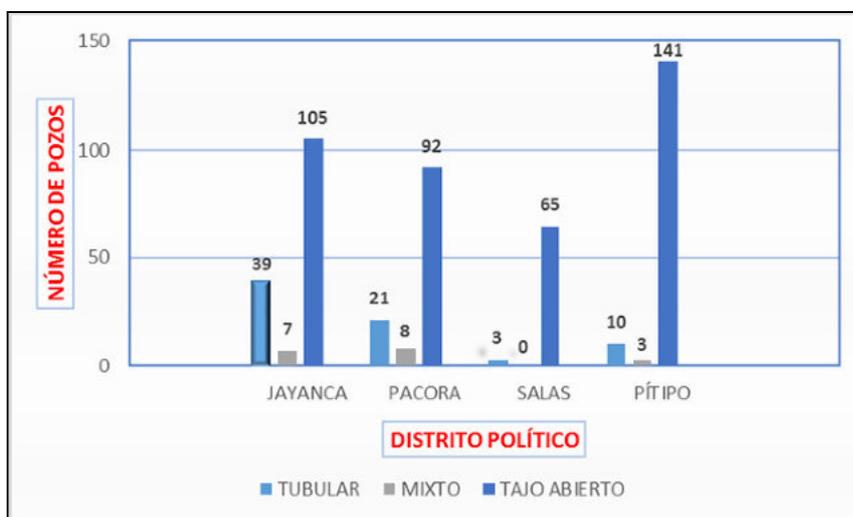
CUADRO N° 6.5
 DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZABLES SEGÚN SU TIPO-2014

DISTRITO	TIPO DE POZO			TOTAL	%
	TUBULAR	MIXTOS	TAJO ABIERTO		
MOTUPE	38	11	169	218	27.35
CHOCHOPE	05	01	79	85	10.66
VALLE MOTUPE	43	12	248	303	38.02
JAYANCA	39	07	105	151	18.95
SALAS	03	-	65	68	8.53
PÍTIPO	10	03	141	154	19.32
PACORA	21	08	92	121	15.18
VALLE LA LECHE	73	18	403	494	61.98
% TOTAL	14.55	3.76	81.68	797	100.00%

GRAFICO N° 6.5
 DISTRIBUCION DE POZOS UTILIZABLES SEGÚN SU TIPO-VALLE MOTUPE-AÑO 2014



GRAFICO N° 6.5
 DISTRIBUCION DE POZOS UTILIZABLES SEGÚN SU TIPO-VALLE LA LECHE-AÑO 2014



FOTOGRAFÍA N° 6.4

Pozo tubular equipado (motor y bomba) en estado utilizado IRHS 32, ubicado en el sector Chilili del distrito de Jayanca en pleno bombeo



FOTOGRAFÍA N° 6.5

Toma de las características técnicas de pozo a tajo abierto IRHS 29, ubicado en el sector Cautivo-Achotal del distrito de Jayanca, el cual es utilizado para uso doméstico.

6.3.3 Pozos No utilizables

Son aquellos pozos que han colapsado sin capacidad de rehabilitación, encontrándose en ese estado 686, que representan el 19.06 % del total de pozos registrados. Ver Cuadro N° 6.6

En el **valle Motupe**, existen 260 pozos, estando distribuidos 233 en el distrito de Motupe, siendo 215 a tajo abierto, 14 tubulares y 04 mixtos. Por otro lado, en el distrito de Chochope, se registraron 27 pozos, distribuidos en 24 a tajo abierto y 03 tubulares.

Por otro lado, en el **valle La Leche** (margen derecha del río), se registró un total de 426 pozos, existiendo 384 a tajo abierto, 38 tubulares y 04 mixtos. El distrito con mayor densidad es Jayanca con 183 pozos, seguido de Pítipo con 90 y Salas con 89 pozos respectivamente. El menor número se aprecia en el distrito de Pacora con un total de 64 pozos.

CUADRO N° 6.6
 DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS NO UTILIZABLES SEGÚN SU TIPO

DISTRITO	TUBULAR	MIXTOS	TAJO ABIERTO	TOTAL
MOTUPE	14	04	215	233
CHOCHOPE	03	-	24	27
VALLE MOTUPE	17	04	239	260
JAYANCA	32	04	147	183
SALAS	-	-	89	89
PÍTIPO	03	-	87	90
PACORA	03	-	61	64
VALLE LA LECHE	38	04	384	426

GRAFICO N° 6.6
 DISTRIBUCION DE POZOS NO UTILIZABLES SEGÚN SU TIPO-VALLE MOTUPE-AÑO 2014

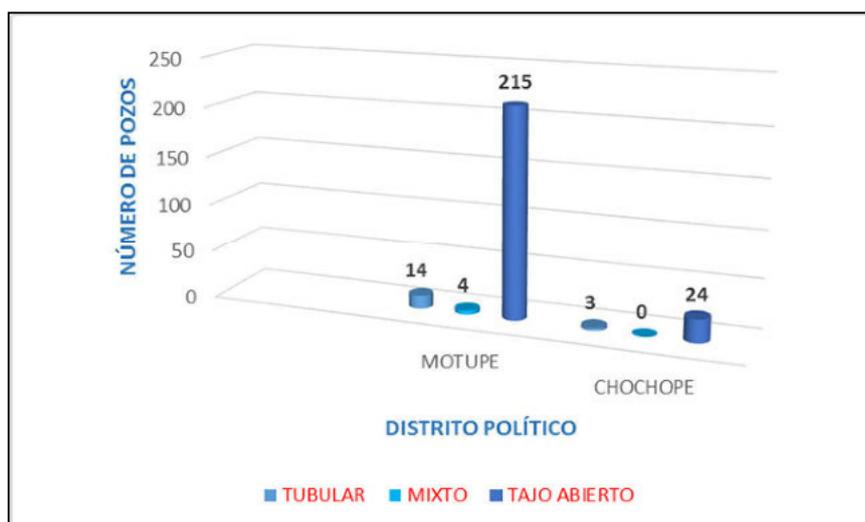
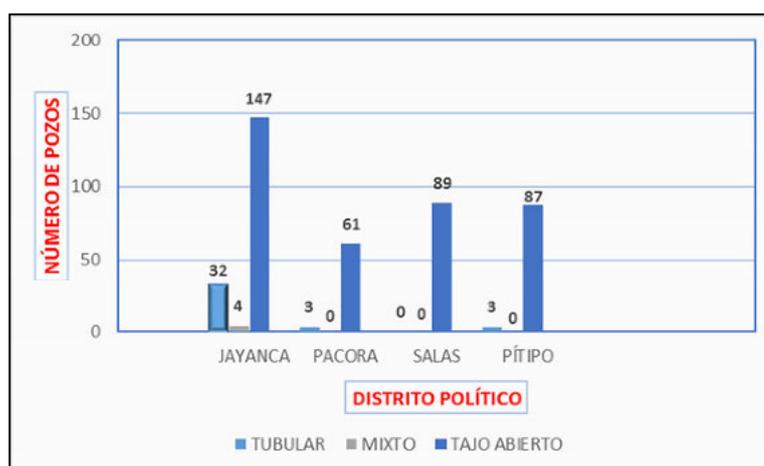


GRAFICO N° 6.7
 DISTRIBUCION DE POZOS NO UTILIZABLES SEGÚN SU TIPO-VALLE LA LECHE-AÑO 2014



6.3.4 Pozos en perforación

Son aquellos pozos que durante el inventario se encuentran en plena obra de perforación o construcción (entubado o anillado).

En el ámbito de estudio, se ha registrado un total de 54 pozos que representan el 1.5 %. Asimismo, se encuentran distribuidos en los valles Motupe (27) y La Leche 27 (margen derecha). Ver **Cuadro N° 6.7**.

Del total existente, se ha registrado 06 pozos tubulares, 01 mixto y 47 a tajo abierto, siendo el distrito de Motupe (valle del mismo nombre) quien presenta la mayor densidad.

Los distritos de Chochope y Pacora (valle La Leche), presentan la menor densidad de pozos.

CUADRO N° 6.7
 DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS EN PERFORACIÓN SEGÚN SU TIPO-AÑO 2014

DISTRITO	TIPO DE POZO			TOTAL	%
	TUBULAR	MIXTOS	TAJO ABIERTO		
MOTUPE	01	01	20	22	40.74
CHOCHOPE	-	-	05	05	9.26
VALLE MOTUPE	01	01	25	27	50.00
JAYANCA	03	-	07	10	18.52
SALAS	-	-	08	08	14.81
PÍTIPO	-	-	06	06	11.11
PACORA	02	-	01	03	5.56
VALLE LA LECHE	05	0	22	27	50.00
% TOTAL	11.11	1.85	87.04	54	100.00%

6.4.0 Usos de las aguas subterráneas

En el ámbito de los valles Motupe y La Leche (margen derecha), se ha registrado 2,063 fuentes de agua subterránea en estado utilizado, para los usos agrícola, doméstico, pecuario e industrial. La distribución de los pozos por distrito político se muestra en el **Cuadro N° 6.8**.

6.4.1 Uso agrícola

De los 2,063 pozos utilizados registrados en el área de estudio, 1,008 son para uso agrícola, siendo los distritos más densos Motupe y Jayanca, con 380 y 221 pozos respectivamente, seguido por Pítipu (175 pozos) y Chochope (103 pozos). Los distritos donde existe el menor número de pozos, son Pacora y Salas, en los cuales existen 59 y 70 respectivamente. Ver **cuadro N° 6.8**.

CUADRO N° 6.8
 DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZADOS SEGÚN SU USO
 VALLES MOTUPE-LA LECHE-2014

DISTRITO	TIPO DE POZO SEGÚN SU USO				TOTAL
	AGRÍCOLA	DOMÉSTICO	PECUARIO	INDUSTRIAL	
MOTUPE	380	316	55	07	758
CHÓCHOPE	103	47	07	-	157
VALLE MOTUPE	483	363	62	07	915
JAYANCA	221	150	40	01	412
SALAS	70	48	21	-	139
PÍTIPO	175	194	108	-	477
PACORA	59	42	18	01	120
VALLE LA LECHE	525	434	187	02	1,148
TOTAL	1,008	797	249	09	2,063

GRÁFICO N° 6.8
 DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZADOS SEGÚN SU USO-VALLE MOTUPE-2014

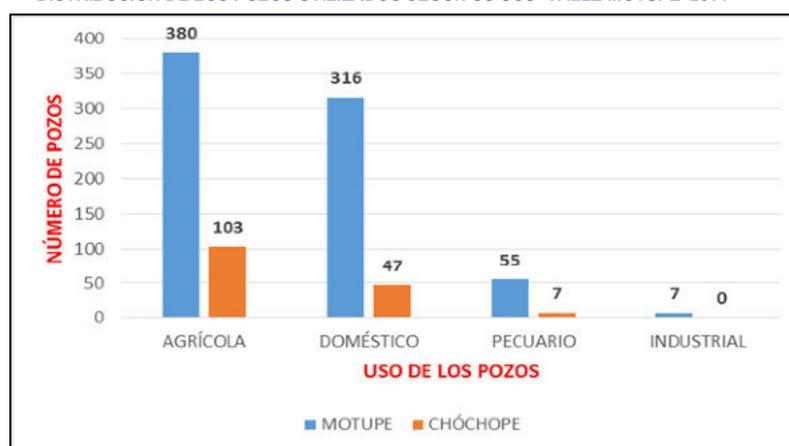
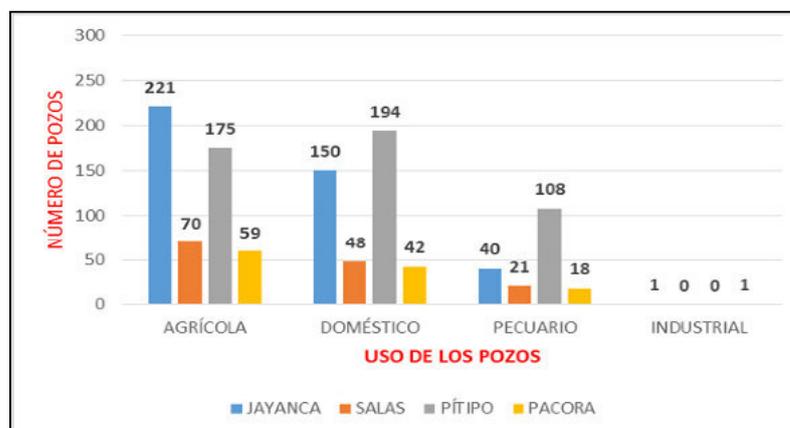


GRÁFICO N° 6.9
 DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZADOS SEGÚN SU USO-VALLE LA LECHE-2014



6.4.2 Uso doméstico

En la zona de veda que abarca los valles de Motupe y margen derecha del río La Leche, se ha registrado 797 pozos para uso doméstico, presentando la mayor densidad el distrito de Motupe con 316 pozos, seguido del distrito de Pítipo con 194 pozos.

El menor número de pozos de este tipo, se aprecia en los distritos de Chochope y Pacora, donde existen 47 y 42 pozos respectivamente.

6.4.3 Uso pecuario

Del total de pozos utilizados, 249 corresponden al uso pecuario; encontrándose en el valle Motupe, 62 pozos; mientras que en el valle La Leche se localizaron 187 pozos.

El distrito que presenta la mayor densidad de pozos, es Pítipo, seguido de Motupe, siendo el número de 108 y 55 respectivamente, estando el menor número de pozos en el distrito de Chochope con 07.

6.4.4 Uso industrial

Se ha registrado el menor número de pozos para este uso, siendo 09, los mismos que se localizan en los distritos de Motupe (07), Jayanca y Pacora que cuentan con sólo un (01) pozo.

6.5.0 Rendimiento de los pozos

En cuanto al rendimiento de los pozos utilizados según su tipo; se aprecian en los cuadros de características técnicas, medidas realizadas de niveles y volúmenes de explotación de pozos que se adjuntan en los Anexos.

Analizando los cuadros antes mencionados se ha determinado que los máximos rendimientos en los pozos tubulares llegan a 85.00 l/s, caudal obtenido en el distrito de Motupe. Ver **Cuadro N° 6.9**.

En relación a los pozos mixtos, debemos indicar que el máximo caudal se presenta en el distrito de Motupe con 55.00 l/s. En cuanto a los pozos a tajo abierto, los máximos caudales explotados ascienden a 35.00 l/s, caudal obtenido en los distritos de Motupe, Chochope y Pítipo.

Con respecto a los caudales mínimos que se han obtenido en el ámbito de estudio, éstos varían de acuerdo al tipo de pozo; así en los tubulares fluctúan entre 1 a 3 l/s; mientras que en los mixtos oscilan entre 0.25 a 3.00 l/s; finalmente en los pozos a tajo abierto, entre 0.20 a 0.80 l/s.

CUADRO N° 6.9
VARIACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS (l/s) SEGÚN EL TIPO DE POZO
VALLE MOTUPE-LA LECHE-2014

DISTRITO	TUBULAR		MIXTO		TAJO ABIERTO		
	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	
VALLE MOTUPE							
MOTUPE	UBICACIÓN	SAN JOSE	EL PAPAYO	HUMEDADES	CERRO LA VIEJA	CHITARRA	TONGORRAPE
	IRHS	233	46	213	864	642	529
	CAUDAL (l/s)	85.00	1.00	55.00	0.90	25.00	0.50
CHOCHOPE	UBICACIÓN	CAIGUA	CHOCHOPE	MOLINO EL CARMEN		CHOCHOPE	MOLINO EL CARMEN
	IRHS	6	21	128		266	44
	CAUDAL (l/s)	36.00	14.00	6.00		35.00	0.60
VALLE LA LECHE							
JAYANCA	UBICACIÓN	TOMASITA	PAMPA DE LINO	SANCARRANCO	CAHUIDE	EL MARQUEZ	EL PINTOR
	IRHS	392	619	719	293	711	369
	CAUDAL (l/s)	86.00	0.50	14.00	0.50	16.00	0.50
PACORA	UBICACIÓN	HUACA RIVERA	SAN SEBASTIAN	LAS JUNTAS	LOS JUAREZ	MATRIZ COMUNIDAD	POMA
	IRHS	119	216	358	273	129	293
	CAUDAL (l/s)	56.00	1.40	7.00	1.00	18.00	0.30
SALAS	UBICACIÓN	HUMEDADES BAJO	LA ALITA BAJA	HUMEDADES ALTO		LA ALITA	LA PEÑA
	IRHS	64	264	114		216	197
	CAUDAL (l/s)	64.00	3.00	3.00		35.00	0.70
PITIPO	UBICACIÓN	OJO DE TORO	SANTA CLARA	SANTA CLARA	OJO DE TORO	OJO DE TORO	EL VERDE
	IRHS	959	565	909	25	388	483
	CAUDAL (l/s)	28.00	1.00	14.00	1.00	35.00	0.30

6.6.0 Características técnicas de los pozos

6.6.1 Profundidad de los pozos

La profundidad de los pozos en el área de estudio es variable, dependiendo básicamente del tipo, uso y ubicación de cada uno de ellos. La profundidad máxima en los tubulares varía entre 46.50 y 150.00 m, en los tajos abiertos fluctúa de 14.60 a 48.70 m y en los mixtos, de 29.00 a 80.00 m. Ver **Cuadro N° 6.10**.

CUADRO N° 6.10
PROFUNDIDADES ACTUALES MÁXIMAS Y MÍNIMAS SEGÚN EL TIPO DE POZO
VALLE MOTUPE-LA LECHE-2014

DISTRITO	TUBULAR		MIXTO		TAJO ABIERTO		
	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	
VALLE MOTUPE							
MOTUPE	UBICACIÓN	ANCHOVIRA	ANCHOVIRA	BRICEÑO	CRUZ VERDE	HUMEDADES	CRUZ VERDE
	IRHS	922	36	133	635	642	387
	PROFUNDIDAD	80.00	10.00	67.00	5.65	46.70	3.85
CHOCHOPE	UBICACIÓN	CHOCHOPE	CHOCHOPE	CHOCHOPE	MOLINO EL CARMEN	SONOLUPE	CHOCHOPE-SONOLUPE
	IRHS	21	22	17	128	1	229
	PROFUNDIDAD	46.50	10.00	29.70	17.20	14.60	1.70
VALLE LA LECHE							
JAYANCA	UBICACIÓN	LIMONAR	PUEBLO	LIMONAR	ACHOTAL	EL CAUTIVO-ACHOTAL	SAN ISIDRO
	IRHS	336	320	313	415	600	403
	PROFUNDIDAD	140.00	7.00	86.00	19.70	34.55	3.70
PACORA	UBICACIÓN	HUACA BANDERA	SAN LUIS	LAS JUNTAS	MATRIZ COMUNIDAD	SAN SEBASTIAN	EL SAUCE
	IRHS	362	369	346	323	210	306
	PROFUNDIDAD	150.00	4.00	28.00	6.80	15.55	3.85
SALAS	UBICACIÓN	HUMEDADES BAJO	JARCHIFE	HUMEDADES ALTO		HAWIAY NEGRO	LA ALITA
	IRHS	64	274	114		284	279
	PROFUNDIDAD	89.65	21.90	53.45		38.35	5.85
PITIPO	UBICACIÓN	PATIVILCA	PAPAYO	OJO DE TORO	SANTA CLARA	SANTA CLARA	LA TRAPOSA
	IRHS	319	268	962	977	918	277
	PROFUNDIDAD	59.70	3.42	29.00	6.35	28.70	1.90

6.6.2 Diámetro de los pozos

El diámetro de los pozos es variable, así en los tubulares fluctúan entre 0.15 y 0.75 m. Por otro lado, en los pozos a tajo abierto el diámetro varía de 1.20 a 3.00 m.; finalmente, en los mixtos de 1.00 a 1.50 m.

6.6.3 Equipos de bombeo

En el ámbito de estudio, existen 1,616 pozos equipados (motor y bomba), estando la mayor densidad en el distrito de Motupe con 560 pozos, seguido de Pitipo y Jayanca con 389 y 320 pozos respectivamente. Los distritos que cuentan con menor densidad, son los distritos de Salas y Pacora, donde existen 117 y 96 pozos. Ver **Cuadro N° 6.11**

CUADRO N° 6.11
 DISTRIBUCIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE LOS POZOS
 VALLE MOTUPE-LA LECHE-2014

DISTRITO	TIPO DE POZO	EQUIPAMIENTO		TOTAL
		CON EQUIPO	SIN EQUIPO	
MOTUPE	TUBULAR	107	52	159
	MIXTO	53	15	68
	TAJO ABIERTO	400	604	1,004
	SUB TOTAL	560	671	1,231
CHOCHOPE	TUBULAR	3	8	11
	MIXTO	1	1	2
	TAJO ABIERTO	130	131	261
	SUB TOTAL	134	140	274
JAYANCA	TUBULAR	163	69	232
	MIXTO	29	8	37
	TAJO ABIERTO	128	359	487
	SUB TOTAL	320	436	756
PACORA	TUBULAR	27	22	49
	MIXTO	11	8	19
	TAJO ABIERTO	58	182	240
	SUB TOTAL	96	212	308
SALAS	TUBULAR	11	1	12
	MIXTO	1	0	1
	TAJO ABIERTO	105	186	291
	SUB TOTAL	117	187	304
PÍTIPO	TUBULAR	34	11	45
	MIXTO	22	3	25
	TAJO ABIERTO	333	324	657
	SUB TOTAL	389	338	727
TOTAL	TUBULAR	345	163	508
	MIXTO	117	35	152
	TAJO ABIERTO	1,154	1,786	2,940
	TOTAL	1,616	1,984	3,600

6.6.4 Motores

En el área de estudio predominan tres (03) tipos de motores: Diesel, gasolinero y eléctrico, con potencias que oscilan entre 0.50 y 150 Hp. Asimismo, se ubicó el pozo IRHS 1,182, perteneciente al distrito de Motupe, que es activado por un molino de viento.

De los 1,616 pozos con equipo registrados, 581 son accionados con motores tipo diesel, 123 pozos con motores gasolineros y 911 con motores eléctricos. Finalmente existe un pozo que es activado por molino de viento. Ver **Cuadro N° 6.12**

CUADRO N° 6.12
 TIPOS DE MOTORES UTILIZADOS-VALLE MOTUPE-LA LECHE-2014

DISTRITO	TIPOS DE MOTOR UTILIZADO				TOTAL
	DIESEL	GASOLINERO	ELÉCTRICO	VIENTO	
MOTUPE	204	35	320	1	560
CHOCHOPE	59	28	47		134
VALLE MOTUPE	263	63	367	1	694
JAYANCA	81	11	228		320
PACORA	13	29	54		96
SALAS	50	4	63		117
PÍTIPO	174	16	199		389
VALLE LA LECHE	318	60	544		922
TOTAL	581	123	911	1	1,616

GRÁFICO N° 6.10
 DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DE MOTORES-VALLE MOTUPE-2014

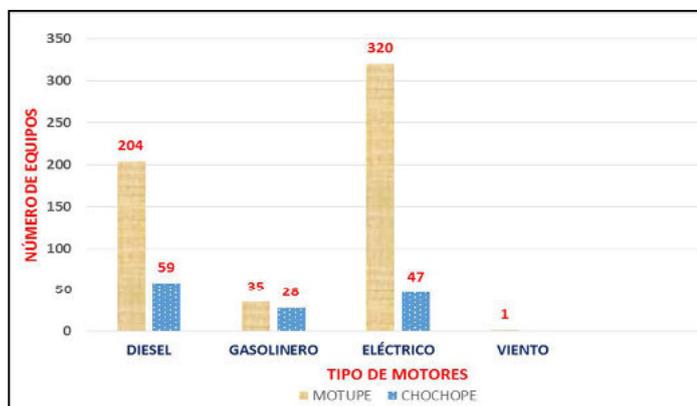
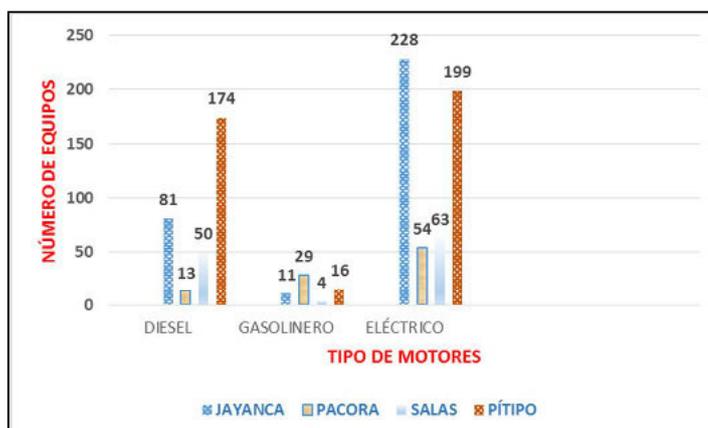


GRÁFICO N° 6.11
 DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DE MOTORES-VALLE LA LECHE-2014



La marca de los motores es variada, predominando las marcas Perkins, Deutz y Caterpillar. Ver **Cuadro N° 6.13**.

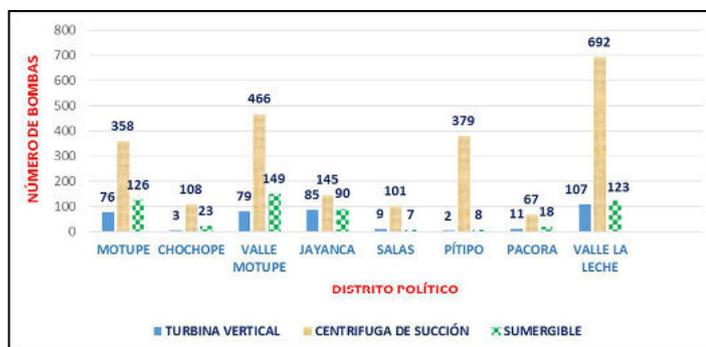
6.6.5 Bombas

De los 1,616 pozos con equipo registrados, 1,158 se encuentran equipados con bombas tipo centrífuga de succión, 272 sumergibles y 186 con bomba tipo turbina vertical. Ver **Cuadro N° 6.13**

CUADRO N° 6.13
TIPOS DE BOMBAS-VALLE MOTUPE-LA LECHE-2014

DISTRITO	TIPO DE BOMBA UTILIZADA			TOTAL
	TV	CS	S	
MOTUPE	76	358	126	560
CHOCHOPE	3	108	23	134
VALLE MOTUPE	79	466	149	694
JAYANCA	85	145	90	320
SALAS	9	101	7	117
PÍTIPO	2	379	8	389
PACORA	11	67	18	96
VALLE LA LECHE	107	692	123	922
TOTAL	186	1,158	272	1,616

GRÁFICO N° 6.12
DISTRIBUCIÓN DE LOS USOS DE LAS BOMBAS-VALLES MOTUPE-LA LECHE-2014



FOTOGRAFIA N° 6.6

Pozo tubular IRHS 165, ubicado en el sector Puerto Rico del distrito de Jayanca, el cual cuenta con bomba china (Shanghai).

La marca de las bombas que predominan en la zona de estudio, son Hidrostral, seguida de Yammar. Ver **Cuadro N° 6.14**.

Con respecto al estado de operación, conservación y mantenimiento de los equipos de bombeo de manera general se puede calificar de regular a pésimo, observándose que la mayoría son equipos muy antiguos y obsoletos

CUADRO N° 6.14
MOTORES Y BOMBAS PREDOMINANTES–VALLE MOTUPE–LA LECHE–2014

DISTRITO	MARCA DE MOTOR			MARCA DE BOMBA		
	TAJO ABIERTO	TUBULAR	MIXTO	TAJO ABIERTO	TUBULAR	MIXTO
MOTUPE	Lain Dong	Perkin's	Lain Dong	Caracol	Johnson	Worthington
	Jiang Dong	Weg	Jiang Dong	Pedrollo	Pedrollo	Hidrostral
	Pedrollo	Delcrosa	Delcrosa	Hidrostral	Hidrostral	Pedrollo
	Shandong Laidang	Voges	Loro	Pentax	Delcrosa	
	China	Hidrostral		Pitbull	Weg	
	Loro	Franklin			Amanillo Gear	
	Weg					
CHOCHOPE	Shandong Landong	Perkins	Perkins	Caracol	Peerless	Johnson Gear r MFC
	Jiang Dong			Lain Dong		
	Lain Dong			Meba		
	Pedrollo			Pedrollo		
	Honda					
PACORA	Yanmar					
	Honda	Jiang Dong	Meba	Meba	Jhonson	Meba
	Meba	Perkins	Pentax	Hidrostral	Randolph	
	Pedrollo	Weg	Kaili	Humbolt	Benson Jhonson	
	Pentax	Siemens		Watt pump	Hooloshaft	
	Lain Dong	Saer			Hidrostral	
	Ebara	Franklin Electric				
	Humbolt	Lister				
	Jiang Dong	Amec				
	Lister	Honda				
JAYANCA	Franklin Electric	Lain Dong				
	Bright Stratton	Pedrollo				
	Pedrollo	Usa Motors	Jiang Dong	Pedrollo	Pedrollo	Jiang Dong
	Jiang Dong	Pedrollo	Meba	Hechiza	Flow serve	Pedrollo
	Engine	Franklin E.	Pedrollo	Meba	Grundfos	
	Meba	Grundfos		Pentax	Shangay Company	
	Ohv	Weg			Hidrostral	
SALAS	Lain Dong	Hidrostral				
	Pentax					
	Pedrollo	Jiang Dong	Hidrostral	Pedrollo	Pedrollo	Pedrollo
	Jiang Dong	Persons		Hidrostral	Hidrostral	
	SHANG DONG	Voges		Pentax	Randolph	
PITIPO	Hidrostral	Hidrostral		Meba	Jhonson Gear	
	ZONG SHENG					
	Pedrollo	Jiang Dong	Lain Dong	Hechiza	Pedrollo	Hechiza
	Jiang Dong	Pedrollo	Jiang Dong	Pedrollo	Jiang Dong	Jiang Dong
	Shangdong Laidong	Meba	Amec	Jiang Dong	Meba	Pedrollo
	Diesel Engine	Amec		Pentax	Amec	Aquamax
PITIPO	Pentax	Loro		Lain Dong		
	Lain Dong					
	Meba					

6.7.0 Explotación del acuífero

Mediante la recolección de datos realizado en la actualización del inventario de fuentes de agua subterránea, se pudo verificar el caudal, permitiendo obtener el volumen de explotación. A continuación se hace la siguiente descripción:

6.7.1 Explotación en el año 2008

• Según su uso

El volumen total explotado del recurso hídrico subterráneo ascendió a 100 569,758.38 m³/año (100.57 Hm³), equivalente a un caudal continuo de explotación de 3.19 m³/s.

Del total de la masa de agua subterránea explotada; el mayor porcentaje (95.76 %) es utilizado con fines agrícolas con 96 310,108.04 m³ (96.31 Hm³), seguido en importancia por el uso doméstico con 2 932,139.24 m³ (2.93 Hm³). Ver **Cuadro N° 6.15**.

A nivel distrital, Jayanca con 45 898,504.80 m³/año (45.90 Hm³), es el que presenta mayor volumen explotado de agua subterránea, seguido por Motupe con 42 071,551.05 m³/año (42.07 Hm³), siendo el distrito de Salas con 2 027,772.89 m³/año (2.03 Hm³), el de menor masa de agua explotada, seguido por Chochope con 2 146,476.81 m³/año (2.15 Hm³).

CUADRO N° 6.15
VOLUMEN DE EXPLOTACIÓN ANUAL (m³), SEGÚN SU USO—AÑO 2008

DISTRITO	VOLUMEN DE EXPLOTACION (m ³)				TOTAL
	DOMESTICO	PECUARIO	AGRICOLA	INDUSTRIAL	
MOTUPE	1,420,003.07	1,116,907.20	39,386,709.06	147,931.72	42,071,551.05
CHOCHOPE	26,189.41	0.00	2,120,287.40	0.00	2,146,476.81
VALLE MOTUPE	1,446,192.48	1,116,907.20	41,506,996.46	147,931.72	44,218,027.86
JAYANCA	874,304.78	0.00	45,008,042.40	16,157.62	45,898,504.80
PACORA	370,062.94	0.00	5,512,674.59	9,494.87	5,892,232.40
SALAS	76,537.49	0.00	1,938,192.30	13,043.10	2,027,772.89
PITIPO	165,041.54	0.00	2,344,202.30	23,976.59	2,533,220.43
VALLE LA LECHE	1,485,946.75	0.00	54,803,111.59	62,672.18	56,351,730.52
TOTAL	2,932,139.23	1,116,907.20	96,310,108.05	210,603.90	100,569,758.38

Fuente: Elaboración propia

• Según el tipo de pozo

El **Cuadro N° 6.16**, muestra la explotación de las aguas subterráneas por tipo de pozo, siendo los tubulares donde se extrae la mayor masa de agua con 86 731,020.41 m³/año (86.73 Hm³), seguido en importancia por los tajos abierto con 10 049,906.16 m³/año (10.05 Hm³).

Con relación a los distritos, Jayanca es el que presenta mayor volumen explotado de agua subterránea, siendo los pozos tubulares los que aportan 45 226,868.54 m³/año (45.23 Hm³). A continuación, del distrito de Motupe se explota una masa de 33 999,167.98 m³/año (34.00 Hm³).

CUADRO N° 6.16
VOLUMEN DE EXPLOTACIÓN ANUAL (m³), SEGÚN SU TIPO—AÑO 2008

DISTRITO	VOLUMEN DE EXPLOTACION (m ³)			TOTAL
	TUBULAR	MIXTO	TAJO ABIERTO	
MOTUPE	33,999,167.98	3,534,902.30	4,537,480.77	42,071,551.05
CHOCHOPE	291,021.26	35,557.10	1,819,898.45	2,146,476.81
VALLE MOTUPE	34,290,189.24	3,570,459.40	6,357,379.22	44,218,027.86
JAYANCA	45,226,868.54	70,762.00	800,874.27	45,898,504.81
PACORA	5,382,788.70	2,189.60	507,254.09	5,892,232.39
SALAS	1,365,373.60	0.00	662,399.29	2,027,772.89
PITIPO	465,800.32	145,420.80	1,921,999.31	2,533,220.43
VALLE LA LECHE	52,440,831.16	218,372.40	3,692,526.96	56,351,730.52
TOTAL	86,731,020.40	3,788,831.80	10,049,906.18	100,569,758.38

6.7.2 Explotación en el año 2014

Los aforos realizados en la fase de actualización de las fuentes de agua subterránea en los ámbitos de los valles Motupe y margen derecha del río La Leche, ha permitido calcular el volumen total explotado del acuífero en el año 2014, llegando a extraer un volumen de agua de **127'921,474.21 m³ (127.92 MMC)**, que corresponde a un caudal continuo de explotación de 4.06 m³/s.

- **Según su uso**

En el **valle Motupe**, el volumen total explotado del recurso hídrico subterráneo asciende a 45'490,667.44 m³/año (45.49 Hm³), que equivale a un caudal continuo de explotación de 1.44 m³/s.

Del total de la masa de agua subterránea explotada; la mayor cantidad es utilizada con fines agrícolas y asciende a 41'882,065.58 m³/año (41.88 Hm³), seguido en importancia por el uso doméstico con 2'244,583.17 m³/año (2.24 Hm³). Ver **Cuadro N° 6.17**.

CUADRO N° 6.17
 VOLUMEN DE EXPLOTACIÓN ANUAL (m³), SEGÚN SU TIPO-AÑO 2014

DISTRITO	VOLUMEN DE EXPLOTACIÓN				TOTAL
	DOMÉSTICO	PECUARIO	AGRICOLA	INDUSTRIAL	
MOTUPE	2'032,538.19	80,402.29	39'145,524.83	1'273,072.00	42'531,537.31
CHOCHOPE	211,828.98	10,544.40	2'736,540.75		2'958,914.13
VALLE MOTUPE	2'244,583.17	90,946.69	41'882,065.58	1'273,072.00	45'490,667.44
JAYANCA	652,161.30	17,592.93	73'147,218.66	37,422.00	73,854,394.89
SALAS	335,793.40	23,074.18	3'563,435.50		3'922,303.08
PÍTIPO	178,068.74	48,780.66	1,461,585.21		1'688,434.61
PACORA	368,905.78	4,574.37	2'588,888.52	3,521.52	2'965,890.19
VALLE LA LECHE	1'534,929.22	94,022.14	80'761,127.89	40,943.52	82'431,023.00
TOTAL	3'779,512	184,969	122'643,193	1'314,016	127'921,474.21

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 6.12
 VOLUMEN DE EXPLOTACIÓN A NIVEL DE VALLE-2014



A nivel distrital, Motupe con 42'531,537.31 m³/año (42.53 Hm³), es el que presenta mayor volumen de explotación de agua subterránea, seguido del distrito de Chochope con 2'958,914.13 m³/año (2.96 Hm³), quien presenta la menor masa de agua explotada en el valle.

En cuanto al ámbito del **valle La Leche**, el volumen total explotado del acuífero mediante pozos es **82'431,023.00 m³/año** (82.43 Hm³) que equivale a una explotación continua de 2.61 m³/s. En relación al uso del volumen total explotado; 80'761,127.89 m³/año (80.76 Hm³), corresponde al uso agrícola, seguido del uso doméstico con 1'534,929.22 m³/año (1.53 Hm³). A nivel de distrito político, Jayanca presenta el mayor volumen de explotación con 73'854,394.89 m³/año (73.85 Hm³); seguido de Salas con 3'922,303.08 m³/año (3.92 Hm³), Pacora con 2'965,890.19 m³/año (2.97 Hm³); finalmente, el distrito de Pítipu con 1'688,434.61 m³/año (1.69 Hm³).

CUADRO N° 6.18
VOLUMEN DE EXPLOTACIÓN (m³), POR TIPO DE POZO

DISTRITO	VOLUMEN DE EXPLOTACIÓN			TOTAL
	TUBULAR	MIXTO	TAJO ABIERTO	
MOTUPE	32'338,037.34	5'029,564.52	5'163,935.46	42'531,537.32
CHOCHOPE	483,408.00	1,036.80	2'474,469.33	2'958,914.13
VALLE MOTUPE	32'821,445.34	5'030,601.32	7'638,404.79	45'490,451.45
JAYANCA	73'091,661.37	149,547.20	613,186.32	73'854,394.89
SALAS	2'345,560.00	1,944.00	1'574,799.08	3'922,303.08
PÍTIPO	126,058.28	106,551.59	1'455,824.74	1'688,434.61
PACORA	2'660,908.87	51,840.50	253,140.82	2'965,890.19
VALLE LA LECHE	78'224,188.52	309,883.29	3'896,950.96	82'431,023.00
TOTAL	111'045,634	5'340,485.00	11'535,356.00	127'921,474.21

- **Según tipo de pozo**

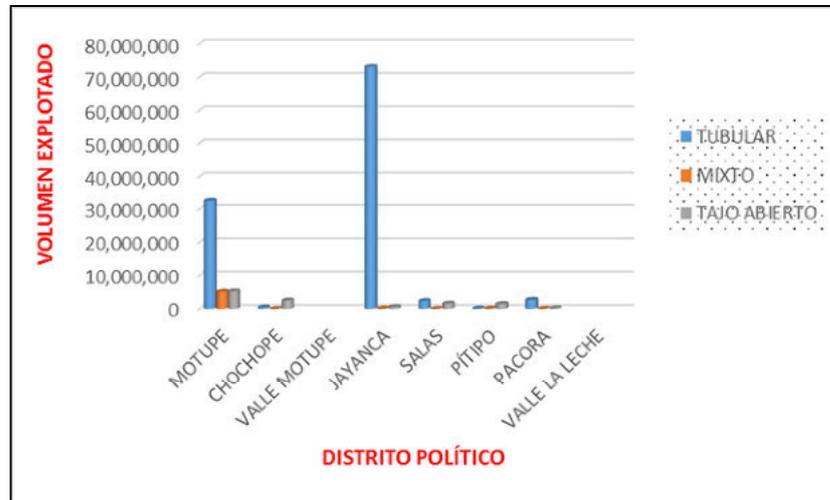
En el **valle Motupe**, la explotación de las aguas subterráneas por tipo de pozo, manifiesta que en los pozos tubulares se extrae la mayor masa de agua con 32'821,445.34 m³/año (32.82 Hm³), seguido en importancia por los tajo abierto con 7'638,404.79 m³/año (7.64 Hm³). Ver **Cuadro N° 6.18**.

En cuanto a los distritos, Motupe es el que presenta mayor volumen explotado de agua subterránea, siendo los pozos tubulares los que aportan 32'338,037.34 m³/año (32.34 Hm³) y los mixtos con 5'029,564.52 m³/año (5.03 Hm³).

En el valle **La Leche**, de acuerdo al tipo de pozo, el mayor volumen de explotación, se presentan en los pozos tubulares que aportan 78'224,188.52 m³/año, (78.22 Hm³), seguido de los pozos a tajo abierto con 3'896,950.96 m³/año (3.89 Hm³).

Por otro lado, a nivel de distrito político, Jayanca es el que presenta mayor volumen de explotación, siendo los pozos tubulares los que aportan 73'854,394.89 m³/año (73.85 Hm³), en segundo lugar aparece el distrito de Salas con 3'922,303.08 m³/año, (3.92 Hm³).

GRÁFICO N° 6.13
 VOLUMEN DE EXPLOTACIÓN POR TIPO DE POZO-2014



6.7.3 Variación de los volúmenes de explotación

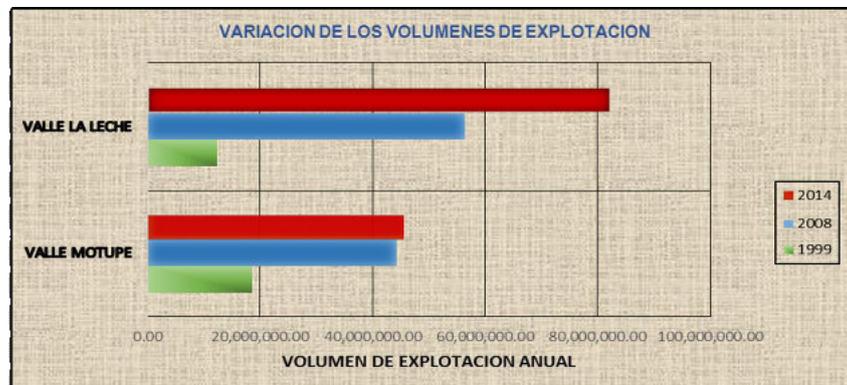
El inventario de fuentes de aguas subterráneas, realizado para el presente informe, nos permite hacer un análisis comparativo del volumen de explotación de los pozos actual (2014) y los obtenidos de los inventarios del valle Motupe-La Leche en el año 2,008.

En el **valle Motupe**, el volumen de explotación de las aguas subterráneas obtenido en el año 2,001, fue 18 557,720.27 m³/año (18.56 Hm³); en el año 2,008, se incrementó a 44 218,027.86 m³/año (44.22 Hm³); mientras que para el año 2,014, el volumen registrado es 45 490,451.44 m³/ año (45.49 Hm³).

Para el **valle La Leche**, el volumen de explotación de las aguas subterráneas en el año 1,999 fue de 12 409,915.00 m³/año (12.41 Hm³); en el año 2,008, se incrementó a 56 351,730.52 m³/año (56.35 Hm³).

Para la presente actualización del inventario, el volumen de explotación de las aguas subterráneas es 82 431,023.00 m³/año (82.43 Hm³).

GRÁFICO N° 6.13



Con respecto al año 2,008, el volumen de explotación de agua subterránea se ha incrementado en 21.37 %. En el gráfico antes referido, se muestra la evolución en la explotación de los acuíferos de Motupe y La Leche, de acuerdo al presente estudio y los realizados anteriormente.

6.7.4 Situación legal de las fuentes de agua subterránea

En el área de estudio (acuífero Motupe y margen derecha del río La Leche) existen 274 pozos que cuentan con derechos de uso de agua subterránea, de los cuales 193 son tubulares, 78 a tajo abierto y 03 mixtos. Ver **Cuadro N° 6.19**.

A nivel de distrito político podemos apreciar que Jayanca cuenta con 140 derechos de uso otorgados, seguido del distrito de Motupe con 100, siendo los distritos de Salas y Chochope, quienes cuentan con solo 05 y 03 derechos otorgados respectivamente.

CUADRO N° 6.19
 PADRON DE DERECHOS DE USO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS-VALLE MOTUPE-LA LECHE

DISTRITO	TUBULAR CON LICENCIA				MIXTO CON LICENCIA			TAJO ABIERTO CON LICENCIA				TOTAL DE LICENCIAS
	DOMÉSTICO	AGRÍCOLA	PECUARIO	INDUSTRIAL	DOMÉSTICO	AGRÍCOLA	PECUARIO	DOMÉSTICO	AGRÍCOLA	PECUARIO	INDUSTRIAL	
MOTUPE	2	57	3					2	31	4	1	100
CHOCHOPE									3			3
PACORA	2	5							1			8
JAYANCA	1	117		1		3			18			140
SALAS	1	1							3			5
PITTIPO	1	2							15			18
TOTAL	7	182	3	1		3		2	71	4	1	274

Fuente: Administración Local de Agua Motupe - Olmos - La Leche

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA



7.0.0 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

7.1.0 Introducción

Actividad realizada en el presente estudio, que permitirá conocer a partir de la superficie del terreno, la distribución de las distintas capas geeléctricas en dirección vertical; cuya interpretación y posterior análisis determinará la resistividad verdadera y espesor de cada capa.

El sondeo por el método de Transitorios Electromagnéticos TDEM, al igual que el Sondeo Eléctrico Vertical SEV, se usa para distinguir las capas del subsuelo según los valores de sus resistividades/conductividades eléctricas. Los Valores de estas propiedades, junto con información geológica disponible del área de estudio, permiten caracterizar el subsuelo con fines hidrogeológicos, geotécnicos, medioambientales y de prospección de minerales.

Este método fue desarrollado en Rusia para la investigación de grandes profundidades, para fines petroleros, para resolver el problema de las `capas pantalla`, que representaban rocas y hielo de muy alta resistividad que impedían el uso del método convencional de resistividades, como es el Sondeo Eléctrico Vertical SEV. Asimismo, las capas del subsuelo con muy baja resistividad también constituyen `capas pantalla`, las cuales también son atravesadas fácilmente por el método TDEM.

Entre el 15 de junio y el 15 de setiembre del 2014, fueron tomados los datos de campo de 182 **Sondeos por Transitorios Electromagnéticos TDEM**. Ver **Cuadro N° 7.1**. Las curvas TDEM con su interpretación, se presenta en el **Anexo VII: Gráficos TDEM**.

7.2.0 Fundamento del método

Las grandes mejoras hechas a los instrumentos modernos para el registro de las señales por el uso de los microprocesadores y el gran aumento de las capacidades de cálculo de las computadoras, ha permitido que éste y otros métodos, tomen gran importancia en la hidrogeología, geotecnia y medioambiente, al extender su aplicación a la resolución de las capas someras del subsuelo.

Esta información es la expresión de las resistividades y espesores de las capas del subsuelo. El decaimiento del campo secundario, puede transformarse así en la variación de las resistividades aparentes en función del tiempo. A partir de esta curva, es posible determinar la sección de resistividades del subsuelo.

Las rocas presentan resistividades eléctricas que varían en un amplio rango, dependiendo de diversos factores: litología, el grado de conservación, humedad y principalmente el grado de mineralización del agua contenida en los poros y fracturas.

COMPONENTES DEL EQUIPO DE GEOFÍSICA TDEM



TRANSMISOR



RECEPTOR



ESPIRA RECEPTORA

RESISTIVIDAD DE AGUAS Y ROCAS

Tipo de Agua y Roca	Resistividad Ohm-m
Agua de mar	0.2
Agua de acuíferos aluviales	10 - 30
Agua de fuentes	50 - 100
Arenas y gravas secas	1,000 - 10,000
Arenas y gravas con agua dulce	50 - 500
Arenas y gravas con agua salada	0.5 - 5
Arcillas	2 - 20
Margas	20 - 100
Calizas	300 - 10,000
Areniscas arcillosas	50 - 300
Areniscas cuarcíticas	300 - 10,000
Cineritas, tobas volcánicas	50 - 300
Lavas	300 - 10,000
Esquistos grafitosos	0.5 - 5
Esquistos arcillosos o alterados	100 - 300
Esquistos sanos	300 - 3,000
Gneis, granito alterados	100 - 1,000
Gneis, granitos sanos	1,000 - 10,000

*) PARASNIS SD. Principios de geofísica aplicada

7.3.0 Particularidades del sondeo por transitorios electromagnéticos TDEM

En este tipo de sondeo, a diferencia de lo realizado en los SEVs tradicionales, no se introduce corriente eléctrica en la tierra; se hace pasar corriente eléctrica por una espira (o bobina) circular o cuadrada, cuyas dimensiones son escogidas de acuerdo a la profundidad que se necesita investigar.

Este paso de corriente produce un campo magnético que penetra al subsuelo sin ningún impedimento por la presencia de capas pantalla o de muy alta resistividad. La corriente es interrumpida después de un breve lapso y se mide una señal inducida, que es respuesta del subsuelo; en otra espira que actúa como receptora.

A medida que se amplía el lapso de transmisión de corriente, ésta penetra a mayor profundidad y en consecuencia, la respuesta en la espira receptora es expresión del subsuelo a profundidades mayores. En el campo se obtiene las curvas de voltaje (Fem) de la señal en la espira receptora en función de la duración del pulso que pasa por la bobina generadora o transmisora (Tiempo). Estas curvas mediante el procesamiento se transforma a curvas de resistividades aparentes y curvas de conductancias en función del tiempo (duración del pulso eléctrico), las cuales finalmente serán interpretadas.

Para la obtención de los datos de campo de un sondeo TDEM, se forma una espira cuadrada de 100 x 100 m; en uno de los vértices, se instala los equipos (computadora, receptor, baterías generadoras de corriente eléctrica y otros accesorios); luego se procede a extender las espiras formando un cuadrado de dimensiones 100 x 100 m.; acorde a la zona, también se instala un sensor dentro del cuadrado ubicado a $L/2$ del vértice donde se encuentran los equipos. El objetivo de la extensión de la espira es generar un campo magnético, que permita conocer las capas del suelo desde 0.0 m. hasta 500 m. de profundidad aproximadamente.

Instalada la espira (cables) en tiempos paralelos se instala las baterías, commutador de corriente, receptor y equipo de computo; luego se manipula la computadora y se obtiene los datos para dos regímenes (fase temprana, con poca corriente) y fase tardía (mayor corriente 60 voltios); para ello previamente se tiene instalado el programa PROBA \bar{k} , que sirve para la obtención de información de campo. En la pantalla del computador se visualiza gráficos (curvas) construidos entre voltaje (amperios) versus tiempo, en éste se observará las deformaciones de las curvas producto de los ruidos (vientos, fenómenos telúricos, líneas de conducción de corriente eléctrica cercanas a la zona, relámpagos, etc.)

En depósitos no consolidados, la resistividad aumenta al incrementarse la granulometría predominante. En todos los casos, las rocas que contienen agua mineralizada disminuyen su resistividad.

Otra ventaja del método TDEM con respecto al SEV, es su mayor profundidad de penetración y mejores resoluciones en dirección vertical y dirección lateral. Para investigar una profundidad determinada en el TDEM, se usa una espira de transmisión cuyo lado es su tercera o cuarta parte de ella; mientras que en el SEV, la línea de corriente tiene que ser 3 o 4 veces mayor.

Entre las desventajas del TDEM, se puede mencionar que es más influenciado a ruidos electromagnéticos, como líneas de alta tensión y la falta de resolución de las capas superficiales (los 10⁻¹⁵ primeros metros del corte).

7.4.0 Trabajo de campo

En el área de estudio se ejecutaron 182 sondeos por transitorios electromagnéticos TDEM; el procesamiento de datos se realizó con el programa PROBWIN v. 3.0; y la interpretación, se hizo con el programa POBBOR 4.8, también de origen Ruso. Ver **Lámina N° 7.1**

CUADRO N° 7.1
SONDEOS POR TRANSITORIOS ELECTROMAGNETICOS-TDEM EJECUTADOS - VALLE LA LECHE -
AÑO 2014

TDEM N°	ESTE	NORTE	TDEM N°	ESTE	NORTE	TDEM N°	ESTE	NORTE
1	628500	9314000	62	626500	9305000	123	631500	9305500
2	629000	9313500	63	625500	9305000	124	632000	9305500
3	628500	9313500	64	624500	9305000	125	632500	9305500
4	628500	9313000	65	625500	9306000	126	633500	9305500
5	628000	9313000	66	624500	9306000	127	634000	9305500
6	627500	9312780	67	625000	9306500	128	627500	9305000
7	628000	9312500	68	629500	9307000	129	628500	9305000
8	627500	9312500	69	629000	9303500	130	630500	9305000
9	627000	9312500	70	629500	9305000	131	631500	9305000
10	627500	9312250	71	629500	9305500	132	627500	9304500
11	627000	9312000	72	630000	9305500	133	628000	9304500
12	626500	9312500	73	630500	9305500	134	628500	9304500
13	626000	9312500	74	626500	9311000	135	629000	9304500
14	626000	9313000	75	625500	9311000	136	630000	9304500
15	626000	9313500	76	624500	9311000	137	625000	9304000
16	626000	9314000	77	627500	9310000	138	626000	9304000
17	625500	9314500	78	626500	9310000	139	627000	9304000
18	625500	9314000	79	625500	9310000	140	628000	9304000
19	625000	9314000	80	624500	9310000	141	629500	9304000
20	624500	9314000	81	624500	9309000	142	630500	9304000
21	624500	9313500	82	625500	9309000	143	631500	9304000
22	625000	9313500	83	626500	9309000	144	630000	9303500
23	625500	9313500	84	627500	9309000	145	630500	9303500
24	625500	9313000	85	628500	9309000	146	631000	9303500
25	625000	9313000	86	624500	9308000	147	624500	9303000
26	624500	9313000	87	625500	9308000	148	629000	9303000
27	624500	9312500	88	626500	9308000	149	630000	9303000
28	625000	9312500	89	627500	9308000	150	631000	9303000
29	625500	9312500	90	628500	9308000	151	629000	9302500
30	626500	9312000	91	629500	9308000	152	629500	9302500
31	626000	9312000	92	630500	9308000	153	630500	9302500
32	625500	9312000	93	624500	9307000	154	631000	9302500
33	625000	9312000	94	625500	9307000	155	630500	9302000
34	624500	9312000	95	626500	9307000	156	631000	9302000
35	629500	9302000	96	627500	9307000	157	627000	9301500
36	629000	9301500	97	628500	9307000	158	627500	9301500
37	628500	9301500	98	630000	9302000	159	629500	9301500
38	628500	9302000	99	630500	9307000	160	630500	9301500
39	628500	9302500	100	629500	9301000	161	631000	9301500
40	628500	9303000	101	626000	9306500	162	624500	9301000
41	629000	9301000	102	627000	9306500	163	625500	9301000
42	628500	9301000	103	628000	9306500	164	626500	9301000
43	628000	9301500	104	629000	9306500	165	627500	9301000
44	628000	9302000	105	630000	9306500	166	630500	9301000
45	627500	9302000	106	631000	9306500	167	630500	9300000
46	627000	9302000	107	632000	9306500	168	629500	9300000
47	627500	9302500	108	633000	9306500	169	628500	9300000
48	628000	9302500	109	630000	9302500	170	626500	9300000
49	627500	9303000	110	630500	9303000	171	626500	9300000
50	628000	9303000	111	626500	9306000	172	625500	9300000
51	628000	9303500	112	627500	9306000	173	624500	9300000
52	628500	9304000	113	628500	9306000	174	625500	9300000
53	628500	9303500	114	629500	9306000	175	632500	9306000
54	627500	9304000	115	630500	9306000	176	632500	9305000
55	627000	9304500	116	631500	9306000	177	633500	9305000
56	627500	9303500	117	627000	9305500	178	634500	9305000
57	626500	9303000	118	627500	9305500	179	633500	9306000
58	625500	9303000	119	628000	9305500	180	633000	9307000
59	624500	9304000	120	628500	9305500	181	626000	9302000
60	625500	9304000	121	629000	9305500	182	627000	9302000
61	626500	9304000	122	631000	9305500			

La interpretación cuantitativa de las curvas de resistividad aparente, se muestran en el Cuadro N° 7.2, donde se aprecian los valores de las resistividades verdaderas y los espesores de cada capa geoelectrica.

7.4.1 Equipo utilizado

Del receptor:

- Controlado por computadora interna o externa.
- Rango dinámico en la medición de la diferencia de potencial (ddp) durante el proceso transitorio: NO menor de 120 dB.
- Rango de tiempo de medición del proceso transitorio: Al menos entre 500 nano segundos (milésima de micro segundo) y 50 segundos.
- Niveles de ruido.
- A frecuencias de 500 Khz hasta 60 microvoltios.
- A frecuencias de 1 Khz hasta 0.5 microvoltios.
- Máximo valor de la diferencia de potencial medido: Entre 3 y 10 voltios.
- Atenuación ruido de 60 Hz: No menor de 50 dB.
- Rango de temperatura de funcionamiento: De 0 0 C a 450C.

Del transmisor:

- Potencia 1.0 Kilovatio.
- Tensión de trabajo hasta de 100 voltios.
- Corriente de conmutación hasta de 20 amperios.
- Modo de sincronización con el receptor: Por cable o por señal de satélite.
- Rango de temperatura de funcionamiento: De 0 0 C a 450C.

Del sensor compacto:

- Aplicación para sondeos de 35 a 700 m de profundidad.
- Tamaño de una espira equivalente: Espira cuadrada de 70 cm X 70 cm.
- Tiempo inicial de medición: 70 micro segundos o menor.
- Impedancia de entrada: De 250 a 400 Ohms.
- Rango de temperatura: De 0 0 C a 450C.

7.4.2 Trabajo de gabinete

La información de campo obtenida de los TDEMs se ha procesado de acuerdo a las técnicas establecidas para la exploración eléctrica en aguas subterráneas. Para la interpretación cuantitativa de los TDEMs se utilizó el software y/o programa PROBAWIN, de origen ruso que fue desarrollado por la Universidad Nacional de Moscú.

Sobre la base del procesamiento y análisis mencionados, se han confeccionado las Curvas ρ^{-V_s-t} respectivas de los sondeos, consignándose los parámetros básicos de resistividad en Ohm-m y de espesores y profundidades en m, de cada una de las capas que constituyen el relleno sedimentario permitiendo además elaborar secciones o cortes de resistividades para representar esquemáticamente de manera indirecta la forma del subsuelo.

Los resultados podrían tener errores hasta de +10% de las determinaciones realizadas, debido al principio de equivalencia de los métodos eléctricos de prospección. Las curvas TDEM con su interpretación se presentan en el Anexo VII:

CUADRO N° 7.2											
INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS POR TRANSITORIOS ELECTROMAGNÉTICOS - TDEM											
VALLE MOTUPE-LA LECHE-2014											
TDEM N°	CAPA GEOELECTRICA										Profundidad aproximada al basamento (m)
	R_1 h_1	R_2 h_2	R_3 h_3	R_4 h_4	R_5 h_5	R_6 h_6	R_7 h_7	R_8 H_8	R_9 H_9	R_{10} H_{10}	
1	456.10	151.50	43.84	3467.00							82.47
	18.64	34.71	29.12								
2	90.57	29.96	11.14	95.12	2310.00						113.03
	7.65	28.47	26.57	50.34							
3	312222.00	5.72	9.32	7.99	99650.00						182.42
	13.46	10.59	81.00	77.37							
4	34.35	9.26	14.77	7.23	1109.00						174.19
	8.17	65.95	30.96	69.11							
5	147752.00	90.39	43.54	1572.00							157.42
	13.24	64.55	79.63								
6	33882.00	28.66	252.60	4836.00							127.89
	26.64	9.584	91.67								
7	509.30	91.85	80.81	15.24	6430.00						151.70
	28.48	34.29	66.52	22.41							
8	295449	88.33	115.80	21.25	54128						150.85
	23.53	59.56	32.08	35.68							
9	343.20	57.83	7.16	101.20	113145.00						199.66
	51.53	99.44	19.19	29.50							
10	882.40	73.99	28.86	15.48	119237.00						218.18
	31.37	89.68	63.38	33.75							
11	436.10	144.70	41.03	36536.00							82.14
	20.00	35.09	27.05								
12	1387.00	91.70	56.77	9.52	249.40						222.00
	28.65	65.86	100.90	26.59							
13	536.00	75.60	113.60	23.65	7193.00						218.38
	23.32	31.19	83.13	80.74							
14	887.50	32.33	11.42	743.10							67.49
	4.08	31.64	31.77								
15	10334.00	8.67	8.81	6.50	444.40						140.44
	10.51	58.80	36.51	34.62							
16	28509.00	7.67	33.45	4.71	99650.00						150.21
	12.39	63.27	30.89	43.66							
17	12428.00	9.21	16.93	5.78	99650.00						155.35
	8.39	61.63	31.70	53.63							
18	#####	7.81	14.17	6.07	664.20						163.91
	17.44	62.38	26.70	57.39							
19	3891.00	2.75	11.74	7.92	124.40						149.65
	14.11	6.77	48.39	80.38							
20	15096.00	2.63	10.00	7.77	82.19						181.96
	13.87	4.86	76.03	87.20							
21	34283.00	1.80	11.63	7.34	86.14						158.22
	17.22	4.08	67.61	69.31							
22	#####	3.26	8.92	12.48	3696.00						200.11
	14.09	10.78	58.04	117.20							
23	19687.00	1.98	19.94	5.56	16110.00						130.83
	18.24	6.92	35.11	70.56							
24	2977.00	7.10	8.58	10.22	75.66						172.58
	16.72	30.91	60.11	64.84							
25	6488.00	7.49	11.25	731.10							205.88
	19.75	71.23	114.90								
26	471449.00	6.09	10.12	15.70	452.90						211.02
	26.61	29.54	101.30	53.57							
27	35970.00	6.73	9.62	14.40	1611.00						219.83
	26.74	35.14	108.00	49.95							
28	2585.00	7.32	10.03	341.30							189.80
	22.98	82.39	84.43								
29	1327.00	7.90	6.55	13.14	244.70						224.32
	17.15	13.56	66.81	126.80							
30	2292.00	3.50	19.39	7.13	795.40						158.07
	23.47	5.46	15.24	113.90							

31	11442.00	2.98	16.77	6.98	71498.00							156.09
	24.00	5.80	16.69	109.60								
32	2812.00	5.64	18.38	6.57	256.50							150.59
	20.82	26.46	28.42	74.89								
33	11622.00	7.34	17.69	5.55	472.20							170.16
	25.43	59.03	23.01	62.69								
34	11622.00	7.15	13.37	6.09	1164.00							166.04
	26.89	50.85	18.63	69.67								
35	3070.00	2.13	9.02	2.98	4833.00							128.27
	17.74	5.12	79.76	25.65								
36	500.00	2755.00	80.22	105.30	16.96	12.52	1120.00					195.19
	14.00	6.19	29.15	100.20	30.40	15.25						
37	3115.00	1.97	20.07	7.13	975.60							156.03
	22.32	5.67	20.74	107.30								
38	7260.00	8.15	5.99	8.82	1343.00							168.84
	15.29	57.99	40.15	55.41								
39	3115.00	1.56	21.04	5.81	19809.00							141.44
	21.35	4.65	26.55	88.89								
40	12353.00	6.83	9.86	3.79	14519.00							129.43
	16.08	48.42	30.05	34.88								
41	4948.00	2.33	11.18	6.46	115.90							152.26
	17.72	5.55	40.98	88.01								
42	2301.00	3.33	10.20	5.81	748.70							145.31
	16.86	8.34	55.18	64.93								
43	13182.00	1.80	10.03	3.71	33194.00							140.44
	21.18	4.02	84.46	30.78								
44	59686.00	8.53	7.11	177.90								159.90
	13.44	59.74	86.72									
45	1698.00	2.48	16.48	6.15	191.10							147.12
	21.93	5.66	21.93	97.60								
46	1698.00	2.38	19.63	6.16	266.90							146.10
	19.56	6.07	21.93	98.54								
47	178580.00	8.14	7.99	6.68	60.86							151.73
	10.19	64.00	42.89	34.65								
48	#####	1.65	30.64	6.34	1552.00							155.98
	19.64	5.66	29.28	101.40								
49	518077.00	6.34	8.06	12.93	3326.00							164.86
	18.70	44.65	88.21	13.30								
50	2077.00	6.55	8.40	4.41	8451.00							139.81
	15.97	20.80	54.85	48.19								
51	101867.00	4.67	8.39	6.41	994.40							162.11
	20.41	11.19	79.42	51.09								
52	20.51	10.85	5.16	16.10	288.10							234.04
	24.73	56.91	38.20	114.20								
53	2647.00	4.23	8.53	3.78	1123.00							136.75
	21.65	7.87	74.08	33.15								
54	122.30	6.46	11.18	5.92	1257.00							153.43
	17.86	7.49	62.71	65.37								
55	11822.00	13.81	7.36	13.00	154.90							225.79
	6.99	36.98	79.72	102.10								
56	351.80	14.80	8.23	4.06	31.07							131.18
	10.68	15.90	84.70	19.90								
57	3235.00	6.10	7.53	6.84	525.10							163.40
	19.17	30.38	44.80	69.05								
58	75.44	13.55	6.99	6.49	908.70							167.00
	11.31	29.65	44.05	81.99								
59	3181.00	8.48	6.35	15.14	124.00							237.56
	18.02	63.10	49.14	107.30								
60	1581.00	10.74	6.19	10.85	415.80							212.97
	18.68	35.09	69.28	89.92								

121	90154.00	10.52	7.39	8.74	135.70																211.40	
	19.15	45.31	85.01	61.93																		
122	6637.00	12.27	8.22	7.57	650.00																	185.97
	26.57	27.86	101.80	29.74																		
123	21639.00	10.39	7.92	5.74	925.60																	206.08
	19.90	37.17	129.50	19.51																		
124	3303.00	12.26	7.22	940.50																		170.85
	26.07	40.48	104.30																			
125	2864.00	12.74	7.85	103.90																		177.25
	25.88	34.37	117.00																			
126	6585.00	12.69	7.73	648.90																		181.14
	25.92	34.42	120.80																			
127	2708.00	13.22	7.65	716.70																		176.00
	25.44	33.06	117.50																			
128	14099.00	11.30	5.51	12.36	288.40																	202.10
	10.82	50.87	35.61	104.80																		
129	7480.00	12.86	7.32	209.00																		170.19
	10.72	49.47	110.00																			
130	2708.00	14.32	7.91	93.19																		173.13
	24.95	27.78	120.40																			
131	2708.00	21.67	13.65	7.95	115.30																	174.73
	24.26	3.73	25.44	121.30																		
132	6555.00	9.85	11.25	7.39	1136.00																	168.22
	11.42	4.42	38.08	114.30																		
133	11710.00	11.99	6.98	6.80	128.70																	158.30
	11.38	54.92	29.05	62.95																		
134	195635.00	12.71	6.87	9.54	3046.00																	190.14
	11.13	51.66	56.62	70.73																		
135	3461.00	8.69	7.02	7.76	78.37																	192.43
	21.89	47.31	12.43	110.80																		
136	131625.00	8.02	11.59	7.86	63.88																	146.33
	21.87	2.39	5.17	116.90																		
137	1305.00	12.43	4.78	11.00	167.00																	216.82
	15.79	44.29	41.54	115.20																		
138	1951.00	19.44	8.42	9.29	167.00																	212.24
	11.21	28.22	56.11	116.70																		
139	4222.00	12.61	8.30	8.35	245.70																	184.74
	9.47	39.97	23.60	111.70																		
140	19229.00	8.32	11.87	7.15	849.80																	161.67
	15.22	14.72	38.55	93.18																		
141	#####	7.15	14.82	5.49	530.00																	169.03
	19.75	55.40	47.16	46.72																		
142	1117.00	5.62	7.83	12.67	165.20																	201.88
	24.06	3.22	74.40	100.20																		
143	900.00	3.70	22.74	8.22	153.50																	167.37
	13.07	8.19	25.81	120.30																		
144	35031.00	4.34	30.74	7.58	139.00																	148.91
	24.34	4.95	5.92	113.70																		
145	8816.00	4.12	90.97	5.98	110.40																	155.42
	20.93	6.54	18.35	109.60																		
146	3301.00	8.93	6.86	10.88	197.30																	213.51
	17.12	47.83	55.15	93.41																		
147	#####	8.51	6.54	22829.00																		178.45
	17.50	87.06	73.89																			
148	#####	6.86	8.42	47.87	354.20																	193.87
	15.74	65.73	100.80	11.60																		
149	44308.00	5.06	13.02	14.00	41.29																	220.80
	11.63	33.96	29.01	146.20																		
150	2638.00	48.85	117.10	24.53	6119.00																	221.13
	22.67	14.29	98.90	85.27																		

7.5.0 Resultados obtenidos

Con el análisis e interpretación de los Sondeos por Transitorios Electromagnéticos TDEM ejecutados, se ha elaborado secciones geoelectricas y planos geofísicos que se describen en los ítems siguientes:

7.5.1 Secciones geoelectricas

El análisis de los cortes, ha permitido inferir las características y condiciones geoelectricas de los horizontes que conforman el subsuelo en la parte Noroeste del valle La Leche. La ubicación de las secciones geoelectricas, se muestran en la **Lámina SE 01**.

A continuación se realiza el análisis de las secciones geoelectricas, que están ubicadas en todo el área de estudio.

7.5.1.1 Sección geoelectrica A-A'. Ver Fig. N° 7.1

Ubicada entre los cerros La Viña, Gallinazo y Briceño, atravesando las quebradas Sancor, Hondo y Ñusca.

Se encuentra constituida por los sondeos TDEM N°s 154, 12, 10, 77, 85, 91, 99, 106, 116, 124 y 176; en ese orden, con una distancia de 11,677.00 m., y orientación de Noroeste a Sureste.

Se ha identificado cinco (05) horizontes geoelectricos, observándose un espesor total del relleno aluvial entre 67.00 hasta 276.00 m. A continuación se describe las características y condiciones geoelectricas de cada uno de los horizontes definidos.

Horizonte I

Ubicado en la parte superficial del corte geoelectrico, estando constituido por resistividades variables, las cuales oscilan entre 882.00 hasta 5,388.00 Ohm.m., existiendo además valores puntuales muy altos (11,347.00 a 41,905.00 Ohm.m.). Respecto a los espesores, éstos varían de 4.00 a 31.00 m. No presentan saturación en sus componentes.

Desde el punto de vista litológico, se encuentra constituido por sedimentos finos (arenas y arcillas), además de gravas de diámetro y permeabilidad variable.

Horizonte II

Su mayor espesor se aprecia en los sondeos TDEM N°s 12 y 10; variando de 153.00 a 168.00 m. Así mismo, en los TDEM N°s 77, 85, 91, 99 y 154, los espesores varían de 64.00 a 123.00 m., y las resistividades oscilan entre 27.00 a 92.00 Ohm.m. Presenta humedad en la parte final del horizonte definido.

Sus componentes desde el punto de vista litológico, están representados por materiales finos a medios (arcillas y arenas), además de presencia de gruesos (gravas de grano variado).

Horizonte III

Ubicado en la parte intermedia del corte geoelectrico, estando definido por espesores de 47.00 a 96.00 m. En cuanto a las resistividades, varían de 120.00 a 154.00 Ohm.m. Presenta saturación en sus componentes.

Desde el punto de vista litológico, sus componentes están representados por materiales gruesos (arenas y gravas) de buena permeabilidad.

Horizonte IV

Mayormente se aprecia en los sondeos TDEM N°s 10, 12, 106, 116, 124 y 176, variando los espesores de 27.00 hasta 265.00 m. Las resistividades presentes en este horizonte, varían de 5.00 a 15.00 Ohm.m.

Litológicamente este horizonte está representado por materiales finos de poca o nula permeabilidad (arcillas), siendo las aguas contenidas salinizadas y/o mineralizadas.

Horizonte IV

Último horizonte definido en la zona de investigación, presentando resistividades desde 19.00 hasta 119,237.00 Ohm.m., representando al horizonte impermeable.

7.5.1.2 Sección geoelectrica B-B'. Ver Fig. N° 7.2

Se encuentra constituida por los sondeos TDEM N°s 59, 64, 66, 76, 80, 81, 86, 93, 146, 147, 150, 152, 162 y 173, siendo la distancia de 13,000 m. y orientación Noreste a Suroeste. Como en la anterior sección geoelectrica, presenta cinco (05) horizontes, los mismos que a continuación se describen:

Horizonte I

Se aprecia en la parte superficial de la sección confeccionada, la misma que presenta espesores de 11.00 a 24.00 m. En cuanto a las resistividades, éstas varían de 900.00 hasta 11,347.00 Ohm.m., existiendo valores puntuales muy altos. No presenta saturación en sus componentes.

Desde el punto de vista litológico, sus sedimentos mayormente son finos (arenas y arcillas), además se aprecian gravas de diámetro y permeabilidad variable.

Horizonte II

Sólo se aprecian en los sondeos TDEM N°s 76, 80, 93, 150 y 152, variando sus espesores de 35.00 a 107.00 m. Así mismo, las resistividades varían de 25.00 a 49.00 Ohm.m.

Sus componentes litológicos, mayormente están constituidos por arenas y gravas con presencia de arcilla de variada permeabilidad.

Horizonte III

Se aprecia sólo en los sondeos TDEM N°s 150 a 152, estando constituido por espesores de 98.00 a 99.00 m. En cuanto a las resistividades, éstas varían de 116.00 a 117.00 Ohm.m. Se encuentra totalmente saturado.

Desde el punto de vista litológico, sus componentes en gran proporción, son arenas gruesas, gravas y cantos rodados de diámetro diverso y buena permeabilidad.

Horizonte IV

De mayor potencia en la sección geoelectrica confeccionada, variando sus espesores de 161.00 a 272.00 m. Las resistividades oscilan entre 3.00 a 17.00 Ohm.m. Presenta saturación en sus componentes en la parte interior.

Litológicamente lo constituyen arenas finas con presencia de arcillas de poco o nula permeabilidad. En algunos sondeos también se aprecia gravas y cantos rodados de variado diámetro.

Horizonte V

De resistividades diversas, las cuales oscilan entre 21.00 hasta 294.00 Ohm.m., existiendo valores puntuales que definen este horizonte como parte impermeable.

7.5.1.3 Sección geoelectrica C-C'. Ver Fig. N° 7.3

Esta sección definida, atraviesa los cortes A-A' y B-B', siendo conformada por los sondeos TDEM N°s 86, 87, 88, 89, 90, 91 y 92, en una extensión de 6,000 m. La orientación de este corte es de Este a Oeste

Como en las anteriores secciones definidas, está compuesta por cinco (05) horizontes, los mismos que a continuación se describen:

Horizonte I

Atraviesa la parte superficial de la sección confeccionada, presentando espesores de 11.00 a 28.00 m. En cuanto a las resistividades, éstas varían mayormente de 1,260.00 hasta 22,880.00 Ohm.m. No presenta saturación en sus componentes.

Desde el punto de vista litológico, está constituido por arenas finas, arcillas y cantos rodados de diverso diámetro.

Horizonte II

Se identifica en la parte intermedia de los sondeos TDEM N°s 90, 91 y 92; en los cuales presenta espesores de 17.00 a 19.00 m. Así mismo, en la parte final de los sondeos TDEM N°s 89, 90, 91 y 92, los espesores que se aprecian varían de 79.00 a 141.00 m. Las resistividades que encontramos en este horizonte, varían de 24.00 a 74.00 Ohm.m.

Mayormente sus componentes son arenas y arcillas compactas con presencia de gravas en menor proporción.

Horizonte III

Se aprecia en la parte intermedia de la sección geoelectrica, la cual presenta espesores de 21.00 a 88.00 m. En cuanto a las resistividades, éstas varían de 76.00 a 127.00 Ohm.m. Se encuentra parcialmente saturado

Desde el punto de vista litológico, sus componentes están representados por arenas gruesas, gravas y cantos rodados de diámetro diverso y buena permeabilidad.

Horizonte IV

Este horizonte fue identificado en los sondeos TDEM N°s 86, 87 y 88, siendo los espesores de 6.00 hasta 209.00 m. En cuanto a las resistividades, éstas varían de 4.00 a 16.00 Ohm.m.

Litológicamente sus componentes son materiales muy finos, representados por arcillas de poca o nula permeabilidad, siendo las aguas contenidas, salinizadas y/o mineralizadas.

Horizonte V

Último horizonte identificado en la zona de investigación, el cual presenta resistividades variables de 11.00 hasta 1,970.00 Ohm.m., existiendo un valor puntual de 1 617,085.00 Ohm.m. Los espesores en este horizonte no fueron definidos.

Desde el punto de vista litológico, sus componentes representan a la zona impermeable.

7.5.1.4 Sección geoelectrica D-D'. Ver Fig. N° 7.4

Se encuentra paralela a la sección geoelectrica C-C' y formada por los sondeos TDEM N°s 71, 72, 73, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127 y 152, con una distancia de 7,000 m. y orientación de Este a Oeste.

En su confección, se identificaron cuatro (04) horizontes, los cuales se describen a continuación:

Horizonte I

Como en las anteriores secciones geoelectricas, se aprecia en la parte superficial, presentando espesores de 17.00 a 26.00 m. Respecto a las resistividades, éstas varían de 517.00 hasta 90,154.00 Ohm.m. Se encuentra en estado seco.

Las características litológicas de este horizonte, mayormente lo constituyen arenas finas, arcillas y cantos rodados de diverso diámetro.

Horizonte II

Solo se aprecia en el sondeo TDEM N° 73, presentando espesor de 22.00 m. y resistividad de 29.00 Ohm.m. No presenta saturación en sus componentes.

Desde el punto de vista litológico, ésta constituido por arenas y arcillas compactas con presencia de gravas en menor proporción.

Horizonte III

De mayor potencia en toda la sección geoelectrica, presentando espesores de 155.00 a 222.00 m. Respecto a las resistividades, éstas varían de 5.00 a 13.00 Ohm.m. Sus poros se encuentran parcialmente saturados.

Litológicamente sus componentes están representados por materiales muy finos (arcillas) de poca a nula permeabilidad y las aguas contenidas se encuentran salinizadas y/o mineralizadas.

Horizonte IV

Definido en la parte final de la sección geoelectrica, la cual presenta resistividades de 117.00 hasta 3,078.00 Ohm.m. En cuanto a los espesores, no fueron definidos por tratarse de la última capa investigada.

Desde el punto de vista litológico, sus componentes están representados por la zona impermeable.

7.5.1.5 Sección geoelectrica E-E'. Ver Fig. N° 7.5

Sección definida por los sondeos TDEM N°s 26, 27, 32, 52, 54, 59, 60, 61, 137, 138, 139, 140, 141 y 149; con una distancia de 8,000 m. y orientación de Este a Oeste.

En su recorrido, se ha identificado cuatro (04) horizontes, los mismos que a continuación se describen:

Horizonte I

Identificado en la parte superficial de la sección, el cual presenta espesores que varían de 11.00 a 27.00 m. En cuanto a las resistividades, éstas oscilan de 122.00 hasta 44,308.00 Ohm.m. Así mismo, se ha identificado resistividades bajas (29.00 Ohm.m.) y muy elevadas (35,970.00 a 471,449.00 Ohm.m.).

Litológicamente sus componentes están representados por arenas finas de procedencia eólica y arcillas compactas de permeabilidad variada.

Horizonte II

Sólo se aprecia en los sondeos TDEM N°s 32 y 138, los mismos que presentan espesores de 28.00 m. Las resistividades varían de 18.00 a 19.00 Ohm.m., y sus componentes se encuentran parcialmente saturados.

Desde el punto de vista litológico, los sedimentos están constituidos por arcillas, arenas, gravas y cantos rodados de diámetro y permeabilidad variada.

Horizonte III

Cubre la mayor parte de la sección geoelectrica, presentando espesores de 65.00 a 219.00 m. En cuanto a las resistividades que se aprecian, éstas oscilan entre 5.00 a 16.00 Ohm.m. Se encuentra parcialmente saturado.

Sus componentes litológicamente están representados por arcillas compactas, arenas, grava y cantos rodados en menor proporción, de permeabilidad variable y sus aguas se encuentran salinizadas y/o mineralizadas.

Horizonte IV

Identificado en la parte final de la sección geoelectrica, presentando resistividades de 169.00 a 1,257.00 Ohm.m. El espesor no fue definido por tratarse de la última capa prospectada.

Desde el punto de vista litológico, se encuentra representado a la zona impermeable.

7.5.1.6 Sección geoelectrica F-F'. Ver Fig. N° 7.6

Ubicada en el sector El Limonar del distrito de Jayanca y está representada por los sondeos TDEM N°s 15, 19, 20, 35, 38, 44, 45, 46, 146 y 181, con una extensión de 6,500 m. y orientación de Este a Oeste.

A continuación, se describe cada uno de los horizontes identificados en su recorrido:

Horizonte I

Se aprecia en la parte superficial de la sección definida, en la misma que existen espesores de 11.00 a 22.00 m. Por otro lado, las resistividades que encontramos varían de 1,698.00 hasta 15,096.00 Ohm.m. Además existen valores puntuales hasta de 385,549.00 Ohm.m. No presenta saturación en toda su extensión.

Sus componentes litológicos, mayormente son acumulaciones de arenas finas de procedencia eólica, además de arcillas y cantos rodados de diverso diámetro.

Horizonte II

Sólo se aprecia en el sondeo TDEM N° 46, en el cual se aprecia un espesor de 22.00 m. y resistividad de 20.00 Ohm.m. No presenta saturación en sus componentes.

Litológicamente se encuentra constituido por arenas, gravas y arcillas en menor proporción, siendo su permeabilidad variada.

Horizonte III

Representa el horizonte de mayor potencia, en el cual se aprecia espesores de 110.00 a 196.00 m. En cuanto a las resistividades, éstas varían de 2.00 a 11.00 Ohm.m. Se encuentra parcialmente saturado.

Sus componentes litológicamente están representados por arcillas compactadas, además de gravas y cantos rodados en menor proporción, de permeabilidad variable.

Horizonte IV

Definida en la parte final de la sección, la misma que presenta resistividades de 172.00 a 205.00 Ohm.m. El espesor no fue definido por tratarse de la última capa investigada. Se encuentra totalmente saturado siendo las aguas contenidas de condiciones hidrogeológicas adecuadas para su explotación.

Litológicamente este horizonte se encuentra representado por arenas, gravas y cantos rodados e intercalaciones de arena de permeabilidad variable.

7.5.1.7 Sección geoelectrica G-G'. Ver Fig. N° 7.7

Esta sección geoelectrica se ubica en el sector denominado Limonar que políticamente abarca parte del distrito de Jayanca.

Está compuesta por los TDEM N°s 167, 168, 169, 170, 171, 173 y 174, presentando una extensión de 6,000 m., siendo la orientación de Este a Oeste.

Horizonte I

Ubicado en la parte superior del corte geoelectrico, el cual presenta espesores variables de 16.00 a 18.00 m.; en cuanto a las resistividades, éstas varían de 900.00 a 4,025.00 m. No presenta saturación en sus poros.

Sus componentes litológicos, mayormente son acumulaciones de arenas finas y medias, además de gravas y cantos rodados de diámetro variable.

Horizonte II

Este horizonte presenta mayor espesor que la anterior capa, siendo los espesores de 102.00 a 112.00 m. En cuanto a las resistividades, éstas varían de 7.00 a 9.00 Ohm.m. Presenta saturación en la parte inferior.

Se aprecia a continuación de la capa anterior, espesores que oscilan entre 77.00 a 107.00 m., con resistividades de 10.00 a 12.00 Ohm.m. Se encuentra totalmente saturado.

Sus componentes litológicamente están representados por arcillas compactadas, además de gravas y cantos rodados en menor proporción, de permeabilidad variable, estando sus aguas salinizadas y/o mineralizadas.

Horizonte III

Definido en la parte final de la sección, la misma que presenta resistividades de 172.00 a 205.00 Ohm.m. El espesor no fue identificado por tratarse de la última capa investigada. Está totalmente saturado, siendo las aguas contenidas de condiciones hidrogeológicas adecuadas para su explotación.

Litológicamente este horizonte se encuentra representado por arenas, gravas y cantos rodados e intercalaciones de arena de permeabilidad variable.

7.5.2 Planos geofísicos

7.5.2.1 Espesores totales de los depósitos cuaternarios

Basado en los resultados de la interpretación cuantitativa de los 182 sondeos TDEM, se ha elaborado el plano de espesores totales de los depósitos cuaternarios del acuífero de la parte Noroeste del valle La Leche, el cual se aprecia en la **Lámina N° 7.2**. Los espesores identificados, varían de acuerdo al número de sondeo TDEM:

Así tenemos que, entre los sondeos TDEM N°s 01, 11 y 14, los espesores obtenidos, varían de **67.00 a 82.00 m.**, encontrándose el mayor espesor en los sondeos TDEM N°s 01 y 11 y el menor valor en el sondeo TDEM N° 14.

A continuación, en el sondeo TDEM N° 02, el espesor que se aprecia es **113.00 m.** Por otro lado, entre los sondeos TDEM N°s 06, 23, 35, 40, 50, 53, 56, 77, 172 y 181, los espesores identificados varían de **128.00 a 138.00 m.**; estando en menor valor en el sondeo TDEM N° 06; mientras que el mayor valor se aprecia en el sondeo TDEM N° 181.

Por otro lado, entre los sondeos TDEM N°s 05, 07, 08, 15, 16, 17, 19, 21, 30, 31, 32, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 54, 62, 69, 98, 133, 136, 144, 145, 156, 159, 160, 177 y 179; los valores obtenidos de espesores totales,

varían de **140.00 a 159.00 m.**, estando el mayor valor en el sondeo TDEM N° 177; mientras que el menor valor en el sondeo TDEM N° 43.

Entre los sondeos TDEM N°s 04, 18, 24, 33, 34, 38, 49, 51, 57, 58, 72, 73, 88, 92, 110, 116, 117, 124, 125, 127, 129, 130, 131, 132, 140, 141, 143, 147, 157, 158, 161, 166, 175, 176, 178 y 182, los espesores totales identificados, varían de **162.00 a 180.00 m.**; estando en mayor espesor en el sondeo TDEM N° 117; mientras que el menor espesor en el sondeo TDEM N° 140.

En cuanto a los sondeos TDEM N°s 03, 09, 20, 28, 36, 78, 103, 112, 114, 115, 118, 119, 122, 126, 134, 135, 139, 148, 169 y 180, los espesores que encontramos, varían de **180.00 a 199.00 m.**, estando el mayor espesor en el sondeo TDEM N° 169; mientras que el valor más bajo en el sondeo TDEM N° 180.

En los sondeos TDEM N°s 10, 13, 22, 25, 26, 27, 60, 67, 70, 74, 87, 96, 111, 113, 121, 123, 128, 137, 138, 142, 146, 167, 168, 171 y 173, los espesores encontrados, varían de **200.00 a 220.00 m.**, situándose el mayor espesor en el sondeo TDEM N° 27; mientras que el menor espesor en el sondeo TDEM N° 22.

En los sondeos TDEM ejecutados N°s 12, 29, 52, 55, 59, 61, 65, 66, 79, 84, 85, 86, 89, 90, 91, 99, 100, 101, 102, 107, 108, 120, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 162, 163, 164, 165, 170 y 174; los espesores que se aprecia, varían de **220.00 a 239.00 m.** El mayor espesor se aprecia en el sondeo TDEM N° 61; mientras que el menor espesor se observa en el sondeo TDEM N° 120.

Respecto a los sondeos TDEM N°s 71, 93 y 105, apreciamos espesores de **241.00 a 260.00 m.**; encontrándose el mayor espesor en el sondeo TDEM N° 105; mientras que el menor espesor en el sondeo TDEM N° 71. A continuación en los sondeos TDEM N°s 68, 81, 83, 94, 97 y 106, los espesores oscilan entre **262.00 a 276.00 m.**, apreciándose el mayor espesor en el sondeo TDEM N° 106; mientras que el menor espesor en el sondeo TDEM N° 94.

Los sondeos TDEM evaluados N°s 63, 64, 76, 82, 104 y 109, presentan espesores variables de **283.00 a 297.00 m.**, indicándose que el mayor espesor se encuentra en el sondeo TDEM N° 104; mientras que el menor espesor se observa en el sondeo TDEM N° 64.

Finalmente, en los sondeos TDEM N°s 75 y 95, apreciamos valores de espesores totales puntuales de 340.00 a 351.00 m. Ver **Cuadro N° 7.3**

CUADRO N° 7.3
VARIACIÓN DE LOS ESPESORES TOTALES EN LA ZONA DE ESTUDIO
VALLE LA LECHE 2014

N° DE SONDEO TDEM	VARIACIÓN DE LOS ESPESORES TOTALES (m)
01, 11, 14	67.00 a 82.00
02	113.00
06, 23, 35, 40, 50, 53, 56, 77, 172, 181	128.00 a 138.00
05, 07, 08, 15, 16, 17, 19, 21, 30, 31, 32, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 54, 62, 69, 98, 133, 136, 144, 145, 156, 159, 160, 177, 179	140.00 a 159.00
04, 18, 24, 33, 34, 38, 49, 51, 57, 58, 72, 73, 88, 92, 110, 116, 117, 124, 125, 127, 129, 130, 131, 132, 140, 141, 143, 147, 157, 158, 161, 166, 175, 176, 178, 182	162.00 a 180.00
03, 09, 20, 28, 36, 78, 103, 112, 114, 115, 118, 119, 122, 126, 134, 135, 139, 148, 169, 180	180.00 a 199.00
10, 13, 22, 25, 26, 27, 60, 67, 70, 74, 87, 96, 111, 113, 121, 123, 128, 137, 138, 142, 146, 167, 168, 171, 173	200.00 a 220.00
12, 29, 52, 55, 59, 61, 65, 66, 79, 84, 85, 86, 89, 90, 91, 99, 100, 101, 102, 107, 108, 120, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 162, 163, 164, 165, 170, 174	220.00 a 239.00
71, 93, 105	241.00 a 260.00
68, 81, 83, 94, 97, 106	262.00 a 276.00
63, 64, 76, 82, 104, 109	283.00 a 297.00
75, 95	340.00 a 351.00

7.5.2.2 Espesores del horizonte saturado

En la zona de investigación, los espesores saturados, varían mayormente de 23.00 a 120.00 m y de 121.00 a 291.00 m. Ver **Lámina N° 7.3**. A continuación se describe los espesores que presenta este horizonte saturado de acuerdo a los sondeos TDEM ejecutados:

En el sondeo TDEM N° 14, podemos apreciar el valor de 23.00 m. A continuación, en los sondeos TDEM N°s 01 y 11, los espesores saturados se aprecia la profundidad de 42.00 m. A continuación en el sondeo TDEM N° 02, el valor del espesor saturado es 73.00 m.

En cuanto a los sondeos TDEM N°s 06, 40, 50, 56 y 77, los espesores saturados que existen, varían de **86.00 a 96.00 m.**, encontrándose el mayor espesor en el sondeo N° 50; mientras que el menor valor en el sondeo TDEM N° 77.

Los espesores saturados en los sondeos TDEM N°s 05, 07, 08, 15, 23, 35, 43, 47, 48, 51, 53, 54, 57, 88, 92, 98, 133, 144, 172 y 181, varían de **108.00 a 120.00 m.**; ubicándose el mayor espesor en el sondeo TDEM N° 88; mientras que el menor espesor en el sondeo TDEM N° 47.

Por otro lado, entre los sondeos TDEM N°s 04, 16, 17, 19, 21, 30, 31, 32, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 49, 62, 69, 73, 78, 103, 110, 112, 116, 117, 127, 132, 136, 139, 140, 145, 147, 156, 159, 161, 176, 177, 178, 179, 180 y 182; los espesores saturados que se muestran, oscilan entre **121.00 a 140.00 m.**, estando el mayor valor en el sondeo TDEM N° 180; mientras que el menor valor en el sondeo TDEM N° 49.

Entre los sondeos TDEM N°s 03, 09, 18, 24, 33, 34, 38, 54, 72, 74, 87, 114, 115, 118, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 141, 143, 157, 158, 160, 166 y 175, apreciamos valores de espesores saturados de **141.00 a**

160.00 m., estando el mayor espesor en el sondeo TDEM N° 09; mientras que el menor espesor en los sondeos TDEM N°s 126 y 157.

En los sondeos TDEM N°s 10, 13, 20, 22, 28, 36, 67, 70, 84, 85, 86, 90, 91, 96, 99, 102, 111, 113, 123, 134, 135, 142, 146, 148, 149 y 169, los espesores saturados que se aprecian, varían de **162.00 a 179.00 m.**, estando el mayor espesor en el sondeo TDEM N° 169 y el menor espesor en el sondeo TDEM N° 20.

En otro grupo de sondeos TDEM ejecutados en la zona de investigación, los espesores saturados varían de **181.00 a 200.00 m.**, estando el mayor espesor en el sondeo TDEM N° 164; mientras que el menor espesor en los sondeos TDEM N°s 79 y 121. En los rangos antes referidos, se encuentran los sondeos TDEM N°s 12, 25, 26, 27, 55, 60, 61, 65, 79, 89, 93, 101, 107, 108, 120, 121, 137, 138, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 164, 165, 167, 168, 171, 173 y 174.

A continuación, en los sondeos TDEM N°s 29, 52, 59, 66, 71, 81, 83, 94, 100, 105, 162, 163 y 170, los espesores saturados que apreciamos, varían de **201.00 a 220.00 m.**, encontrándose el mayor espesor en el sondeo TDEM N° 105; mientras que el menor espesor en los sondeos TDEM N°s 100 y 170. Así mismo, entre los sondeos TDEM N°s 68, 76, 80, 82, 97 y 106, encontramos valores de espesores saturados variando de **223.00 a 236.00 m.**, estando el mayor espesor en el sondeo TDEM N° 106; mientras que el menor espesor en el sondeo TDEM N° 97.

Finalmente entre los sondeos TDEM N°s 64, 104 y 109, los espesores saturados oscilan entre **242.00 a 253.00 m.**; estando el mayor valor en el sondeo TDEM N° 64; mientras que el menor valor en el sondeo TDEM N° 109. Existen valores puntuales que varían de 261.00 a 291.00 m., estando dichos valores en los sondeos TDEM N°s 63, 75 y 95. Ver **Cuadro N° 7.4**.

CUADRO N° 7.4
VARIACIÓN DE LOS ESPESORES SATURADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO
VALLE LA LECHE 2014

N° DE SONDEO TDEM	VARIACIÓN DE LOS ESPESORES SATURADOS (m)
14	23.00
01, 11	42.00
02	73.00
06, 40, 50, 56, 77	86.00 - 96.00
05, 07, 08, 15, 23, 35, 43, 47, 48, 51, 53, 54, 57, 88, 92, 98, 133, 144, 172, 181	108.00 A 120.00
04, 16, 17, 19, 21, 30, 31, 32, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 49, 62, 69, 73, 78, 103, 110, 112, 116, 117, 127, 132, 136, 139, 140, 145, 147, 156, 159, 161, 176, 177, 178, 179, 180, 182	121.00 - 140.00
03, 09, 18, 24, 33, 34, 38, 54, 72, 74, 87, 114, 115, 118, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 141, 143, 157, 158, 160, 166, 175	141.00 - 160.00
10, 13, 20, 22, 28, 36, 67, 70, 84, 85, 86, 90, 91, 96, 99, 102, 111, 113, 123, 134, 135, 142, 146, 148, 149, 169	162.00 - 179.00
12, 25, 26, 27, 55, 60, 61, 65, 79, 89, 93, 101, 107, 108, 120, 121, 137, 138, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 164, 165, 167, 168, 171, 173, 174	181.00 - 200.00
29, 52, 59, 66, 71, 81, 83, 94, 100, 105, 162, 163, 170	201.00 - 220.00
68, 76, 80, 82, 97, 106	223.00 - 236.00
64, 104, 109	242.00 - 253.00
63, 75, 95	261.00 - 291.00

7.5.2.3 Resistividades eléctricas del horizonte saturado

La **Lámina N° 7.4**, muestra las resistividades eléctricas del horizonte saturado, en el área investigada cuyo análisis se describe a continuación

Entre el rango de resistividades de **5.00 a 6.00 Ohm.m.**, se encuentran los sondeos TDEM N°s 23, 39, 41, 42, 45, 46, 48, 52, 54, 58, 59, 60, 61, 71, 81, 98, 137, 145 y 181, cuyas condiciones hidrogeológicas, no son adecuadas para la explotación de las aguas subterráneas.

El rango de resistividades de **7.00 a 8.00 Ohm.m.**, que se aprecian en la mayor parte de los sondeos TDEM ejecutados (19, 20, 21, 30, 31, 32, 37, 44, 47, 49, 50, 51, 55, 56, 57, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 75, 76, 78, 79, 80, 82, 83, 86, 87, 88, 93, 94, 95, 97, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 139, 140, 143, 144, 146, 148, 157, 158, 159, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 182), presentan malas condiciones hidrogeológicas para ser explotadas.

En cuanto a las resistividades entre el rango de **9.00 a 10.00 Ohm.m.**, se aprecian en los sondeos TDEM ejecutados N°s 03, 15, 24, 26, 27, 28, 35, 38, 40, 43, 53, 73, 100, 138, 147, 160, 161, 169, 172 y 176.; siendo las condiciones del acuífero de mala calidad.

Entre los sondeos TDEM N°s 14, 22, 25, 110, 128, 156, 170 y 171, los rangos de resistividades que se aprecian, varían de **11.00 a 12.00 Ohm.m.**, cuyas características litológicas corresponden materiales finos, representados por arenas y arcillas de poca o nula permeabilidad.

Entre los rangos de resistividades **13.00 a 14.00 Ohm.m.**, ubicados en los sondeos TDEM N°s 18, 29, 34, 142 y 149, apreciamos que las condiciones del acuífero mejoran con respecto a las anteriores resistividades, siendo los componentes arenas finas, arcillas y gravas con cantos rodados en menor proporción.

En los sondeos TDEM N°s 04, 108 y 141, la resistividad que se aprecia es **15.00 Ohm.m.**; cuyo valor está representando a sedimentos finos a medios (arcillas compactas, arenas, gravas y cantos rodados en menor proporción).

En otra parte de la zona investigada, encontramos valores de resistividades de **17.00 a 21.00 Ohm.m.**, que representan condiciones del acuífero aceptables para su explotación, estando ubicados en los sondeos TDEM N°s 08, 17 33 y 36.

En los sondeos TDEM N°s 77, 85, 90, 91, 99, 150, 151, 152, 153, 154 y 155, encontramos resistividades que varían de **25.00 a 29.00 Ohm.m.**, valores que representan a sedimentos medios (arenas, gravas y cantos rodados de diámetro diverso). En los sondeos TDEM N°s 16 y 74, los valores que se aprecian de resistividades, varían de **32.00 a 33.00 Ohm.m.**, siendo valores que representan a sedimentos de mejores condiciones hidrogeológicas que los anteriores definidos.

Para los sondeos TDEM N°s 92, 96 y 180, se obtuvieron valores de resistividades de **38.00 a 40.00 Ohm.m.**, correspondiendo a sedimentos medios (arenas, gravas, cantos rodados de diámetros diversos y arcilla compactada).

En los sondeos TDEM N°s 01, 05, 11 y 89, encontramos resistividades de **41.00 a 49.00 Ohm.m.**, siendo valores que representan a arenas, gravas y cantos rodados de diámetro variado, además de arcilla compactada. Así mismo, en otro sector del ámbito de estudio, específicamente en los sondeos TDEM N°s 09, 12, 84 y 103, las resistividades que apreciamos, varían de **53.00 a 58.00 Ohm.m.**, siendo las condiciones, similares a las antes descritas.

Finalmente, entre los sondeos TDEM N°s 02, 07, 10 y 13, encontramos valores de resistividad entre **74.00 a 114.00 Ohm.m.**; los cuales representan a sedimentos de condiciones favorables para ser explotados a través de fuentes de agua subterránea. Ver **Cuadro N° 7.5**.

CUADRO N° 7.5
VARIACIÓN DE LAS RESISTIVIDADES EN LA ZONA DE ESTUDIO
VALLE LA LECHE 2014

N° DE SONDEO TDEM	VARIACIÓN DE LAS RESISTIVIDADES (Ohm.m)
23, 39, 41, 42, 45, 46, 48, 52, 54, 58, 59, 60, 61, 71, 81, 98, 137, 145, 181	5.00 - 6.00
19, 20, 21, 30, 31, 32, 37, 44, 47, 49, 50, 51, 55, 56, 57, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 75, 76, 78, 79, 80, 82, 83, 86, 87, 88, 93, 94, 95, 97, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 139, 140, 143, 144, 146, 148, 157, 158, 159, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 182	7.00 - 8.00
03, 15, 24, 26, 27, 28, 35, 38, 40, 43, 53, 73, 100, 138, 147, 160, 161, 169, 172, 176	9.00 - 10.00
14, 22, 25, 110, 128, 156, 170, 171	11.00 - 12.00
18, 29, 34, 142, 149	13.00 - 14.00
04, 108, 141	15.00
08, 17, 33, 36,	17.00 - 21.00
77, 85, 90, 91, 99, 150, 151, 152, 153, 154, 155	25.00 - 29.00
16, 74	32.00 - 33.00
92, 96, 180	38.00 - 40.00
01, 05, 11, 89	41.00 - 49.00
09, 12, 84, 103	53.00 - 58.00
02, 07, 10, 13	74.00 - 114.00

RESERVORIO ACUIFERO



8.0.0 RESERVORIO ACUIFERO

Con los resultados del levantamiento geológico-geomorfológico de la zona de estudio, campañas de prospección geofísica y levantamiento geológico-geomorfológico, perforaciones exploratorias del proyecto Olmos (1979); así como observaciones realizadas en campo, se ha determinado que el acuífero está constituido principalmente por depósitos aluviales del cuaternario reciente que cubren los valles de Motupe y La Leche. A continuación se detallan las principales características:

8.1.0 Geometría del reservorio

8.1.1 Forma y límites

- Valle Motupe

El acuífero del valle Motupe se divide en dos (02) partes: la primera tiene forma triangular y está comprendida entre los sectores Tongorrape-Marripón y Motupe; mientras que la segunda, abarca desde Motupe hasta los sectores Anchovira y Lindero y tiene forma alargada; extendiéndose en ambos márgenes del río Motupe y a la vez, se encuentra interconectado hidráulicamente con el acuífero del valle La Leche.

En toda su extensión, está limitado lateralmente por masas rocosas que afloran en ambos márgenes del río; así tenemos que en la parte Norte, el límite del acuífero está representado por afloramientos rocosos representado por los cerros Chalpón, Pan de Azúcar, Filo de Ojal, Mocho y Sonolipe; mientras que en la parte Sur, está limitado por los cerros Briceño, Reque, Apurlec, La Cáscara y La Vieja.

- Valle La Leche

El acuífero se divide en dos (02) partes: la primera abarca desde el sector Mayascón, hasta los sectores Huaca del Muerto, San Martín y Machuca, haciendo una forma cónica. La segunda parte del acuífero, ha considerado parte del recorrido del río Salas hasta el sector Pampa la Mariposa Vieja (distrito de Jayanca).

En la parte media, el valle está limitado por masas rocosas que afloran en ambos márgenes del río La Leche; observándose además, la presencia de cerros testigos como Huaca Rajada, Calicantro, Jaguar Negro, Pan de Azúcar, Zurita, La Tramposa, Motupillo y la Calera, los mismos que constituyen lateralmente y en profundidad, los límites del acuífero.

En la parte Noreste, el límite del acuífero está representado por los afloramientos rocosos de los cerros Trompetero, Tempón, La Peña, San Antonio, Jaguar Negro y Zurita y por la parte Norte, el cerro Briceño.

8.1.2 Dimensiones

- Valle Motupe

El acuífero se va ensanchando progresivamente en sección transversal, observándose en el sector Tongorrape, un ancho de 1.70 Km., llegando en los sectores Arrozal y Huaca del Muerto a 4.40 Km; mientras que hacia la parte Sur, presenta dimensiones que fluctúan entre 6.40 y 6.70 Km.

La profundidad del basamento rocoso (espesor del acuífero), de acuerdo a la geofísica efectuada en el año 2001, varía entre 19.00 m (sector El Cardo-Zona I) y 177.00 m. (sector Fundo Prado-Zona II).

En la parte Noroeste, donde se ejecutaron 182 Sondeos por Transitorios Electromagnéticos TDEM, en promedio se logró obtener profundidades entre 82.00 a 245.00 m.

- Valle La Leche

El cono deeyectivo que representa el acuífero del valle La Leche, se va ensanchando progresivamente en sección transversal; así en la zona de Mayascón, tiene un ancho de 1.2 Km., pero a la altura de las zonas de Motupillo, Jayanquillo y Batangrande, ésta fluctúa entre 2.7 y 5.9 Km.

La profundidad del basamento rocoso, ha sido determinada en base a estudios efectuados por el Proyecto Olmos (1975), la consultora israelí Tahal Water Planning (1965) y la Autoridad Nacional del Agua ANA, estando en el distrito de Jayanca, entre los rangos de 100.00 y 200.00 m. promedio; en Salas en el rango de 45.00 a 120.00 m.; finalmente en los distritos de Pacora e Íllimo, las profundidades fluctuarían entre 150.00 m y 250.00 m. En cuanto al distrito de Pítipo, al encontrarse rodeado por afloramientos rocosos, el basamento estaría entre los 35.00 y 100.00 m. de profundidad en promedio.

8.2.0 El Medio poroso

8.2.1 Litología

Basándose en los resultados de los estudios geológicos, geomorfológicos y del análisis de los perfiles litológicos de los pozos y secciones hidrogeológicas del Proyecto Olmos, ha sido posible conocer la litología del acuífero, así como también; los materiales que lo constituyen.

Los acuíferos en estudio están constituidos principalmente por sedimentos fluvio-aluviales del cuaternario reciente. Litológicamente están conformados por bloques, cantos, guijarros, gravas, arenas, arcillas y limos entremezclados en diferentes proporciones, formando horizontes de espesores variables, los mismos que se presentan en forma alternada en sentido vertical.

8.3.0 La napa freática

La napa contenida en el acuífero es libre y superficial, siendo su fuente de alimentación las aguas que se infiltran en la parte alta de la cuenca (zona húmeda), así como también las que se infiltran a través del lecho de los ríos Motupe, Chochope, Salas y La Leche, los canales de riego no revestidos y las áreas que se encuentran bajo riego.

En algunos sectores del distrito de Jayanca, se ha definido un acuífero con las características de un semi confinado, de acuerdo a las perforaciones recientes realizadas por empresas privadas, quienes vienen obteniendo condiciones hidrogeológicas favorables, de 100.00 m. hacia abajo.

8.3.1 Morfología del techo de la napa

Con el objeto de conocer la superficie piezométrica del manto estudiado, seguir la evolución de las capas acuíferas subterráneas y calcular las fluctuaciones de sus reservas, se ha elaborado el plano de hidroisohipsas cuyo análisis permitirá calcular la profundidad de la superficie piezométrica, determinar el gradiente hidráulico, trazar las líneas de corriente y la dirección o sentido del movimiento de las aguas subterráneas.

Para la elaboración del plano de hidroisohipsas se tomó la red piezométrica (optimizada), constituida por 82 pozos para el valle de Motupe y 69 pozos en el valle de La Leche, su ubicación se muestra en la **Lámina N° 8.1**. A su vez, la información técnica se encuentra en los anexos.

Para el análisis de la morfología del techo de la napa, el acuífero Motupe ha sido dividido en tres (03) zonas, mientras que el acuífero La Leche en cuatro (04) zonas:

Valle Motupe

- **Zona I: Tongorrape - Salitral - Chochope**

En esta zona, entre los sectores Tongorrape, Vado y El Cardo, el sentido del flujo es de Noreste a Suroeste, con una gradiente hidráulica de 1.03 %, cuyas cotas del nivel de agua, fluctúan de 180.00 a 195.00 m.s.n.m, mientras que entre los sectores Huaca Colorada, Lindero y Caihua, el flujo tiene orientación Sureste a Noroeste, gradiente hidráulica de 0.87 %, y sus cotas del nivel del agua fluctúan entre 160.00 y 190.00 m.s.n.m.

Para los sectores de Marripón, Arrozal y Santa Elva, el flujo es de Noreste a Suroeste, aunque la gradiente hidráulica se incrementa a 1.88 %, y las cotas del nivel del agua varían de 170.00 a 245.00 m.s.n.m.

Por último, para los sectores Las Pampas, Pueblo Nuevo, Chanduvi y Santa Elvira, el flujo presenta orientación de Noreste a Suroeste, presentando una gradiente hidráulica de 0.61 %, las cotas del nivel de agua fluctúan de 155.00 a 170.00 m.s.n.m.

- **Zona II: Motupe - Escusa Baraja - Briceño**

En esta zona entre los sectores El Cuadrado, Huamantanga, Franco y Escusa Baraja, el flujo tiene una orientación de Noreste a Suroeste, una gradiente hidráulica de 0.55 % y sus cotas del nivel de agua fluctúan entre 90.00 y 130.00 m.s.n.m; mientras que entre los sectores Arriaga, El Tambo y San Juan, el flujo tiene una orientación de Noreste a Suroeste, una gradiente hidráulica de 0.41 % y sus cotas del nivel de agua fluctúan entre 85.00 y 100.00 m.s.n.m.

Por otro lado, en el sector Pueblo Nuevo, El Sarco, San José, Soplapuco y Las Humedades, el sentido del flujo es de Noreste a Suroeste, la gradiente hidráulica es 0.43 %, las cotas del nivel de agua fluctúan de 95.00 a 120.00 m.s.n.m.

- **Zona III: Papayo - Apurle - Anchovira**

Entre los sectores El Papayo y Cerro La Vieja, el flujo es de Noreste a Suroeste, mientras que las cotas del nivel de agua fluctúan entre 100.00 y 130.00 m.s.n.m y su gradiente es de 1.01 %.

En los sectores de Quina - Quina y San Isidro, la gradiente hidráulica es de 0.28 %, las cotas del agua fluctúan entre 89.26 y 99.68 m.s.n.m y el flujo subterráneo tiene una orientación de Noreste a Suroeste.

Por otro lado, en los sectores Repon, Cholocal y San Isidro, el sentido del flujo es de Noreste a Suroeste, las cotas del nivel de agua fluctúan de 90.00 a 130.00 m.s.n.m, el gradiente hidráulica es de 0.81 %.

En el **Cuadro N° 8.1** se muestra el resumen de las características de la morfología de la napa en el valle Motupe.

CUADRO N° 8.1
CARACTERÍSTICAS DE LA MORFOLOGÍA DE LA NAPA FREÁTICA - VALLE MOTUPE-2014

ZONA	SECTOR	NOVIEMBRE - 2014		
		SENTIDO DEL FLUJO	GRADIENTE HIDRAULICO (%)	RANGO DE COTA (msnm)
I	OLOS, TONGORRAPE, VA DO Y EL CARDO	NE-SO	1.03	180 - 195
	HUACA COLORADA, LINDERO Y CAIHUA	SE - NO	0.87	160 - 190
	CHOCHOPE Y EL CARDO	SE - NO	1.63	180 - 245
	LA ARENA Y EL ARROZAL	SE - NO	2.12	175 - 210
	MARRIPON, EL AROZAL Y SANTA ELVA	NE-SO	1.88	170 - 245
	LAS PAMPAS, PUEBLO NUEVO, CHANDUVI Y SANTA ELMIRA	NE-SO	0.61	155 - 170
II	EL CUADARO, HUAMANTANGA, FRANCO Y ESCUSA BARAJA	NE-SO	0.55	90 - 130
	ARRIAGA, EL TAMBO Y SAN JUAN	NE-SO	0.41	85 - 100
	PUEBLO NUEVO, EL SARCO, SAN JOSE, SOPLAPUCO Y LAS HUMEDADES	NE-SO	0.43	95 - 120
III	PAPAYO Y CERRO LA VIEJA	NE-SO	1.01	100 - 130
	EL PAPAYO CERRO LA VIEJA REPON CHOLOCAL Y SAN ISIDRO	NE-SO	0.81	90 - 130

La Leche

- **Zona I: Pítipo**

Esta zona está ubicada en la parte Este del valle La Leche y comprende el distrito de Pítipo, que abarca los sectores de La Tranca, Santa Clara y Pativilca. En esta zona, el sentido del flujo predominante es de Noreste a Suroeste, observándose que entre los sectores El Verde y La Tranca, la napa discurre con una gradiente de 0.56 % y las cotas de los niveles de agua varían de 80.00 a 100.00 m.s.n.m.

En los sectores San Luis, Pativilca y Tres Puentes, el sentido del flujo es de Noreste a Suroeste, tiene una gradiente hidráulica de 0.89 % y las cotas de los niveles de agua varían de 90.00 a 130.00 m.s.n.m.

- **Zona II: Pacora**

La dirección del flujo subterráneo es de Sureste a Noroeste, entre los sectores Poma 3, Jotoro, La Tranca y Rescate, presenta una gradiente hidráulica de 0.36 %, las cotas del agua subterránea varían de 50.00 a 75.00 m.s.n.m.

- **Zona III: Jayanca**

En el distrito de Jayanca, la orientación del flujo es variable; así tenemos que en los sectores El Marco, La Viña e Invernas, la napa discurre de Sureste a Noroeste y la gradiente de flujo subterráneo es de 0.38 %. La cota del nivel de las aguas subterráneas varía de 50.00 a 75.00 m.s.n.m.

En los sectores de Noria Nueva, San Carranco y El Mirador, la dirección del flujo subterráneo es de Noreste a Suroeste, la gradiente hidráulica es de 0.39%. Las cotas del nivel de las aguas fluctúan de 50.00 a 80.00 m.s.n.m.

En los sectores Santa Julia, El Limonar y Los Ángeles el sentido del flujo va de Noreste a Suroeste. La gradiente hidráulica es de 0.51%. Las cotas del nivel del agua fluctúan de 50.00 a 70.00 m.s.n.m.

- **Zona IV: Salas**

Ubicada al Norte del valle La Leche, así en el sector La Peña y La Alita, la gradiente hidráulica es de 0.86 % y la dirección del flujo de Noreste a Suroeste. Las cotas del nivel del agua subterránea varían de 110.00 a 150.00 m.s.n.m.

En los sectores Jarchipe y Tempon, la gradiente hidráulica es de 0.61 % y la dirección del flujo es de Noreste a Suroeste. Las cotas del nivel de las aguas fluctúan de 120.00 a 155.00 m.s.n.m. El **Cuadro N° 8.2** nos muestra el resumen de las características de la morfología de la napa.

CUADRO N° 8.2
CARACTERÍSTICAS DE LA MORFOLOGÍA DE LA NAPA FREÁTICA VALLE LA LECHE 2014

ZONA	SECTOR	NOVIEMBRE - 2014		
		SENTIDO DEL FLUJO	GRADIENTE HIDRAULICO (%)	RANGO DE COTA (msnm)
I	EL VERDE - LA TRANCA	NE - SO	0.56	100 - 80
	SAN LUIS, PATIVILCA Y TRES PUENTES	NE - SO	0.89	80 - 90
II	POMA 3, JOTORO, LA TRANCA, RESCATE	SE - NO	0.36	75 - 55
III	EL MARCO, LA VIÑA, INVERNAS	SE - NO	0.38	75 - 50
	NORIA NUEVA, SANCARRANCO, EL MIRADOR	NE - SO	0.39	80 - 50
	SANTA JULIA, EL LIMONAR, LOS ANGELES	NE - SO	0.51	70 - 50
IV	LA PEÑA - LA ALITA	NE - SO	0.86	150 - 110
	JARCHIPE - TEMPON	NE - SO	0.61	155 - 120

8.3.2 Profundidad del techo de la napa

La profundidad del nivel estático en el área de estudio, mayormente fluctúa entre 2.60 y 24.00 m. para el valle Motupe y de 0.90 a 26.40 m., para el valle La Leche, registrándose valores puntuales en algunos sectores de las zonas antes mencionadas.

Sobre la base de las mediciones realizadas durante el inventario de pozos, se ha elaborado los planos de Isopropundidad de los niveles de agua subterránea para los valles de Motupe y La Leche.

En la **Lámina N° 8.2**, se muestran los planos de Isopropundidad de la napa para el año 2014, cuyo análisis; se describe a continuación, siguiendo con la distribución por zonas para el valle Motupe y La Leche.

Valle Motupe

- **Zona I: Tongorrape - Salitral - Chochope**

En esta zona, el nivel freático se encuentra entre 1.37 y 21.00 m de profundidad, observándose los niveles más superficiales en los sectores Sonolipe, Molino El Carmen, Huaca Colorada, Parranal, y Chochope; y los más profundos en los sectores Yocape, Tongorrape, Pueblo Nuevo, El Cardo y Marrisón.

En el distrito de Chochope, sectores Molino El Carmen, Parranal y Sonolipe, la profundidad de la napa oscila entre 10.80 y 21.00 m.; mientras que entre los sectores Huaca Colorada, El Carmen y Chochope, la profundidad de la napa se encuentra entre 1.37 y 4.87 m.

En el distrito de Motupe, sectores La Capilla y Tongorrape, la napa se encuentra entre 12.20 y 19.75 m de profundidad, mientras que en los sectores Yocape, Pueblo Nuevo y El Cardo, se ubica entre 5.80 y 17.25 m de profundidad.

En los sectores Chanduví y Salitral y Cruz Verde, la napa fluctúa entre 2.60 y 6.70 m, observándose un valor puntual de 10.88 m (pozo IRHS N° 120). Por otro lado, en el sector Arrozal, la napa se encuentra entre 5.05 y 10.80 m de profundidad.

- **Zona II: Motupe - Escusa Baraja - Briceño**

En esta zona, la napa fluctúa entre 11.65 y 22.05 m de profundidad. Así entre los sectores Motupe, Palacios, Cerco Quemado, Huamantanga y San José, la napa se encuentra entre 11.65 y 17.25 m, mientras que entre los sectores El Sarco y Humedades fluctúa entre 14.40 y 21.50 m de profundidad.

En los sectores Escusa Baraja, Cruz Valera y Cholocal, la profundidad de la napa fluctúa entre 13.30 y 19.05 m. y para los sectores Anchoyira y Briceño, la napa se encuentra entre 14.70 y 22.05 m de profundidad.

- **Zona III: Papayo - Apurlec - Anchoyira**

En esta zona, el nivel freático fluctúa entre 11.60 y 24.00 m de profundidad, observándose niveles medios en los sectores Cerro la Vieja; San Isidro, Cholocal y Motupe y los más profundos en los sectores Papayo, Quina - Quina, Cruz Blanca, Apurlec y Anchoyira.

En los sectores Papayo, Cholocal y Cerro La Vieja, la napa se ubica entre 11.60 y 21.70 m, mientras que en los sectores Quina - Quina y San Isidro, fluctúa entre 15.40 y 24.00 m. de profundidad. En los sectores Apurlec, Anchoyira, Cruz Blanca y Pueblo Nuevo el nivel freático oscila entre los 16.00 y 20.70 m. de profundidad.

CUADRO N° 8.3
PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA - VALLE MOTUPE - 2014

ZONA	SECTOR	NIVEL FREÁTICO (m)
I	Molino El Carmen, Parranal y Sonolipe	10.80 - 21.00
	Huaca Colorada, El Carmen y Chochope	1.37 - 4.87
	La Capilla y Tongorrape	12.20 - 19.75
	Yocape, Pueblo Nuevo y El Cardo	5.80 - 17.25
	Chanduví y Salitral y Cruz Verde	2.60 - 6.70
	Arrozal	5.05 - 10.80
II	Motupe, Palacios, Cerco Quemado, Huamantanga y San José	11.65 - 17.25
	El Sarco y Humedades	14.40 - 21.50
	Escusa Baraja, Cruz Valera y Cholocal	13.30 - 19.05
	Anchoyira y Briceño	14.70 - 22.05
III	Papayo, Cholocal y Cerro La Vieja	11.60 - 21.70
	Quina - Quina y San Isidro	15.40 - 24.00
	Apurlec, Anchoyira, Cruz Blanca y Pueblo Nuevo	16.00 - 20.70

Valle La Leche

- **Zona I: Pitipo**

La profundidad de los niveles en esta zona varía de 0.40 a 12.83 m. En el sector Jotoro, La Tranca y Poma 2, el nivel freático varía de 1.66 a 8.45 m de profundidad. En el sector Santa Clara varía entre 1.14 y 12.83 m. Por último en los sectores Pativilca, El Verde, Traposa y San Juan de Motupillo fluctúa entre los 0.40 y 5.95 m.

- **Zona II: Pacora**

La profundidad del nivel de agua en esta zona fluctúa entre 4.10 m y 9.85 m. En los sectores de Huaca Rivera y Matriz Comunidad, el nivel de las aguas subterráneas fluctúa entre 4.50 y 9.85 m de profundidad.

Para los sectores de Cerro Escute y El Pueblo, la profundidad de las aguas subterráneas varía entre 4.10 y 6.50 m. Por último para los sectores de Casa Embarrada y Machuca, el nivel freático se encuentra entre los 4.60 y 6.87 m. de profundidad.

- **Zona III: Jayanca**

En esta zona, la profundidad de los niveles de agua fluctúa de 3.35 m a 26.80 m. En los sectores de La Viña y El Marco, el nivel freático se encuentra entre 8.35 y 16.00 m de profundidad.

En los sectores Invernas, Achotal, San José, Jayanca, Chilili y El Puente, la profundidad de las aguas subterráneas esta entre 3.35 y 16.00. Para los sectores Cruz de Chalpon y Noria Nueva, la napa se ubica entre 15.20 y 25.00 m.

Por último entre los sectores Cruce Salas, Puerto Rico, Sancarranco, Los Ángeles y El Limonar, la profundidad de las aguas subterráneas oscilan entre 13.50 y 26.80 m.

- **Zona IV: Salas**

En esta zona, la profundidad del techo de la napa freática varía de 4.00 a 23.20 m., observándose las mayores profundidades en el sector de Alita (23.20 m) por otro lado en el sector Humedades, la profundidad de la napa fluctúa entre 15.40 y 23.20 m.

Para los sectores Salas, Jarchipe, La Peña y Tempon Bajo, el nivel freático se encuentra entre 4.00 y 16.00 m de profundidad. Mientras que para los sectores La Alita y Jahuay Negro, la profundidad del nivel estático fluctúa de 12.70 a 20.80 m.

El Cuadro N° 8.4 muestra el resumen de la variación de la profundidad de la napa freática, en el valle Motupe:

CUADRO N° 8.4
PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREÁTICA VALLE LA LECHE 2014

ZONA	SECTOR	NIVEL FREÁTICO (m)
I	Jotero, La Tranca y Poma 2	166 - 8.45
	Santa Clara	1.14 - 12.83
	Pativilca, El Verde, Traposa y San Juan de Motupillo	0.40 - 5.95
II	Huaca Rivera y Matriz Comunidad	4.50 - 9.85
	Cerro Escute y El Pueblo	4.10 - 6.50
	Casa Embarrada y Machuca	4.60 - 6.87
III	La Viña y El Marco	8.35 - 16.00
	Invernas, Achotal, San José, Jayanca, Chillil y El Puente	3.35 - 16.00
	Cruz de Chalponm y Noria Nueva	15.20 - 25.00
	Cruce Salas, Puerto Rico, Sancarranco, Los Ángeles y El Limonar	13.50 - 26.80
IV	Alita	23.20
	Humedades	15.40 - 23.20
	Salas, Jarchipe, La Peña y Tempón Bajo	4.00 - 16.00
	La Alita y Jahuay Negro	12.70 - 20.80

8.3.3 Fluctuaciones del nivel freático

Con el fin de conocer el funcionamiento hidráulico del acuífero, se construyeron hidrogramas de pozos, en los que se representa la variación del nivel estático por zonas, en función del tiempo.

Generalmente la variación de los niveles freáticos, tiene un comportamiento estacional; es decir, varían de acuerdo a la época del año, ascendiendo en los meses de verano debido a las precipitaciones en las zonas altas y su posterior infiltración. En la época de estiaje, el nivel freático disminuye debido a la ausencia de lluvias y a la menor disponibilidad de agua superficial.

Se procedió a analizar los piezómetros que no registran explotación, ni tampoco interferencias con pozos vecinos. A continuación se hace la descripción por valle, periodo Noviembre 1999 a Noviembre 2014 para los valles de Motupe y margen derecha del río La Leche.

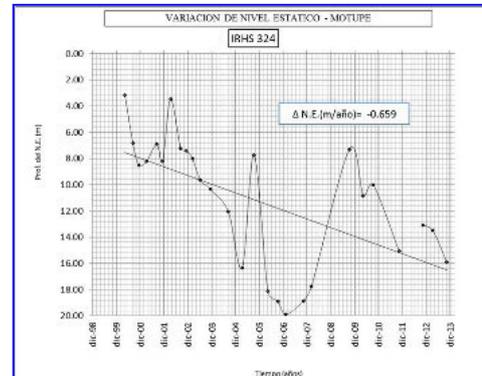
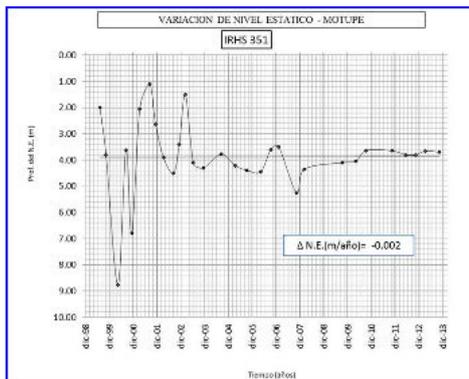
Valle Motupe

Para el periodo Noviembre 1999 - Noviembre 2014, se observa que en la mayoría de los pozos seleccionados, los niveles estáticos de los pozos, descendieron, siendo el intervalo más frecuente, el comprendido entre -0.002 hasta -1.094 m.; en cuanto a los ascensos, fueron producidos desde 0.0007 hasta 0.538 m.

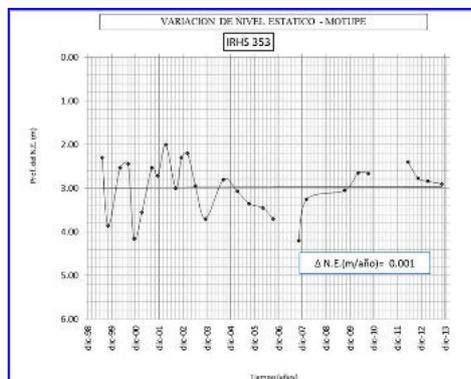
En la Zona I,

En base a las mediciones de la profundidad del nivel de napa, realizadas en el año 2014 y la información histórica existente desde el año 1999, se observa descensos desde -0.002 (pozo IRHS 351 - sector Cruz Verde) hasta -0.659 m/año (pozo IRHS 324 - sector La Capilla), respectivamente. Observándose lo mismo en cuanto a los ascensos, los mismos que varían su velocidad de 0.001 (pozo IRHS 353 - sector Cruz Verde) a 0.28 m/año (pozo IRHS 262 - sector Las Pampas). En relación a los ascensos de la napa freática para el presente sector, los valores son puntuales o aislados y no concentrados.

DESCENSOS DE LA NAPA



ASCENSOS DE LA NAPA

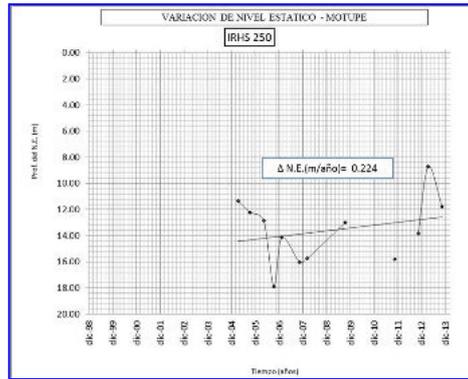


En la Zona II, se produjeron descensos desde -0.154 (Pozo IRHS 191 - Sector La Desmotadora) hasta -1.094 m/año (pozo IRHS 285 - sector Humedades). Por otro lado, en el pozo IRHS 250, ubicado en el sector San José, se ha producido un ascenso de 0.224 m/año.

DESCENSOS DE LA NAPA

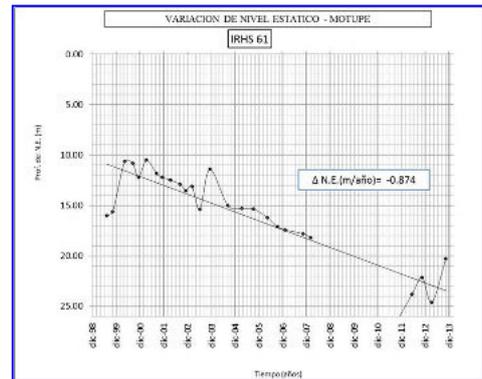
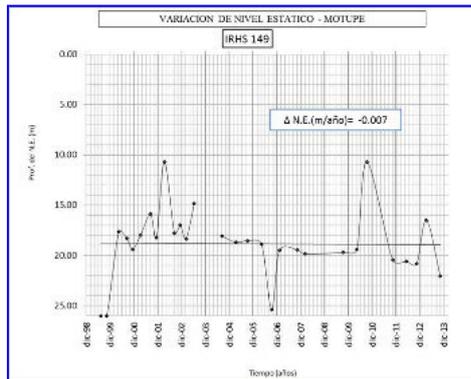


ASCENSOS DE LA NAPA

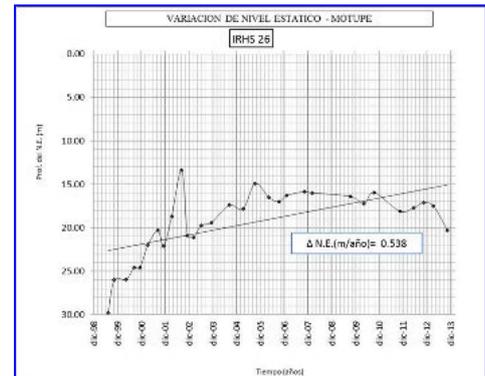
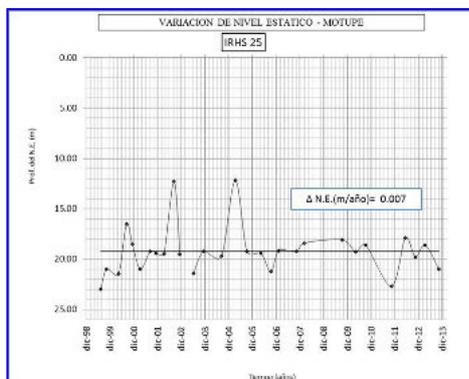


Para la Zona III, en la mayoría de los pozos seleccionados, se ha producido descensos, siendo valores de -0.007 (pozo IRHS 149-sector Quina Quina) hasta -0.874 (pozo IRHS 61-sector Quina Quina). Por otro lado, los ascensos se aprecian en los pozos IRHS 25, siendo el ascenso producido de 0.0007; a continuación existe un valor de 0.538, ubicado en el pozo IRHS 26; ambos valores se presentan en el sector Apurlec.

DESCENSOS DE LA NAPA



ASCENSOS DE LA NAPA



En general, en el acuífero Motupe, el nivel del agua subterránea ha descendido hasta -1.094 m., habiendo ascendido hasta 0.538 m. Hay que tener en cuenta que, utilizando la estadística descriptiva, se eliminaron valores anómalos encontrados en los registros, valorando el grado de incertidumbre que podrían tener estos.

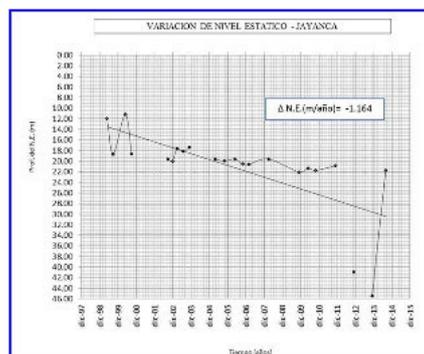
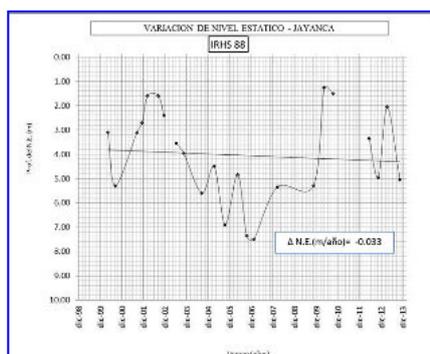
La ampliación de la frontera agrícola y la electrificación rural en el valle Motupe, ha conllevando a una explotación intensiva del agua subterránea. Como consecuencia de los abatimientos en las zonas antes referidas, la producción de los pozos excavados que se encuentran en un radio de influencia de 700.00 m. (ANA 2,007) de las fuentes de explotación intensiva, se pueden ver afectados, hasta el punto de volverse improductivos.

La Leche

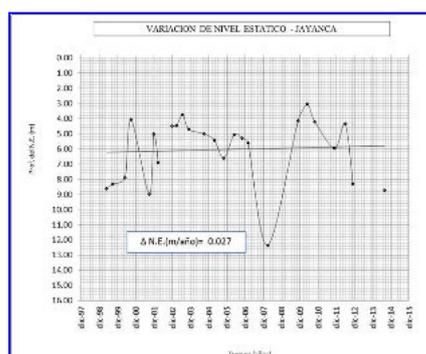
En el distrito de **Jayanca**, en la mayoría de pozos seleccionados, se ha producido descensos pronunciados, tales como en los sectores Santa Matilde (pozo IRHS 88), donde se aprecia un descenso de -0.033 m.; mientras que en el sector Limonar, el descenso llegó hasta -1.164 m. (pozo IRHS 136).

En cuanto a los ascensos, éste se ha producido en el sector La Viña, siendo el valor de 0.027 m. (pozo IRHS 132).

DESCENSOS DE LA NAPA

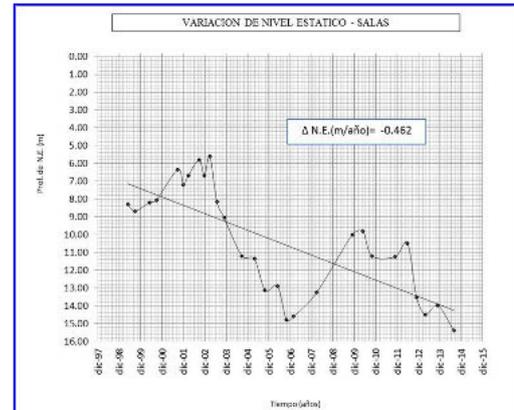
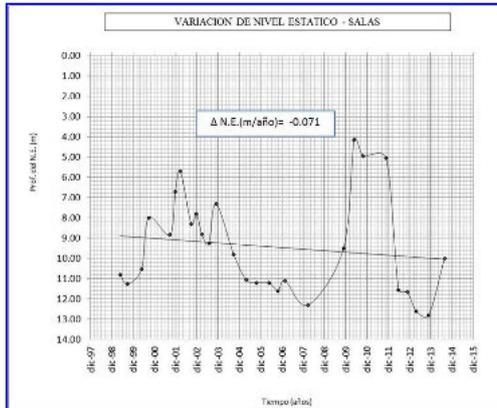


ASCENSOS DE LA NAPA



En el distrito de **Salas**, todos los pozos seleccionados tienden al descenso, variando estos de -0.071 (pozo IRHS 72) hasta -0.462 m. (pozos IRHS 51), los cuales se ubican en los sectores Tempón Bajo y Humedades Bajo respectivamente.

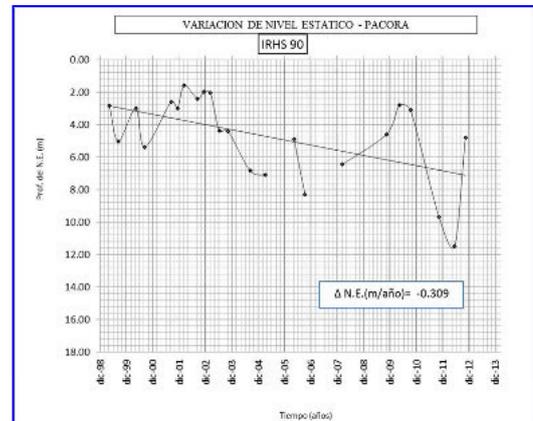
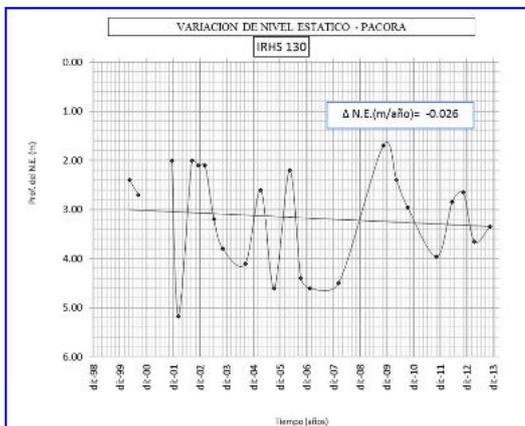
DESCENSOS DE LA NAPA



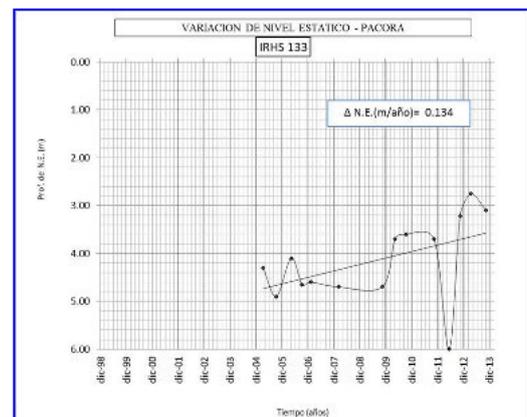
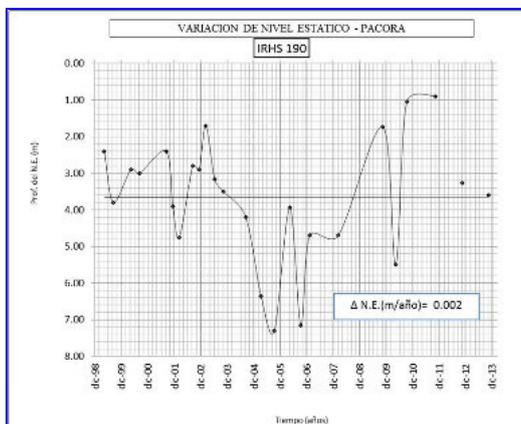
Para el distrito de **Pacora**, se aprecian descensos entre -0.026 a -0.309 m., presentándose dichos valores en los sectores Los Bancos (IRHS 130) y Matriz Comunal (IRHS 90) respectivamente.

En cuanto a los ascensos producidos, éstos se aprecian en el sector Las Juntas, específicamente en los pozos IRHS 190 y 133 respectivamente; siendo los valores de 0.0020 a 0.134 m.

DESCENSOS DE LA NAPA

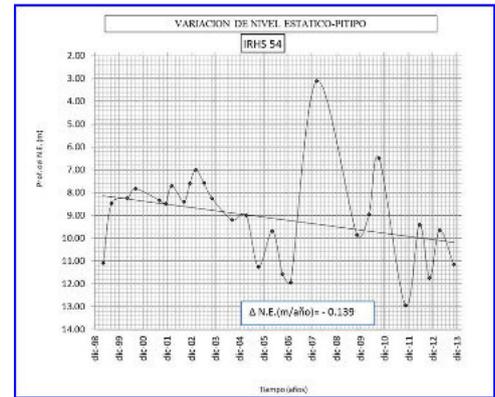
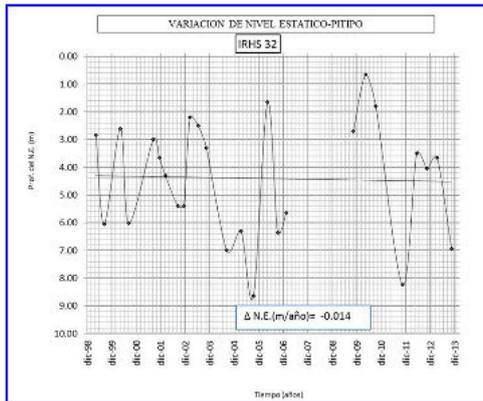


ASCENSOS DE LA NAPA

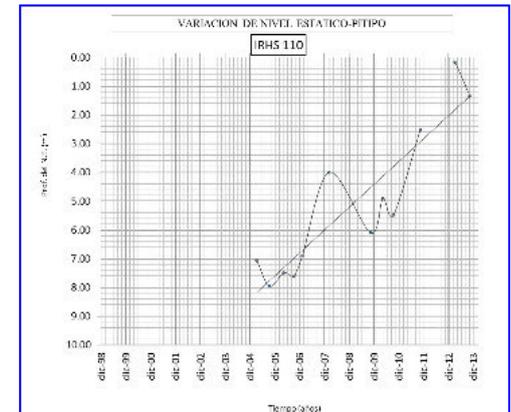
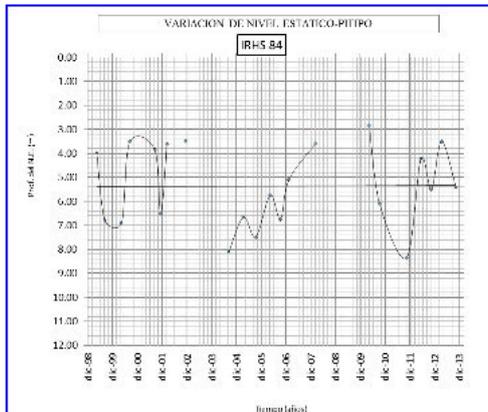


Finalmente en el distrito de **Pítipo**, se registran descensos de la napa freática en los sectores Ojo de Toro (pozo IRHS 32) y Santa Clara (pozo IRHS 54); cuyos valores oscilan entre - 0.014 y -0.139 m. Así mismo, apreciamos ascensos de los niveles estáticos, los mismos que varían de 0.007 (pozo IRHS 84) a 0.78 m. (pozo IRHS 110); estando dichos valores en el sector Santa Clara.

DESCENSOS DE LA NAPA



ASCENSOS DE LA NAPA



HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA



9.0.0 HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA

En todo estudio hidrogeológico, la ejecución de la hidráulica subterránea permite determinar las características físicas y el funcionamiento del acuífero. La hidrodinámica, estudia el funcionamiento del acuífero y el movimiento del agua en un medio poroso cuantificando la capacidad de almacenar y transmitir agua.

En ese sentido, para determinar las características hidráulicas del acuífero Motupe y margen derecha del río La Leche, se ha empleado la técnica de evaluación mediante pruebas de bombeo (extracción de agua); metodología utilizada para estudiar el acuífero en condiciones naturales. Todas las pruebas realizadas se encuentran detalladas en los anexos.

9.1.0 Pruebas de bombeo

En la ejecución de estas pruebas, se observa los efectos provocados en la superficie freática o piezométrica del acuífero, por la extracción de un caudal conocido. Los efectos de abatimientos son registrados en el pozo de bombeo y en el piezómetro próximo a éste.

Mediante las pruebas de acuífero, se ha calculado los parámetros hidráulicos: Transmisividad (T), Conductividad Hidráulica o Permeabilidad (K) y Coeficiente de Almacenamiento (s); cuyo análisis permitirá determinar las condiciones hidráulicas del acuífero.

9.1.1 Pruebas realizadas

Se realizó dieciséis (16) pruebas de bombeo en la zona de estudio (valles Motupe y La Leche); y se siguió la metodología del caudal constante, y medida de recuperación en pozos piezómetros. Cabe mencionar que la Autoridad Nacional del Agua ANA, entre los años 1999 y 2008, ejecutó diecinueve (19) ensayos de bombeo a caudal constante. La distribución de las pruebas se muestra en el **Cuadro N° 9.1**.

9.1.2 Parámetros hidrodinámicos

El acuífero tiene la capacidad de conducir o transmitir agua y también la puede almacenar. Las pruebas de acuífero a caudal constante, consisten en bombear los pozos y controlar los niveles del agua, con las que se obtiene los parámetros hidrodinámicos del acuífero: Permeabilidad (K), Transmisividad (T), Coeficiente de Almacenamiento (S) y Radio de influencia



FOTOGRAFIA N° 9.1

Pozo tubular equipado (motor y bomba) en estado utilizado IRHS 488, ubicado en el distrito de Jayanca (sector Pampa de Lino), en el cual se ejecutó una prueba de bombeo

CUADRO N° 9.1
DISTRIBUCIÓN DE PRUEBAS DE BOMBEO POR VALLE-2014

VALLE	ZONA	SECTOR	N° ENSAYOS
MOTUPE	I	Huaca Colorada	1
		Las Juntas	1
		La Capilla	1
		Tongorrape	1
		Chanduvi	1
		Leticia	1
		Chochope	2
	II	Palacios	1
		Anchovira	1
		Mondragón	2
		Escusa Baraja	1
		Briceño	2
	III	San José	1
Cerro La Vieja		1	
LA LECHE	Salas	Choclocal	1
		La Alita	2
		Tempón	1
	Pacora	Humedades	1
		Matriz Comunidad	1
		Señor de Luren	2
	Jayanca	Huaca Rivera	1
		Guayabo	1
		La Viña	4
		Pampa de Lino	2
		La Papayita	1
		Sancarranco	1
		El Limonar	1
	Leguía	1	
	Pítipo	Santa Clara	3
		Pativilca	1
		Poma III	1
Jotoro		1	

A continuación, se analiza las condiciones hidráulicas del acuífero, basándose en las pruebas de bombeo que se ejecutaron en el ámbito de estudio.

Valle Motupe

- **Zona I: Tongorrape-Salitral-Chochope**

Ubicada en la parte alta del valle Motupe, en la cual se realizaron ocho (08) pruebas de bombeo, cuyos resultados se muestran en el **Cuadro N° 9.2**, además en los gráficos de los Anexos: Hidráulica subterránea. Los valores de los parámetros hidráulicos hallados, son los siguientes:

Transmisividad (T) : $1.97 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ a $76.20 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
Permeabilidad (K) : $1.42 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ a $240.00 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

De acuerdo a los parámetros obtenidos, indican que el acuífero en esta zona varía de aceptables a buenas condiciones hidráulicas y cuyos valores (T, K, s) corresponden básicamente a un acuífero libre.

CUADRO N° 9.2
RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO
VALLE MOTUPE-ZONA I

IRHS	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)		PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-3}$)		COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (%)
	DESCENSO m^2/s	RECUPERACIÓN m^2/s	DESCENSO m/s	RECUPERACIÓN m/s	
405	4.57	26.7	1.02	5.94	
587 (P)	3.00	36.8	0.667	8.17	
357	1.86	36.10	0.69	13.40	15.50
354 (P)	2.63	76.20	0.974	28.20	
668	4.57	39.50	16.30	141.00	16.50
1234 (P)	2.63	63.70	9.39	227.00	
163	3.45	4.80	12.30	17.20	4.09
164 (P)	2.23	16.40	7.95	58.50	
112	3.45	43.20	19.20	240.00	5.66
113 (P)	3.11	16.10	17.30	89.30	
17	0.99	2.33	6.01	1.42	0.23
18 (P)	0.63	1.97	7.71	24.03	
131	3.66	2.93	37.65	3.01	5.36
183 (P)	6.10	2.15	47.73	16.85	
405	3.28	15.95	5.68	2.76	

Pruebas realizadas ANA 2014

Pruebas realizadas por INRENA 2008

• **Zona II: Motupe - Escusa Baraja - Briceño**

En esta zona, en el año 2014, se realizaron dos (02) pruebas y se reinterpretaron seis (06) realizadas en el año 2008, cuyos resultados se muestran en el **Cuadro N° 9.3**; y los gráficos en el anexo de hidráulica subterránea.

Los parámetros hidráulicos hallados son los siguientes:

Transmisividad (T): $0.75 \times 10^{-2} m^2/s$ a $34.10 \times 10^{-2} m^2/s$

Permeabilidad (K): $1.30 \times 10^{-3} m/s$ a $13.70 \times 10^{-3} m/s$

CUADRO N° 9.3
RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO
VALLE MOTUPE - ZONA II

IRHS	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)		PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-3}$)		COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (%)
	DESCENSO m^2/s	RECUPERACIÓN m^2/s	DESCENSO m/s	RECUPERACIÓN m/s	
215	1.58	7.99	0.64	3.23	7.30
366 (P)	4.26	34.10	1.72	13.70	
382	3.24	4.03	1.05	1.30	7.43
385 (P)	1.38	10.10	0.444	3.26	
11	2.85	2.61	5.82	5.34	3.28
36 (P)	2.56	2.61	4.74	4.84	
88	1.31	3.04	2.98	6.90	
210	--	4.36	--	10.09	
228	0.77	0.75	1.78	1.72	
135	1.34	0.92	3.21	2.26	
234	1.46	2.24	3.03	4.68	

Pruebas realizadas ANA 2014

Pruebas realizadas por INRENA 2008

Los parámetros hidráulicos obtenidos de la interpretación de las pruebas de bombeo indican que el acuífero es libre, a lo que se agregaría que presenta de regulares a buenas condiciones hidráulicas.

- **Zona III: El Papayo - Apurlec - Anchovira**

En esta zona, en el año 2014, se ejecutó una (01) prueba de bombeo, siendo reinterpretada a la vez, una (01) del año 2008, cuyos resultados se muestran en el **Cuadro N° 9.4** y en los gráficos del Anexo: Hidráulica subterránea. Los parámetros hidráulicos hallados son los siguientes:

Transmisividad (T): $2.23 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ a $117.00 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

Permeabilidad (K): $4.11 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ a $60.00 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

El análisis de los parámetros hidráulicos (T, K) obtenidos de la prueba de bombeo indica que el acuífero en esta zona es libre y de regulares condiciones hidráulicas.

CUADRO N° 9.4
RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO
VALLE MOTUPE - ZONA III

IRHS	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)		PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-3}$)		COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO
	DESCENSO	RECUPERACIÓN	DESCENSO	RECUPERACIÓN	(%)
	m^2/s	m^2/s	m/s	m/s	
196	1.38	12.80	0.708	6.56	16.40
P (1232)	6.39	117.00	3.27	60.00	
236	2.56	2.23	4.73	4.11	

Prueba realizada ANA 2014

Prueba realizada por INRENA 2008

Valle La Leche

- **Zona I: Distrito de Pítipu**

En el año 2014, se ejecutaron tres (03) pruebas de bombeo y adicionalmente se reinterpretaron tres (03), obteniéndose los parámetros que se adjuntan en el **Cuadro N° 9.5** y los gráficos en el Anexo: Hidráulica subterránea.

Transmisividad (T): $1.14 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ a $5.15 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

Permeabilidad (K): $0.148 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ a $28.90 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Los parámetros obtenidos indican que el acuífero en este sector, presenta características hidráulicas regulares; donde los valores de Transmisividad (T) y Permeabilidad (K) corresponden básicamente a un acuífero libre.

CUADRO N° 9.5
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO-VALLE LA LECHE
DISTRITO PÍTIPO

IRHS	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)		PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-3}$)		COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO
	DESCENSO	RECUPERACIÓN	DESCENSO	RECUPERACIÓN	(%)
	m^2/s	m^2/s	m/s	m/s	
967	1.02	1.20	3.30	3.87	1.64
56 (P)	1.38	5.15	4.45	16.60	
416	0.844	2.06	8.44	20.60	0.181
863 (P)	0.309	2.89	3.09	28.90	
364	0.625	4.48	2.50	17.90	0.726
9 (P)	0.526	4.57	2.10	18.30	
319	0.25	0.32	0.115	0.148	
527	0.27			0.352	
559	0.09	0.14	0.191	0.287	

- **Zona II: Distrito de Pacora**

Ubicado en la parte baja del valle La Leche. En esta zona, no se realizaron pruebas de bombeo por falta de pozos operativos y características técnicas adecuadas. Por otro lado, se recopiló cuatro (04) pruebas de bombeo, cuyos resultados se muestran en el Cuadro N° 9.6 y sus gráficos en el Anexo IV: Hidráulica Subterránea.

Los valores de los parámetros hallados son los siguientes:

Transmisividad (T): $0.22 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ a $0.52 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

Permeabilidad (K): $0.029 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ a $0.105 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

CUADRO N° 9.6
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO-VALLE LA LECHE
DISTRITO DE PACORA

IRHS	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)		PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-3}$)		COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO
	DESCENSO	RECUPERACIÓN	DESCENSO	RECUPERACIÓN	(%)
	m^2/s	m^2/s	m/s	m/s	
36	0.58	0.52	0.082	0.074	
40	0.32		0.044		
90	0.41	0.22	0.054	0.029	
115	0.37	0.25	0.157	0.105	

Prueba realizada por INRENA 2008

Los parámetros obtenidos indican que el acuífero en este sector, presenta características hidráulicas regulares; donde los valores de transmisividad (T) y permeabilidad (K) corresponden básicamente a un acuífero libre.

- **Zona III: Distrito de Jayanca**

En esta zona, se ha interpretado once (11) pruebas de bombeo, de las cuales cuatro (04) se ejecutaron en el año 2014; mientras que siete (07), en el año 2008. Los resultados se muestran en el **Cuadro N° 9.7**; mientras que los gráficos de las pruebas; en el Anexo: Hidráulica subterránea.

Los valores obtenidos en las pruebas de bombeo, son los siguientes:

Transmisividad (T): $0.0424 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ a $4.90 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

Permeabilidad (K): $0.0206 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ a $1.82 \times 10^{-3} \text{ m/s}$



FOTOGRAFÍA N° 9.2

Personal técnico en plena toma de datos en la ejecución de una prueba de bombeo en pozo tubular utilizado

CUADRO N° 9.7
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO-VALLE LA LECHE
DISTRITO DE JAYANCA

IRHS	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)		PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-3}$)		COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (%)
	DESCENSO m^2/s	RECUPERACIÓN m^2/s	DESCENSO m/s	RECUPERACIÓN m/s	
24 450 (P)	0.098 4.57	0.162 4.90	0.0364 1.69	0.0599 1.82	
536 313 (P)	0.014 0.0962	0.0424 0.122	0.00249 0.017		
488 79 (P)	0.136 0.630	0.541 3.390	0.0498 0.23	0.197 1.24	2.93
85 86 (P)	0.0304 0.717	0.0518 1.98	0.0121 0.286	0.0206 0.788	2.93
24	0.34	0.320	0.070	0.069	
59	0.69	0.68	0.138	0.136	
68	0.49	0.47	0.105	0.101	
83	0.24	0.22	0.045	0.043	
94	0.32	0.27	0.071	0.058	
320	0.418		0.227		
493	0.78	0.42	0.097	0.052	

Prueba realizada ANA 2014

Prueba realizada por INRENA 2008

Las pruebas de bombeo realizadas han permitido inferir que el acuífero en este sector, presenta aceptables condiciones hidráulicas y básicamente es un acuífero libre.

- Zona IV: Distrito de Salas**

Ubicado en la parte Noreste del valle La Leche (en ambos márgenes del río Salas). En el año 2014, este sector se ha realizado una (01) prueba de bombeo; así mismo, se reinterpretaron dos (02) del año 2008, cuyos resultados se muestran en el **Cuadro N° 9.8**. Los gráficos de las pruebas se adjuntan en el Anexo: Hidráulica sSubterránea.

Los valores de los parámetros obtenidos son los siguientes:

Transmisividad (T): $1.20 \times 10^{-2} m^2/s$ a $37.20 \times 10^{-2} m^2/s$
Permeabilidad (K): $0.368 \times 10^{-4} m/s$ a $31.00 \times 10^{-2} m/s$

CUADRO N° 9.8
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO-VALLE LA LECHE
DISTRITO DE SALAS

IRHS	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)		PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-3}$)		COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (%)
	DESCENSO m^2/s	RECUPERACIÓN m^2/s	DESCENSO m/s	RECUPERACIÓN m/s	
279 201 (P)	1.53 0.92	37.20 20.60	12.80 7.67	31.0 17.20	1.09
54	0.26	1.20	0.105	0.479	
14	0.41	1.24	0.120	0.368	

Prueba realizada ANA 2014

Prueba realizada por INRENA 2008

De acuerdo a los parámetros hidrodinámicos obtenidos, indican que el acuífero presenta características hidráulicas de regulares a buenas y básicamente es libre y superficial.

9.2.0 Radios de Influencia

La producción de un pozo cuando, se bombea genera a su alrededor un cono de depresión del nivel del agua, la diferencia entre el nivel estático inicial del agua y su mayor depresión es conocida como abatimiento y la distancia horizontal desde el pozo hasta el punto donde el abatimiento es cero, se denomina radio de influencia.

Para demostrar si existe interferencia entre pozos en condiciones de explotación, se ha realizado el cálculo de radios de influencia, de acuerdo a los parámetros hidrodinámicos obtenidos mediante las pruebas de bombeo.

A continuación se describe por sectores, los radios de influencia obtenidos:

Valle Motupe

- Zona I: Tongorrape - Salitral - Chochope**

El radio de influencia en esta zona, se ha calculado para diferentes horas de bombeo, obteniéndose para 6 a 48 horas, valores que fluctúan entre 19.00 - 163.00 m y 52.00 - 460.00 m respectivamente; deduciéndose que gran parte de esta zona, no presenta problemas de interferencia de pozos. Ver **Cuadro N° 9.9**

CUADRO N° 9.9
RADIOS DE INFLUENCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE BOMBEO
ZONA I

I.R.H.S	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)			PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-5}$)			COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (S) Adimensional	CAUDAL (Q) l/s	RADIO DE INFLUENCIA ABSOLUTO $R = 1.5 [T \cdot uS]^{0.5}$ (m)				
	Descenso (m ² /s)	Recuperación (m ² /s)	Adoptado (m ² /s)	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)	Adoptado (m/s)			6 horas	12 horas	18 horas	1 día	2 días
IRHS-354 (P)	2.63		2.63	0.0974		0.0974	0.155	55	90.81	128.42	157.29	181.62	256.85
IRHS-1234 (P)	2.63		2.63	0.939		0.939	0.165	55	88.01	124.47	152.45	176.03	248.94
IRHS 164 (P)	2.23		2.23	0.795		0.795	0.0409	55	162.78	230.21	281.95	325.57	460.42
IRHS 113 (P)	3.11		3.11	1.73		1.73	0.566	55	51.68	73.08	89.51	103.35	146.16
140302-118 (P)	0.63	1.97	1.3	7.71		3.855	0.23		52.41	74.12	90.78	104.82	148.24
140307-103 (P)	6.1	2.15	4.125	47.73	16.85	32.29	5.38		19.34	27.35	33.50	38.68	54.70

Prueba realizada ANA 2014

Prueba realizada por INRENA 2008

- Zona II: Motupe - Escusa Baraja - Briceño**

El radio de influencia, ha sido calculado para diferentes horas de bombeo, obteniéndose para bombeos de 6 a 24 horas, valores que fluctúan entre 21.00 m - 58.00 m y 65.00 m - 151.00 m respectivamente, deduciéndose que gran parte de esta zona no tiene problemas de interferencia de pozos. Ver **Cuadro N° 9.10**.

CUADRO N° 9.10
RADIOS DE INFLUENCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE BOMBEO
ZONA II

I.R.H.S	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)			PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-5}$)			COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (S) Adimensional	CAUDAL (Q) l/s	RADIO DE INFLUENCIA ABSOLUTO $R = 1.5 [T \cdot uS]^{0.5}$ (m)				
	Descenso (m ² /s)	Recuperación (m ² /s)	Adoptado (m ² /s)	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)	Adoptado (m/s)			6 horas	12 horas	18 horas	1 día	2 días
IRHS-366 (P)	4.26		4.26	1.72		1.72	0.73	55	53.26	75.31	92.24	106.51	150.63
IRHS-382	3.24	4.03	3.24	1.05	1.3	1.05	0.743	55	46.04	65.10	79.74	92.07	130.21
140307-11	2.85	2.61	2.85	5.82	5.34	5.82	3.28	55	20.55	29.06	35.59	41.10	58.12

Prueba realizada ANA 2014

Prueba realizada por INRENA 2008

- Zona III: El Papayo - Apurlec - Anchovira**

Los radios de influencia calculados para diferentes tiempos de bombeo obtenidos para 6 a 24 horas, fluctúan entre 138.00 y 389.00 m., respectivamente, deduciéndose que en esta zona no existen problemas de interferencia de pozos. Ver **Cuadro N° 9.11**

CUADRO N° 9.11
RADIOS DE INFLUENCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE BOMBEO
ZONA III

I.R.H.S	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^2$)			PERMEABILIDAD ($K \times 10^3$)			COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (S) Adimensional	CAUDAL (Q) l/s	RADIO DE INFLUENCIA ABSOLUTO $R = 1.5 [T \cdot S]^{0.5}$ (m)				
	Descenso (m ² /s)	Recuperación (m ² /s)	Adoptado (m ² /s)	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)	Adoptado (m/s)			6 horas	12 horas	18 horas	1 día	2 días
IRHS-1232 (P)	6.39	11.7	6.39	3.27		3.27	0.164	41	137.61	194.61	238.35	275.22	389.22

Prueba realizada ANA 2014

Valle La Leche

- Zona I: Distrito de Pítipu**

Los radios de influencia se calcularon para diferentes horas de bombeo, en el rango de 6 a 24 horas, los valores fluctúan de 9.00-25.00 m a 28.00-86.00 m, deduciéndose que gran parte de este sector, no presenta problemas de interferencia de pozos. Ver **Cuadro N° 9.12**

CUADRO N° 9.12
RADIOS DE INFLUENCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE BOMBEO
DISTRITO: PÍTIPO

I.R.H.S	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^3$)			PERMEABILIDAD ($K \times 10^6$)			COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (S) Adimensional	CAUDAL (Q) l/s	RADIO DE INFLUENCIA ABSOLUTO $R = 1.5 [T \cdot S]^{0.5}$ (m)				
	Descenso (m ² /s)	Recuperación (m ² /s)	Adoptado (m ² /s)	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)	Adoptado (m/s)			6 horas	12 horas	18 horas	1 día	2 días
IRHS 56 (P)	1.38	5.15	1.38	1.72		1.72	0.73	7	30.31	42.87	52.50	61.62	85.73
IRHS 883 (P)	0.309	2.89	0.309	1.05	1.3	1.05	0.743	11	14.22	20.11	24.62	28.43	40.21
IRHS 009 (P)	0.926	4.57	0.926	5.82	5.34	5.82	3.28		8.83	12.49	15.29	17.66	24.97

Prueba realizada ANA 2014

Prueba realizada por INRENA 2008

- Zona II: Distrito de Pacora**

Para bombeos de 6 a 24 horas, los radios de influencia varían de 89.00-158.00 m. a 177.00-316.00 m. En el **Cuadro N° 9.13** se muestran los resultados.

CUADRO N° 9.13
RADIOS DE INFLUENCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE BOMBEO
DISTRITO: PACORA

IRHS	Transmisividad (m ² /s) x 10 ²	Coef. Alm. S (%)	Radio de influencia (m)			
			6 hr	12 hr	18 hr	24 hr
36	0.52	1	158	224	274	316
90	0.22	1	103	146	179	207
40	0.32	1	89	125	154	177
115	0.31	1	123	174	213	246

Prueba realizada por INRENA 2008

- Zona III: Distrito de Jayanca**

En este sector los radios de influencia calculados para bombeos de 6 a 24 horas varían de 103.00-109.00 m. a 145.00-308.00 m. respectivamente. No existen problemas de interferencia entre pozos. Ver **Cuadro N° 9.14**.

CUADRO N° 9.14
RADIOS DE INFLUENCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE BOMBEO
DISTRITO: JAYANCA

I.R.H.S	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)			PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-5}$)			COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (S) Adimensional	CAUDAL (Q) l/s	RADIO DE INFLUENCIA ABSOLUTO $R = 1.5 [T \text{ uS}]^{0.5}$ (m)				
	Descenso (m ² /s)	Recuperacion (m ² /s)	Adoptado (m ² /s)	Descenso (m/s)	Recuperacion (m/s)	Adoptado (m/s)			6 horas	12 horas	18 horas	1 día	2 días
IRHS 079 (P)	0.636	3.99	0.636	0.23	1.24	0.23	0.0293	7	102.71	145.25	177.90	205.42	290.51
IRHS 086 (P)	0.717	1.98	0.717	0.286	0.788	0.286	0.0293	7	109.05	154.23	188.89	218.11	308.45

Prueba realizada por INRENA 2008

- Zona IV: Distrito de Salas**

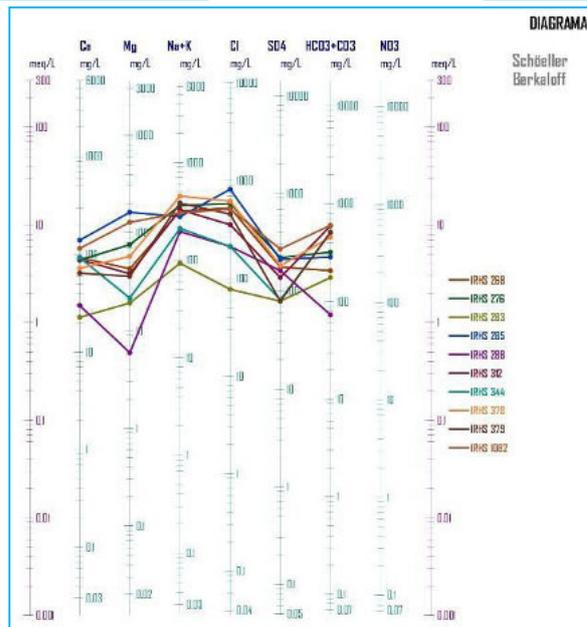
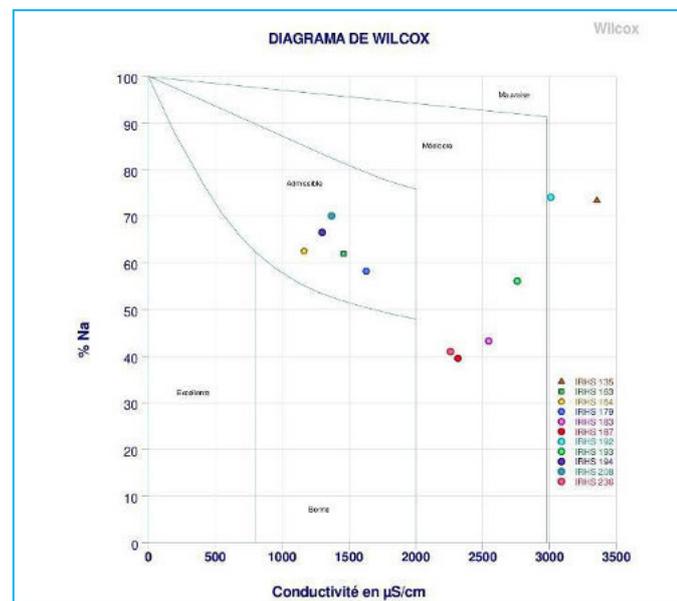
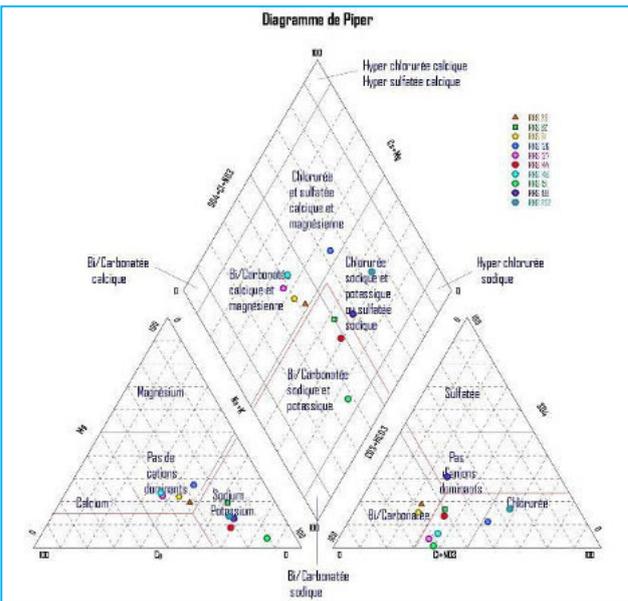
El radio de influencia calculado para bombes de 6 a 24 horas, varía de 203.00 a 573.00 m., no existiendo problemas de interferencia entre pozos. Ver **Cuadro N° 9.15**.

CUADRO N° 9.15
RADIOS DE INFLUENCIA A DIFERENTES TIEMPOS DE BOMBEO-DISTRITO: SALAS

I.R.H.S	TRANSMISIVIDAD ($T \times 10^{-2}$)			PERMEABILIDAD ($K \times 10^{-5}$)			COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (S) Adimensional	CAUDAL (Q) l/s	RADIO DE INFLUENCIA ABSOLUTO $R = 1.5 [T \text{ uS}]^{0.5}$ (m)				
	Descenso (m ² /s)	Recuperacion (m ² /s)	Adoptado (m ² /s)	Descenso (m/s)	Recuperacion (m/s)	Adoptado (m/s)			6 horas	12 horas	18 horas	1 día	2 días
IRHS 201 (P)	0.92	20.6	0.92	0.767	17.2	0.767	0.0109	4	202.53	286.43	350.80	405.07	572.85

Prueba realizada por INRENA 2008

HIDROGEOQUÍMICA



10.0.0. 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 experimentada por la concentración salina.

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

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

10.1.0 Recolección de muestras de agua subterránea

En el inventario de pozos en forma simultánea, se realizó la recolección de muestras de agua subterránea; a la que inicialmente y utilizando un analizador de agua digital se le determinó la conductividad eléctrica (C.E.), el pH, los sólidos totales disueltos (STD) y la temperatura (°C).

Una vez concluida la fase de actualización del inventario de las fuentes de agua subterránea, se analizó y posteriormente se seleccionó **124 pozos** para análisis físico químico que fueron enviadas al laboratorio de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo UNPRG, ubicado en la ciudad de Lambayeque.

Los valores de los análisis físico-químicos, se muestran en el Anexo: Hidrogeoquímica.

10.1.1 Evaluación de la red hidrogeoquímica de monitoreo

En el Anexo Hidrogeoquímica, se muestran los cuadros con los resultados de los análisis físico-químicos de las muestras de agua, que se recolectaron en todo el área de estudio.

10.1.2 Tratamiento de datos

Para el aseguramiento de la calidad de los análisis químicos, se utiliza la relación del balance iónico. Esta permite discernir la fiabilidad de los datos analíticos obtenidos en los componentes químicos mayoritarios.

Mediante el cálculo del balance iónico (porcentaje de error) se acepta como máximo un valor de error del 10%, de tal manera, que las muestras que sobrepasan este límite no son consideradas para fines de interpretación. La fórmula para el balance iónico es la siguiente (APHA, AWWA, WEF, 1992).

$$Error (\%) = \frac{\Sigma cationes - \Sigma aniones}{\Sigma cationes + \Sigma aniones} \times 100$$

El Balance iónico es un método rápido para confirmar la credibilidad de los análisis y son calculados a través de la siguiente fórmula estándar, usando normalmente sólo los mayores cationes disueltos Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ y los mayores aniones Cl⁻, HCO₃⁻(+CO₃) y SO₄.

En general el resultado de la aplicación del cálculo del balance de aniones y cationes a las 45 muestras extraídas en la campaña 2008 y 124 de la campaña 2014, 12 presentan valores por encima del límite admisible (10%). Ver Anexo Hidrogeoquímica.

10.2.0 Normativa de la calidad del agua

10.2.1 Normativa peruana

Las normas que rigen la calidad de las aguas de consumo humano, están establecidas en el D.S. N° 031-2010-MINAM-Dirección General de Salud Ambiental, teniendo en cuenta que estos límites se fijan con un margen de seguridad amplio, debido a que la población que va a consumirla incluye también a los transeúntes no acostumbrados o habituados a ella, a las personas susceptibles, a enfermos hospitalarios, etc.

CUADRO N° 10.1
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Elementos	Límite Máximo Tolerable *
pH	8 - 8.5
Dureza	250 - 500
Ca (mg/l)	85 - 200
Mg (mg/l)	125
Na (mg/l)	120
Cl (mg/l)	250
SO4 (mg/l)	250

10.2.2 Normativa Internacional

- Los límites máximos tolerables establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en Ginebra 1982, para consumo humano son los siguientes:

CUADRO N° 10.2
LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor		Aceptable
2. Sabor		Aceptable
3. Color	UCV escala P/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmhos/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL-1	1 000
8. Cloruros	mg Cl-L-1	250
9. Sulfatos	mg SO4-L-1	250
10. Dureza total	mg CaCO3 L-1	500
11. Amoníaco	mg N L-1	1,5
12. Hierro	mg Fe L-1	0,3
13. Manganeso	mg Mn L	0,4
14. Aluminio	mg Al L-1	0,2
15. Cobre	mg Cu L-1	2,0
16. Zinc	mg Zn L-1	3,0
17. Sodio	mg Na L-1	200

- El laboratorio de Salinidad de RIVERSIDE (U.S.) propone clasificar el peligro de salinización de los suelos, según la Conductividad Eléctrica del agua utilizada para el riego de acuerdo al siguiente esquema.

CUADRO N° 10.3
LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE

CLASES	PELIGRO DE SALINIZACIÓN	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (mS/cm a 25°C)	CONTENIDO DE SALES TOTALES (g/l)
C1	Bajo	< 0.25	< 0.15
C2	Moderado	0.25 – 0.75	0.15 – 0.50
C3	Medio	0.75 – 2.25	0.50 – 1.15
C4	Alto	2.25 – 4.00	1.15 – 2.50
C5	Muy Alto	4.00 – 6.00	2.50 – 3.50
C6	Excesivo	> 6.00	> 3.50

- Clase C1:** Agua de baja salinidad, puede usarse para la mayor parte de los cultivos, en casi todos los suelos. Con las prácticas habituales de riego, la salinidad del suelo tiende a niveles muy bajos salvo en suelos muy poco permeables, con los cuales se requerirá intercalar riegos de lavado.
- Clase C2:** Agua de salinidad moderada, puede usarse en casi todos los cultivos con suelos de buena permeabilidad. En caso de permeabilidad deficiente del suelo, es necesario elegir el cultivo, evitando aquellos muy sensibles a las sales. Se requiere riegos de lavado ocasionales.
- Clase C3:** Agua de salinidad media, debe usarse en suelos de permeabilidad moderada a buena, y aún así, efectuar riegos de lavado para evitar que se acumulen las sales en cantidades nocivas para las plantas. Deben seleccionarse cultivos con tolerancia a la salinidad.
- Clase C4:** Agua de salinidad Alta, sólo debe usarse en casos de suelos de buena permeabilidad, para que los riegos de lavado, produzcan una lixiviación suficiente para impedir que las sales se acumulen en cantidades peligrosas. Deben también seleccionarse los cultivos adecuados a estas condiciones.
- Clase C5:** Agua de salinidad muy alta, inapropiada para el riego; sólo puede usarse en suelos muy permeables y con manejos técnicos muy cuidadosos.
- Clase C6:** Agua extremadamente salina, no apta para el riego

CUADRO N° 10.4
LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE

CLASE	CLASIFICACIÓN	RAS
S ₁	BAJA peligrosidad sódica.	0–10 ó 0–2 depende de la clase por peligro de salinización.
S ₂	MEDIANA peligrosidad sódica.	10-18 ó 2-6 depende de la clase por peligro de salinización
S ₃	ALTA peligrosidad sódica.	18–26 ó 6–10 depende de la clase por peligro de salinización
S ₄	MUY ALTA peligrosidad sódica.	> 26 ó > 10 depende de la clase por peligro de salinización

- Clase S₁:** Bajo peligro de sodificación: Pueden usarse en casi todos los suelos sin riesgo de que el nivel del sodio de intercambio se eleve demasiado.
- Clase S₂:** Peligro de sodificación Mediano: estas aguas pueden usarse en suelos de textura gruesa o con buena permeabilidad. En suelos de textura fina o con drenaje deficiente, puede elevarse el sodio de intercambio, este efecto se ve atenuado en suelos con Yeso.
- Clase S₃:** Alto peligro de sodificación: son capaces de originar sodificación en casi todos los tipos de suelo, por lo que se requiere manejos técnicos específicos para mejorar el drenaje y lixiviado como a su vez, medidas correctivas como incorporación de yeso.
- Clase S₄:** Muy Alto peligro de sodificación: Aguas inadecuadas para el riego, salvo condiciones de muy baja salinidad. El Calcio proveniente de los Carbonatos de Calcio del suelo o del yeso puede disminuir el peligro de sodificación.

- La FAO simplificó estas clasificaciones y propuso sólo tres (03) índices de salinidad, con los siguientes límites:

CUADRO N° 10.5
INDICES DE SALINIDAD SEGÚN LA FAO

Clasificación	C.E. (mS/cm)	Riesgo de salinización
C ₁	< 0.7	SIN RIESGO
C ₂	0.7 – 3.0	RIESGO MODERADO
C ₃	> 3.0	ALTO RIESGO

Esta clasificación es considerada demasiado simplificada, ya que engloba en una misma categoría las aguas con Conductividades diferentes. No sería aconsejable pensar que el riesgo de salinidad de una muestra de C.E. 0.80 es igual al de otra muestra de C.E 2.90 (mS/cm) por citar un ejemplo.

Con respecto a la sodificación, la FAO propone el siguiente cuadro de evaluación, también con tres índices:

CUADRO N° 10.6
INDICES DE SODIFICACIÓN SEGÚN LA FAO

Clasificación	R.A.S.	Riesgo de Sodificación
S1	< 3	SIN RIESGO
S2	3 - 9	RIESGO MODERADO
S3	> 9	ALTO RIESGO

10.3.0 Resultados fisicoquímicos del agua subterránea

10.3.1 Características físicas del agua

10.3.1.1 Conductividad eléctrica (C.E.)

Es la propiedad que tiene el agua de conducir la corriente eléctrica. Depende de varios factores, principalmente de la concentración y tipos de sales ionizables disueltas, naturaleza, carga de iones formada y de la temperatura. La conductividad aumenta en una relación de 2% por cada grado centígrado; es por ello que las medidas deben relacionarse a un valor de referencia, el cual es 25 °C.

Considerando que la conductividad eléctrica se mide rápidamente, su determinación representa el método adecuado para estimar la calidad química del agua. Para el análisis de la calidad del agua, se ha utilizado la clasificación propuesta por el laboratorio de Salinidad de RIVERSIDE (U.S.).

Se ha elaborado la Lámina de **Isoconductividad**, la misma que está constituida por **246 pozos**, estando **118** ubicados en el valle Motupe (**Lámina N° 10.1**) y **128** en la margen derecha del río La Leche (**Lámina N° 10.2**).

A continuación, se realiza el análisis de la lámina antes indicada, describiéndose el grado de mineralización del agua subterránea almacenada en el área de estudio.

Valle Motupe

- **Zona I : Tongorrape - Salitral - Chochope**

En esta zona, la conductividad eléctrica fluctúa entre 0.24 y 5.44 mmhos/cm, valores que representan aguas de baja a muy alta mineralización.

Entre los sectores Tongorrape, La Capilla, El Cardo y Pueblo Nuevo, la conductividad eléctrica fluctúa entre 0.24 y 1.98 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de baja a media mineralización; mientras que entre los sectores Yocape, El Pato y Choloque, varía de 0.28 a 0.84 mmhos/cm, valores que representan a aguas de moderada a media mineralización. A continuación, en los sectores Chanduvi y Cruz Verde, la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas, fluctúa entre 0.99 a 4.65 mmhos/cm, cuyos valores indican aguas de media a muy alta mineralización

Así mismo, entre los sectores Las Pampas y Arrozal, la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas, fluctúa entre 0.34 a 1.34 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de moderada a mediana mineralización; mientras que entre los sectores Arrozal, Marripón y Molino el Carmen, varía entre 0.28 y 0.91 mmhos/cm, valores que representan aguas de moderada a mediana mineralización.

Por otro lado, entre los sectores Parranal, Huaca Colorada y Chóchope, la conductividad eléctrica del agua subterránea, fluctúa entre 0.37 y 0.55 mmhos/cm (aguas de moderada mineralización); mientras que, entre los sectores Las Juntas, Chitarra, Salitral, varía entre 0.62 y 5.44 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de moderada a muy alta mineralización. Finalmente en el Cercado de Motupe, se tiene valores que fluctúan entre 0.59 y 0.85 mmhos/cm, valores que representan aguas de moderada a mediana mineralización.

- **Zona II : Motupe - Escusa Baraja - Briceño**

En esta zona, la conductividad eléctrica fluctúa entre 0.58 y 6.77 mmhos/cm, valores que representan aguas de baja a excesiva mineralización. Se observa valores puntuales de 9.92 mmhos/cm (pozo IRHS 39), 19.27 mmhos/cm (pozo IRHS 453 - sector Briceño) y 11.24 mmhos/cm. (pozo IRHS 288 - sector Humedades).

Entre los sectores Mondragón, Laguna El Sarco, Cerco Quemado y Palacios, la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas fluctúa de 0.64 a 3.93 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de moderada a alta mineralización; mientras que entre los sectores Nuevo Chepen y Humedades, varía de 2.84 a 6.77 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de alta a excesiva mineralización, ubicándose valores puntuales de 11.24 mmhos/cm.

Así mismo, entre los sectores San José, Prada, Escusa Baraja, Santa Ana, la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas, fluctúa de 0.62 a 3.80 mmhos/cm, valores que representan aguas de moderada a alta mineralización.

Por otro lado, entre los sectores Briceño, Anchovira y Escusa Baraja, la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas, fluctúa entre 0.58 y 5.95 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de moderada a muy alta mineralización, existiendo valores puntuales de 9.42 y 19.27 mmhos/cm., en el Sector Briceño.

- **Zona III: Papayo - Apurle - Anchovira**

En esta zona, la conductividad eléctrica, fluctúa entre 0.64 y 6.25 mmhos/cm, valores que representan aguas de moderada a excesiva mineralización (dulce - salobre), con valores puntuales de 7.26, 7.74, 8.36, 8.85, 9.23 y 20.00 mmhos/cm.

A continuación, entre los sectores El Papayo, la Desmotadora, el Jebe y Guadarrama, la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas fluctúa de 0.64 a 3.13 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de moderada a alta mineralización.

Entre los sectores Cerro La Vieja, San Isidro y Quina - Quina, varía de 1.66 a 6.25 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de mediana a excesiva mineralización; y en el sector el Cholocal varía de 1.10 a 3.29 mmhos/cm, valores que representan a aguas de mediana a alta mineralización, con un valor puntual de 8.36 mmhos/cm.

Así mismo, entre los sectores Anchovira y Apurle, la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas fluctúa entre 0.78 y 5.17 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de media a muy alta mineralización; mientras que entre los sectores Cruce Salas y Pueblo Nuevo, varía de 2.67 a 7.26 mmhos/cm, valores que representan a aguas de alta a excesiva mineralización.

En el **Cuadro N° 10.7**, se muestra la variación de la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas por zonas en el valle Motupe.

CUADRO N° 10.7
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA POR ZONA
VALLE MOTUPE - 2014

ZONA	SECTOR	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
		(mmhos/cm)
I	Tongorrape , La Capilla, el Cardo	0.24 – 1.98
	Yocape, El Pato y Choloque	0.28 – 0.84
	Chanduvi y Cruz Verde	0.99 – 4.65
	Las Pampas y Arrozal,	0.34 – 1.34
	Arrozal, Marripón y Molino el Carmen	0.28 – 0.91
	Parranal, Huaca Colorada y Chóchope	0.37 – 0.55
	Las Juntas, Chitarra, Salitral	0.62 – 5.44
	Cercado de Motupe	0.59 – 0.85
II	Mondragón, Laguna El Sarco, Cerco Quemado y Palacios	0.64 – 3.93
	Nuevo Chepén y Humedades	2.84 – 6.77
	San José, Prada, Escusa Baraja, Santa Ana	0.62 – 3.80
	Briceño, Anchovira y Escusa Baraja	0.58 – 5.95
III	El Papayo, la Desmotadora, el Jebe y Guadarrama	0.64 – 3.13
	Cerro La Vieja, San Isidro y Quina - Quina	1.66 – 6.25
	Cholocal	1.10 – 3.29
	Anchovira y Apurle	0.78 – 5.17
	Cruce Salas y Pueblo Nuevo	2.67 – 7.26

Valle La Leche

- **Zona I : Pítipo (Mayascón - El Verde)**

En esta zona la Conductividad Eléctrica, oscila de 0.23 a 2.34 mmhos/cm, valores que representan a aguas de baja a alta mineralización (dulce-salobre).

Así tenemos que entre los sectores La Traposa, San Juan y Papayo, las aguas son de baja a moderada salinidad con valores de 0.23 a 0.50 mmhos/cm.

Entre los sectores Santa Clara, El Verde y Pativilca, las aguas subterráneas, son de moderada a mediana mineralización con valores de 0.35 a 1.98 mmhos/cm.

Así mismo, entre los sectores Ojo de Toro, Progreso y Pomac III, la Conductividad Eléctrica de las aguas subterráneas, varía de 0.34 a 2.34 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de baja a alta mineralización.

- **Zona II: Pacora**

En términos generales, la Conductividad Eléctrica de las aguas subterráneas en esta zona, varía de 0.40 a 4.62 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de moderada a muy alta mineralización. Existe un valor puntual de 7.82 mmhos/cm correspondiente al pozo IRHS 131 del sector Los Bances.

Así, en los sectores Matriz Comunidad y Huaca Rivera, las aguas son de calidad moderada a media salinidad, con valores de Conductividad Eléctrica de 0.61 a 1.59 mmhos/cm. En los sectores Cerro Escute, El Pueblo y Huaca Miranda, las aguas son de moderada a muy alta mineralización con valores de 0.53 a 4.62 mmhos/cm.

Mientras que entre los sectores Las Juntas, Los Bances y La Victoria, la Conductividad Eléctrica varía de 0.40 a 4.40 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de moderada a muy alta mineralización.

- **Zona III: Jayanca**

En términos generales, la Conductividad Eléctrica en esta zona varía de 0.27 a 4.12 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de moderada a muy alta mineralización.

Así tenemos que, en los sectores La Viña, Pan de Azúcar, El Marco y Santa Matilde, las aguas subterráneas, mayormente son de moderada a media salinidad, con valores de Conductividad Eléctrica de 0.27 a 2.07 mmhos/cm, presentándose un valor puntual de 4.06 mmhos/cm, en el sector Santa Matilde.

En los sectores de Tomasita, Soledad, Fundo Torata, Leguía, El Arenal y Guayabal las aguas generalmente son de moderada a mediana mineralización, con valores de 0.42 a 1.95 mmhos/cm, presentándose un valor aislado de 9.95 mmhos/cm en el sector Leguía.

Mientras que en los sectores Limonar, Pampa de Lino y Los Ángeles, la Conductividad Eléctrica, varía de 1.04 a 4.12 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de media a muy alta mineralización.

En los sectores Puerto Rico, Sancarranco y Noria Nueva, las aguas subterráneas, son de calidad media a alta mineralización, con valores de 1.31 a 2.54 mmhos/cm.

- **Zona IV: Salas**

En esta zona, la Conductividad Eléctrica fluctúa entre 0.55 y 4.78 mmhos/cm, valores que representan aguas de moderada a muy alta mineralización. Cabe resaltar que existe un valor puntual de 7.65 mmhos/cm, correspondiente al pozo IRHS 62 del sector Humedades Bajo.

En los sectores La Alita Alta, Jarchipe, La Peña y Tempón, se presentan valores de las aguas subterráneas de moderada a muy alta mineralización (0.55 a 4.78 mmhos/cm).

En los sectores Alita Baja, Humedades Bajo y La Tranca, la conductividad eléctrica varían de 0.96 a 4.24 mmhos/cm, valores que representan aguas de media a muy alta mineralización.

En el **Cuadro N° 10.8**, se muestra por zonas, las conductividades eléctricas obtenidas en el valle La Leche.

CUADRO N° 10.8
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA POR ZONA
VALLE LA LECHE - 2014

ZONA	DISTRITO	SECTOR	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
			(mmhos/cm)
I	Pitipo	La Traposa, San Juan y Papayo	0.23 – 0.50
		Santa Clara, El Verde y Pativilca	0.35 – 1.98
		Ojo de Toro, Progreso y Pomac III	0.34 – 2.34
II	Pacora	Matriz Comunidad – Huaca Rivera	0.61 – 1.59
		Cerro Escute, El Pueblo y Huaca Miranda	0.53 – 4.62
		Las Juntas, Los Bances y La Victoria	0.40 – 4.40
III	Jayanca	La Viña, Pan de Azúcar, El Marco, Santa Matilde	0.27 – 2.07
		Tomasita, Soledad, Fundo Torata, El Arenal	0.42 – 1.95
		Limonar, Pampa de Lino y Los Angeles	1.04 – 4.12
		Puerto Rico, Sancarranco y Noria Nueva	1.31 – 2.54
IV	Salas	La Alita Alta, Jarchipe, La Peña y Tempón	0.55 – 4.78
		Alita Baja, Humedades Bajo y La Tranca	0.96 – 4.24

10.3.2 Características químicas del agua

10.3.2.1 Potencial de hidrógeno pH

El pH viene a ser la medida de la concentración de iones hidrógeno en el agua; el cual es utilizado como índice de alcalinidad o acidez del agua.

En el área de estudio, el pH fluctúa entre 6.60 y 8.40, valores que representan aguas subterráneas que varían de ligeramente ácida a alcalina respectivamente.

CUADRO N° 10.9
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° 10.9**, a continuación se clasifican las aguas almacenadas en el acuífero, basándose en el análisis físico-químico realizado en las muestras de agua.

Valle Motupe

- **Zona I:** Las aguas varían de 6.80 a 8.40, valores que corresponden a aguas acidas a alcalina.
- **Zona II:** El pH tiene valores entre 7.00 y 9.20 que corresponden a aguas ligeramente alcalinas a alcalinas.
- **Zona III:** El pH fluctúa entre 7.30 y 8.80, valores que representan aguas ligeramente alcalinas a alcalinas.

En el **Cuadro N° 10.10**, se muestra el resumen de los valores de pH obtenidos en el ámbito de estudio.

CUADRO N° 10.10
CLASES DE AGUA SEGÚN EL pH
VALLE MOTUPE-2014

ZONA	pH	CALIFICACIÓN
I	6.8-8.4	Acida-Alcalina
II	7.0-9.2	Ligeramente alcalinas-Alcalinas
III	7.3-8.8	Ligeramente alcalinas-Alcalinas

Valle La Leche

- **Zona I:** Las aguas son alcalinas, debido a que el pH varía de 6.60 a 8.20 observándose el valor más alto en el sector Santa Clara, (pozo IRHS 14/02/05-80).
- **Zona II:** El pH fluctúa de 6.90 a 8.23, observándose el valor máximo entre el sector La Piedra y Pacora (pozo IRHS 14/03/09-95), donde las aguas son alcalinas.
- **Zona III:** En esta zona, las aguas también son alcalinas, presentando valores de pH de 6.80 a 8.57.
- **Zona IV:** El pH en esta zona, varía de 6.20 a 8.00, valores que representan aguas ligeramente acidas a alcalinas; observándose el máximo valor en el sector La Peña (pozo IRHS 14/03/10-18).

CUADRO N° 10.11
CLASES DE AGUA SEGÚN EL pH
VALLE LA LECHE-2014

ZONA	pH	CALIFICACIÓN
I	6.60-8.20	Ligeramente acida-Alcalina
II	6.90-8.23	Ligeramente acida-Alcalinas
III	6.80-8.57	Ligeramente acida-Alcalinas
III	6.20-8.00	Ligeramente acida-Alcalinas

10.3.2.2 Dureza total

Es un indicador que expresa la concentración de sales de Calcio y Magnesio presentes en el agua; y se expresa generalmente como equivalente de Calcio y Carbonato (CO₃). Los resultados obtenidos de este parámetro, son interpretados teniendo en cuenta los rangos de dureza que se muestran en el **Cuadro N° 10.12**.

CUADRO N° 10.12
 RANGOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS

CLASIFICACIÓN	RANGOS	
	D°h (grados franceses)	CaCO ₃ (ppm)
Agua muy blanda	< 3	< 30
Agua blanda	3 – 15	30 – 150
Agua dura	15 – 30	150 – 300
Agua muy dura	> 30	> 300

A continuación se describe brevemente por zonas, la calidad de las aguas en el valle, basándose en la dureza obtenida en los análisis físico-químico.

Valle Motupe

• Zona I: Tongorrape – Salitral – Chóchope

La dureza de las aguas subterráneas en esta zona, varía de 84.93 a 829.06 ppm de CaCO₃, valores que representan aguas de calidad blanda a muy dura.

Así tenemos que, en mayor porcentaje encontramos aguas de calidad muy dura, cuyos valores fluctúan de 329.66 a 829.06 ppm de CaCO₃, en los sectores Tongorrape, Choloque, Las Pampas y Salitral. Así mismo, encontramos valores muy elevados de 1,299.24 y 4,395.20 ppm de CaCO₃, en los sectores Molino El Carmen y Salitral respectivamente. Por otro lado, tenemos valores de dureza que varían de 84.93 a 289.62 ppm de CaCO₃, en los sectores Molino El Carmen, Chóchope, Chanduvi, El Arrozal y Mojonera.

• Zona II: Motupe – Escusa Baraja – Briceño

En esta zona, la dureza de las aguas subterráneas, mayormente varía de 69.98 a 824.14 ppm de CaCO₃, valores que representan aguas blandas a muy duras respectivamente, encontrándose en mayor porcentaje las aguas de calidad muy dura; y en segundo orden, las de calidad dura.

La dureza de las aguas subterráneas, presentan niveles que fluctúan mayormente de 309.76 a 824.14 ppm de CaCO₃, ubicándose en los sectores Laguna El Sarco, San José, Soplapuco, San Juan y Santa Julia; mientras que en segundo orden varía de 69.98 a 299.78 ppm de CaCO₃, valores que se ubican en los sectores Escusa Baraja, Humedades, Palacios y Cholocal.

• Zona III: Papayo – Apurle – Anchovira

La dureza de las aguas subterráneas en esta zona, mayormente varía de 49.96 a 879.32 ppm de CaCO₃, valores que representan aguas blandas a muy duras respectivamente.

Entre los sectores Cerro La Vieja, Apurlec y Quina – Quina, la dureza de las aguas subterráneas, fluctúa de 309.54 a 879.32 ppm de CaCO₃ (aguas muy duras); mientras entre los sectores El Papayo, Pueblo Nuevo y Anchovira, mayormente varían de 49.96 a 269.82 ppm de CaCO₃ (blanda a dura).

Así mismo, en el sector Quina – Quina, la dureza de las aguas subterráneas varía de 908.93 a 2,217.90 ppm de CaCO₃ (aguas muy dura).

En el Cuadro N° 10.13, se muestra el resumen de la variación de la dureza de las aguas subterráneas en el área de estudio.

CUADRO N° 10.13
 VARIACIÓN DE LA DUREZA
 VALLE MOTUPE-2014

ZONA	SECTORES	Dureza (ppm)
I	Tongorrape–Salitral–Molino El Carmen–Chochope–El Arrozal	84.93–829.06
II	El Sarco–San Juan–Escusa Baraja–Palacios–Cholocal	69.98–824.14
III	Cerro La Vieja–Apurlec–Quina–Quina–Pueblo Nuevo–Anchovira	49.96–879.32

Valle La Leche

• Zona I: Pitipo

La dureza de las aguas subterráneas en esta zona, varía de 94.97 a 1,082.28 ppm de CaCO_3 , valores que representan aguas dulces a muy duras.

En los sectores La Traposa, Papayo, San Juan, Pativilca, El Verde y Ojo de Toro, la dureza de las aguas subterráneas, fluctúan entre 94.97 a 269.85 ppm de CaCO_3 , los mismos que representan aguas dulces a duras. Por otro lado, en el sector Santa Clara, se ha obtenido valores que varían entre 332.35 a 1,082.28 ppm de CaCO_3 (aguas muy duras).

• Zona II: Pacora

La dureza de las aguas subterráneas en esta zona varía de 89.90 a 436.27 ppm de CaCO_3 , valores que representan aguas dulces a muy duras.

En el distrito de Pacora, la dureza de las aguas subterráneas, varía de 314.30 a 436.27 ppm de CaCO_3 , representando aguas muy duras; mientras que en los sectores Huaca Rivera, Matriz Comunidad, Pacora, Casa Embarrada, las aguas son de calidad blanda.

• Zona III: Jayanca

La dureza de las aguas subterráneas en esta zona, varía de 64.96 a 1,558.99 ppm de CaCO_3 , valores que representan aguas dulces a muy duras. Cabe indicar que las aguas dulces se encuentran en los sectores La Tranca, El Marco, La Represa y Jayanca.

En los sectores La Viña, Invernas, Achotal, Jayanca y El Puente, las aguas subterráneas son duras (174.92 a 286.32 ppm de CaCO_3); mientras que entre los sectores Santa Matilde, Guayabo, Chilili y Cautivo, la dureza varía de 309.82 a 1,558.99 ppm de CaCO_3 .

• Zona IV: Salas

En esta zona, la dureza de las aguas subterráneas varía de 199.78 a 2,778.02 ppm de CaCO_3 , valores que representan aguas duras a muy duras, estando generalmente en los sectores Humedades, Pampa de la Peña y La Alita.

En el Cuadro N° 10.14, se muestra por zonas, las variaciones de la dureza total obtenida en el área de estudio.

CUADRO N° 10.14
 VARIACIÓN DE LA DUREZA POR ZONAS
 VALLE LA LECHE-2014

ZONA	DUREZA (ppm)
I	94.97–1,082.28
II	89.90–436.27
III	64.96–1,558.99
IV	199.78–2,778.02

10.3.3 Clasificación del agua subterránea

10.3.3.1 Diagrama de Piper, Schoeller-Berkaloff (1955)

En la interpretación de los análisis físico-químico, 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 físico-químico, se muestra en los diagramas de análisis de agua del Anexo: Hidrogeoquímica.

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

Valle Motupe

• Zona I:

En esta zona, predominan las familias Bicarbonatada cálcica, Clorurada sódica y Clorurada cálcica.

La familia Bicarbonatada cálcica, tiene presencia en los sectores Molino El Carmen, Chochope, Marrisón y El Arrozal; mientras que la familia Bicarbonatada sódica, tiene presencia en los sectores Salitral, Cruz Verde, El Cardo, Pueblo Nuevo y Yocape. La familia Clorurada cálcica, tiene presencia en los sectores Tongorrape, El Cardo y Molino El Carmen.

• Zona II:

La familia predominante en esta zona, es Clorurada sódica, la cual tiene presencia en los sectores Humedades, Briceño, Escusa Baraja y San José; mientras que la Clorurada cálcica, se encuentra mayormente en los sectores Anchovira, El Sarco y Prada.

• **Zona III:**

Predomina la familia Clorurada sódica seguida por la familia Clorurada cálcica.

La familia Clorurada sódica, tiene presencia en los sectores Anchoyira, Apurlec, Quina Quina, Cerro La Vieja y Cholocal; mientras que la familia Clorurada cálcica, tiene presencia en los sectores El Papayo, Cerro La Vieja San Isidro, Apurlec y Anchoyira.

Tal como se puede observar en las diferentes zonas que conforman el valle Motupe, la familia hidrogeoquímica predominante es la Clorurada sódica, seguida en importancia por la Clorurada cálcica y Bicarbonatada cálcica.

En el **Cuadro N° 10.15**, se muestra el resumen de las familias hidrogeoquímicas que predominan en el valle.

CUADRO N° 10.15
FAMILIAS HIDROGEOQUÍMICAS PREDOMINANTES
VALLE MOTUPE-2014

ZONAS	FAMILIA HIDROGEOQUÍMICA
I	Bicarbonatada Cálcica–Clorurada Sódica–Clorurada Cálcica
II	Clorurada Sódica
III	Clorurada Sódica–Clorurada Cálcica

Valle La Leche

• **Zona I:**

Predomina la familia Bicarbonatada cálcica, la cual tiene presencia en los sectores de Ojo de Toro, Progreso, Pativilca, El Verde, San Juan, El Papayo, La Traposa y Santa Clara.

• **Zona II:**

La familia que predomina es la Bicarbonatada sódica, seguida de la familia Bicarbonatada cálcica. Así observamos que la Bicarbonatada sódica, prevalece en los sectores Matriz Comunidad, Huaca Rivera, Cerro Escute, Los Sauces, Los Bancos y el Pueblo; mientras que la familia Bicarbonatada cálcica, tiene presencia en los sectores Casa Embarrada, Ventura, Matriz Comunidad, Huaca Miranda, San Sebastián y Los Bancos.

• **Zona III:**

Predomina la familia Clorurada sódica, observándose en segundo orden la familia Bicarbonatada sódica. En los sectores Los Ángeles, La Viña, El Limonar, Puerto Rico, Sancarranco, Cruz de Chalpón y Santa Matilde, prevalece la familia Clorurada sódica, mientras que en los sectores El Marco, Noria Nueva, La Viña y Guayabo, predomina la Bicarbonatada sódica.

• **Zona IV:**

La familia que más prevalece es la Clorurada cálcica y en segundo orden, la Bicarbonatada cálcica. En los sectores La Alita, La Peña y Humedades Bajo, prevalece la familia Clorurada cálcica, mientras que en los sectores de La Alita y Tempon Bajo predomina la Bicarbonatada cálcica.

CUADRO N° 10.16
 FAMILIAS HIDROGEOQUÍMICAS PREDOMINANTES
 VALLE LA LECHE – 2014

ZONAS	FAMILIA HIDROGEOQUÍMICA
I	Bicarbonatada Cálcica
II	Bicarbonatada Cálcica -Bicarbonatada Sódica
III	Clorurada Sódica - Bicarbonatada Sódica
IV	Clorurada Cálcica - Bicarbonatada Cálcica

10.3.4 Principales cationes y aniones

10.3.4.1 Aniones

Ión Cloruro (Cl⁻)

Los cloruros presentes en las aguas subterráneas, son generalmente muy solubles, muy estable en disolución y difícilmente precipitables. Así mismo, no se oxida ni se reduce a aguas minerales. Generalmente está asociada al ión Sodio, en especial en aguas muy salinas.

Debe indicarse que las aguas subterráneas poco profundas de las 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.

Valle Motupe

- Observamos que en **la zona I**, mayormente el ión Cloruro, fluctúa entre 30.88 y 170.40 mg/l, valores que se encuentran dentro de los límites permisibles. En menor proporción y en forma puntual se presentan valores del ión cloruro en los sectores El Cardo (745.5 mg/l), Tongorrape (550.25 mg/l), Yocape (568 mg/l), Molino el Carmen (923 mg/l) y Salitral (781 y 6674 mg/l).
- En la **zona II**, se presentan valores altos del ión Cloruro que sobrepasan los rangos permisibles, fluctuando entre 284 y 3997.3.00 mg/l, siendo los sectores donde se presentan valores más altos, Briceño (1207 y 3997.3.00 mg/l) y Escusa Baraja (1615.25 mg/l). Por otro lado, en menor proporción tenemos valores que se encuentran dentro de los límites permisibles, los mismos que fluctúan entre 56.80 y 248.50 mg/l (sectores San Juan, Prada, San José, Palacios, Escusa Baraja y Humedades).
- En la **zona III**, el ión Cloruro, fluctúa entre 284.00 y 2201.00 mg/l, valores que sobrepasan los límites máximos permisibles (sectores Pueblo Nuevo, Cerro La Vieja, Quina Quina, Apurle y Anchovira); mientras que en menor proporción varían de 106.50 a 248.5 mg/l; estando dichos valores dentro del rango permisible, ubicados en los sectores Cruce Salas, Guaderrama, El Jebe, Cholocal, El Papayo y Cerro La Vieja.

Valle La Leche

- En la **zona I**, mayormente el ión Cloruro fluctúa entre 17.75 y 213 mg/l, valores dentro de los límites permisibles, observándose valores puntuales en los sectores Ojo de Toro (550.25 y 674.50 mg/l) y Santa Clara (639.00 y 1309.95 mg/l).

- En la **zona II**, mayormente el ión Cloruro fluctúa entre 18.46 y 198.8 mg/l, valores dentro de los límites permisibles, observándose valores puntuales en los sectores Las Juntas (426.00, 443.75 y 451.56 mg/l), Cerro Escute (710.00 mg/l) y Poma (1491.00 mg/l).
- En la **zona III**, el ión Cloruro presenta valores dentro del límite permisible, en igual proporción existen valores que sobrepasan el límite permisible, los cuales fluctúan entre 35.50 y 243.88 mg/l (dentro del límite permisible) y 255.60 a 3408.00 mg/l (sobrepasan el límite permisible). Se observan también valores altos en los sectores Los Ángeles, El Limonar, Santa Matilde y Pampa de Lino.
- En la **zona IV**, al igual que en la Zona III, los valores que están dentro del límite permisible con los que sobrepasan se encuentran en la misma proporción, fluctuando entre 34.08 y 248.5 mg/l (dentro del límite permisible) y entre 266.25 y 2414.00 mg/l (sobrepasan el límite permisible). Existen además valores máximos en los sectores La Alita Alta, Humedades Bajo, Tempón y Jarchipe.

Ión Sulfato (SO₄⁻)

Estas sales son moderadamente solubles a muy solubles, indicándose que las aguas con concentraciones altas actúan como laxantes. Entre 2.00 y 150.00 ppm se consideran como aguas dulces.

Los valores de niveles de concentración de los sulfatos en las aguas subterráneas del valle en estudio, se observan en los cuadros del Anexo: Hidrogeológica.

Valle Motupe

- En la **Zona I**, en mayor proporción el ión Sulfato fluctúa entre 0.96 y 144.00 mg/l., valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables; aunque se observa puntualmente en los sectores Salitral, Molino el Carmen, Sonolipe, Chochope y El Cardo, valores que sobrepasan los límites máximos tolerables (336.00 y 729.60 mg/l).
- En la **Zona II**, se encuentran en mayor proporción valores que varían entre 24.00 y 244.8 mg/l (límites máximos tolerables); también se observa pero en menor proporción, valores que sobrepasan el límite máximo tolerable entre 273.60 y 696.00 mg/l (sectores Briceño, Anchovira, Escusa Baraja y el Sarco).
- En la **Zona III**, los valores del ión Sulfato, mayormente fluctúan entre 2.88 y 201.60 mg/l; en consecuencia se encuentran dentro de los límites máximos tolerables. Por otro lado, en menor proporción se observan valores que fluctúan entre 288.00 y 926.40 mg/l, los cuales sobrepasan el límite máximo tolerable (sectores Pueblo Nuevo, El Papayo, Quina Quina, Anchovira y Apurléc).

Valle La Leche

- En la **Zona I**, en mayor proporción el ión Sulfato fluctúa entre 4.80 y 216.00 mg/l, valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables; aunque existen valores puntuales en los sectores Santa Clara (273.60 y 327.36 mg/l) y Ojo de Toro (325.44 mg/l), valores que sobrepasan los límites máximos tolerables.

- En la **Zona II**, mayormente el ión Sulfato fluctúa entre 8.64 y 229.44 mg/l, valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables, observándose valores puntuales en los sectores Las Juntas (428.16, 547.20 y 665.28 mg/l), Cerro Escute (528.00 mg/l) y Poma (1238.88 mg/l).
- En la **zona III**, los valores del ión Sulfato, mayormente fluctúan entre 0.96 y 240.00 mg/l; en consecuencia, la mayor superficie de esta zona se encuentran dentro de los límites máximos tolerables. Por otro lado, en menor proporción, se observan valores que fluctúan entre 250.56 a 1003.20 mg/l, valores que sobrepasan el límite máximo tolerable (sectores Los Ángeles, Pampa de Lino y El Limonar).
- En la **Zona IV**, en mayor proporción el ión Sulfato fluctúa entre 0.96 y 231.84 mg/l valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables; aunque se observan valores puntuales en los sectores La Peña (2486.40 mg/l), La Alita Alta (336.00 y 1800.00 mg/l), Humedades Bajo (364.80 mg/l) y Tempon (297.00 mg/l), valores que sobrepasan los límites máximos tolerables

10.3.4.2 Cationes

Ión Magnesio (Mg⁺⁺)

La elevada concentración de Magnesio en el agua de consumo doméstico, no es recomendable; debido a que origina efectos laxantes y le da un sabor amargo al agua. Los rangos de variación del ión Magnesio de diferentes muestras de agua obtenidas del acuífero, se aprecia en el Anexo: Hidrogeoquímica.

Valle Motupe

- En la **zona I**, fluctúa entre 10.80 y 114.00 mg/l, valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables, correspondientes a los sectores Chóchope, Parranal, Chanduví, La Capilla, Cardo, Yocape, El Arrozal, Huaca Colorada, El Cardo, Tongorrape, Molino El Carmen y Cruz Verde; aunque puntualmente se observa en los sectores Tongorrape (229.00 mg/l) y Salitral (720 mg/l), valores que sobrepasan el límite máximo tolerable.
- En la **zona II**, el ión Magnesio en mayor proporción fluctúa entre 2.40 y 90.00 mg/l, valores que se encuentran dentro del límite máximo tolerable; observándose en menor proporción valores que sobrepasan el límite máximo tolerable, en los sectores Escusa Baraja (207.60 mg/l), Briceño (331.44 mg/l) Anchovira, Humedades y El Sarco.
- En la **zona III**, el ión Magnesio presenta en mayor proporción valores que fluctúan entre 6.00 y 102.00 mg/l, correspondiendo a los sectores Anchovira, Cerro La Vieja, Quina-Quina, San Isidro, Pueblo Nuevo y Apurlec (valores dentro del límite máximo tolerable); mientras que en menor proporción y en forma puntual se presentan valores que sobrepasan los límites máximos tolerables en los sectores Anchovira, Apurlec, Quina-Quina y El Papayo.

Valle La Leche

- En la **Zona I**, el ión Magnesio fluctúa entre 4.80 y 113.40 mg/l., valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables.
- En la **Zona II**, el ión Magnesio fluctúa entre 7.20 y 124.80 mg/l., valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables, existiendo un valor puntual que sobrepasa el límite máximo tolerable (sector Poma (126 mg/l)).

- En la **Zona III**, los valores del ión Magnesio mayormente fluctúan entre 3.60 y 114.00 mg/l; en consecuencia, la mayor superficie de esta zona se encuentra dentro de los límites máximos tolerables. Por otro lado, en menor proporción se observan valores que sobrepasan el límite máximo tolerable en los sectores Los Ángeles, Santa Matilde, Puente Vilela y El Limonar.
- En la **Zona IV**, en mayor proporción el ión Magnesio fluctúa entre 20.40 y 105.60 mg/l., valores que se encuentran dentro de los límites máximos tolerables; aunque se observan valores puntuales en los sectores La Peña, La Alita Alta, Humedades Bajo, Jarchipe y Tempón.

CUADRO N° 10.17
COMPARACIÓN ENTRE LOS LÍMITES MÁXIMOS TOLERABLES
Y LOS RANGOS OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA ANALIZADAS
VEDA MOTUPE-LA LECHE-2014

ELEMENTO	LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE	NIVEL DE CONCENTRACIÓN GENERAL	NIVEL DE CONCENTRACIÓN DOMINANTE
pH	7.00 - 8.5	6.6 - 9.2	7.1 - 8.4
Dureza	250 - 500	49.96 - 2778.02	161.87 - 1558.99
Ca (mg/l)	75 - 200	10.00 - 330.00	10.00 - 73.20
Mg (mg/l)	125	2.40 - 720.00	2.40 - 114.00
Na (mg/l)	120	23.00 - 1274.20	23.00 - 200.10
Cl (mg/l)	250	49.70 - 1207.00	284.00 - 1207.00
SO ₄ (mg/l)	250	0.96 - 864.00	0.96 - 233.28

10.3.5 Calidad del agua subterránea

10.3.5.1 Diagramas de potabilidad de agua

La potabilidad de las aguas subterráneas en el ámbito de estudio, se ha analizado teniendo como base los diagramas de potabilidad de las aguas y los límites máximos tolerables de potabilidad según normativa peruana. Ver **Cuadro N° 40**.

A continuación se analiza la calidad del agua subterránea en el área de estudio, para lo cual éste fue dividido en zonas:

Valle Motupe

- En la **Zona I**, las aguas subterráneas mayormente varían de buena a aceptable, aunque en ciertos sectores en forma puntual fluctúan de mediocre a mala (Salitral y Molino el Carmen).
- En la **Zona II**, las aguas subterráneas, mayormente varían de buena a aceptable, aunque en ciertos sectores en forma puntual fluctúan de mediocre a mala (Anchovira, Briceño y Escusa Baraja).
- En la **Zona III**, las aguas mayormente varían de buena a aceptable, aunque en de forma importante fluctúan de mediocre a mala en los sectores de Anchovira, Quina Quina, El Papayo, Apurlec y Cerro la Vieja.

En general de acuerdo a los diagramas de potabilidad, las aguas subterráneas en el área de estudio, varían en mayor proporción de buena a aceptable.

En el **Cuadro N° 10.18**, se aprecia el resumen de la clasificación de las aguas subterráneas del área de estudio.

CUADRO N° 10.18
CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
SEGÚN LOS DIAGRAMAS DE POTABILIDAD. VALLE MOTUPE – 2014

ZONA	POTABILIDAD
I	BUENA - ACEPTABLE
II	BUENA - ACEPTABLE
III	BUENA - ACEPTABLE

Valle La Leche

- En la **Zona I**, las aguas casi en su totalidad varían de buena a aceptable, aunque puntualmente se encuentra en el sector Santa Clara, una muestra de calidad mediocre.
- En la **Zona II**, las aguas mayormente varían de buena a aceptable, aunque en ciertos sectores, puntualmente fluctúan de mediocre a mala (Cerro Escute, Poma y Las Juntas).
- En la **Zona III**, las aguas mayormente varían de buena a aceptable, aunque también existen de calidad mediocre a muy mala, en los sectores Los Ángeles, Santa Matilde, El Limonar, Pampa de Lino y Cruz de Chalpón.
- En la **Zona IV**, las aguas subterráneas varían de buena a aceptable.

En general, de acuerdo a los diagramas de potabilidad, las aguas subterráneas en el área de estudio, varían en mayor proporción de buena a aceptable. En el **Cuadro N° 10.19**, se aprecia el resumen de la clasificación de las aguas subterráneas del área de estudio.

CUADRO N° 10.19
CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
SEGÚN LOS DIAGRAMAS DE POTABILIDAD.
VALLE LA LECHE-2014

ZONA	POTABILIDAD
I	Buena-aceptable
II	Buena-aceptable
III	Buena-aceptable
IV	Buena-aceptable

10.3.5.2 Características bacteriológicas

Se ha realizado análisis bacteriológico de treinta y dos (32) pozos, los criterios de calidad bacteriológica de dichas aguas se basan en la determinación de aquellos microorganismos que puedan afectar directamente a la salud del hombre o por su presencia, puedan señalar la posible existencia de otros.

En la normativa de la O.M.S., la determinación del grupo Coliforme como indicador bacteriológico y el MPN (número más probable) para valorar su intensidad, responden a esas necesidades.

Para fijar los límites correspondientes al MPN en 100 ml., se distinguen dos casos, según que el agua problema haya sido tratada o no previamente.

- a) En agua tratada, no deberá encontrarse bacterias coliformes en el 90% de las muestras examinadas en un año o bien el MPN, debe ser menor que 1. Simultáneamente ninguna muestra tendrá un MPN superior a 10, ni se sucederán muestras consecutivas con un MPN comprendido entre 8 y 10, en cuyo caso deberán analizarse un número mayor de ellas.
- b) En aguas sin tratamiento, el MPN será menor de 10 en el 90% de las muestras examinadas en un año. Ninguna de ellas superará el índice de 20. Las bacterias coliformes fecales, serán menos del 40% del número de microorganismos coliformes mostrados por el MPN. No se permite un MPN mayor de 15 en muestras consecutivas.
- c) Si aparece un MPN de 20 o mayor, debería estudiarse la posibilidad de un tratamiento correctivo. En cuanto al cloro residual se recomienda que no exceda de 0.50 mg/l y no sobrepase 1 mg/l.

En este análisis, no se cuenta con una sucesión de medidas de un mismo punto para evaluar mejor la contaminación por coliformes. En todo caso, y con los análisis que se dispone, puede decirse que **la calidad bacteriológica de las aguas es aceptable**, ya que los valores de coliformes totales (NMP/100 ml) son en general ausentes. Los microorganismos presentes son conformantes de la micro biótica habitual de aguas de pozo que no presentan programa de cloración y/o desinfección, no representando riesgo alguno. Ver en Anexos de cuadros de análisis bacteriológico.

10.3.5.3 Clases de agua según el RAS y la Conductividad eléctrica

Las aguas subterráneas con fines de riego, también se clasificaron teniendo como base las normas propuestas por el Laboratorio de Salinidad de Riverside California EE.UU; donde se considera la concentración total de sales expresada en términos de la Conductividad Eléctrica y la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}$$

En el Anexo: Hidrogeoquímica, se aprecia las figuras de diagramas de clasificación de agua para riego, las mismas que se describe en cuanto a la clase de agua que prevalecen en las diferentes zonas que conforman el ámbito de estudio.

Valle Motupe

- En la **Zona I**, predomina la clase C₂S₁ (aguas de mediana salinidad y bajo contenido de Sodio), que se ubican mayormente en los sectores Molino El Carmen, El Arrozal, El Cardo, El Pato, Chóchope y Parranal. La clase C₂S₁ representa buena calidad y son apropiadas para el riego. En segundo orden destacan la clase C₃S₁, (aguas de alta salinidad y bajo contenido de Sodio), encontrándose en los sectores Tongorrape, Molino El Carmen, Chanduví y Salitral. Estas aguas pueden ser utilizadas en la agricultura, pero bajo ciertas precauciones. También se observa la clase C₃S₂ (aguas de alta salinidad y moderado contenido de Sodio), encontrándose en los sectores La Capilla, Tongorrape, Cruz Verde, Salitral y Las Pampas.

- En la **Zona II**, predomina en igual proporción las aguas de clase C_3S_1 y C_3S_2 , que corresponde a aguas de alta salinidad y bajo contenido de Sodio; así como alta salinidad y moderado contenido de Sodio respectivamente; en consecuencia, son aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura pero bajo ciertas precauciones.

Se ubican en los sectores Anchovira, Escusa Baraja, El Sarco, Humedades, Palacios y San José. En segundo orden se presentan las clases C_2S_1 y C_4S_2 , el primero corresponde a aguas de mediana salinidad y moderado contenido de sodio, ubicándose en los sectores Humedades y Escusa Baraja, mientras que la C_4S_2 (aguas de muy alta salinidad y moderado contenido de sodio), se ubican en los sectores Briceño, Humedades y El Sarco.

- En la **Zona III**, se encuentran aguas de clase C_3S_1 , C_3S_2 y C_4S_2 , la primera corresponde a aguas de alta salinidad y bajo contenido de Sodio, la segunda son aguas de alta salinidad y moderado contenido de Sodio; en consecuencia, son aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura, pero bajo ciertas precauciones.

Se ubican en los sectores Apurlec, Cerro La Vieja, Quina Quina, Guaderrama, El Jebe y Cholocal. Y la tercera C_4S_2 , corresponde a aguas de muy alta salinidad y moderado contenido de sodio, se ubican en los sectores Anchovira, Apurlec, San Isidro, Quina Quina y el Papayo.

Resumiendo lo anterior, indicaremos que las aguas para riego (según el RAS y la CE) en la mayoría de zonas que conforman el acuífero, destacan la C_3S_1 , que son aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura pero bajo ciertas precauciones, y la C_2S_1 que son de buena calidad y apropiadas para el riego. En segundo orden se observa la clase C_3S_2 aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura pero bajo ciertas precauciones. Ver cuadro N° 10.20.

CUADRO N° 10.20
 CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN EL RAS Y LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.
 VALLE MOTUPE-2014

Zona	Clasificación de las aguas	
	Principal	Secundaria
I	C_2S_1	C_3S_1 / C_3S_2
II	C_3S_1 / C_3S_2	C_4S_2 / C_2S_1
III	C_3S_1 / C_3S_2	C_4S_2

Valle La Leche

- En la **Zona I**, predomina la clase C_2S_1 (aguas de mediana salinidad y bajo contenido de sodio), que se ubican mayormente en los sectores Ojo de toro, El Verde, El Papayo, Diamante, La Traposa, San Juan y Pativilca. Las C_2S_1 son de buena calidad y apropiadas para el riego. En segundo orden destacan la C_3S_1 , (aguas de alta salinidad y bajo contenido de sodio), encontrándose en los sectores Ojo de Toro, Progreso, Poma y Santa clara. Estas aguas pueden ser utilizadas en la agricultura pero bajo ciertas precauciones.
- En la **Zona II**, se encuentran aguas de clase C_2S_1 , C_3S_1 y C_3S_2 ; la primera corresponde a aguas de mediana salinidad y bajo contenido de sodio, estas son de buena calidad y apropiadas para el riego, se ubican en los sectores de Los Bances, Huaca Rivera, Los Ventura, la Victoria y Casa Embarrada.

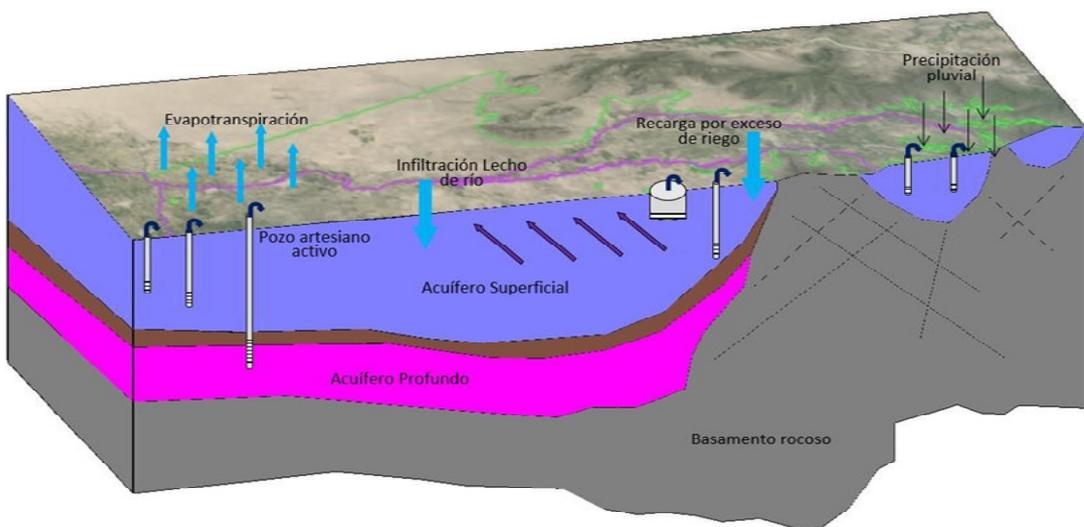
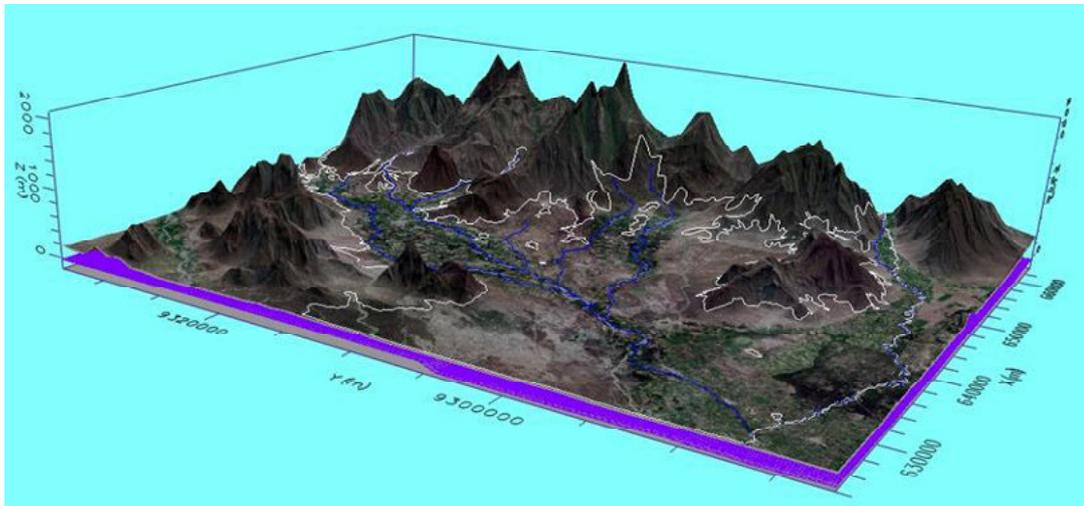
Mientras que la segunda y la tercera (C_3S_1 y C_3S_2) corresponden a aguas de alta salinidad y bajo contenido de sodio y de alta salinidad y moderado contenido de sodio, respectivamente, en consecuencia son aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura pero bajo ciertas precauciones. Se ubican en los sectores Matriz Comunidad, Huaca Rivera, El Pueblo, Huaca Miranda y Cerro Escute.

- En la **Zona III**, se encuentran en primer orden las aguas de clase C_3S_1 , C_3S_2 , la primera corresponde a aguas de alta salinidad y bajo contenido de sodio y la segunda son aguas de alta salinidad y moderado contenido de sodio, en consecuencia son aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura pero bajo ciertas precauciones. Se ubican en los sectores La Viña, El Limonar, Sancarranco, Puerto Rico, Guayabo, Cautivo y Soledad. Y en segundo orden tenemos a las aguas de clase C_2S_1 (aguas de mediana salinidad y bajo contenido de sodio), en los sectores de La Viña, el Marco, La Tomasita, Pampa El Lino y Pan de Azúcar; la C_4S_2 (aguas de muy alta salinidad y moderado contenido de sodio), en los sectores de El Limonar, Sancarranco, Los Ángeles, Leguía, Noria Nueva y Cruz de Chalpón; y por último tenemos a la clase C_4S_3 que corresponde a aguas de muy alta salinidad y alto contenido de sodio, se ubican en los sectores El Limonar, Los Ángeles, Noria Nueva, El Marco y Puente Vilela.
 - En la **Zona IV**, predomina la clase C_3S_1 (aguas de alta salinidad y bajo contenido de sodio), que se ubican mayormente en los sectores La Alita, La Peña, Humedades Bajo, La Tranca y Jarchipe. Las C_3S_1 son aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura pero bajo ciertas precauciones. En segundo orden destacan la C_4S_2 , (aguas de muy alta salinidad y moderado contenido de sodio), encontrándose en los La Alita, La Peña, Humedades Bajo, Tempon y Jarchipe.
 - De forma puntual se encuentran aguas de clase: C_3S_3 (aguas de alta salinidad y alto contenido de sodio), C_4S_1 (aguas de muy alta salinidad y bajo contenido de sodio), C_4S_3 (aguas de muy alta salinidad y alto contenido de sodio), C_4S_4 (aguas de muy alta salinidad y muy alto contenido de sodio) y C_5S_2 (aguas de excesiva salinidad y moderado contenido de sodio).
- Resumiendo lo anterior, indicaremos que las aguas para riego (según el RAS y la CE) en la mayoría de zonas que conforman el acuífero, destacan la C_3S_1 , que son aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura, pero bajo ciertas precauciones; y la C_2S_1 que son de buena calidad y apropiadas para el riego. En segundo orden se observa la clase C_3S_2 aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura pero bajo ciertas precauciones. Ver cuadro N° 10.21.

CUADRO N° 10.21
 CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN EL RAS Y LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.
 VALLE LA LECHE - 2014

Zona	Clasificación de las aguas	
	Principal	Secundaria
I	C_2S_1	C_3S_1
II	C_3S_1	C_3S_2/C_2S_1
III	C_3S_1 / C_3S_2	$C_2S_1/C_4S_2/C_4S_3$
IV	C_3S_1	C_4S_2

MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL ACUÍFERO



11.0.0 MODELAMIENTO NUMÉRICO DEL ACUÍFERO

Los acuíferos del valle Motupe y margen derecha del río La Leche, se encuentran ubicados en el departamento de Lambayeque, los mismos que vienen siendo sobreexplotados, evidenciado por el constante descenso del nivel de la napa, lo cual no solo afecta la producción de los pozos, sino también la calidad del agua por el progresivo incremento de su concentración salina; por lo que es necesario emprender acciones que permitan conservar el recurso hídrico subterráneo y preservar su calidad. Para afrontar el problema de sobre explotación se ha elaborado el Plan de trabajo para ejecutar el estudio denominado `Evaluación de la veda en el acuífero de Motupe y margen derecha del río La Leche (Complemento 2014)_

Dentro de este contexto, y de acuerdo a la disponibilidad presupuestaria, se llevó a cabo el desarrollo de actividades de actualización de la información hidrogeológica del acuífero y control de la explotación mediante aforos en los pozos utilizados (Actualización del inventario de fuentes de agua subterránea, geofísica, hidrología, piezometría, hidrodinámica, hidrogeoquímica, explotación, recarga y balance hídrico de la napa). Para el año 2015, quedaron pendientes la ejecución de actividades tales como la geología, nivelación topográfica y optimización de redes; asimismo, la simulación numérica, lo cual permitirá evaluar el estado actual y futuro de las aguas subterráneas sometido a diversos escenarios de explotación y de recarga, con la finalidad de determinar la oferta de agua subterránea explotable y sostenible en el tiempo.

El objetivo general es desarrollar el modelo conceptual del área de veda del sistema acuífero de Motupe y margen derecha del río La Leche, para posteriormente desarrollar la simulación matemática, correspondiente al estudio de `Evaluación de la veda en el acuífero de Motupe y margen derecha del río La Leche (Complemento 2014)_.

11.1.0 **Ámbito de estudio**

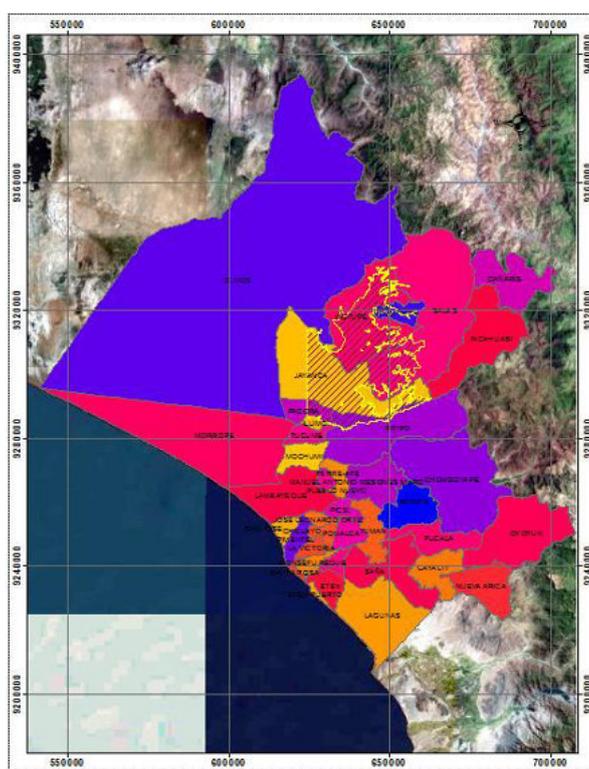
El área de estudio corresponde a los acuíferos de los ríos Motupe y La Leche, está ubicado en la cuenca media de los ríos Motupe (Chochope) y La Leche (Salas), en la Costa Norte del país, aproximadamente a 850 Km al norte de la ciudad de Lima.

El área de investigación, la zona de veda, tiene una extensión aproximada de 945.4 Km². Ver **Figura N° 11.1**

Políticamente pertenece al departamento de Lambayeque, provincia de Lambayeque y Ferreñafe, y a los distritos de Motupe, Chóchope, Salas, Jayanca, Pacora, Pítipo. Geográficamente el área está comprendida entre las siguientes coordenadas del Sistema Transversal Mercator Zona 17 S:

Norte : 9°303,000 m ~ 9°334,000 m
Este : 632,000 m ~ 658,000 m

FIGURA N° 11.1: ÁMBITO DEL ESTUDIO DE MODELAMIENTO



Fuente: IGN, 2000; Elaboración propia.

11.2.0 Proceso de modelización

De manera general, el modelamiento del agua subterránea sigue los pasos propuestos por Mercer y Faust (1981). Ello sugiere los siguientes pasos:

- Conceptualizar los procesos físicos y geológicos. Desarrollar un entendimiento del sistema físico, un modelo conceptual.
- Definir el comportamiento de los procesos y las propiedades de los materiales. Traducir en un sistema matemático que describa tu entendimiento del marco físico (Modelo Matemático).
- Formular la descripción numérica y las soluciones de los procesos físicos - geológicos. Desarrollar una solución del modelo matemático usando un modelo numérico. Seleccionar el código.
- Resolver para obtener una solución numérica apropiada.
- Interpretar y validar. Calibrar e interpretar las soluciones en el contexto del sistema físico.

11.2.1 Nivel de confianza del modelo

Los factores considerados en establecer la clasificación del nivel de confianza (Clase 1, Clase 2 o Clase 3 en orden creciente de confianza) son desconocidos al momento de planear el modelo y, por tal razón, se recomienda reasignar la clasificación del nivel de confianza de manera regular a través del curso del modelamiento. Los niveles de confianza típicamente depende de:

- Los **datos disponibles** (y de la exactitud de los mismos) para la conceptualización, diseño y construcción.

- Los **procedimientos de calibración** que son considerados durante el desarrollo del modelo. Factores de importancia incluyen el tipo y cantidad de datos que son incorporados en la calibración, el nivel de fidelidad con el cual el modelo puede reproducir observaciones, y la actualidad de la calibración.
- La **consistencia entre la calibración y el análisis predictivo**. Los modelos con una clasificación alta del nivel de confianza (modelos Clase 3) deben ser usados en predicciones que sean consistentes con su calibración. Por ejemplo, un modelo que es calibrado en régimen estacionario sólo tenderá a producir predicciones a régimen transitorio de baja confianza. Por otra parte, cuando una calibración en transitorio es llevada a cabo, se podría esperar que el modelo tenga un nivel de confianza alto cuando el lapso de tiempo de la predicción sea menor o similar que la calibración del modelo.
- El **nivel de estrés** aplicado en los modelos predictivos. Cuando un modelo predictivo incluye estreses que están muy por fuera del rango de estrés incluido en la calibración, la confiabilidad de las predicciones serán bajas y la clasificación del nivel de confianza del modelo también será baja.

Para el caso del modelo numérico del área de veda del sistema acuífero Motupe - margen derecha del río La Leche, se estableció una clasificación del nivel de confianza Clase 2. No obstante, la clasificación establecida, en base a la referencia dada es referencial.

11.2.2 El principio de simplicidad

El nivel de detalle concerniente al modelo conceptual debe de ser escogido, basado en los objetivos del modelo, la disponibilidad de data de calidad, el conocimiento del sistema acuífero de interés y su complejidad.

No hay una manera perfecta de simplificar un sistema en lo que respecta a la conceptualización del mismo. El único aspecto a tomar en cuenta es si el modelo satisface la tarea para la cual ha sido creado. La sobre simplificación, una simplificación pobre del sistema de agua subterránea en el proceso de conceptualización se ve reflejado posteriormente en una pobre performance del modelo.

11.3.0 Colección, análisis y revisión de datos

11.3.1 Estudios realizados

La revisión y colección de la información base y estudios existentes se ha realizado en las oficinas de la DCPRH de la ANA y a través de bibliotecas virtuales. Respecto a la información cartográfica esta es proporcionada en UTM Zona 17 Sur (WGS 84). La información colectada considera lo siguiente:

- Características físicas del tramo de estudio:
 - Topografía superficial
 - Prospección geofísica (configuración del basamento)
 - Geología y geomorfología.
- Características hidráulicas del acuífero en el tramo de estudio:
 - Parámetros hidráulicos del acuífero (permeabilidad, coeficiente de almacenamiento)
- Acciones de estrés del acuífero en el tramo de estudio:
 - Pozos de explotación
 - Áreas bajo riego
- Registros de datos de monitoreo:
 - Red de monitoreo
 - Registro histórico del control del nivel estático del agua subterránea

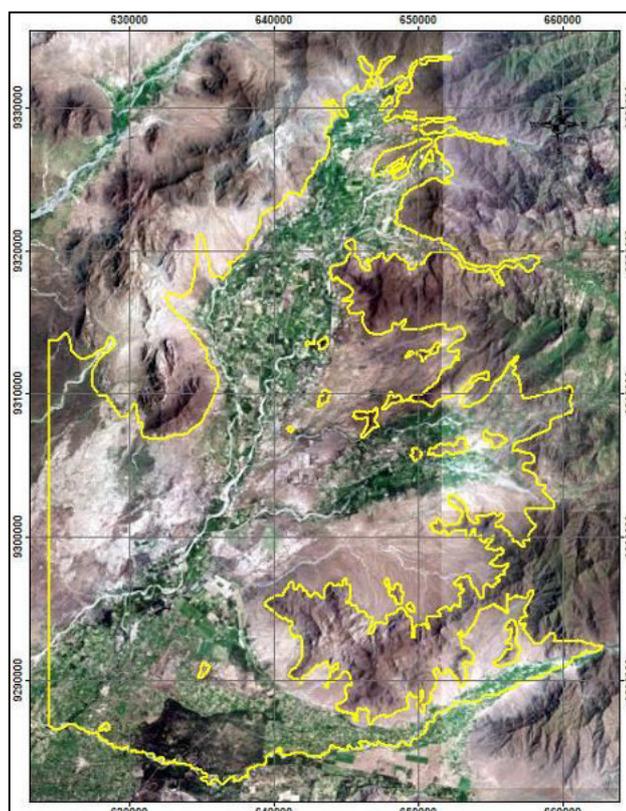
- Información concerniente a establecer las condiciones de borde

11.3.2 Características físicas

Previo a establecer todos los aspectos relacionados con el dominio hidrogeológico, se debe establecer ese límite físico a ser modelado numéricamente. Para el presente estudio ese límite físico viene determinado por el `área de veda`

En base a lo estipulado en la Resolución Ministerial N° 543-2007-AG, en la cual `Disponen veda para el otorgamiento de nuevos usos de aguas subterráneas y prohíben ejecución de obras de perforación de nuevos pozos y otras obras de captación de aguas subterráneas en la zona del acuífero del valle del río Motupe`, se muestra en la **Figura N° 11.2**, la delimitación del sistema acuífero Motupe y margen derecha del río La Leche.

FIGURA N° 11.2: LÍMITE DEL ÁREA DE VEDA DEL SISTEMA ACUÍFERO MOTUPE Y MARGEN DERECHA DEL RÍO LA LECHE



Fuente: DCPRH, 2015. Elaboración propia

11.3.3 Superficie

La topografía superficial es obtenida de la Carta Nacionales: 13 d`Jayanca, con las siguientes características:

- Sistema de Información Geográfica (SIG); cobertura: red hidrográfica, curvas de nivel a inicios del año 2000, a partir del levantamiento aerofotogramétrico realizado por el Instituto Geográfico Militar en el año 1971.
- La escala es de 1/100,000
- El intervalo de curvas es cada 50 m con curvas suplementarias cada 25 m.

11.3.4 Prospección geofísica

Se cuenta con información contenida en los estudio de ITALCONSULT (1964) e hidrogeológico del valle Motupe del año 2001. En el año 2001, el INRENA, a través de la Dirección General de Aguas y Suelos y la entonces Administración Técnica del Distrito de Riego Motupe-Olmos-La Leche, realizó investigaciones geofísicas en el área correspondiente a Motupe.

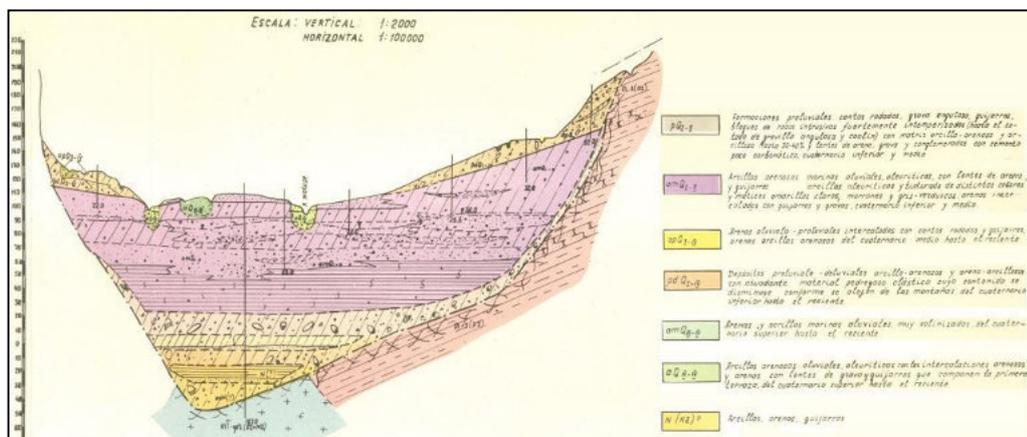
En el año 2008, la ANA, a través de la Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos y la Administración Local de Aguas Motupe-Olmos-La Leche, realizó investigaciones geofísicas en el área correspondiente al valle La Leche. Finalmente en el año 2014, se complementó en la parte Noroeste del valle Motupe, la ejecución de 182 Sondeos por Transitorios Electromagnéticos TDEM.

11.3.5 Geología

En cuanto a los aspectos geológicos y geomorfológicos presentes en el ámbito de estudio, la fuente de información oficial es el INGEMMET, a partir del cual se tomó el mapa geológico del cuadrángulo 13 d-Jayanca, con las siguientes características:

- Digitalizadas en Sistema de Información Geográfica (SIG); cobertura: red hidrográfica, curvas de nivel y nombres de la red hidrográfica a inicios del año 1998, a partir del levantamiento aerofotogramétrico realizado por el Instituto Geográfico Militar en 1971.
- La escala es 1/100,000. Ver **Figura N° 11.3**

FIGURA N° 11.3: SECCIÓN GEOLÓGICA TRANSVERSAL DEL VALLE DEL RÍO MOTUPE



Fuente: Selkhozpromexport & Technopromexport

11.4.0 Características hidráulicas del acuífero

11.4.1 Conductividad hidráulica

Sobre el área de veda del sistema acuífero Motupe y margen derecha del río La Leche, se realizaron en el año 1999, dieciséis (16) pruebas de acuífero en los valle de Motupe y La Leche. En el año 2008 se complementó con once (11) pruebas, en zonas no incluidas anteriormente; finalmente en el año 2014, se ejecutaron dieciséis (16) pruebas.

Así, en la **Figura N° 11.4**, se han dividido los valores en zonas, por la localización de las pruebas desarrolladas, de la siguiente manera:

11.4.1.1 Motupe

Zona I: Tongorrape-Salitral-Chóchope

Transmisividad (T) : $1.97 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ a $76.20 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

Permeabilidad (K) : 1.42×10^{-3} m/s a 240.00×10^{-3} m/s

Zona II: Motupe - Escusa Baraja - Briceño

Transmisividad (T) : 0.75×10^{-2} m²/s a 34.10×10^{-2} m²/s.

Permeabilidad (K) : 1.30×10^{-3} m/s a 13.70×10^{-3} m/s.

Zona III: El Papayo - Apurlec - Anchovira

Transmisividad (T) : 2.23×10^{-2} m²/s a 117.00×10^{-2} m²/s

Permeabilidad (K) : 4.11×10^{-3} m/s a 60.00×10^{-3} m²/s

11.4.1.2 La Leche

Zona I: Distrito de Jayanca

Transmisividad (T) : 0.0424×10^{-2} m²/s a 4.90×10^{-2} m²/s

Permeabilidad (K) : 0.0206×10^{-3} m/s a 1.82×10^{-3} m/s

Zona II: Distrito de Salas

Transmisividad (T) : 1.20×10^{-2} m²/s a 37.20×10^{-2} m²/s

Permeabilidad (K) : 0.368×10^{-4} m/s a 31.00×10^{-2} m/s

Zona III: Distrito de Pacora

Transmisividad (T) : 0.22×10^{-2} m²/s a 0.52×10^{-2} m²/s

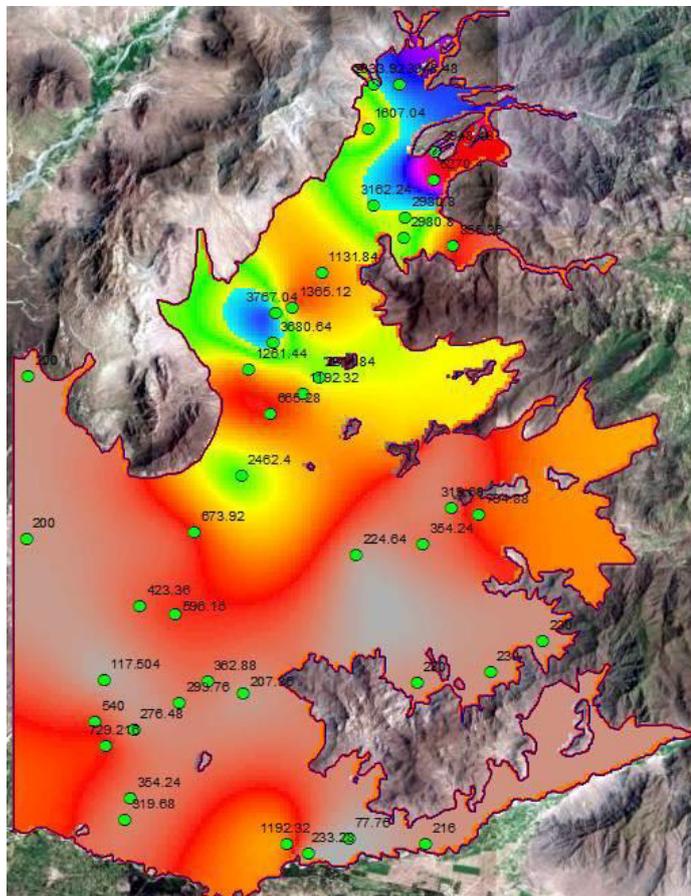
Permeabilidad (K) : 0.029×10^{-4} m/s a 0.105×10^{-4} m/s

Zona IV: Distrito de Pítipo

Transmisividad (T) : 1.14×10^{-2} m²/s a 5.15×10^{-2} m²/s

Permeabilidad (K) : 0.148×10^{-3} m/s a 28.90×10^{-3} m/s

FIGURA N° 11.4: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA TRANSMISIVIDAD (T)



Fuente: DCPRH, ANA, 2015. Elaboración propia

11.4.2 Coeficiente de almacenamiento

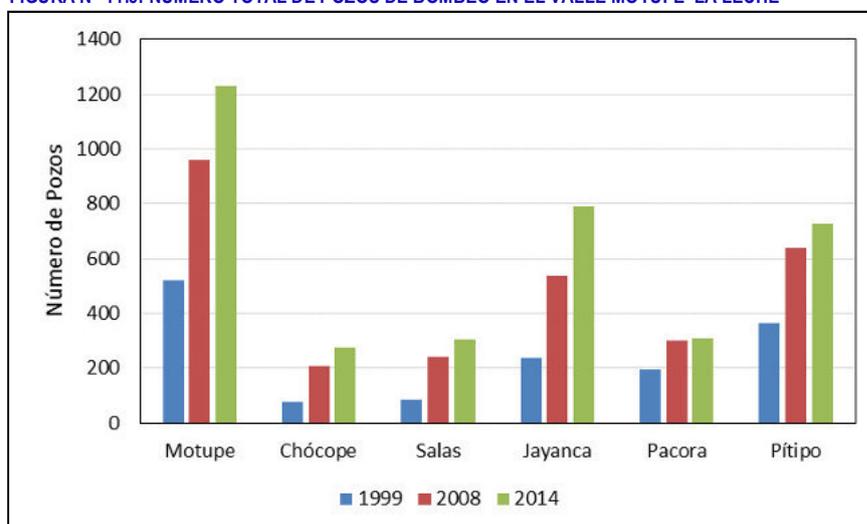
El coeficiente de almacenamiento es requerido para la simulación en transitorio. El valor asignado para este parámetro S, varía entre 2.3-5.4 (%).

11.5.0 Estresores del acuífero

11.5.1 Extracción por bombeo

La principal acción o estrés al cual está sometido el acuífero, es la acción del hombre de extraer de manera artificial agua del reservorio acuífero mediante la instalación de pozos de bombeo. Del inventario del año 2014, se ha determinado que el Valle Motupe tiene una explotación de 48 048,846.98 m³/año (48.05 Hm³) y el Valle La Leche 65 155,085.37 m³/año (65.16 Hm³). Ver **Figura N° 11.5**

FIGURA N° 11.5: NÚMERO TOTAL DE POZOS DE BOMBEO EN EL VALLE MOTUPE-LA LECHE



Fuente: DCPRH, 2015. Elaboración propia.

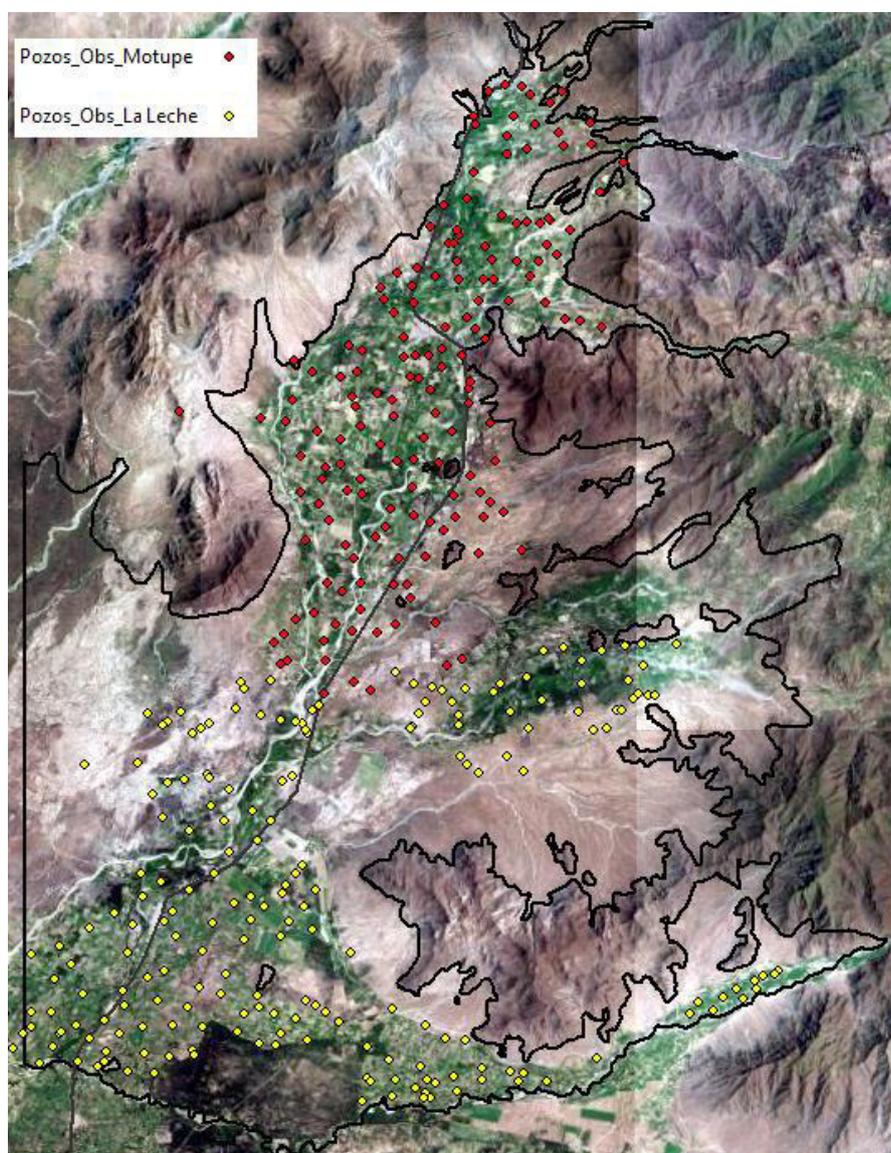
11.5.2 Áreas de riego

Para el cálculo de la demanda hídrica bruta de las cédulas de cultivo, fue estimada la eficiencia en promedio de 40% en las Comisiones de Motupe, 40% en Chóchope, 33% en Magdalena-La Viña, 32% en Jayanca y Pacora; porcentajes asumido tomando en consideración el estado y tipo de la infraestructura de riego (captación, distribución) y la experiencia de los agricultores lambayecanos.

11.5.3 Inventarios y registros

La red de monitoreo utilizada en el dominio del estudio, está constituida por 82 pozos en la zona de Motupe y 69 puntos de observación en la zona de La Leche. La serie de tiempo consta de 28 observaciones (agosto 1999 a noviembre 2014) para la zona de Motupe y de 27 observaciones (mayo 1999 a noviembre 2014) en la zona de La Leche (Ver **Figura N° 11.6**).

FIGURA N° 11.6: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS POZOS DE OBSERVACIÓN



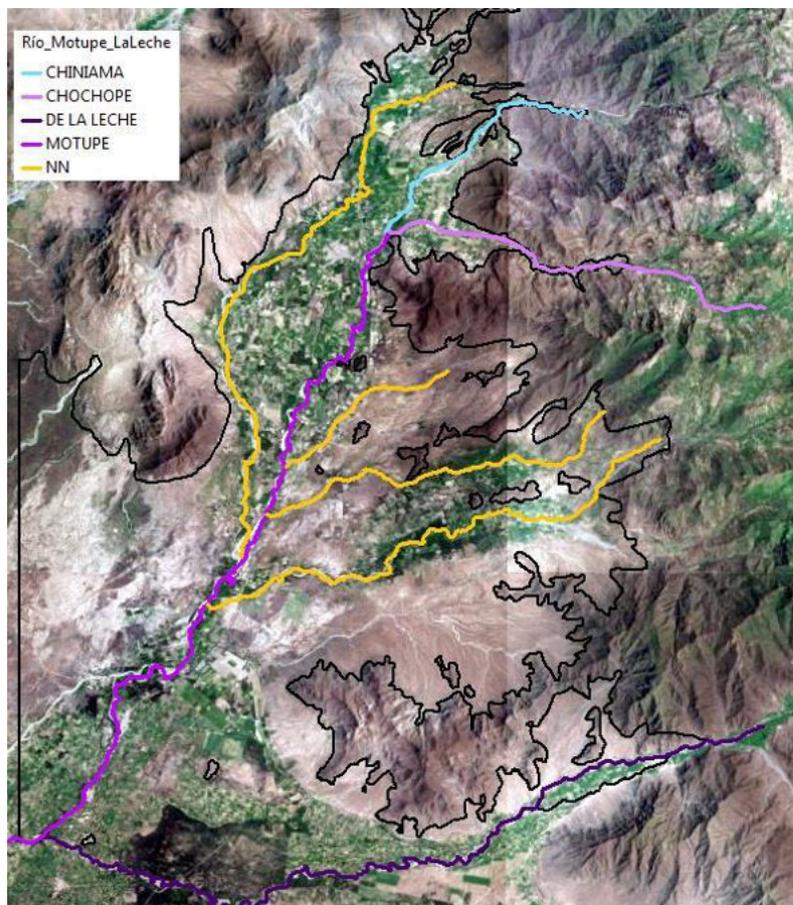
Fuente: DCPRH, 2015. Elaboración propia

11.6.0 Condiciones de borde

11.6.1 Río Motupe-La Leche

Para el río Motupe se cuenta con la estación de aforos Marripón (río Chiniama) y la estación de aforos ficticia del río Chóchope. Para el río La Leche se cuenta con la estación de aforos Puchaca. La Figura muestra la ubicación de los ríos, Olos, Chiniama, Chochope, Motupe, La Leche. Ver **Figura N° 11.7**

FIGURA N° 11.7: UBICACIÓN ESPACIAL DE RÍOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: DCPRH, 2015. Elaboración propia.

11.6.2 Interconexión hidráulica

El área de veda a ser modelada, cuenta con siete (07) secciones de ingreso de agua de flujo subsuperficial predefinidas, determinado por los cauces de los ríos existentes al interior del dominio hidrogeológico establecido. Para el caso de la sección de ingreso correspondiente al río La Leche, la sección de ingreso solo está definida por la margen derecha del cauce. Ver **Figura N° 11.8**.

FIGURA N° 11.8: SECCIÓN DE INGRESO RÍO LA LECHE AL SISTEMA



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las otras seis secciones de ingreso al modelo las secciones abarcan toda la sección que corresponda.

11.7.0 Desarrollo del modelo conceptual

En el caso del presente estudio, el dominio hidrogeológico (o dominio conceptual) ya está definido y es sobre esa definición sobre la cual se ha de establecer la arquitectura del modelo conceptual y de las propiedades del acuífero, así como a considerar procesos físicos al interior del dominio, tales como recarga, o la interacción entre el agua superficial y el agua subterránea.

11.7.1 Dominio hidrogeológico

El dominio hidrogeológico tiene como límite hacia el Sur al río La Leche; hacia el Norte la Cordillera Costera límite con la cuenca del río Olmos; hacia el Este el inicio de cada valle o deposición de material Cuaternario correspondiente a cada uno de los cursos de agua presentes; hacia el Oeste un límite arbitrario de 27,037 m paralelo a la coordenada Este 624,368.

11.7.1.1 Hidrostratigrafía

Tomando en cuenta los frecuentes pasajes laterales en los cuales los distintos tipos de material litológico aluvial normalmente se presentan, así como su gradación natural, la sucesión de depósitos aluviales en la pampa en estudio puede ser resumida, de lo más superficial a lo profundo, como sigue:

- El grupo superficial consistente principalmente de arenas muy finas y limos. La presencia de suelo humífero es notado con frecuencia en superficie. El espesor de este grupo varía de zona a zona, algunas veces alcanzando profundidades de 30-40 m.
- Grupo consistente de alternaciones de arenas y gravas finas con finas capas de arcilla y limos arenosos inconsolidados. Este grupo no constituye material acuífero y generalmente ocurre como reemplazo de la capa primera. Algunas veces, reposa debajo de ella. Esta capa consta de espesores moderados.
- Grupo que en general no es muy permeable. Consiste de alternaciones de arenas y gravas con limos (algunas veces arcilla). En general este grupo contiene acuíferos superficiales muy pequeños. Varía en espesor desde algunos metros a un máximo de docenas de metros.
- Grupo impermeable consistente de alternaciones de limos arenosos y limos arcillosos encerrando piedrecillas algunas veces. Donde está presente, este grupo separa al acuífero superior del acuífero inferior más potente. Nunca excede de 10 m de espesor.
- Principalmente permeable este grupo consiste de arenas bien graduadas y gravas el cual algunas veces contiene delgadas intercalaciones de arcilla y limo. El espesor de este grupo es variable, pero en general, donde ocurre, el espesor no es menor de algunos metros.
- Grupo impermeable consistente de una matriz arcillosa rodeada de piedrecillas de variados orígenes. Este grupo, el cual está presente por doquier, puede ser considerado como el basamento del material aluvial. Es siempre muy potente.

Es sabido que el acuífero descansa enteramente sobre una capa impermeable, la cual consiste en algunos casos de arcilla de material aluvial del Cuaternario y en otros lugares, por material igualmente arcilloso de edades no determinadas (probablemente Terciario) cuyo espesor en muchos casos alcanza cientos de metros. El espesor del acuífero varía considerablemente de zona a zona. En general, los depósitos aluviales permeables alcanzan o exceden la profundidad de 100 m por debajo de la superficie.

El acuífero en el valle de Motupe ocurre a una profundidad de entre 10-25 m. y generalmente consiste de alternaciones de material fino sobre basamento de material arcillo-limoso. El espesor de los depósitos aluviales varía entre lugares. En el valle de Salas el primer nivel con propiedades acuíferas es encontrado a una profundidad de acerca de 20 m., por debajo del nivel de superficie. Este acuífero tiene una distribución de tamaño de grano muy variable, prevaleciendo materiales de baja permeabilidad. Siguiendo a estos depósitos existe un basamento impermeable bastante compacto de arcillas impermeables que aíslan al acuífero profundo.

La cuantificación las propiedades hidráulicas en el área de veda correspondiente al acuífero del valle de Motupe - La Leche es crítico para alcanzar una calibración exitosa del modelo. Es también bien entendido que las propiedades del acuífero varían espacialmente y son casi desconocidas a escala de detalle. Respecto a la heterogeneidad de la permeabilidad sobre el dominio hidrogeológico en estudio es posible establecer que es heterogénea y varía en un rango de 1 (bajo) a 20 (alto) m/d. Experiencias en casos similares, y referencias encontradas en literatura pertinente indica que el coeficiente de almacenamiento de un acuífero con las características del presente puede estar en el orden del 15 %.

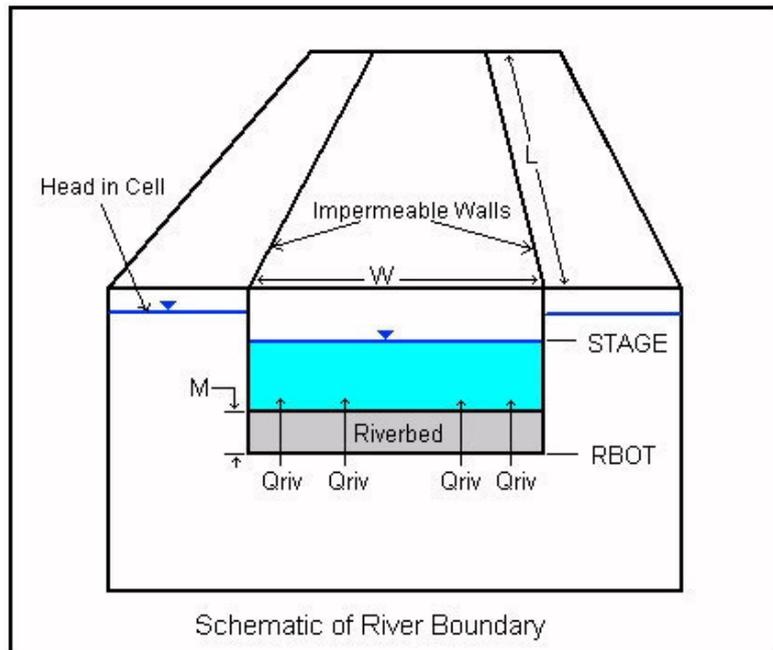
11.7.2 Condiciones de borde

11.7.2.1 Río

Con un régimen de nueve (09) meses de estiaje y tres de lluvia, con ausencia de aportes de nevados, sin lagunas de almacenaje significativo que permitan una regulación natural, desprovista de presas y sin aportes de trasvases; la oferta hídrica del río Motupe y La Leche, proviene solamente de las precipitaciones que ocurren en la parte alta de la cuenca durante el verano. En los meses de estiaje el recurso disponible es el caudal base, compuesto principalmente por la liberación del agua de lluvia retenida en el acuífero, durante los meses de Enero, Febrero y Marzo. Ver **Figura N° 11.9**.

- La disponibilidad hídrica anual aportada por el río Chiniamá es 17 030,563 m³ (volumen anual al 75% de persistencia).
- La disponibilidad hídrica anual aportada por el río Chóchope es 13 236,446 m³ (volumen anual al 75% de persistencia).
- La disponibilidad hídrica anual aportada por el río La Leche, es 70 288,776 m³ (volumen anual al 75% de persistencia).

FIGURA N° 11.9: ESQUEMA DE LA CONDICIÓN DE BORDE RIVER

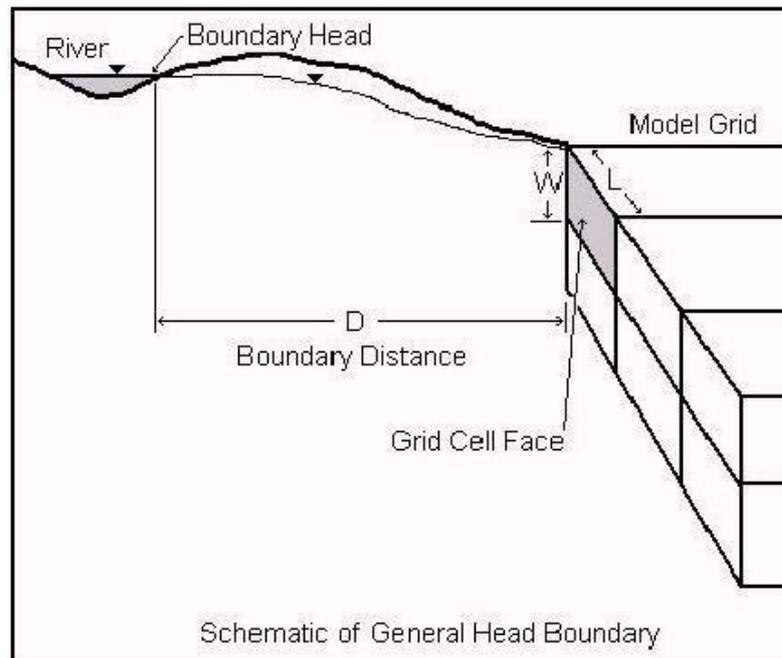


FUENTE: Visual Modflow, 2009.

11.7.2.2 Carga general

Para el caso del modelo numérico de flujo de aguas subterráneas del acuífero en el tramo de estudio correspondiente al área de veda del sistema acuífero Motupe-La Leche, el uso que se le ha dado a esta condición de borde es para establecer el gradiente de flujo a la entrada y salida de agua del sistema. Ver **Figura N° 11.10**.

FIGURA N° 11.10: ESQUEMA DE LA CONDICIÓN DE BORDE GHB



FUENTE: Visual Modflow, 2009.

11.7.2.3 Recarga

Para el caso del área de veda del sistema acuífero Motupe-La Leche, se considera una recarga de 37.68 Hm³/año para la zona correspondiente a Motupe; y 31.24 Hm³/año a la zona correspondiente a La Leche.

11.7.3 Estresores

En cuanto a la extracción de agua del acuífero del Valle Motupe-La Leche, se ha de trabajar en tres momentos: año 1999, 2008, y 2014. La masa explotada anualmente se ha de expresar en caudal diario (m³/d).

- La identificación de los procesos de recarga y descarga son fundamentales en un modelo conceptual de flujo de agua subterránea y como el agua subterránea fluye entre las zonas de recarga y descarga.
- Del inventario realizado en el año 1999 se estimó el volumen explotado del acuífero el cual fue: Motupe 15 491,918.3 m³ (15.49 Hm³) y La Leche 12 409,915 m³ (12.41 Hm³).
- Del inventario realizado en el año 2008 se estimó el volumen explotado del acuífero: Motupe 46 514,913 m³ (46.51 Hm³) y La Leche 44 883,913 m³ (44.88 Hm³).
- Del inventario realizado en el año 2014 se estimó el volumen explotado del acuífero el cual fue: Motupe 48 048,847 m³ (48.05 Hm³) y La Leche 65 155,085 m³ (65.16 Hm³).

11.7.4 Definición del modelo conceptual

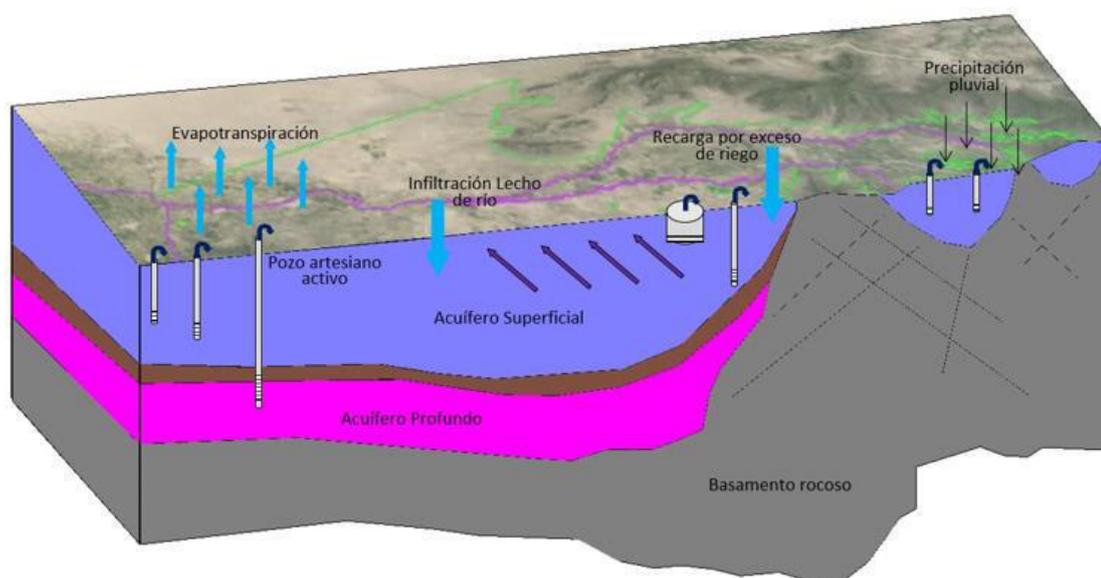
Se ha establecido y confirmado la existencia de dos acuíferos independizados por capas confinantes en la zona de la unión del acuífero Motupe con La Leche, siendo el acuífero superficial alimentado por aguas provenientes del exceso de riego y por filtraciones de cuerpos de agua superficial; mientras que el acuífero inferior, es alimentado por aguas de lluvia que ingresa a través de zonas de fallas y fracturas en las zonas altas y medias de la cuenca del río La Leche y Salas.

- En cuando al límite del dominio hidrogeológico a modelar numéricamente este queda definido por el área de veda.
- En cuanto a las capas del modelo, no se ha de incluir una capa confinante a no quedar claramente definida su disposición espacial al interior del dominio hidrogeológico. El número de capas es dos (02) diferenciadas específicamente por sus valores de permeabilidad. La conformación topográfica, posición del basamento impermeable está definido en base a información proveniente de la interpretación de los SEVs.
- La extracción de agua del sistema mediante pozos de bombeo está definida en tres momentos de tiempo; en el año 1999, 2008, y 2014. No es posible en ese sentido establecer el efecto de la extracción de agua del acuífero a escala mensual, y se ha de asumir que el volumen de explotación es constante del año 1999 al 2008 y del año 2008 al 2014.
- En cuanto a las zonas de ingreso de agua subterránea al dominio hidrogeológico y al volumen de agua proveniente por interconexión hidráulica queda definido en cada sección correspondiente a cada río o quebrada al interior del dominio del modelo. La salida de agua del sistema está definido por la sección transversal correspondiente límite del área de veda.

- El volumen de agua de ingreso al acuífero inferior confinado no está definido, se estima que proviene de zonas de recarga de aguas provenientes de lluvia que interconecta al acuífero mediante fallas y fracturas. Este componente del sistema acuífero no es considerado en el modelo numérico de flujo.
- La zona de recarga por efecto del exceso de riego está definida y delimitada por las áreas bajo riego correspondientes a cada Comisión de Regantes.

Como resultado del análisis de cada componente del dominio hidrogeológico que controla el flujo del agua subterránea, es posible establecer, de manera preliminar, el funcionamiento del sistema acuífero a ser modelado numéricamente. Ver **Figura N° 11.11**.

FIGURA N° 11:11 MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA ACUÍFERO MOTUPE – LA LECHE



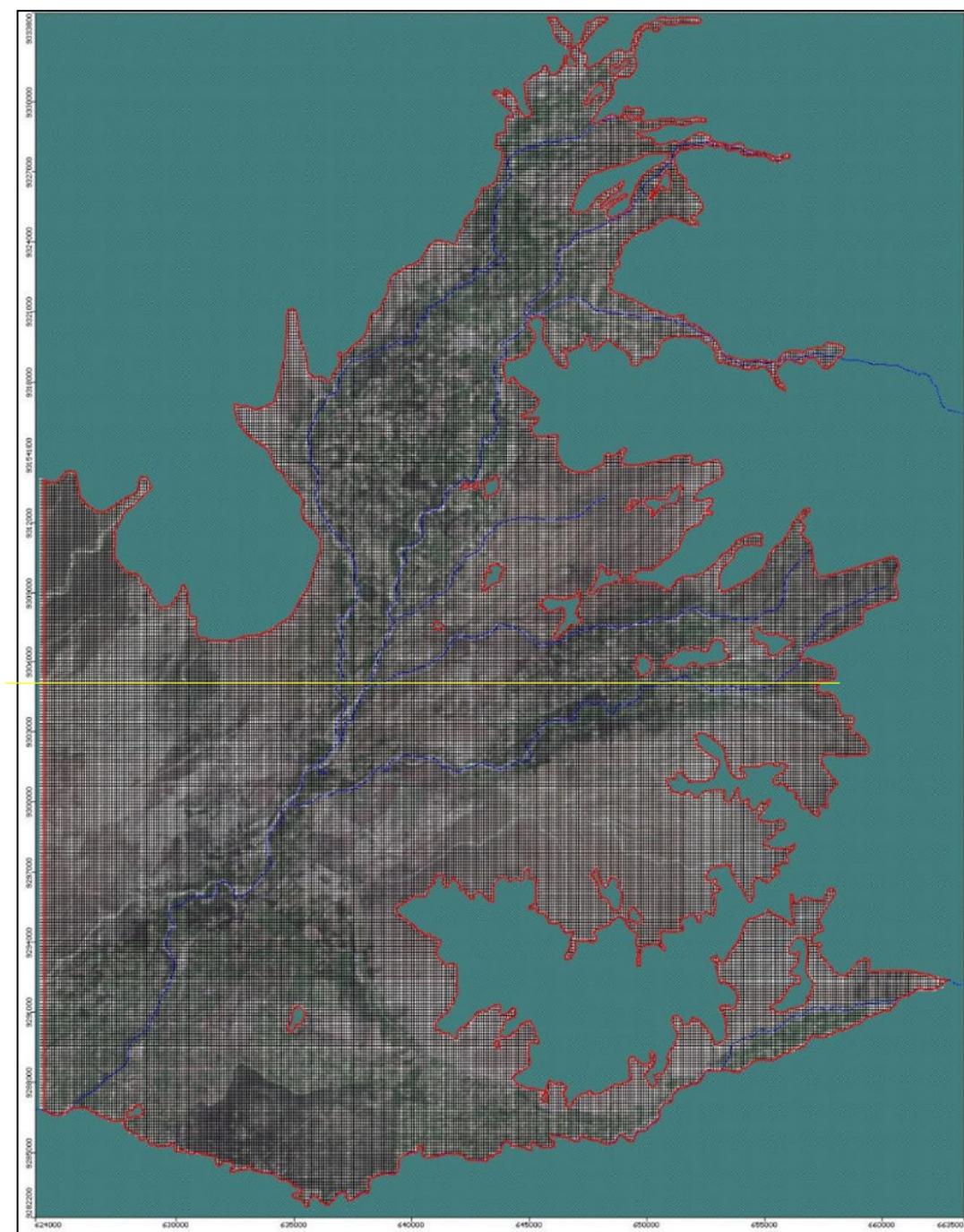
11.8.0 Establecimiento del Modelo numérico

11.8.1 Dominio del modelo y discretización espacial

La dimensión del modelo del área de veda del sistema acuífero Motupe – Margen Derecha Río La Leche se ha establecido en 945.40 km². La extensión del modelo numérico del sistema del área de veda del sistema acuífero Motupe – Margen Derecha Río La Leche abarca por el Norte hasta el límite de cuenca con el río Olmos; por el Sur con la margen izquierda del río La Leche; por el Oeste con el límite establecido por la veda en la zona de la pampa de Olmos y por el Este con la zona de entrada e interconexión hidráulica del acuífero.

La grilla del modelo se ha establecido de 400 x 400 celdas, con lo cual se provee del refinamiento suficiente y permite representar de manera adecuada la geometría del área de estudio. El área es de 100 x 130 m (13,000 m²). Ver **Figura N° 11.12**

FIGURA N° 11.12: DISCRETIZACIÓN DEL ÁREA DE VEDA DEL SISTEMA



FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe–margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia

11.8.2 Discretización temporal

Siendo la escala de variación temporal el `día`, es necesario asignar el punto de partida del modelo numérico de flujo, es decir el día 1, el cual para el caso del presente modelo de flujo es el 1° de mayo de 1999. Los pasos de tiempo de la variación temporal se muestran en la **Tabla N° 01**.

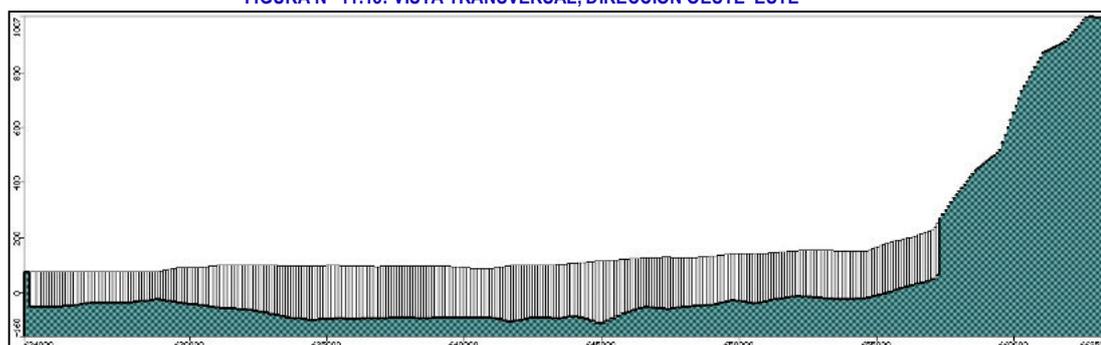
TABLA N° 01: DISCRETIZACIÓN TEMPORAL

Año	Mes	Días/mes	Acumulado	Año	Mes	Días/mes	Acumulado	Año	Mes	Días/mes	Acumulado	Año	Mes	Días/mes	Acumulado
1999				2003	Ene	31	1371	2007	Ene	31	2832	2011	Ene	31	4,293
					Feb	28	1399		Feb	28	2860		Feb	28	4,321
					Mar	31	1430		Mar	31	2891		Mar	31	4,352
					Abr	30	1460		Abr	30	2921		Abr	30	4,382
	May	31	31		May	31	1491		May	31	2952		May	31	4,413
	Jun	30	61		Jun	30	1521		Jun	30	2982		Jun	30	4,443
	Jul	31	92		Jul	31	1552		Jul	31	3013		Jul	31	4,474
	Ago	31	123		Ago	31	1583		Ago	31	3044		Ago	31	4,505
	Sep	30	153		Sep	30	1613		Sep	30	3074		Sep	30	4,535
	Oct	31	184		Oct	31	1644		Oct	31	3105		Oct	31	4,566
	Nov	30	214		Nov	30	1674		Nov	30	3135		Nov	30	4,596
	Dic	31	245		Dic	31	1705		Dic	31	3166		Dic	31	4,627
2000	Ene	31	276	2004	Ene	31	1736	2008	Ene	31	3197	2012	Ene	31	4,658
	Feb	28	304		Feb	28	1765		Feb	28	3226		Feb	28	4,687
	Mar	31	335		Mar	31	1796		Mar	31	3257		Mar	31	4,718
	Abr	30	365		Abr	30	1826		Abr	30	3287		Abr	30	4,748
	May	31	396		May	31	1857		May	31	3318		May	31	4,779
	Jun	30	426		Jun	30	1887		Jun	30	3348		Jun	30	4,809
	Jul	31	457		Jul	31	1918		Jul	31	3379		Jul	31	4,840
	Ago	31	488		Ago	31	1949		Ago	31	3410		Ago	31	4,871
	Sep	30	518		Sep	30	1979		Sep	30	3440		Sep	30	4,901
	Oct	31	549		Oct	31	2010		Oct	31	3471		Oct	31	4,932
	Nov	30	579		Nov	30	2040		Nov	30	3501		Nov	30	4,962
	Dic	31	610		Dic	31	2071		Dic	31	3532		Dic	31	4,993
2001	Ene	31	641	2005	Ene	31	2102	2009	Ene	31	3563	2013	Ene	31	5,024
	Feb	28	669		Feb	28	2130		Feb	28	3591		Feb	28	5,052
	Mar	31	700		Mar	31	2161		Mar	31	3622		Mar	31	5,083
	Abr	30	730		Abr	30	2191		Abr	30	3652		Abr	30	5,113
	May	31	761		May	31	2222		May	31	3683		May	31	5,144
	Jun	30	791		Jun	30	2252		Jun	30	3713		Jun	30	5,174
	Jul	31	822		Jul	31	2283		Jul	31	3744		Jul	31	5,205
	Ago	31	853		Ago	31	2314		Ago	31	3775		Ago	31	5,236
	Sep	30	883		Sep	30	2344		Sep	30	3805		Sep	30	5,266
	Oct	31	914		Oct	31	2375		Oct	31	3836		Oct	31	5,297
	Nov	30	944		Nov	30	2405		Nov	30	3866		Nov	30	5,327
	Dic	31	975		Dic	31	2436		Dic	31	3897		Dic	31	5,358
2002	Ene	31	1006	2006	Ene	31	2467	2010	Ene	31	3928	2014	Ene	31	5,389
	Feb	28	1034		Feb	28	2495		Feb	28	3956		Feb	28	5,417
	Mar	31	1065		Mar	31	2526		Mar	31	3987		Mar	31	5,448
	Abr	30	1095		Abr	30	2556		Abr	30	4017		Abr	30	5,478
	May	31	1126		May	31	2587		May	31	4048		May	31	5,509
	Jun	30	1156		Jun	30	2617		Jun	30	4078		Jun	30	5,539
	Jul	31	1187		Jul	31	2648		Jul	31	4109		Jul	31	5,570
	Ago	31	1218		Ago	31	2679		Ago	31	4140		Ago	31	5,601
	Sep	30	1248		Sep	30	2709		Sep	30	4170		Sep	30	5,631
	Oct	31	1279		Oct	31	2740		Oct	31	4201		Oct	31	5,662
	Nov	30	1309		Nov	30	2770		Nov	30	4231		Nov	30	5,692
	Dic	31	1340		Dic	31	2801		Dic	31	4262		Dic	31	5,723

11.8.3 Discretización vertical

El dominio del modelo, ha sido discretizado verticalmente conteniendo una (01) capa, con lo cual no se han distinguido distintos estratos acuíferos. Ver **Figura N° 11.13**

FIGURA N° 11.13: VISTA TRANSVERSAL, DIRECCIÓN OESTE-ESTE

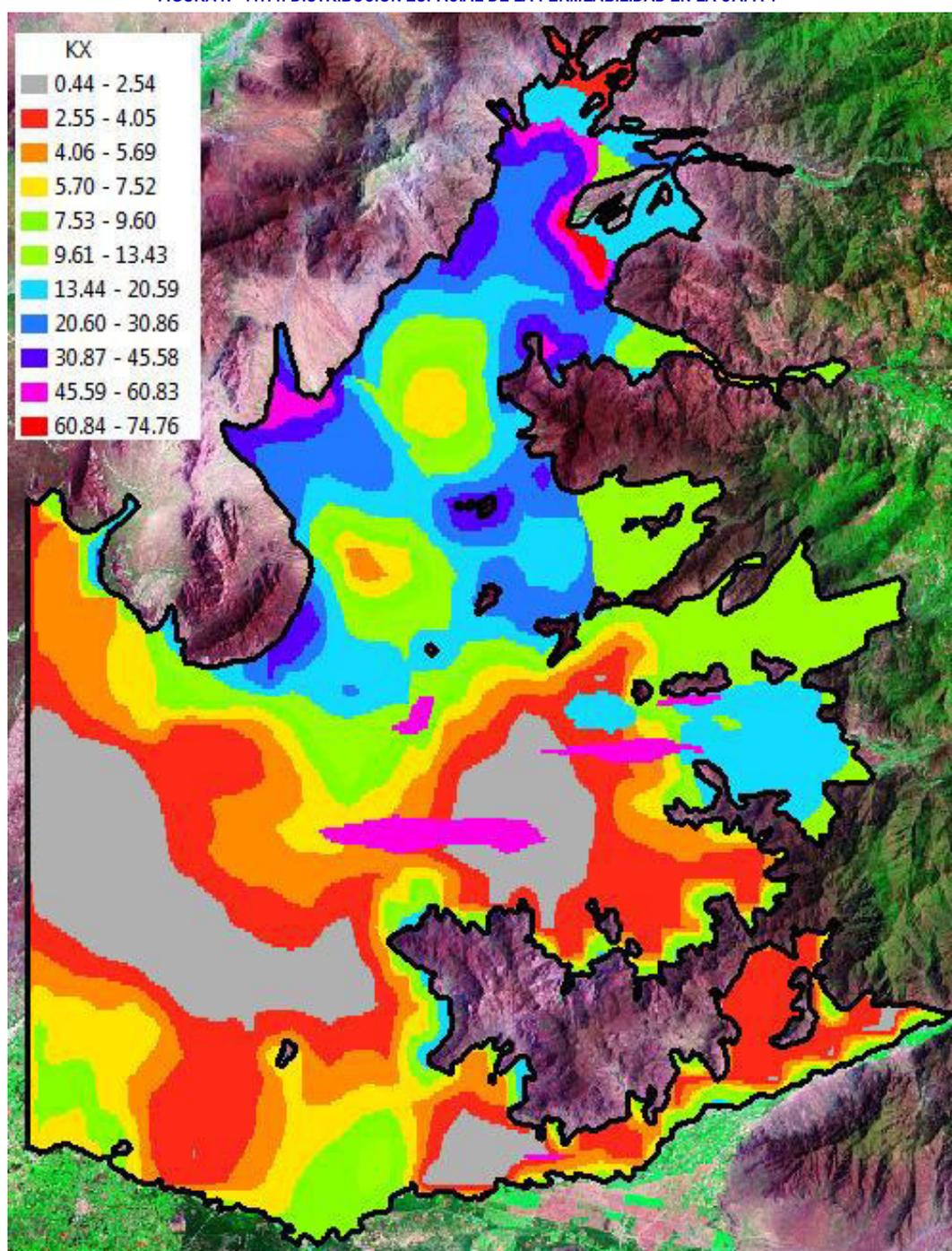


FUENTE: Modelo Numérico de Flujo Motupe-Margen Derecha Río La Leche 2015. Elaboración propia.

11.8.4 Parámetros hidráulicos

Sobre el dominio del modelo numérico de flujo del área de veda del sistema acuífero Motupe-Margen derecha del río La Leche, se ha distribuido la permeabilidad. El Rango de variación en la Capa 1 va de 0.44 a 74.8 m/d. Ver **Figura N° 11.14**

FIGURA N° 11.14: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PERMEABILIDAD EN LA CAPA 1



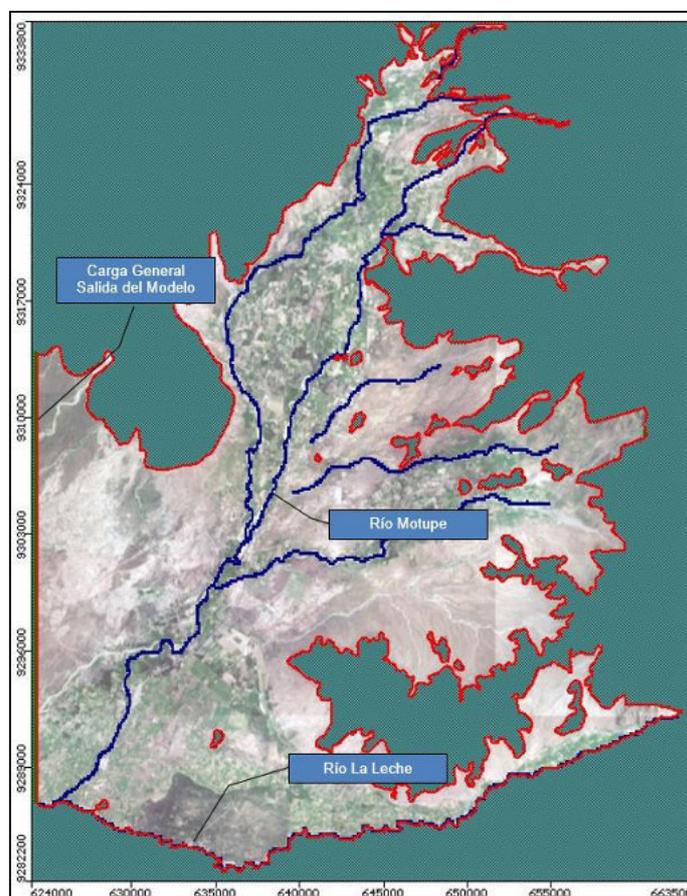
FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe-Margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia.

11.8.5 Condiciones de borde

La función de la condición de borde carga hidráulica general (GHB), es matemáticamente similar al de River (Río) y Drain (Dren). El flujo de entrada o salida de la celda de una fuente externa es provisto en proporción a la diferencia entre las cargas hidráulicas (gradiente) de la celda y de la fuente externa.

La función de la condición de borde River (Río) es matemáticamente similar al de GHB y Drain (Dren). El flujo de entrada o salida de la celda de una fuente externa es provisto en proporción a la diferencia entre las cargas hidráulicas (gradiente) de la celda y de la fuente externa. Ver **Figura N° 11.15**

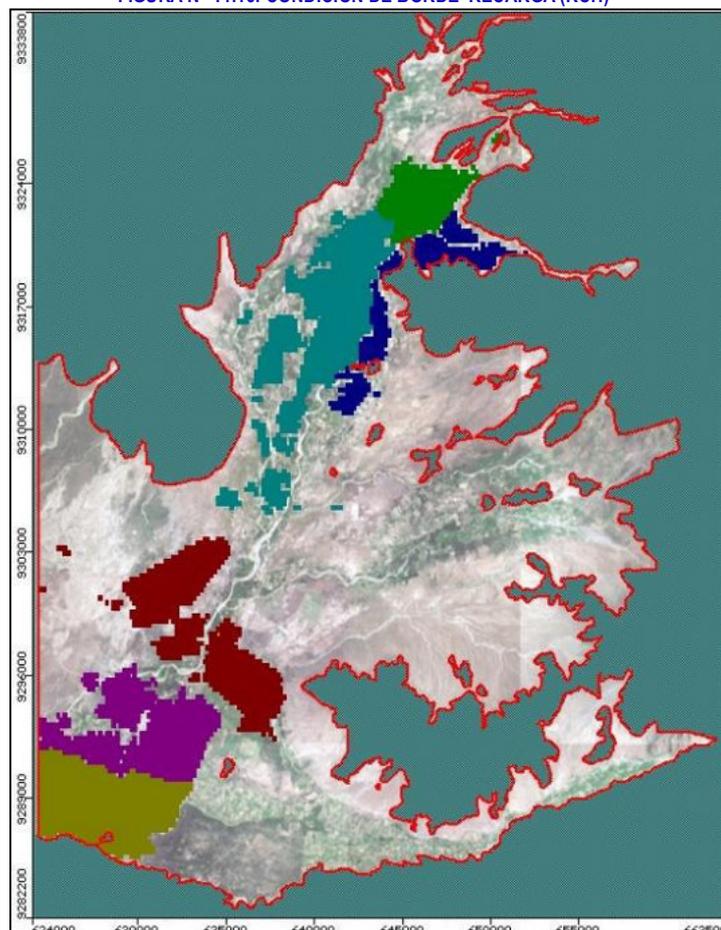
FIGURA N° 11.15: CONDICIONES DE BORDE TIPO 1 EN EL MODELO NUMÉRICO DE FLUJO



FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe–Margen derecha río La Leche 2015

La condición de borde recarga, es usado para simular la recarga superficialmente distribuida en el sistema de agua subterránea. La condición de borde, recarga simula el ingreso del agua de fuentes como la precipitación, exceso de riego, etc. Para el caso del área bajo riego del valle de Motupe y parte del valle del río La Leche se considera una recarga efectiva (20% de la pérdida) de 26.23 Hm³, tomado del plan de cultivo y riego del año 2006. Las condiciones de borde recarga asignada al modelo del sistema del valle Motupe y parte del valle del río La Leche se muestra en la siguiente **Figura N° 11.16**.

FIGURA N° 11.16: CONDICIÓN DE BORDE-RECARGA (RCH)

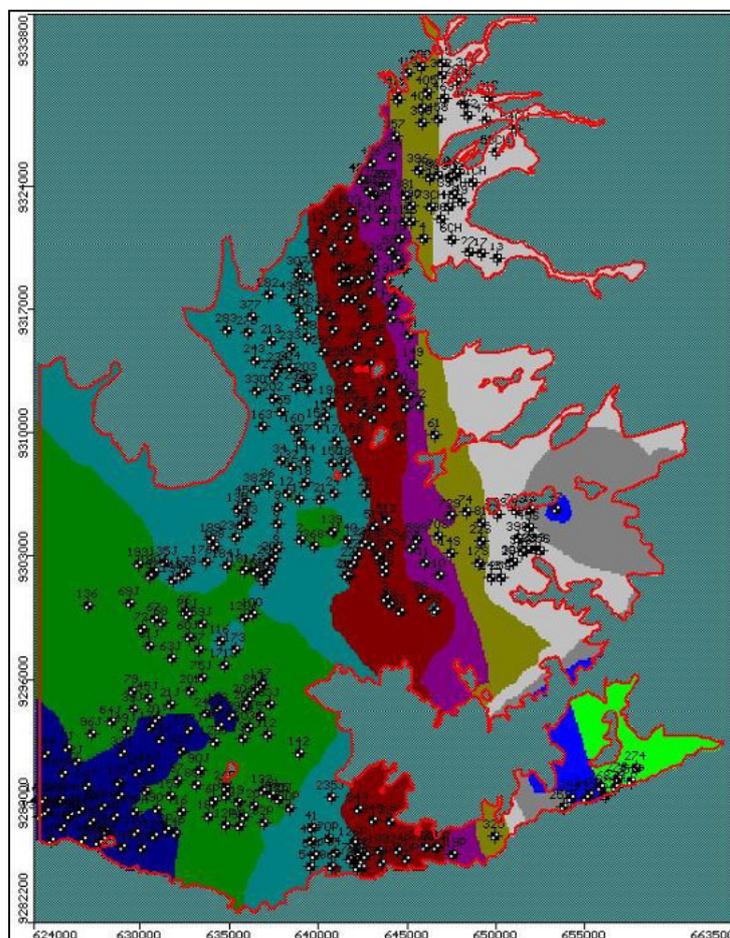


FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe-Margen derecha río La Leche 2015.

11.8.6 Condiciones iniciales

Definen la condición del agua subterránea presente al momento de iniciar la corrida del modelo. Las condiciones iniciales asignadas al modelo del sistema acuífero del área de veda del sistema acuífero Motupe-Margen derecha del río La Leche, son las encontradas en mayo de 1999, siendo este registro, el primero de la serie de tiempo histórico en la medición del nivel estático del agua subterránea. La interpolación de los valores del nivel estático obtenidos de la red piezométrica en mayo y agosto de 1999, mostrados en la figura, es realizada utilizando el programa de cómputo Visual Modflow y sirven como dato de entrada denominado nivel inicial. Ver **Figura N° 11.17**

FIGURA N° 11.17: PUNTOS DE MEDICIÓN E INTERPOLACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO-MAYO 1999



FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe-Margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia

11.8.7 Estresores

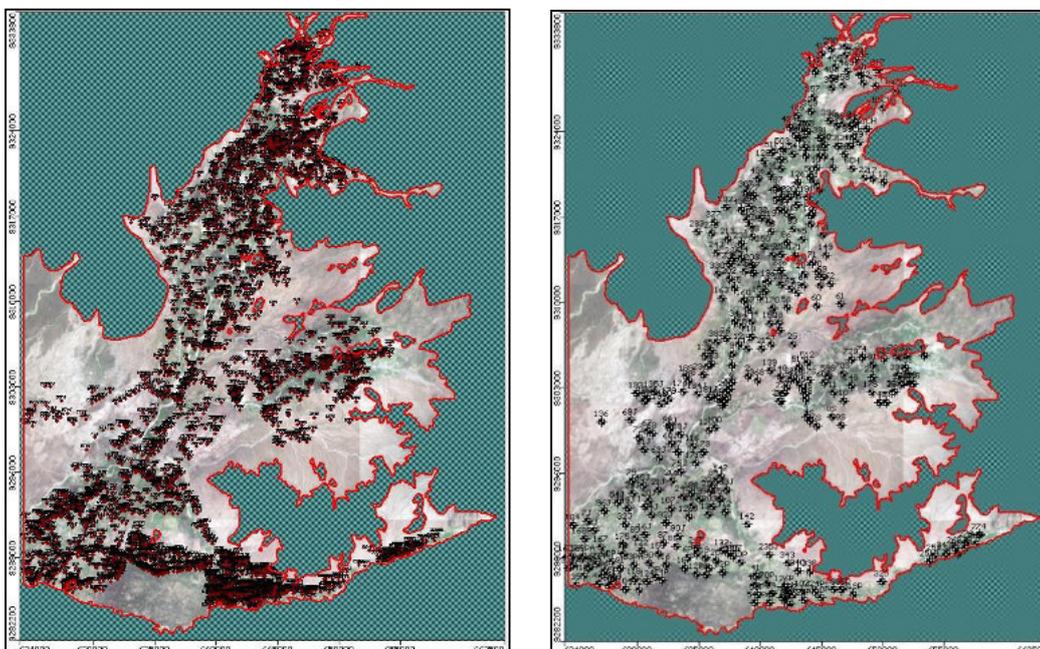
Uno de los estresores más obvios es la extracción de agua subterránea causada por el hombre a través del bombeo. El estrés también puede ser impuesto por la naturaleza a través del cambio climático mediante la variación de procesos como la evapotranspiración y la recarga.

Este aspecto en el modelo del sistema acuífero del área de veda del sistema acuífero Motupe-margen derecha río La Leche, al igual que en la mayoría de las extracciones que ocurren en el Perú, no es registrado de manera sistemática; por el contrario, es un dato que se comunica de manera verbal de parte del operario del pozo a quien en su momento realice el inventario de uso del agua subterránea. Del Inventario del año 1999 para el valle La Leche y del 2001 para el valle Motupe 2004, se determinó un volumen total de agua explotada del acuífero del orden de 27.34 Hm³. Por otro lado, del inventario del año 2008, se estimó una extracción de agua subterránea del orden de 56.09 Hm³. Finalmente, del inventario del 2014, se estimó una extracción de agua subterránea del orden de 109.63 Hm³. Para el modelo numérico, estos datos fueron incluidos mediante el uso de la condición Well (Pozo de extracción), los mismos que se muestran en la **Figura N° 11.18**.

11.8.7.1 Pozos de observación

Se incluyeron 357 pozos de observación en el modelo, los cuales se muestran a continuación:

FIGURA N° 11.18: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE POZOS DE BOMBEO Y DE OBSERVACIÓN

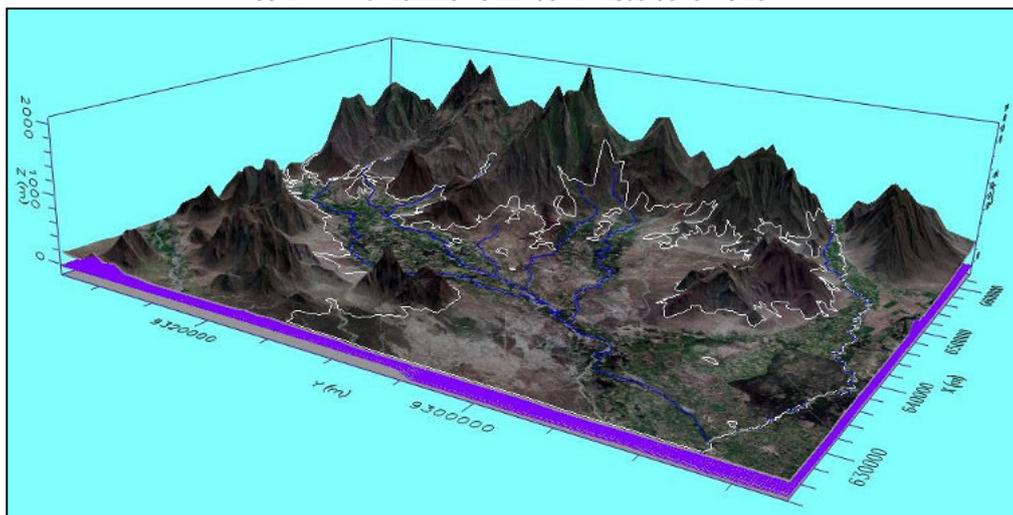


FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe–margen derecha río la Leche 2015. Elaboración propia.

11.8.7.2 Construcción del modelo numérico

La construcción del modelo constituye la implementación del diseño del modelo, para lo cual se ha utilizado el programa de cómputo comercial Visual Modflow v. 2011, en el cual las simulaciones han sido desarrolladas. La **Figura N° 11.19**, muestra el modelo construido.

FIGURA N° 11.19: MODELO NUMÉRICO DE FLUJO CONSTRUIDO

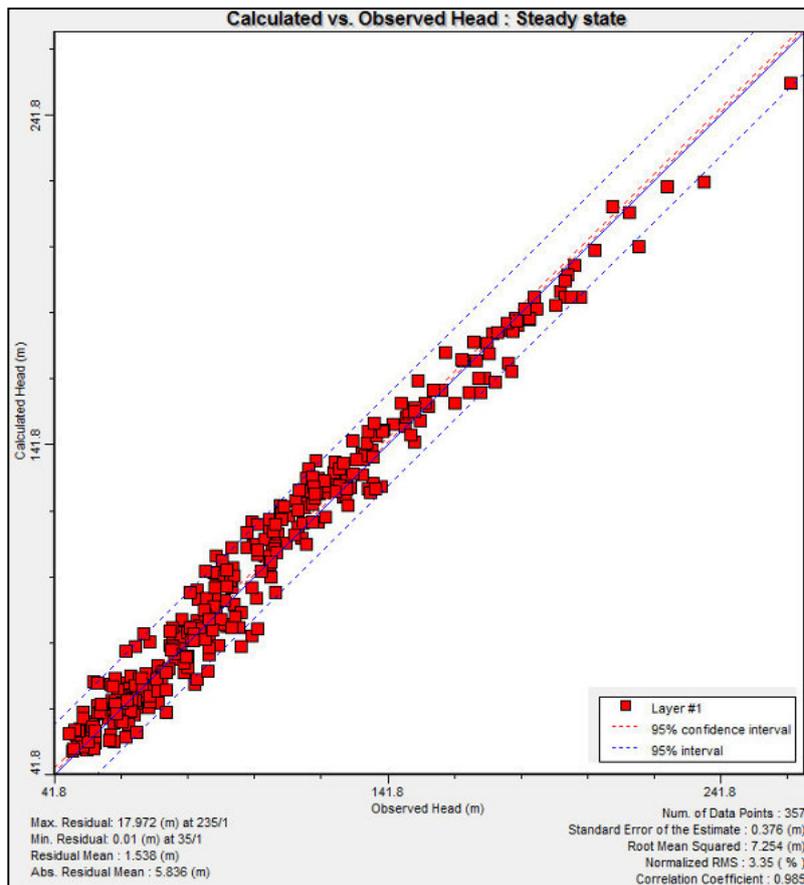


FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe–margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia

11.8.7.3 Calibración en régimen estacionario

Para el presente estudio, el objetivo de la calibración es encontrar los valores de los parámetros del modelo que permita al modelo, calzar de la mejor manera con las mediciones históricas de todos los tipos. La calibración a régimen estacionario considera la comparación entre las cargas hidráulicas observadas a partir de los pozos de observación y las cargas hidráulicas calculadas a través del modelo numérico de flujo de aguas subterráneas, con el propósito de establecer el balance entre el flujo de agua subterránea de entra y de salida del acuífero. Para efectos de evaluar el modelo numérico de flujo (MNF) del área de veda del sistema acuífero Motupe–margen derecha río La Leche, se utilizó 357 puntos de control. Esto se observa en la siguiente **Figura N° 11.20**.

FIGURA N° 11.20: GRÁFICA DE DISPERSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN A RÉGIMEN ESTACIONARIO



FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe–margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia.

En cuanto a los resultados del modelo numérico a régimen estacionario, se muestra los indicadores estadísticos de la calibración, en el cual se ha utilizado el error normalizado RMS (ROOT MEAN SQUARED), que es considerado como uno de los mejores estimados del error para el modelamiento (Anderson y Woessner, 1992) y es el promedio de la diferencias de cuadrados (residuales) entre potenciales observados y calculados.

El resultado es llamado error RMS normalizado y es expresado en porcentaje, un error normalizado RMS menor del 10% es considerado para la evaluación del modelo de calibración. Para nuestro modelo el error RMS normalizado de 3.35 % indica una calibración aceptable.

Este resultado se ha obtenido conformando el modelo con la simplicidad adecuada, extendiendo el dominio hidrogeológico de manera conveniente, asumiendo con criterio la disposición espacial de los valores de los parámetros y condiciones de borde; así como considerando los estresores más saltantes que influyen en el sistema real. Para obtener el resultado no se realizó el proceso de calibración prueba y error, siendo el resultado que aparece el mejor indicador de que las asunciones efectuadas son las correctas y apropiadas para lo que es el objetivo del modelo.

Por otro lado, el resultado del balance hídrico para la zona de estudio, en el cual toma en consideración las acciones (estresores) consideradas en el Inventario y monitoreo de las aguas subterráneas del año 1999 y 2001; es decir que la explotación de las aguas subterráneas (Qex), se estimaron en 15.47 y 11.87 Hm³, en el valle Motupe y La Leche respectivamente, siendo la salida de agua subterránea del área de veda del orden de 14.21 Hm³, asumiendo que el flujo hacia otras capas acuíferas es cero; la recarga estimada es de 26.23 Hm³; mientras que el flujo de ingreso proveniente del lecho del río Motupe y La Leche, se estimó en 506.7 Hm³ respectivamente, siendo el flujo de salida de 503.64 Hm³.

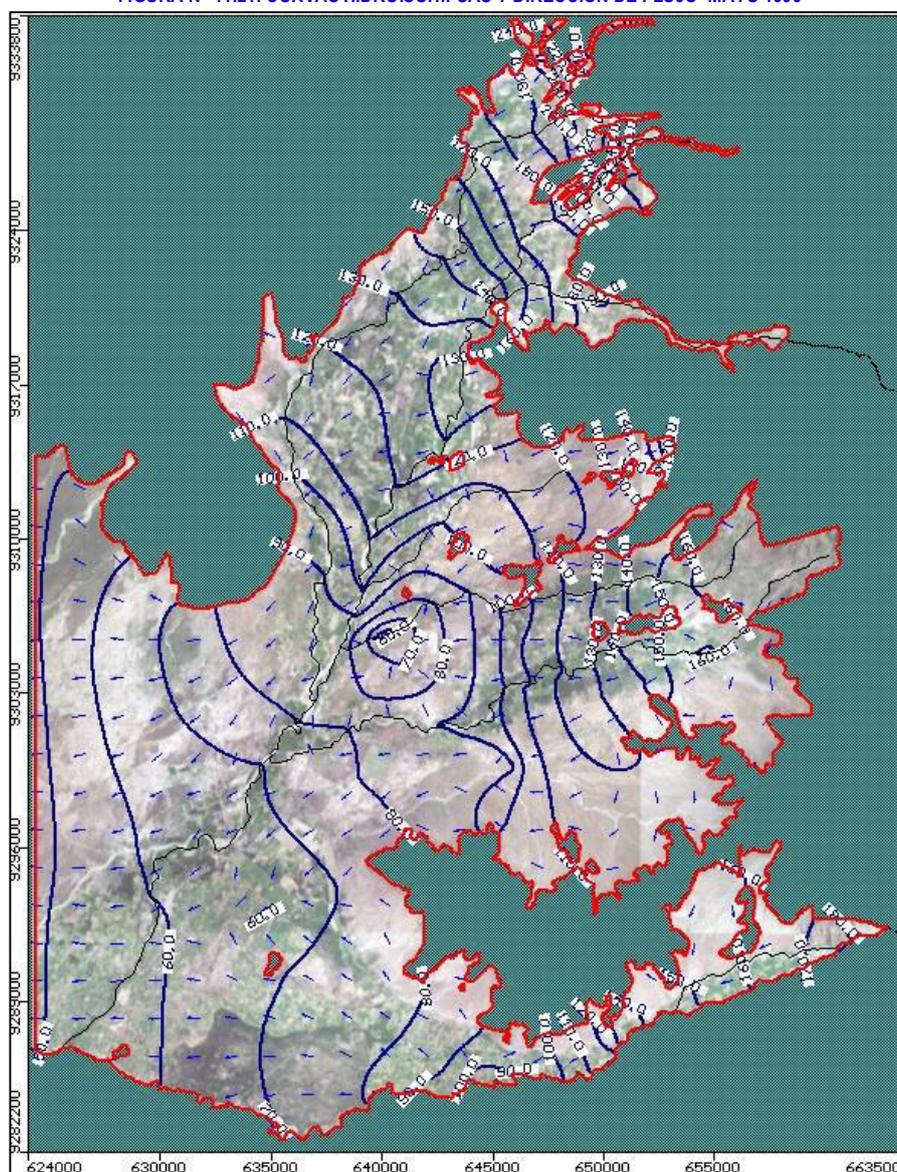
TABLA N° 02: RESULTADO DEL BALANCE HÍDRICO DE MASA—IN VS. OUT (M³/D)

Descripción	IN	OUT	Discrepancia
0 Almacenamiento	0.00	0.00	
1 Entrada/Salida al mar	0.00	0.00	
2 Pozos de extracción	0.00	78,226.89	
3 Salida/entrada al río	1'388,189.88	1'379,852.38	
4 Interconexión	36,955.11	38,938.55	
5 Recarga	71,872.64	0.00	
Total	1'497,017.63	1'497,017.75	0.12

FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe–margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia.

La **Figura N° 11.21**, muestra la curvas hidroisohipsas, así como también la dirección de flujo.

FIGURA N° 11.21: CURVAS HIDROISOHIPSAS Y DIRECCIÓN DE FLUJO-MAYO 1999



FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe-Margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia.

11.8.7.4 Calibración en régimen transitorio

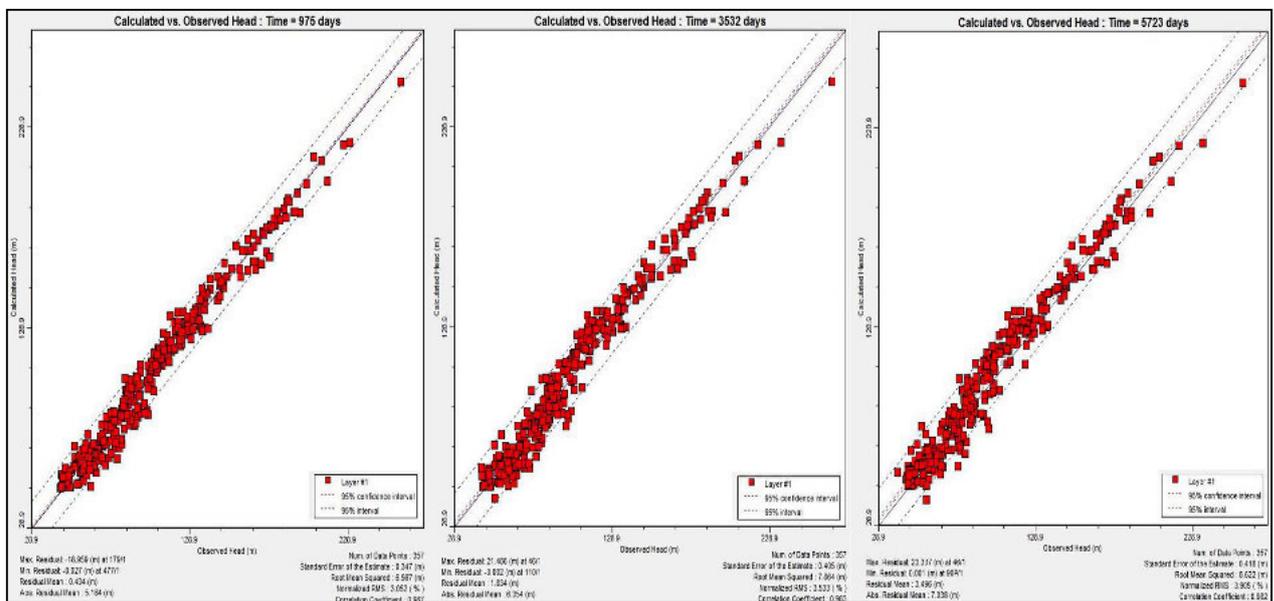
En general, la modelación a régimen transitorio, considera la incorporación del parámetro Coeficiente de almacenamiento (S). Respecto al parámetro permeabilidad (K), en esta etapa del modelo numérico de flujo de aguas subterráneas, se busca establecer la distribución espacial y los valores asociados en m/d. Dado que el presente modelo numérico de flujo considera como discretización espacial desde el día 1 (1° mayo de 1999) hasta el día 5723 (31 de diciembre del 2014), determinándose 190 pasos de tiempo, pasos en los cuales se busca comparar la serie de tiempo histórica de la medición de los niveles freáticos in situ versus los calculados por el modelo, la definición del parámetro permeabilidad es más confiable.

11.8.7.5 Resultados

Los índices obtenidos a partir de los indicadores estadísticos utilizados para evaluar la performance del modelo numérico de flujo deben de estar dentro de los parámetros validados en la corrida a régimen estacionario, con lo cual se garantiza que el modelo numérico de flujo es coherente en los 190 pasos de tiempo.

La **Figura N° 11.22**, muestra las gráficas de dispersión de la calibración a régimen transitorio correspondiente al mes de diciembre de los años del 2001 (día 975), 2008 (día 3532) y 2014 (día 5723). Las siguientes figuras muestran la correspondencia entre la serie de tiempo de los valores de carga hidráulica observada versus la calculada por el modelo numérico de flujo.

FIGURA N° 11.22: GRÁFICA DE DISPERSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN A RÉGIMEN TRANSITORIO



Fuente: Modelo numérico de flujo Motupe–margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia

11.8.7.6 Simulaciones predictivas

Las simulaciones predictivas realizadas a régimen transitorio tienen como finalidad la de determinar de la oferta de agua subterránea. Para ello se procedió a simular el MNF para distintos escenarios de explotación del acuífero. Los escenarios de explotación se extienden hasta 20 años, es decir hasta diciembre del año 2034.

- Escenario 0

El volumen de explotación anual del acuífero es de 111.12 Hm³ para diciembre del año 2014. En este escenario se mantienen todas las condiciones constantes hasta diciembre del año 2034.

- Escenario I

Considera incrementar el volumen de explotación en 15%, con lo cual el volumen de extracción corresponde a 127.79 Hm³.

- Escenario II

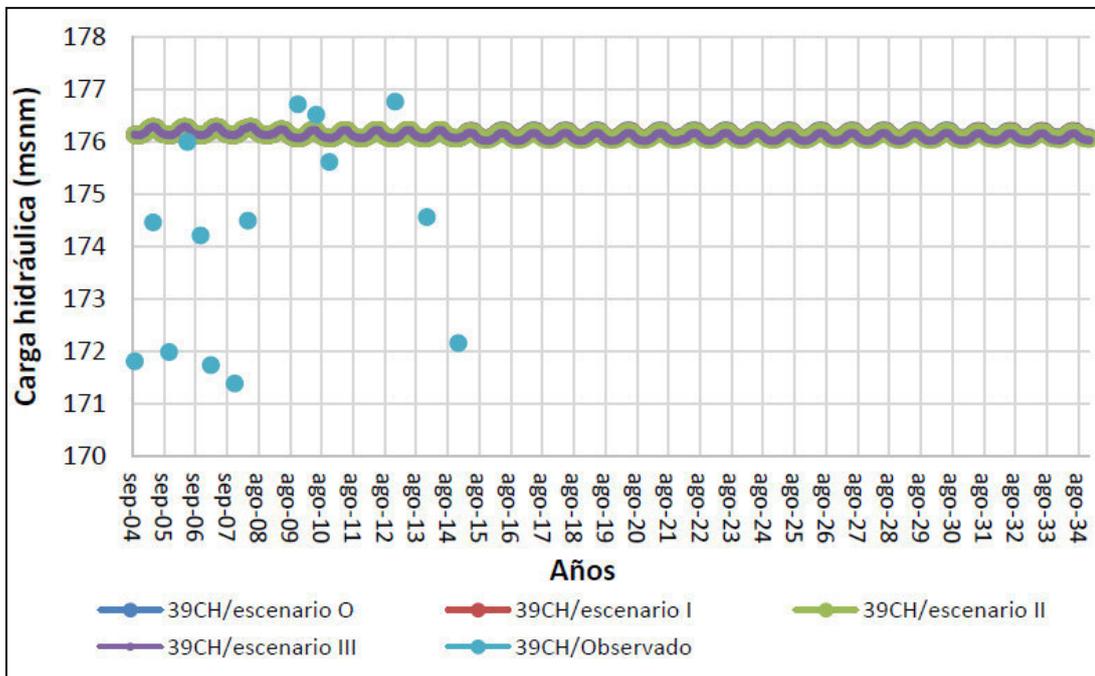
Considera incrementar el volumen de explotación en 25%, con lo cual el volumen de extracción corresponde a 138.90 Hm³.

11.8.7.7 Resultados gráficos de la simulación

Los resultados gráficos de los escenarios de simulación propuestos y en base a las consideraciones tenidas en cuenta, así como el haber asumido la posición del estrato confinante, se muestran a continuación las figuras siguientes.

Analizando el comportamiento de la carga hidráulica en la zona alta del acuífero en el tramo en estudio (pozo de observación 39CH), se aprecia (**Figura N° 11.23**) que la carga hidráulica se mantiene constante, presentando variaciones despreciables en el tiempo. Este comportamiento responde a dos situaciones en particular: causas del ingreso y salida de agua del sistema y de cómo el pozo de observación escogido como indicador responde a dichas variaciones. En tal sentido, al consistir las simulaciones de escenarios en el incremento del volumen de extracción de agua subterránea, al parecer el volumen de extracción alrededor del pozo de observación PZ 39CH, no sería significativa.

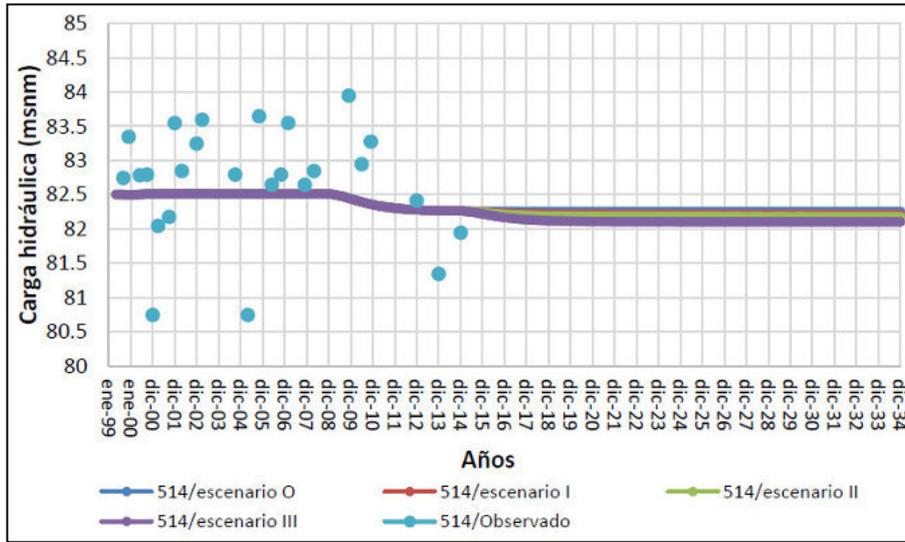
FIGURA N° 11.23: SERIE DE TIEMPO DE LA CARGA HIDRÁULICA SIMULADA – ZONA ALTA



FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe–margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia

Analizando el comportamiento de la carga hidráulica en la zona media del acuífero en el tramo en estudio (pozo de observación 514), se aprecia (**Figura N° 11.24**) que la carga hidráulica muestra cierta variación debido al incremento del volumen de extracción, el cual al parecer refleja de mejor manera el incremento del volumen explotado. Sin embargo, las variaciones en el largo plazo no serían significativas.

FIGURA N° 11.24: SERIE DE TIEMPO DE LA CARGA HIDRÁULICA SIMULADA-ZONA MEDIA

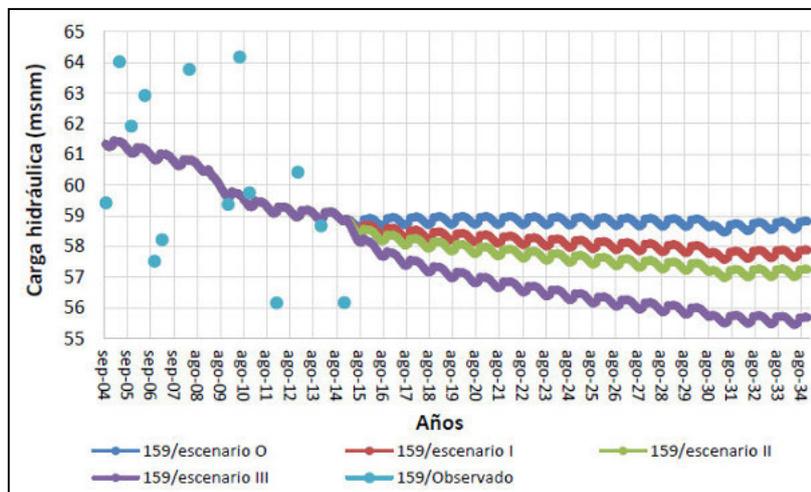


FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe–margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia

Para el caso de la zona baja del sistema acuífero simulado, el comportamiento de la carga hidráulica en la zona media del acuífero, en el tramo en estudio a través del pozo de observación 159 (ver **Figura N° 11.25**), responde de manera apreciable, mostrando que el decremento del nivel freático es consistente con el incremento del volumen de explotación del agua subterránea. El escenario `0_ el cual mantiene todos los elementos del modelo constantes, presenta una carga hidráulica de 58.82 msnm, mientras que al incrementar el volumen de explotación en 50% la carga hidráulica, al año 2034 disminuiría a 55.68 msnm.

Consideramos que el escenario `II_ en el cual se considera un incremento del 25%, en la cual la carga hidráulica disminuye a 57.25 msnm al año 2034, sería un incremento seguro y sostenible de ser requerido.

FIGURA N° 11.25: SERIE DE TIEMPO DE LA CARGA HIDRÁULICA SIMULADA-ZONA BAJA



FUENTE: Modelo numérico de flujo Motupe–margen derecha río La Leche 2015. Elaboración propia

11.9.0 Determinación de la oferta de agua subterránea racionalmente explotable

La determinación de la oferta de agua subterránea, se ha realizado en función de los resultados obtenidos de la simulación a escenarios variables para distintos volúmenes de explotación del sistema acuífero.

En tal sentido, y tomando como referencia la respuesta mostrada por cada uno de los tres pozos de observación utilizados, es posible establecer que dado el incremento de hasta el 50% en la actual explotación del sistema acuífero Motupe – margen derecha río La Leche, se tiene lo siguiente:

- En la parte alta del sistema acuífero el modelo numérico de flujo no muestra variaciones significativas debido al incremento de la explotación.
- En la parte media del sistema acuífero el modelo numérico de flujo muestra cierto grado de variación en la carga hidráulica debido al incremento de la explotación.
- En la parte baja del sistema acuífero el modelo numérico de flujo muestra un grado de variación mayor en la carga hidráulica debido al incremento de la explotación.

En tal sentido, de acuerdo a lo estimado, es posible incrementar la explotación del agua subterránea en 25% en la zona del sistema acuífero modelado numéricamente.

NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA



12.0.0 NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA

Actividad que comprende en primer lugar, tener la red de control rediseñada, para posteriormente realizar una nivelación altimétrica (estimación de la cota del terreno) y P.R (punto de referencia) para todos los piezómetros ubicados en los valles de Motupe y margen derecha del río La Leche.

- En el valle Motupe, se realizó esta labor en un total de 82 pozos (12 en el distrito de Chochope y 70 en Motupe). Ver **Lámina N° 12.1**
- En cuanto a la margen derecha del río La Leche, se realizó la nivelación topográfica en un total de 69 pozos, los cuales se encuentran distribuidos en los distritos políticos de la siguiente manera: 28 en Jayanca, 15 en Salas, 17 en Pítipu y 09 en Pacora. Ver **Lámina N° 12.2**

12.1.0 OBJETIVOS

Esta actividad comprende los siguientes objetivos:

- Determinación de la georeferencia en el ámbito de estudio.
- Determinación de 151 puntos de control (82 en el valle Motupe y 69 en la margen derecha del río La Leche). Dichas coordenadas serán halladas con un GPS diferencial de precisiones milimétricas.
- Determinar las coordenadas geográficas, Datum WGS 1984
- Determinar las coordenadas UTM, Datum WGS 1984.

12.2.0 EQUIPOS DE INGENIERIA E INSTRUMENTOS

Características:

- 03 Receptores Topcon HIPER LITE + con memoria interna y batería interna
- 01 Trípode
- 02 Bastones.
- 01 Laptop TOSHIBA COREL i7
- 01 Vehicular

Especificaciones técnicas:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	EQUIPO GPS TOPCON HIPER LITE +
Tipo de Receptor	Doble frecuencia Geodésico RTK
Modo de Lecturas	Estático, Kinematico, RTK
Doble Frecuencia	GPS L1, L2, & L5 portadora, CA, L1 P, L2 P, L2C GLONASS L1, L2, & L5 portadora, L1CA, L2CA, L1 P, L2 P GALILEO E2-L1-E1, E5 WAAS/EGNOS SI
Antena	Antena Spread Spectrum Centrada
Precisión en modo Dif. Estático	H: 3mm + 0.5ppm V: 5mm + 0.5ppm
Coefficiente de Observación	5 seg.
Tiempo de Posicionamiento	50 minutos a 10 horas
Número de Canales	72 canales universales
Distancia Máxima	10.00 km
Comunicación	Radio UHF Digital Integrada Tx/Rx Radio Base 1 Watt Comunicación por celular Integrada vía tarjeta SIM, GSM/GPRS Comunicación sin cables Bluetooth integrado versión 1.2
Número de Satélites Visibles	> 6
GDOP/PDOP	2.5
SNR Mask	13°
Software de soporte	Topcon tools
Referencia de Estación	Control de estación

12.3.0 PROCEDIMIENTO Y EJECUCION

12.3.1 METODO

El método estático consiste en la utilización de un receptor base `Máster_ sobre un punto con coordenadas conocidas de la Red Geodésica Nacional, y otro receptor llamado `Rover_, en esta modalidad el Master estará fijo y el Rover será móvil durante el tiempo de medición. Es utilizado en geodesia para medir a largas distancias y es hoy por hoy la manera más precisa de obtener coordenadas por GPS ESTATICO. Su precisión depende de los tiempos de medición y sobre todo el tipo de receptor empleado. Este método se puede aplicar con receptores de fase de portadora L1 o con receptores de fase en doble frecuencia (L1+L2). La precisión en este tipo de receptores es de 3mm+0.5ppm rms.

Las coordenadas medidas son obtenidas por el usuario en el campo, o son bajadas a través de un dispositivo de descarga en gabinete utilizando el software apropiado. Dicho software pone en relación las series de la estación (o estaciones de referencia) con las series de los receptores de medida. Como la estación de referencia ha estado ubicada en un punto de coordenadas conocidas, se puede saber en cada momento de la medición que error aproximado están induciendo los satélites; dicho error es compensado sobre la serie del receptor medidor.

La idea principal de este método es que las señales que han llegado hasta la estación base han recorrido prácticamente la misma región atmosférica que las señales que han llegado hasta el receptor medidor con lo cual ambas señales han estado sometidas al mismo tipo de degradaciones (sobre todo por efecto de la ionosfera).

Los receptores de dos portadores (L1-L2) al utilizar dos frecuencias distintas permiten resolver mayor número de ambigüedades y dar mayor precisión; ello es así porque los retardos atmosféricos son función de la frecuencia de la señal, si utilizamos dos frecuencias distintas podemos tener más información acerca de que retardo y degradaciones ha tenido la señal en su camino hasta nuestro receptor.

12.3.2 TRABAJO DE CAMPO

En esta etapa se ha recepcionado de parte del ANA la información de los punto GPS Oficial BASE, Orden `C_ Sirgas, procediéndose a su identificación en campo. El criterio para el posicionamiento ha tenido en consideración los requerimientos de precisión para puntos de control.

El punto geodésico programado como base en el Proyecto son, EAZ2 (El arrozal) y el TOG1 (Tongorrape) tiempo de registro es de 08:00 horas diarias respecto a los puntos en campo, su valor con coordenadas son integrantes de la Red Geodésica Nacional, establecida por dicha Institución, las coordenadas son:

Código	Localidad	Observación
EAZ1	El Arrozal	Ya no existe
EAZ2	El Arrozal	Existente
MOT1	Motupe	Ya no existe
MOT2	Motupe	Ya no existe
PAB1	Palo Blanco	Ya no existe
PAB2	Palo Blanco	Ya no existe
SAT5	Salitral	Ya no existe
SAT6	Salitral	Ya no existe
STI1	Santa Iraida	Ya no existe
STI2	Santa Iraida	Ya no existe
TOG1	Tongorrape	Existente
TOG2	Tongorrape	Ya no existe

Código	Localidad	Observación
JAY1	Jayanca	Ya no existe
JAY2	Jayanca	Ya no existe
JAY4	Jayanca	Ya no existe
JAY5	Jayanca	Ya no existe
LVÑ1	La Viña	Ya no existe
LVÑ2	La Viña	Ya no existe
PAC7	Pacora	Ya no existe
PAC8	Pacora	Existente
PIT3	Pitipo	Ya no existe
PIT4	Pitipo	Ya no existe
SIM 1	Sime	Ya no existe
SIM 2	Sime	Ya no existe

De los 24 BMs oficiales solo en campo se han encontrado tres (03), conllevando a la definición de una red de enlace de puntos tipo BMs con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados. En tal sentido, los resultados de la red de enlace fue la siguiente.

Codigo	Este	Norte	Cota	Lugar Ubicación	Observación
TOG1	646370.916	9330597.080	190.122	TONGORRAPE	BM oficial
EAZ2	647509.583	9324582.910	174.402	ARROZAL	BM oficial
ARR1	647537.007	9324568.220	177.360	PUESTO DE SALUD ARROZAL	BM de Enlace
MOT1	644530.363	9320946.250	152.136	BASE PALO BLANCO HUACA	BM de Enlace
MOT2	642397.055	9311111.320	104.925	BASE SAN ISIDRO	BM de Enlace
MOT3	639486.142	9316580.390	113.694	BASE MONDRAGON	BM de Enlace
MOT4	639526.544	9306396.710	101.650	ANCHOVIRA - EN HUACA	BM de Enlace
SAL1	649615.689	9306154.780	187.354	CERRO-SALAS	BM de Enlace
JAY1	633771.990	9296380.160	81.1315	BETA	BM de Enlace
PIT1	636586.365	9289460.280	69.8396	PROGRESO-OJO DE TORO	BM de Enlace
PIT2	645625.267	9287082.890	138.905	SANTA CLARA	BM de Enlace
PAC1	628377.580	9286679.480	93.4234	CANTERA-PACORA	BM de Enlace
PAC8	628760.362	9290008.920	55.8560	PACORA	BM oficial
PAC2	628772.236	9289979.050	61.6406	GRIFO	BM de Enlace
JAY2	627671.395	9296593.290	65.1340	DUNA	BM de Enlace

Para efectuar el posicionamiento de los puntos de control desde la estación de referencia y los puntos de enlace, las sesiones fueron continuas se midieron los puntos de interés denominado `móviles`, mediante el método estático y su corrección diferencial se logró precisiones relativas al milímetro.

12.3.3 RESULTADOS

- Coordenadas Sistema WGS84 (valle Motupe)

NIVELACION DE LA RED PIEZOMETRICA DEL VALLE DE MOTUPE												
ESTUDIO: "EVALUACION DE LA VEDA EN EL ACUIFERO DE MOTUPE Y MARGEN DERECHA DEL RÍO LA LECHE"												
											Distrito:	
											Chochope	
N°	CODIGO	Propietario Pozo	Sector	Coorenadas UTM WGS 84		Cota (m.s.n.m.)		Profundidad Inicial (m)	Profundidad Actual (m)	Año Perforación	Diámetro del Pozo (m)	Nivel Estático (m)
				Este	Norte	Terreno	PR					
1	IRHS 14/03/02 - 1	Zacarías Carlos Cespedes	Sonolipe	644863.368	9319316.111	142.5034	142.6982	20	14.60	1982	1.540	10.800
2	IRHS 14/03/02 - 13	Lidia Salazar Grados	Chochope	650083.2499	9319875.273	199.6175	200.4442	15	11.37	1982	1.800	1.370
3	IRHS 14/03/02 - 22	Carloman Cerquera Nufiez	Chochope	648167.1108	9320240.983	176.4062	176.8656	30	10.54	1987	0.457	4.870
4	IRHS 14/03/02 - 51	Domingo Aguilar Tesen	Molino el Carmen	648682.2185	9324213.038	185.3145	185.6721	35	40.40	1960	0.470	7.450
5	IRHS 14/03/02 - 53	Noria Comunal	Marripón Bajo I	650030.8149	9325982.828	217.1005	217.1855	12	11.67	1982	1.450	7.020
6	IRHS 14/03/02 - 54	Noria Comunal	Marripón bajo II	651077.5109	9327286.496	249.8994	250.1312	16	14.80	1998	1.120	12.200
7	IRHS 14/03/02 - 63	Goergina Zapata Lopez	Molino el Carmen	646897.3087	9322183.592	161.5994	162.1184	15	15.05	1975	1.250	11.100
8	IRHS 14/03/02 - 78	Ruperto Manayay Laguenta	Chidlayito	651642.2473	9320397.554	235.1548	235.3899	10	7.57	2004	1.180	3.170
9	IRHS 14/03/02 - 110	Amximandro Hekera Temoche	Chochope	646226.9288	9319341.533	165.0012	165.1329	20	17.90	2007	1.700	12.200
10	IRHS 14/03/02 - 174	Oscar Cherrres	Molino el Carmen	647571.3409	9323108.763	169.7545	169.2757	12	13.80	2005	1.300	12.300
11	IRHS 14/03/02 - 195	Eleodoro zagarra Chevez	Higueron Bajo	649646.9339	9324760.102	196.2184	196.3833	0	8.20	2006	1.300	6.400
12	IRHS 14/03/02 - 253	Luis Orocco Barrios	Laja blanca	649543.5919	9321456.486	192.5433	192.6013	18	15.31	1980	1.630	10.190

NIVELACION DE LA RED PIEZOMETRICA DEL VALLE DE MOTUPE												
ESTUDIO: "EVALUACION DE LA VEDA EN EL ACUIFERO DE MOTUPE Y MARGEN DERECHA DEL RÍO LA LECHE"												
											Distrito:	
											Motupe	
N°	CODIGO	Propietario Pozo	Sector	Coorenadas UTM WGS 84		Cota (m.s.n.m.)		Profundidad Inicial (m)	Profundidad Actual (m)	Año Perforación	Diámetro del Pozo (m)	Nivel Estático (m)
				Este	Norte	Terreno	PR					
1	IRHS 14/03/07 - 2	Augusto Belermino Zamora Bazan	Cruce Salas	639023.6461	9303916.017	87.7591	87.9049	20	19.50	1954	1.400	18.450
2	IRHS 14/03/07 - 12	Manuela Bancos Conteras	Anchovira	638254.6052	9306559.026	87.8548	87.915	26	15.20	1975	1.300	14.800
3	IRHS 14/03/07 - 24	Luisa Dominguez Meoño	Anchovira	640865.8945	9306549.82	94.0508	94.0741	30	22.35	1989	1.400	20.200
4	IRHS 14/03/07 - 25	Juan Francisco Muñoz Huamani	Apurlec	642672.0323	9306617.247	98.9209	99.1447	27	27.00	1984	1.400	20.700
5	IRHS 14/03/07 - 26	Juan Maza Ramirez	Apurlec	641586.8819	9307690.813	97.7054	98.3239	30	26.30	1991	1.400	18.400
6	IRHS 14/03/07 - 41	Iraida Chapañam Gutierrez	Briecoño	635842.9435	9304511.633	85.1609	85.2709	22	21.20	1978	1.400	18.500
7	IRHS 14/03/07 - 45	Jose Asencio Peltroche	Guaderrama	643439.4857	9315210.643	117.1401	117.1375	65	22.00	1960	1.300	11.800
8	IRHS 14/03/07 - 48	Marisagua S.A.C.	Palo Blanco	644495.1619	9320572.135	142.3417	142.2616	43	41.12	1962	0.380	11.150
9	IRHS 14/03/07 - 53	Agustín Gavidia Onelo	San Agustín (Camino Real)	640849.576	9315841.72	117.7933	118.0287	70	37.25	1995	0.350	17.250
10	IRHS 14/03/07 - 55	Arturo Gorrero Mena	Chibarra	642975.2141	9321980.914	136.8986	137.3716	8	6.85	1980	1.500	4.050
11	IRHS 14/03/07 - 59	Violeta Sobrino Sausa	San Isidro	643018.4009	9310743.035	104.4431	104.1758	13	15.80	1999	1.300	15.400
12	IRHS 14/03/07 - 60	Hermanos Caello Chumacero	Quina Quina	644613.5761	9309751.834	108.6586	108.7164	30	21.40	1965	1.300	21.400
13	IRHS 14/03/07 - 61	Marco A. Barreto Chicoma	Quina Quina	646537.1246	9309881.077	115.8929	115.7491	33	28.00	1986	1.300	23.500
14	IRHS 14/03/07 - 62	Irma Yolanda Ascencio Peltroche	Quina Quina	645746.2674	9311544.207	117.827	118.1737	35	25.60	1984	1.300	23.750
15	IRHS 14/03/07 - 110	Tilo Eneque Guerrero	Arrozal	644795.8549	9322014.647	148.0606	148.4942	11	10.90	1992	1.480	5.450
16	IRHS 14/03/07 - 119	Jose Valderrama Andonayre	Humedades	637037.6183	9318672.62	113.9681	114.77	8	19.60	1983	1.600	19.000
17	IRHS 14/03/07 - 133	Asociación Briecoño	Briecoño	636080.6938	9304939.649	87.2312	87.0478	67	67.00	1992	1.300	20.100
18	IRHS 14/03/07 - 144	Carlos Santisaban Zefia	Cholocal	639325.2008	9308415.307	94.7875	94.9244	25	24.00	1996	1.400	16.800
19	IRHS 14/03/07 - 149	Dolores Sobrino Niño	Quina Quina	645372.5676	9313891.971	120.8695	121.5957	30	23.50	1940	1.300	22.400
20	IRHS 14/03/07 - 153	Luz Victoria Arriaga Guevara	Cholocal	639990.9893	9310436.883	100.8773	101.224	26	22.00	1975	1.300	15.600
21	IRHS 14/03/07 - 163	Ana María Lescano Llanos	Escusa Baraja	636898.7665	9310350.539	94.7894	94.8834	60	35.70	1980	1.300	13.300
22	IRHS 14/03/07 - 170	Enrique Chicoma Gomez	Cholocal	641045.8646	9309522.046	101.4576	101.6437	25	23.20	1997	1.300	17.750
23	IRHS 14/03/07 - 171	Ida Niño Muro	Cerro la Vieja	642825.4841	9313815.93	113.7629	113.8404	20	19.90	1949	1.300	11.600
24	IRHS 14/03/07 - 176	Agripina Martínez Chavez	El Papayo	644170.3602	9317152.722	128.3216	128.3607	23	21.40	1987	1.300	12.100
25	IRHS 14/03/07 - 202	Pozo Comunal Nuevo Chepen	Nuevo Chepen	637510.4718	9311932.361	102.5461	102.653	26	29.70	1994	1.300	17.900
26	IRHS 14/03/07 - 226	Luis Enrique Pazos Roque	San José	639439.3696	9313298.276	109.2917	109.5654	25	24.50	1984	1.300	20.530
27	IRHS 14/03/07 - 250	Jorge Cubas Castro	San José	640259.8065	9314591.748	112.3512	112.7384	60	16.40	1970	0.410	15.700
28	IRHS 14/03/07 - 258	Francisco Jimenez De La Cruz	Arrozal	646314.2152	9324565.314	162.7253	163.0082	10	11.90	1996	1.300	10.050
29	IRHS 14/03/07 - 295	Caserío Santa Rosa (Tongorrape)	Tongorrape	645798.358	9330764.242	185.1227	185.2281	25	20.33	1975	1.200	14.130
30	IRHS 14/03/07 - 307	Cristina Ruiz Falla	Motupe	641709.8285	9321013.162	130.4632	131.1036	15	7.90	1985	1.800	6.700
31	IRHS 14/03/07 - 312	Lesvia Rivera E.	El Sarco	638823.0213	9319083.722	122.0406	122.1774	25	25.80	1975	1.300	14.850
32	IRHS 14/03/07 - 319	Casimiro Nicolas Lopez	Yocape	649580.8013	9329054.4	227.7917	227.9158	14	13.84	1989	1.100	13.320

NIVELACION DE LA RED PIEZOMETRICA DEL VALLE DE MOTUPE

ESTUDIO: "EVALUACION DE LA VEDA EN EL ACUIFERO DE MOTUPE Y MARGEN DERECHA DEL RÍO LA LECHE"

N°	CODIGO	Propietario Pozo	Sector	Coorenadas UTM WGS 84		Cota (m.s.n.m.)		Profundidad Inicial (m)	Profundidad Actual (m)	Año Perforación	Diametro del Pozo (m)	Nivel Estatico (m)
				Este	Norte	Terreno	PR					
33	IRHS 14.03.07 - 322	Jacoba Carrillo Reyes	Tongorrape	648274.7467	9330463.402	204.9562	205.0757	18	17.65	1986	1.100	14.860
34	IRHS 14.03.07 - 324	Eliza Sanchez Lisana	La Capilla	646916.2702	9330298.841	192.5831	192.9656	27	21.10	1994	1.600	17.310
35	IRHS 14.03.07 - 327	Modesto Tisnado Inga	Cholocal	641124.8461	9312797.091	107.4369	107.4728	20	20.60	1991	1.300	15.250
36	IRHS 14.03.07 - 335	Jose V. Sanchez Soplapuco	San José	637724.4849	9315233.819	109.243	109.474	14	22.20	1998	1.400	17.750
37	IRHS 14.03.07 - 342	Elias Cortez Grados	El Sarco	640665.3687	9318005.064	121.6986	121.8211	22	20.80	1955	1.400	15.150
38	IRHS 14.03.07 - 359	Carmen de la Cruz Cajo	Chanduvi	644115.8735	9325677.809	154.3472	153.0159	12	6.33	1984	1.600	2.600
39	IRHS 14.03.07 - 377	Juan J. Penalba Recoba	Humedades	636282.2899	9316593.082	106.6756	106.8262	71	48.70	1972	1.300	16.200
40	IRHS 14.03.07 - 390	Petronila Espinoza Lopez	Cruz Verde	643461.6388	9323617.615	142.8027	142.8027	12	4.20	1998	1.300	1.800
41	IRHS 14.03.07 - 399	Juan Alejo Carrasco Serrab	Chanduvi	645688.997	9327627.25	177.7492	177.9096	7.5	16.85	1998	1.500	16.470
42	IRHS 14.03.07 - 414	Carlos Wong Aguilar	Tongorrape	646383.1319	9332828.96	218.7325	219.0611	32	20.56	1976	1.300	14.160
43	IRHS 14.03.07 - 430	Felix Humberto Rodriguez Ramos	Tongorrape	644353.3529	9329547.556	176.9395	177.0554	10	20.24	1998	1.200	12.320
44	IRHS 14.03.07 - 438	Fidel Juarez P.	El Sarco	638476.7909	9317655.08	116.2272	116.4102	25	21.85	1970	1.300	17.850
45	IRHS 14.03.07 - 462	Feliz Verona Uzana	El Cando	648388.6057	9328007.976	216.0367	216.2139	17	6.60	1950	1.400	5.800
46	IRHS 14.03.07 - 469	Pedro Ramos More	El Cando	647094.9494	9328965.729	193.6392	193.7333	24	22.76	1982	1.130	16.910
47	IRHS 14.03.07 - 487	Gustavo Espinoza Soto	El Esfuerzo	641257.8167	9319396.974	126.1615	126.3903	23	14.85	1978	1.300	11.650
48	IRHS 14.03.07 - 491	Josefa Sanchez Rodriguez	El Papayo	645103.3765	9315536.901	129.4889	129.6087	37	35.80	1960	1.300	24.000
49	IRHS 14.03.07 - 500	Román Bernilla Ventura	Leñica	641374.7344	9322898.176	139.275	140.2646	7	12.30	1999	1.600	11.600
50	IRHS 14.03.07 - 514	Juan Vela Becerra	Pueblo Nuevo	643152.3405	9304702.285	100.2987	100.3914	20	19.60	1987	1.500	18.600
51	IRHS 14.03.07 - 573	Salvador Zapata Arellano	La Capilla	648389.9301	9331550.08	215.7521	215.5207	12	13.30	1976	1.100	13.280
52	IRHS 14.03.07 - 616	Julio Martinez Rojas	Choloque	651561.0229	9329212.23	264.2999	264.2999	7	7.20	2001	1.500	6.400
53	IRHS 14.03.07 - 630	Felipe Ramon Rivera	La Capilla	648227.9582	9333734.596	273.9945	274.3037	0	5.90	1998	1.800	3.700
54	IRHS 14.03.07 - 689	Julio Torres Bancos	Alto Perú	648372.3549	9325727.422	186.8921	186.8994	0	11.00	2000	1.300	7.100
55	IRHS 14.03.07 - 699	Maria Salazar Vallejos	Arrozal	644892.0514	9323388.911	152.0748	152.437	15	16.69	1986	1.200	6.040
56	IRHS 14.03.07 - 715	Romeña Sandoval Quindés	Motupe	643158.6723	9319721.433	134.4001	134.6842	0	14.40	1989	1.300	11.550
57	IRHS 14.03.07 - 748	Jose Cabralca Carrazo	Humedades	635934.7271	9312883.862	97.6332	97.8528	10	11.90	2004	1.300	11.500
58	IRHS 14.03.07 - 759	Santos Cruz Mio	Humedades	633047.8307	9316514.531	121.3145	121.3988	44	46.10	2002	1.260	31.100
59	IRHS 14.03.07 - 763	Fernando Fiestas Muro	Humedades	634869.4966	9314762.587	102.2888	102.4004	10	16.70	2006	1.400	14.100
60	IRHS 14.03.07 - 814	Salvador Severino Popuche	Cerro Quemado	642713.1236	9318219.65	129.3137	129.4817	15	15.25	2002	1.430	13.850
61	IRHS 14.03.07 - 927	Gerardo Saavedra Colmenares	Andovina	638058.4358	9304743.127	86.6606	86.729	23.05			1.400	17.700
62	IRHS 14.03.07 - 957	Fernanda Moltavan Mayanga	Pueblo Nuevo	644998.6782	9305692.833	107.0572	107.1681	17.10			1.400	16.600
63	IRHS 14.03.07 - 964	José Luis Quedado Chanamé	Bricoño	636093.7314	9308191.65	95.3244	95.4984	62	40.00	1968	0.390	20.170
64	IRHS 14.03.07 - 999	Walter Malfredo Fails Juarez	Saltral - Pueblo Nuevo	636801.5645	9320657.136	127.9679	128.0851	20	28.50	2006	1.500	27.400
65	IRHS 14.03.07 - 1000	Segundo Nicolas Escobar Rujel	Bricoño	634818.0166	9305583.09	87.3502	87.7003	60	39.65	1984	0.200	21.700
66	IRHS 14.03.07 - 1084	Cesar Manuel Ascencio Benites	Humedades	635008.1355	9318414.842	119.013	119.3039	40	34.90	2010	1.260	28.100
67	IRHS 14.03.07 - 1119	Emilio Calderon Lucero	St. Elvira	643917.086	9327290.662	161.9747	162.2401	4	5.80	2014	1.900	4.930
68	IRHS 14.03.07 - 1124	Maria Flor Serrato Pupuche	Las pampas	646612.5939	9326154.451	177.5381	177.8782	28	30.49	2010	1.200	30.150
69	IRHS 14.03.07 - 1128	Isaias Roque Ruz	Arrozal	647055.7515	9325997.929	168.8707	169.0889	12	15.72	2010	1.400	11.890
70	IRHS 14.03.07 - 1166	Jilio wilfredo navarrete Benites	Saltral - Pueblo Nuevo	639724.988	9321104.81	129.4637	129.4642	14	13.74	2013	1.200	10.810

CODIGO: PAC8	LOCALIDAD: PACORA	ESTABLECIDA POR: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	
UBICACIÓN: FRENTE AL GRIFO PETROMAR		CARACTERISTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 5 CM	
LATITUD (S) WGS-84 06°25'18.906940"		LONGITUD (O) WGS-84 79°50'08.462080"	
NORTE (Y) WGS-84 9290008.921359 m		ESTE (X) WGS-84 628760.362244 m	
ALTURA ELIPSOIDAL 65.2128 m	ELEV. REFERENCIAL (EGM 2008) 55.8558 m	ZONA UTM 17 SUR	ORDEN C
			

FOTOGRAFÍA N° 13.1

Ficha de campo, utilizada para la ubicación del pozo y posterior nivelación topográfica de la red piezométrica

• **Coordenadas Sistema WGS84 (margen derecha del río La Leche)**

NIVELACION DE LA RED PIEZOMETRICA DEL VALLE LA LECHE														
ESTUDIO: "EVALUACION DE LA VEDA EN EL ACUIFERO DE MOTUPE Y MARGEN DERECHA DEL RÍO LA LECHE"														
Distrito: Jayanca														
Nº	Codigo	Propietario Pozo	Sector	Coordenadas WGS 84		Cota (m.s.n.m)		Profundidad Inicial	Profundidad Actual	Año Perforación	Diámetro	Nivel Estático (m)	Tipo Pozo	Estado
				Este	Norte	Terreno	PR							
1	IRHS 13/03/04 - 6	Ruperto Tejado Coronado	Soledad	625990.501	9291887.88	53.6848	53.9218	13	10.33	1980	0.79	6.75	T.A	Utilizado
2	IRHS 13/03/04 - 16	Mania Paula Inoñan Vasquez	Guayabo	630594.026	9290966.76	57.5678	56.9525	8	8.91	1995	1.08	6.46	T.A	Utilizable
3	IRHS 13/03/04 - 28	Manuel Calderon Santamaria	Principal	634467.621	9293286.83	65.3327	66.755	12	13.15	1995	1.19	8.35	T.A	Utilizado
4	IRHS 13/03/04 - 32	Alejandro Vidaurre Damian	Chillili	628977.504	9291785.51	57.5725	57.5458	16.97	15.70	1950	0.38	10.00	T	Utilizable
5	IRHS 13/03/04 - 54	Jose Miguel Monja Cajusol	Tomasita	628358.019	9293549.73	58.4718	58.9019	12	8.70	1969	1.22	6.95	T.A	Utilizado
6	IRHS 13/03/04 - 59	Asoc. Agríc. Pampa de Lino (Pozo N°10)	Pampa de Lino	633501.734	9299158.9	71.9778	72.1449	60	59.00	1965	0.30	18.80	T	Utilizable
7	IRHS 13/03/04 - 79	Miguel Rodriguez Arieta	Pampa el Lino	629551.352	9295343.94	62.1669	62.3502	10	18.57	1998	1.20	11.32	T.A	Utilizado
8	IRHS 13/03/04 - 136	Diosalina Montalvan Lloclla	Cruz de Chalpon	627040.476	9300265.58	63.3649	63.5034	60	59.60	1995	0.20	19.50	T	Utilizado
9	IRHS 13/03/04 - 140	Antonio Oliden Bereche	Marco	641674.729	9303904.61	94.0875	94.3785	16	15.35	1999	1.06	14.60	T.A	Utilizado
10	IRHS 13/03/04 - 142	Augusto Odar Tinco	La Viña	638925.069	9291788.86	82.7598	82.8242	16	17.90	1983	1.23	14.35	T.A	Utilizable
11	IRHS 13/03/04 - 147	Sebastian Farroñan	La Viña	636775.702	9295686.69	73.5804	73.8737	18	11.90	1997	1.00	10.55	T.A	Utilizado
12	IRHS 13/03/04 - 154	Jaime Coronado Asalde	El Limonar	636793.169	9293875.04	72.0617	72.452	20	20.95	1989	1.00	20.50	T.A	Utilizado
13	IRHS 13/03/04 - 192	Carmen Mio Rioja	Pan de azúcar	630538.005	9301991.54	72.2718	72.4221	12	11.50	1997	1.15	9.70	T.A	Utilizable
14	IRHS 13/03/04 - 235	Oswaldo Meoño Ascencio	Sancarranco Bajo	640747.924	9289299.65	89.583	90.1058	15	21.70	2004	1.54	12.30	T.A	Utilizado
15	IRHS 13/03/04 - 268	Fundo "María Luisa"	la viña	635255.297	9297729.46	71.5539	71.6817	83	77.95	1996	0.38	28.45	T	Utilizable
16	IRHS 13/03/04 - 357	PEOT Pozo N°02	La Viña	637990.665	9301305.61	80.4914	80.4914	64	57.92	1975	0.25	19.30	T	Utilizable
17	IRHS 13/03/04 - 363	Hildebrando Diaz Quiroz	Media Luna	632902.452	9294496.13	64.6538	65.4363	12	10.85	1986	1.26	8.25	T.A	Utilizado
18	IRHS 13/03/04 - 509	Luis Alberto Ventura Quiroz	Pan de azúcar	644003.164	9288194.61	106.6005	106.662	18	18.70	2007	1.60	14.55	T.A	Utilizado
19	IRHS 13/03/04 - 571	Lazarte Romero Javier Alberto	Limonar	626073.687	9303007.08	64.8111	65.3101	80	59.58	2000	1.21	25.38	M	Utilizable
20	IRHS 13/03/04 - 572	Complejo Agro Industrial Beta S.A	Limonar	625241.541	9301458.04	61.856	62.2114	120	87.65	1990	0.40	46.50	T	Utilizable
21	IRHS 13/03/04 - 666	Lorenzo alarcon castro	la viña	634177.836	9296124.26	67.4873	67.5976	27	27.00	2012	1.75	24.00	T.A	Utilizable
22	IRHS 13/03/04 - 716	Juan Delgado Tantalean	El Marquez	637683.859	9298854.9	78.1106	78.0932	25	20.40	1999	1.20	17.00	T.A	Utilizado
23	IRHS 13/03/04 - 718	Alfonso Paredes	El Limonar	637803.092	9297082.94	75.7875	75.7378	29	28.70	2013	0.20	22.25	T	Utilizable
24	IRHS 13/03/04 - 728	Jose Luis Coloma Gomes Sanchez	Sancarranco	633655.894	9303772.21	80.1678	80.5681	52	49.50	2010	0.30	15.90	T	Utilizable
25	IRHS 13/03/04 - 744	Eleodoro Heredia Olivares	Victor Raul Haya De La torre	635444.411	9300425.51	73.4745	73.9695	14	14.00	2014	1.15	12.60	T.A	Utilizable
26	IRHS 13/03/04 - 763	Asociacion Quinua - El algarrobo	Los angeles	631554.399	9297064.37	65.5048	65.5161	40	30.50	2010	0.60	20.20	T	Utilizable
27	IRHS 13/03/04 - 774	Alberto Salazar	Comun	630099.599	9298811.75	67.0588	67.1506	17.75	17.25	2014	0.20	9.20	M	Utilizable
28	IRHS 13/03/04 - 779	Juan Carlos Ramirez Davila	Limonar	631936.102	9292789.14	61.9784	62.4368	70	70.00	2011	0.28	28.00	T	Utilizable

NIVELACION DE LA RED PIEZOMETRICA DEL VALLE LA LECHE														
ESTUDIO: "EVALUACION DE LA VEDA EN EL ACUIFERO DE MOTUPE Y MARGEN DERECHA DEL RÍO LA LECHE"														
Distrito: Salas														
Nº	Codigo	Propietario Pozo	Sector	Coordenadas WGS 84		Cota (m.s.n.m)		Profundidad Inicial	Profundidad Actual	Año Perforación	Diámetro	Nivel Estático (m)	Tipo Pozo	Estado
				Este	Norte	Terreno	PR							
1	IRHS 13/03/10 - 3	Martha Nevado Mio	La Tranca	643777.176	9300641.74	98.3747	98.5641	23	16.98	1970	1.40	16.73	T.A	Utilizado
2	IRHS 13/03/10 - 22	Dario Rodriguez Figueroa	La Alita	649156.121	9303866.55	119.9317	120.2833	16	9.55	1989	1.30	5.35	T.A	Utilizable
3	IRHS 13/03/10 - 24	Jaime Esquen Mayanga	La Peña	649742.413	9301765.32	120.4195	120.4755	21	16.10	1994	1.40	14.00	T.A	Utilizado
4	IRHS 13/03/10 - 47	Monica Yovera Yovera	La Alita	653376.021	9305609.58	148.7934	148.7558	22	16.95	1977	1.50	16.00	T.A	Utilizado
5	IRHS 13/03/10 - 62	Bartolome Nevado Pozo	Humedades Bajo	642974.379	9303577.4	99.7536	99.739	23	20.48	1987	1.40	17.40	T.A	Utilizado
6	IRHS 13/03/10 - 72	Ernesto Ordoñez Arce	Tempón Bajo	647473.877	9305322.08	116.7305	116.9944	18	12.50	1999	1.50	10.00	T.A	Utilizado
7	IRHS 13/03/10 - 78	Cruz Ballena Roque	Jarchipe	651108.989	9305572.35	136.6321	136.6064	25	17.90	1986	1.40	14.25	T.A	Utilizable
8	IRHS 13/03/10 - 86	Asociacion de agricultores San Martin	Humedades Bajo	644900.657	9303260.48	107.6159	107.6839	72	75.00	1989	0.30	16.50	T	Utilizable
9	IRHS 13/03/10 - 104	Elva Rivedeneyra Solis	Humedades Bajo	644391.812	9303569.38	105.0526	105.1879	26	20.57	1978	1.60	16.55	T.A	Utilizable
10	IRHS 13/03/10 - 167	Jose del Carmen Bulnes de los Santos	La Alita	647526.031	9302966.33	115.4616	115.448	20	16.00	1984	1.40	13.70	T.A	Utilizable
11	IRHS 13/03/10 - 195	Felipe la Cruz Carlos	La Peña	651380.162	9301793.99	129.4042	129.3967	33	33.40	2000	1.40	10.30	T.A	Utilizable
12	IRHS 13/03/10 - 228	Pablo Jimenez de la Cruz	Tempón Bajo	653031.155	9307506.35	155.5453	155.7219		15.80		1.40	13.50	T.A	Utilizable
13	IRHS 13/03/10 - 233	Jose del Carmen Velasquez Vera	Tres cerros	649315.402	9308540.8	131.8859	131.9189	24	23.40	1970	1.50	20.30	T.A	Utilizable
14	IRHS 13/03/10 - 284	Juan Cruzado Carranza	Hawai Negro	645717.324	9297857.22	108.5001	108.4768	28	38.35	2007	1.80	32.40	T.A	Utilizable
15	IRHS 13/03/10 - 291	Jose Carlos Cubas Benavides	Hawai Negro	648239.063	9298115.28	114.4766	114.5068	29	31.75	2007	1.20	29.00	T.A	Utilizable

NIVELACION DE LA RED PIEZOMETRICA DEL VALLE LA LECHE

ESTUDIO: "EVALUACION DE LA VEDA EN EL ACUIFERO DE MOTUPE Y MARGEN DERECHA DEL RÍO LA LECHE"

Distrito: Pitipo

Nº	Codigo	Propietario Pozo	Sector	Coordenadas WGS 84		Cota (m.s.n.m)		Profundidad Inicial	Profundidad Actual	Año Perforación	Diámetro	Nivel Estático (m)	Tipo Pozo	Estado
				Este	Norte	Terreno	PR							
1	IRHS 13/02/05 - 6	Francisco Burga Chavez	Ojo de Toro	634139.526	9289064.78	61.6994	62.3985	14	14.00	1991	1.10	1.90	T.A	Utilizado
2	IRHS 13/02/05 - 32	Jose Luis Relayza Lamadrid	Ojo de toro	636953.429	9287845.2	68.4696	68.6859	6	12.36	1994	1.10	6.66	T.A	Utilizado
3	IRHS 13/02/05 - 41	Ignacio Lamadrid Herrera	Progreso	639626.015	9287543.7	76.6531	76.846	11	6.30	2000	1.30	3.70	T.A	Utilizado
4	IRHS 13/02/05 - 53	Juan Tello Díaz	Santa Clara	639561.189	9285328.4	80.5242	80.7681	11	12.40	1991	1.20	11.95	T.A	Utilizado
5	IRHS 13/02/05 - 126	Adrian Regalado Olano	Santa Clara	641984.399	9286669.77	85.3907	85.8626	60	7.60	1969	0.16	0.62	T	Utilizado
6	IRHS 13/02/05 - 254	Idonel Agip Delgado	San Juan	654408.884	9289600.42	143.3641	144.2821	6	3.90	1987	1.20	0.70	T.A	Utilizable
7	IRHS 13/02/05 - 268	Carmen Rosa Rimarachin Bautista	Papayo (El palb)	656101.693	9290144.42	154.9369	155.6837	10	3.42	1975	0.12	0.40	T	Utilizable
8	IRHS 13/02/05 - 325	Pilar Morales Castillo	San Lucas	649894.341	9287073.93	123.6985	123.886	19	13.80	2014	1.20	6.50	T.A	Utilizable
9	IRHS 13/02/05 - 332	Levi Pérez Terrones	Verde	646016.741	9286470.87	103.7514	103.8131	13	10.15	1990	1.40	7.25	T.A	Utilizable
10	IRHS 13/02/05 - 466	José Baltazar LLauce Sandoval	El Verde	640516.049	9289099.78	84.3584	85.4119	25	11.70	2005	1.30	6.85	M	Utilizable
11	IRHS 13/02/05 - 563	Oscar Cieza Astonitas	Santa Clara	643990.524	9285980.71	93.6651	93.8255	9	8.20	2008	1.04	5.15	T.A	Utilizado
12	IRHS 13/02/05 - 590	Pozo Comunal	Tres Puentes B	648092.421	9286338.74	109.8916	110.6051	8	8.00	2004	1.30	3.90	T.A	Utilizado
13	IRHS 13/02/05 - 605	Francisco T rujillano Gil	Ojo de Toro	636523.228	9289377.87	66.2693	67.0559	11	10.30	2004	1.20	5.22	T.A	Utilizable
14	IRHS 13/02/05 - 639	Oriando Relayza Lamadrid	El Verde	639903.469	9287565.5	77.6116	77.8693	7	5.70	1990	0.94	3.40	T.A	Utilizable
15	IRHS 13/02/05 - 676	Santiago Céspedes Santa Cruz	La T raposa	657763.385	9290398.17	168.0738	168.4327	5.3	5.75	2008	1.36	1.00	T.A	Utilizado
16	IRHS 13/02/05 - 679	José Román Rodrigo Valderrama	La T raposa	658543.72	9290649.91	174.7833	175.2727	1.85	6.05	2004	1.15	1.05	T.A	Utilizable
17	IRHS 13/02/05 - 956	Octavio Perez Díaz	Ojo de Toro	633472.897	9290751.31	60.8526	60.8794	10.5	10.50	2013	1.20	6.00	T.A	Utilizado

NIVELACION DE LA RED PIEZOMETRICA DEL VALLE LA LECHE

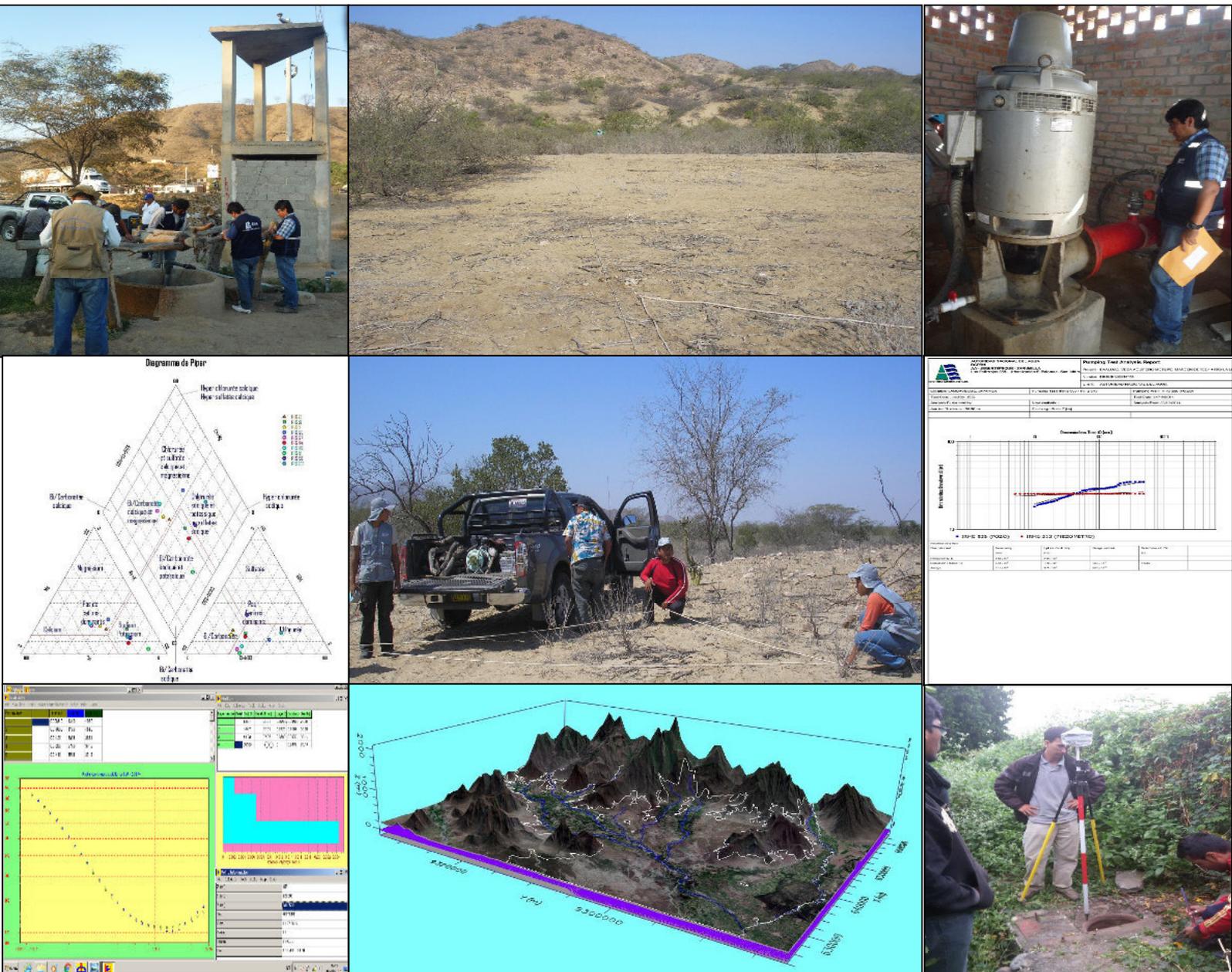
ESTUDIO: "EVALUACION DE LA VEDA EN EL ACUIFERO DE MOTUPE Y MARGEN DERECHA DEL RÍO LA LECHE"

Distrito: Pacora

Nº	Codigo	Propietario Pozo	Sector	Coordenadas WGS 84		Cota (m.s.n.m)		Profundidad Inicial	Profundidad Actual	Año Perforación	Diámetro	Nivel Estático (m)	Tipo Pozo	Estado
				Este	Norte	Terreno	PR							
1	IRHS 13/03/09 - 91	Herederos Santisteban Llonto	El sauce	628599.168	9288168.69	52.4355	52.5115	12	9.40	1996	1.26	5.10	T.A	Utilizable
2	IRHS 13/03/09 - 122	Ramon Coronado Santamaria	Matriz Comunidad	630303.414	9289620.17	56.4109	55.9529	7	6.80	1996	1.06	4.70	T.A	Utilizado
3	IRHS 13/03/09 - 133	Ramon Ferroñan Santisteban	Las Juntas	624329.319	9288193.43	46.9089	47.3122	10	7.00	1986	1.45	4.20	T.A	Utilizable
4	IRHS 13/03/09 - 165	Ramon Cajusol Ventura	Los Ventura	626678.989	9288514.18	51.525	51.8613	4	9.85	1985	1.20	5.65	T.A	Utilizado
5	IRHS 13/03/09 - 168	Jose Zeña Baldera	Casa Embarrada	625712.569	9290625.82	50.4913	51.3022	8	10.45	1978	1.26	6.10	T.A	Utilizado
6	IRHS 13/03/09 - 184	Luisa Coronado Damian	Casa Embarrada	624710.643	9291683.52	51.2588	51.5554	16	9.07	1984	1.25	6.87	T.A	Utilizado
7	IRHS 13/03/09 - 276	Santiago Cajusol Riojas	Las Juntas	631746.886	9288734.23	58.1569	58.4711	8	7.80	1999	1.00	4.00	T.A	Utilizable
8	IRHS 13/03/09 - 268	Josefa Petronila Gil Jimenez	Matriz Comunidad	626706.015	9286681.94	48.8429	49.6809	14	12.60	2005	1.16	7.35	T.A	Utilizable
9	IRHS 13/03/09 - 320	German Santamaria Juarez	Huaca Rivera	630191.679	9286255.62	55.5227	54.2731	15	15.83	2011		7.60	T	Utilizable

Nota: En el pozo esta pintado IRHS 236 el IRHS 276

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



13.1.0 CONCLUSIONES

- El acuífero Motupe y margen derecha del río La Leche (zona declarada en veda), son recargados por los ríos Chiniama, Chochope, (origen del río Motupe) y La Leche; además de los canales no revestidos y áreas bajo riego. La oferta hídrica media multianual fue estimada para el río Chiniama en **1.46 m³/s**, teniendo como fuente de información los aforos en la estación Marripón. La cuenca adyacente Chochope, no cuenta con estación de aforo en el río, tomándose como base los aforos en Chiniama con un caudal medio multianual estimado de **1.14 m³/s**. Para el caso del valle La Leche, los registros de aforo de la estación Puchaca sirvieron de base para estimar un caudal medio multianual de **6.21 m³/s**.
- La disponibilidad al 75% de persistencia, fue estimada en **18.98 Hm³**, **14.82 Hm³** y **91.00 Hm³** para Motupe, Chochope y La Leche respectivamente. Las demandas de agua, fueron obtenidas de acuerdo a los estudios aprobados de conformación de bloques y asignación de agua, realizado por PROFODUA en el año 2006; los cuales fueron aprobados mediante Resolución Administrativa de la Ex ATDRMOL^L, vigente a la fecha. En Motupe, la disponibilidad hídrica superficial de **18.98 Hm³**, no alcanza para abastecer una demanda de **55.63 Hm³**, existiendo un déficit de **36.65 Hm³**. En Chochope, se estimó una disponibilidad de **14.75 Hm³** frente a una demanda de **13.17 Hm³**, arrojando un superávit de **1.57 Hm³**. Para el valle La Leche, la disponibilidad estimada en **90.68 Hm³**, frente a una demanda de **145.32 Hm³**, refleja un déficit de **54.63 Hm³**; en todos los casos, el déficit hídrico es cubierto con aguas subterráneas.
- Realizando una descripción geológica, se identificó cinco (05) unidades hidrogeológicas: Afloramientos rocosos, depósitos aluviales, depósitos coluviales, campos de dunas y mantos de arena por dispersión eólica.
- En el ámbito de estudio (zona de veda), se registró un total de **3,600 pozos**, distribuidos en los valles de Motupe (distritos de Motupe y Chóchope) con un total de 1,505 pozos; y margen derecha del río La Leche (distritos Pacora, Jayanca, Pítipo y Salas) con 2,095 pozos. Del total de pozos registrados, existen 508 pozos tubulares, 152 mixtos y 2,940 a tajo abierto (artesanales). Asimismo, 2,063 pozos en encuentran en estado utilizado, 797 utilizables, 686 en estado no utilizable; y finalmente 54 en proceso de perforación.
- En el valle Motupe, se explota **45.49 Hm³**; (en el año 2008 fue 46.51 Hm³); mientras que en la margen derecha del río La Leche, la explotación es **82.43 Hm³**. (en el año 2008 fue 44.88 MMC). El incremento considerable en este último, se debe a la falta de un sistema de riego regulado y la expansión del área agrícola (Jayanca y Pacora), constituyéndose las aguas subterráneas, como única fuente para abastecer el riego de los cultivos durante el periodo de estiaje anual y durante las sequías persistentes de carácter plurianual.
- La profundidad de los pozos en el área de estudio es variable, dependiendo básicamente del tipo, uso y ubicación de cada uno de ellos. En cuanto a los pozos tubulares, varían entre 46.50 y 150.00 m, en los tajos abiertos fluctúa de 14.60 a 48.70 m.; y en los mixtos, de 29.00 a 80.00 m.
- De los 1,609 pozos equipados en todo el área de estudio (motor y bomba), la mayor densidad se presenta en el distrito de Motupe con 555 pozos, seguido de Pítipo y Jayanca con 389 y 320 pozos respectivamente.
- El acuífero en el área de estudio está delimitado lateralmente por masas rocosas y cerros testigos que afloran en ambos lados del área de estudio, los mismos que pertenecen a la formación Salas y al grupo Volcánico Porculla.

- La morfología de la napa, es relativamente uniforme, observándose que el desplazamiento del flujo subterráneo sigue una trayectoria principalmente de Noreste a Suroeste.
- En el valle **Motupe**, el nivel freático se encuentra entre 1.37 y 24.00 m. de profundidad, observándose los niveles superficiales en los sectores Sonolipe, Molino El Carmen, Huaca Colorada, Parranal, y Chóchope; niveles medios en los sectores Cerro la Vieja; San Isidro, Cholocal y Motupe y los más profundos en los sectores Papayo, Quina Quina, Cruz Blanca, Apurlec y Anchovira, Yocape, Tongorrape, Pueblo Nuevo, El Cardo y Marripón.
- En el valle **La Leche**, la profundidad de los niveles varía de 3.35 a 26.80 m., ubicándose los más superficiales en el distrito de Pitipo; mientras que los más profundos en los distritos de Jayanca, Pacora y Salas.
- El acuífero Motupe, está conformado mayormente por depósitos cuaternarios y tiene como fuente de recarga el río del mismo nombre, siendo el régimen hidrológico irregular; del cual se obtuvo espesores según la geofísica (resistividad eléctrica) del año 2001 (227 SEVs) de **19.00 m** (sector El Cardo) y **177.00 m** (sector Fundo Prado); sectores donde los depósitos cuaternarios y por ende el acuífero, presenta mayor potencia y corresponde al eje central del valle. En el año 2014 se complementó en la parte Noroeste del valle Motupe (182 sondeos TDEM), registrándose profundidades promedio entre **67.00** hasta **246.00 m**.
- Las secciones geoelectricas identificadas a lo largo del ámbito de estudio, cuentan hasta con cinco (05) horizontes bien definidos, los mismos que presentan saturación a partir del segundo horizonte. En cuanto a sus componentes litológicos, están representados por materiales finos a medios (arcillas y arenas), además presencia de gruesos (gravas de grano variado), siendo las condiciones hidrogeológicas adecuadas para su explotación.
- En algunos sectores del distrito de Jayanca, se ha definido un acuífero con las características de un semi confinado, de acuerdo a las perforaciones recientes realizadas por empresas privadas, quienes vienen obteniendo condiciones hidrogeológicas favorables, de 100.00 m. hacia abajo (Formación Zapallal).
- La recarga para los valles Motupe y Chochope, fue estimada en **15.41** y **11.98 Hm³** respectivamente; mientras que, para el valle La Leche, se estimó en **73.65 Hm³**.
- La napa contenida en el acuífero es libre y superficial, siendo su fuente de alimentación las aguas que se infiltran de la parte alta de la cuenca (zona húmeda); así como también las que provienen del lecho de los ríos Motupe, Chochope, Salas y La Leche, canales de riego no revestidos y áreas que se encuentran bajo riego. En el acuífero Motupe, se viene registrando variaciones del nivel estático durante 16 años (periodo 1999-2014), presentando sectores con tendencia marcada al descenso. Los intervalos más frecuentes oscilan entre -0.002 hasta -1.094 m.; en cuanto a los ascensos, éstos se aprecian entre 0.0007 hasta 0.538 m. En la margen derecha del acuífero La Leche (distritos de Salas, Jayanca y Pítipo), la variación promedio del nivel estático es 0.375, 0.54 y 0.486 m/año, respectivamente.
- En el ámbito de estudio, se ejecutaron dieciséis (16) pruebas de bombeo, calculando los parámetros hidráulicos, que determinaron las condiciones hidráulicas del acuífero.

- La conductividad eléctrica del acuífero Motupe, presenta rangos entre 0.24 a 6.77 mmhos/cm (aguas de moderada a excesiva mineralización - zonas I y II respectivamente). En el acuífero La Leche (margen derecha), los valores de la conductividad eléctrica varían de 0.23 a 4.78 mmhos/cm. (aguas de baja a alta mineralización - zonas I y IV respectivamente).
- Como resultado de las simulaciones numéricas del sistema acuífero Motupe - La Leche para diferentes regímenes de explotación volumétrica a nivel de valle, se ha determinado que el caudal racionalmente explotable es **2.51 m³/s** equivalente a **79 Hm³** anuales, distribuidos a nivel de valles Motupe **42 Hm³/ año (1.33 m³/s)** y La Leche **37 Hm³/año (1.17 m³/s)**. Este resultado ha sido correlacionado con la piezometría, análisis de masa y los descensos generados por el modelo, evidenciando la permanencia en equilibrio del sistema a través del tiempo (20 años), como consecuencia de ello, el sistema acuífero descenderá sus niveles en rangos de 5.00 a 20.00 m., en promedio.
- El acuífero Motupe (distritos de Chocope y Motupe) y margen derecha del río La Leche (Jayanca, Salas, Pitipo y Pacora), de la provincia y departamento de Lambayeque, debido a la escasa recarga del acuífero, al incremento progresivo de la explotación del agua subterránea, y ampliación del área agrícola durante el periodo 2007 al 2014; actualmente se encuentra en desequilibrio, evidenciado por la tendencia del descenso del nivel de la napa que se viene produciendo en los últimos 16 años; aunado a una degradación de la calidad del agua en varios sectores del acuífero, evidenciado por los altos contenidos en las concentraciones de la conductividad eléctrica.

13.2.0 RECOMENDACIONES

- Los escenarios simulados muestran el comportamiento y respuesta del acuífero, el cual no es función únicamente del volumen global de extracción, sino también de su distribución espacial y volumétrica por sectores. Asimismo, correlacionando los caudales de explotación al año 2014, respecto del caudal racionalmente explotable a nivel del sistema acuífero calculado por el modelo numérico, se determinó que los valles Motupe y La Leche se encuentran sobreexplotados; por ello se recomienda continuar la veda según R.M. N° 543-2007-AG, ratificada por la R.J. N° 327-2009-ANA, para la ejecución de nuevas obras de explotación de aguas subterráneas.
- Tener en consideración los radios de influencia para el adecuado distanciamiento entre los pozos existentes y los que se van a proyectar; para evitar posibles interferencias por bombeo simultáneo y disminución local de la napa freática.
- Mantener permanente control de las fuentes de agua subterránea que cuentan con derecho de uso de agua otorgado, además de aquellas que aún no cuentan con dicho derecho; con la finalidad de evitar la sobreexplotación de la zona declarada en veda (acuífero Motupe y margen derecha del río La Leche).
- La Administración Local de Agua Motupe Olmos La Leche y autoridades de los operadores locales, debe promover la supervisión de las extracciones de agua subterránea, los cuales no deben ser mayores a los concedidos en la licencia; y dar a conocer a la autoridad competente, las anomalías que se presenten para que sean sancionadas con apego a la normatividad vigente en materia de aguas.

- Continuar con el monitoreo del acuífero Motupe y margen derecha del río La Leche por parte de la AAA Jequetepeque-Zarumilla, realizando coordinaciones previas con los usuarios de pozos para mantener en reposo los que conforman las redes de control, permitiendo evaluar el comportamiento de los niveles estáticos y difundir los resultados a los usuarios.
- Intensificar los monitoreos anuales de todos los usos de agua subterránea del área de estudio en cuanto a análisis físico-químico, con el propósito de evaluar el grado de salinización de las aguas.
- Promover ante las autoridades competente la realización de programas que permitan reducir la capacidad instalada de volúmenes de agua del acuífero, para lograr el equilibrio entre las extracciones y la recarga del acuífero.
- Promover ante las diversas instancias de gobierno, la realización de proyectos ejecutivos y ejecución de obras hidráulicas que propicien la retención y almacenamiento de las aguas provenientes de escurrimiento pluviales, para favorecer la recarga de los mantos acuíferos y controlar el abatimiento de los mismos.
- La Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque-Zarumilla, debe implementar medidas preventivas necesarias para evitar la sobre explotación del acuífero del valle del río Motupe, ubicado en los distritos de Chocope, Motupe, Jayanca y Salas y los distritos de Pitipo y Pacora hasta la margen derecha del río La Leche, de la provincia y departamento de Lambayeque, de acuerdo a su ámbito de Administración.
- Los pozos de la red piezométrica (pozos de observación), no deben cumplir doble función (piezómetro-pozo de explotación), dado que pueden generar error cuando se realiza la medición de los niveles estáticos.
- Fomentar y difundir la regularización de las licencias de explotación de agua subterránea, ya que eso permitiría llevar un mejor control y preservación del recurso hídrico. Se debe comenzar por los pozos que registren la mayor explotación, es decir los pozos tubulares y mixtos, y los pozos que realicen una actividad comercial con el agua subterránea.
- Extender los trabajos de actualización del inventario de aguas subterráneas y modelamiento numérico del acuífero de la margen izquierda del río La Leche, a fin de complementar los datos de reservas explotables.