

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL
VALLE ZAÑA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

MIGUEL ANGEL MENDOZA TINOCO

Lima- Perú

2009

ÍNDICE

RESUMEN	3
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE FIGURAS	7
INTRODUCCIÓN	9
GENERALIDADES	9
OBJETIVOS	10
ESQUEMA DEL CONTENIDO	10
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	12
1.1. SIMULACIÓN DE SISTEMAS ACUÍFEROS	12
1.2. MODELOS MATEMÁTICOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS	14
1.3. CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO DEL FLUJO SUBTERRÁNEO	15
1.4. ECUACIONES DE FLUJO	15
1.5. INTEGRACIÓN DE LAS ECUACIONES DE FLUJO	18
1.6. CONDICIONES DE BORDE	22
1.7. MÉTODO DE LAS DIFERENCIAS FINITAS	24
1.8. MODELOS MODFLOW Y MODFLOW-SURFACT	26
1.9. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE LAS DIFERENCIAS FINITAS EN EL MODELO	28
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS	35
2.1. RECOPIACIÓN DE DATOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	35
2.2. GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO	35
2.3. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS	37
2.4. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA	39
2.5. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	39
2.6. FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL MODELO NUMÉRICO DEL ACUÍFERO ..	42
2.7. CALIBRACIÓN DEL MODELO	43
2.8. ACCIONES SOBRE EL ACUÍFERO	44
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN Y DATOS DEL VALLE ZAÑA	45
3.1. UBICACIÓN	45
3.2. DESCRIPCIÓN DEL CLIMA	45
3.3. ACTIVIDAD AGRÍCOLA	49
3.4. ESTADO ACTUAL DE LAS FUENTES DE AGUAS SUBTERRÁNEA	50
3.5. ASPECTOS GEOLÓGICOS	58
3.6. GEOFÍSICA	65
3.7. EL SISTEMA ACUÍFERO	72
3.8. HIDRODINÁMICA	80

CAPÍTULO 4: SIMULACIÓN DEL ACUÍFERO ZAÑA. ANÁLISIS Y RESULTADOS	83
4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS MODFLOW Y MODFLOW-SURFACT	83
4.2. MODELO CONCEPTUAL.....	84
4.3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	87
4.4. EJECUCIÓN Y CALIBRACIÓN DEL MODELO NUMÉRICO	98
4.5. SIMULACIÓN DEL ACUÍFERO ZAÑA	108
CONCLUSIONES.....	119
RECOMENDACIONES.....	121
BIBLIOGRAFÍA.....	123

RESUMEN

Con la finalidad de estudiar el comportamiento del sistema acuífero del Valle Zaña, se ha implementado un modelo numérico y así establecer posteriormente ciertas medidas conducentes para un manejo integrado y óptimo del recurso hídrico en el valle.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio que comprende la parte baja de la cuenca del mismo nombre, está ubicado en la costa norte del Perú aproximadamente a 747 Km al norte de la ciudad de Lima. Políticamente pertenece a la provincia de Chiclayo y departamento de Lambayeque y comprende los distritos de Lagunas, Zaña y Cayaltí. El clima en esta zona es seco y semicálido con deficiencia de precipitación. La precipitación normal promedio anual alcanza los 56 mm, la evaporación de tanque mensual es de aproximadamente 1661 mm, mientras que la temperatura promedio anual es de 22.7 °C.

CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

Se construyó un modelo numérico en régimen permanente utilizando el código MODFLOW SURFACT 3.0 (Hydrogeologic, 2006). Las dimensiones en planta fueron de 30 Km por 30 Km siendo dividido con celdas rectangulares de 120 m por 120 m. El modelo incluye 2 capas. La primera capa representa el horizonte de buenas condiciones hidráulicas (material cuaternario) y el segundo el material de malas condiciones hidráulicas (asumiéndose en principio como arcilla de acuerdo a la interpretación geofísica de INRENA).

Los valores de conductividad hidráulica asignados inicialmente al modelo, corresponden a las pruebas de bombeo realizadas en todo el valle (ejecutadas por INRENA en el 2005) y de valores típicos de materiales. Para la primera capa se consideró la media geométrica de todas las pruebas de bombeo con un valor de 8.35×10^{-2} cm/s y para la segunda capa un valor de 5×10^{-8} cm/s.

La recarga asignada al modelo fue establecida como la infiltración proveniente del riego en toda la zona de riego. Para esto se estimó la demanda de agua de los cultivos en el valle considerándose que solo el 20% de la toda la demanda se infiltra recargando directamente al acuífero. A partir de esta suposición el modelo recibió un valor de recarga de 245.9 mm/año.

Por otro lado se consideraron dos tipos de condiciones de borde, siendo estos los bordes impermeables y los bordes con flujos impuestos (carga constante). El borde impermeable fue establecido en base a la geología regional de la zona y la de carga constante en base a los niveles de agua subterránea disponibles representando los flujos de entrada y salida del acuífero.

CALIBRACIÓN Y SIMULACIÓN DEL MODELO NUMÉRICO

Para la calibración del modelo numérico se utilizaron los niveles freáticos promedio de los meses de Mayo y Junio del 2005 de 86 puntos de monitoreo distribuidos en toda el área de estudio.

La calibración consistió en la asignación o no del río Zaña como una condición de borde de tipo carga constante y la variación de los valores y distribución de la conductividad hidráulica siendo esta última la más importante. Los valores de conductividad hidráulica fueron variados hasta conseguir una adecuada coincidencia entre los valores de carga hidráulica medidos y los calculados por el modelo numérico.

La calibración final obtuvo una coincidencia aceptable entre los resultados del modelo predichos y medidos con un coeficiente de correlación de 0.981. El error absoluto promedio (valor absoluto de la diferencia entre las cargas medidas y simuladas) fue 2.53 m. con una desviación estándar de 3.33 m.

Luego de la calibración se simularon diferentes escenarios en los que se incrementan los caudales de explotación en diferentes zonas, encontrándose que salvo la zona de las faldas de los cerros de la margen

izquierda del río Zaña, el acuífero presenta excelentes condiciones para el aprovechamiento de aguas subterráneas. Las altas tasas de recarga y la alta conductividad hidráulica de la primera capa hacen que los impactos negativos en la napa freática sean mínimos. Asimismo se establece que mientras la tasa de recarga sea mayor que las tasas de explotación el acuífero no se verá afectado en forma negativa.

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 2.1. Datos necesarios para la implementación de un modelo.....	36
Tabla N° 2.2. Métodos para la obtención de datos para el modelamiento.....	36
Tabla N° 2.3. Valores típicos de conductividad hidráulica	38
Tabla N° 3.1. Estaciones Meteorológicas más cercanas.....	47
Tabla N° 3.2. Precipitaciones Anuales	47
Tabla N° 3.3. Precipitaciones Mensuales en Sipán	48
Tabla N° 3.4. Evaporación Mensual en Sipán	48
Tabla N° 3.5. Principales cultivos del valle Zaña	49
Tabla N° 3.6. Cuadro de Identificación de pozos	50
Tabla N° 3.7. Distribución de pozos por distrito.....	51
Tabla N° 3.8. Estado Actual de pozos en la zona de estudio	53
Tabla N° 3.9. Distribución de pozos según usos	54
Tabla N° 3.10. Distribución de equipamientos de pozos	56
Tabla N° 3.11. Explotación de aguas subterráneas en el 2005 por zonas.....	57
Tabla N° 3.12. Distribución de la Explotación Anual de las Aguas Subterráneas según Uso	58
Tabla N° 4.1. Valores de Conductividad Hidráulica ingresados al modelo	88
Tabla N° 4.2. Demanda de agua de los Cultivos.....	97
Tabla N° 4.3. Parámetros utilizados para la solución	99
Tabla N° 4.4. Resumen de las Etapas de Calibración.....	100
Tabla N° 4.5. Conductividades hidráulicas obtenidas por calibración.....	103
Tabla N° 4.6. Resumen del balance de aguas global obtenido	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Descripción del sistema acuífero	13
Figura 1.2 Representación del Volumen de Control para el desarrollo de las ecuaciones	21
Figura 1.3 Representación de la Discretización	29
Figura 1.4 Esquemas de celdas adyacentes y sentido del flujo	30
Figura 2.1 Metodología para la discretización de acuíferos.....	40
Figura 3.1 Ubicación de la zona de estudio	46
Figura 3.2 Distribución de los pozos en el valle	52
Figura 3.3 Geología regional del área de estudio.....	59
Figura 3.4 Ubicación de sondeos eléctricos verticales	67
Figura 3.5 Ubicación de la red piezométrica.	75
Figura 3.6 Cota de la superficie del agua subterránea vs cota del terreno.	76
Figura 3.7 Mapa de Isoconductividad eléctrica.	78
Figura 3.8 Ubicación de pruebas de permeabilidad	82
Figura 4.1 Esquema del modelo conceptual.	86
Figura 4.2 Discretización del acuífero Zaña.....	89
Figura 4.3 Topografía del área del modelo.	90
Figura 4.4 Condiciones de borde	94
Figura 4.5 Distribución de la recarga	96
Figura 4.6 Etapas de calibración.....	101
Figura 4.7 Cargas hidráulicas calculadas vs observadas.	102
Figura 4.8 Histograma de residuales.	105
Figura 4.9 Distribución de la conductividad hidráulica en la capa 1.....	106
Figura 4.10 Distribución de la conductividad hidráulica en la capa 2.....	107
Figura 4.11 Nivel freático y dirección de las aguas subterráneas.....	109
Figura 4.12 Sección transversal 666,055 E.....	110
Figura 4.13 Sección transversal 9'224,775 N.....	111
Figura 4.14 Ubicación de los pozos hipotéticos.	112
Figura 4.15 Nivel freático de la hipótesis H1.	115
Figura 4.16 Nivel freático de la hipótesis H2.	116
Figura 4.17 Nivel freático de la hipótesis H3	117

Figura 4.18 Nivel freático de la hipótesis H4 118

INTRODUCCIÓN

GENERALIDADES

El agua, como recurso vital, es factor importante y limitante tanto en el desarrollo de la población como en la producción agrícola de la costa Peruana. Una característica del clima de nuestra costa, a pesar de su ubicación en una zona netamente tropical, es la ausencia de lluvias situándola como una de las zonas más áridas del mundo.

Los valles de la costa, formados por los ríos que descienden de la vertiente occidental de la cordillera de los Andes que son de tipo torrencial, producen un gran porcentaje de volumen total anual del recurso hídrico durante los meses de verano (Enero-Marzo), de la cual otro gran porcentaje del resto de masa se pierde en el mar (70%). Durante el resto del año el sostenimiento hídrico de las diversas actividades (agrícola, doméstica, etc.) es netamente de las aguas subterráneas, es decir de la extracción de agua de los acuíferos.

En el Perú la explotación de agua subterránea se inicia en los años 70, a través de perforación de pozos, y ha aumentado rápidamente sobre todo en la costa debido al gran potencial agrícola que este ofrece.

El Valle de Zaña es un valle típico de la Costa peruana donde existe básicamente una gran concentración de tierra para el cultivo de azúcar y arroz. En contra parte, dado que en este valle, el recurso hídrico no ha sido aprovechado en grandes proporciones debido al escaso conocimiento que se tiene sobre él y a la ya mencionada ausencia del recurso hídrico superficial, existen grandes extensiones de tierra con aptitud agrícola que se encuentran en condición eriaza.

OBJETIVOS

Desarrollar un modelo de predicción del comportamiento del sistema acuífero del Valle Zaña a fin de establecer posteriormente ciertas medidas conducentes a un manejo integrado y óptimo del recurso hídrico en el valle.

El modelo de predicción empleado será el modelo numérico MODFLOW (US. Geological Survey, 1996). Este modelo aplica los conceptos fundamentales que rigen la hidrodinámica del fluido en medios saturados. De esta manera se podrá predecir el comportamiento dinámico del Acuífero del Valle de Zaña. Este modelo es implementado mediante el Software Groundwater Vistas 5.0.

ESQUEMA DEL CONTENIDO

El presente tema de investigación se ha subdividido en 6 capítulos los cuales enfocan los aspectos más importantes en la construcción de un modelo numérico de aguas subterráneas.

El capítulo 1 presenta las deducciones de las ecuaciones que gobiernan el movimiento del flujo en medio poroso las cuales dan sustento a la aplicación del modelo numérico a emplear. Asimismo se describe el modelo matemático MODFLOW y la bibliografía revisada.

El capítulo 2 contiene la metodología empleada para la construcción y posterior simulación del modelo numérico. Se detalla la obtención de los datos necesarios para la construcción del modelo como los procedimientos para la calibración del modelo.

En el capítulo 3, se describe las características generales de la zona de estudio (Ubicación Geográfica, Inventario de fuentes de agua, etc.) y la recopilación de información y su posterior tratamiento (Sondajes Eléctricos Verticales, Pruebas de Bombeo, etc.). A partir de estos datos

se determinan los parámetros necesarios para la construcción y simulación del modelo.

Los pasos de la construcción del modelo como la simulación del mismo y su posterior calibración se encuentra en el capítulo 4. Asimismo se presentan y discuten los resultados obtenidos en la simulación del modelo.

Finalmente se presenta las conclusiones de la investigación y las recomendaciones del caso para una profundización del tema.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. SIMULACIÓN DE SISTEMAS ACUÍFEROS

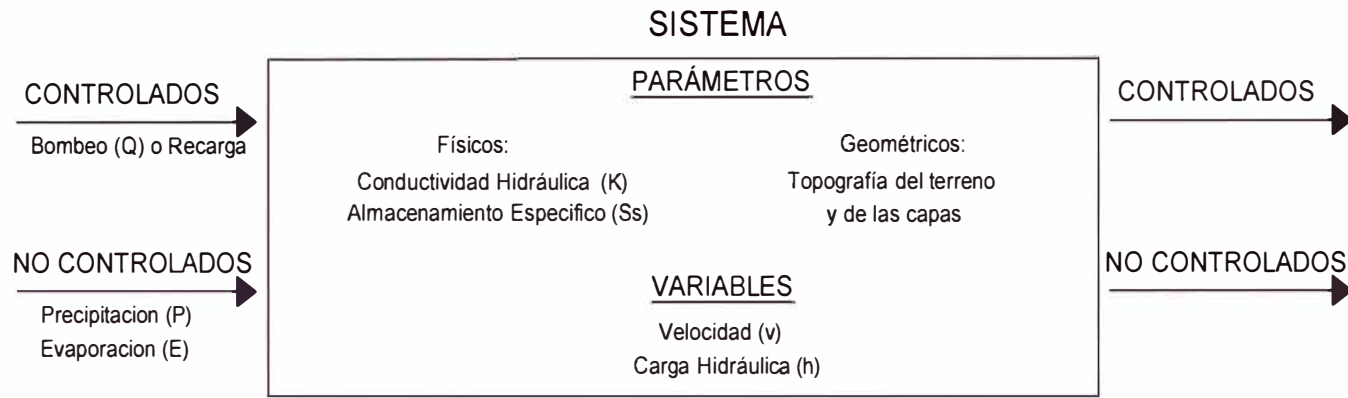
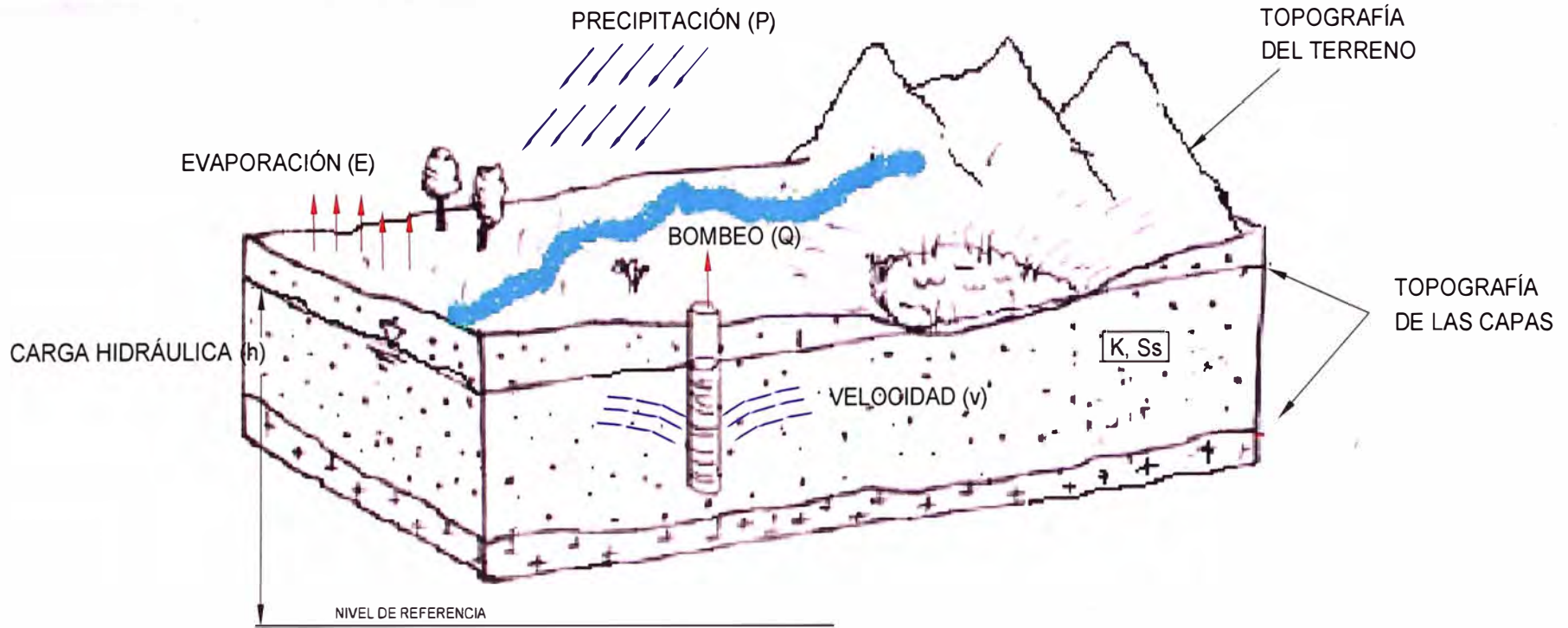
Un sistema es un conjunto de componentes físicos y geométricos el cual está sometido por agentes externos y que funcionan bajo leyes.

En este contexto incluimos al acuífero, ya que es un elemento hidráulico que funciona bajo sus leyes particulares.

El concepto de Sistema acuífero utilizado en el presente trabajo, abarca los **componentes físicos** (tales como la permeabilidad, transmisividad, etc.) y **geométricos** (tales como los límites impermeables, la topografía del terreno y del basamento rocoso); los **agentes externos** que a su vez pueden ser controlados, por ejemplo la explotación o recarga del acuífero, y los no controlados tales como la influencia de factores hidrológicos y/o climáticos sobre el acuífero. Asimismo el sistema acuífero está sujeto a una serie de restricciones que vendrían a ser las **leyes de funcionamiento**, tales como la ley de la conservación de la masa, La Segunda Ley de Newton y la Ley de Darcy.

Matemáticamente podemos representar al acuífero como un sistema cuyos elementos son representados mediante parámetros y variables (ver Figura N° 1.1). En el campo de los parámetros encontramos tanto a los componentes físicos y geométricos, es decir la permeabilidad la transmisividad, la dispersividad, etc., y en el de las variables a las cargas hidráulicas, concentraciones o velocidades.

La idea de representar un sistema matemáticamente es la de encontrar un valor óptimo como puede ser el encontrar un máximo o mínimo. Según M Llamas y E. Custodio (1976), en acuíferos no es posible resolver el problema de encontrar un valor óptimo. Lo que se suele hacer es **simular** el sistema ante varias alternativas de explotación y elegir la más conveniente.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR:	MMT
REVISADO POR:	JKZ
FECHA:	Marzo 2009
FILE:	Figura 1.1.dwg

**MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA**

**REPRESENTACION ESQUEMATICA
DES EL SISTEMA ACUIFERO**

FIGURA N°
1.1

La simulación, hablando propiamente en acuíferos, consiste en representar el comportamiento del sistema ante una serie de alternativas de explotación posibles, para saber si son factibles técnica y económicamente.

1.2. MODELOS MATEMÁTICOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS

Podemos definir un modelo como una simplificación del sistema que representa el comportamiento del mismo de una manera aproximada ante acciones a las que se somete.

En aguas subterráneas los modelos pueden ser agrupados ampliamente en dos categorías: Cantidad y calidad de agua.

Los modelos matemáticos, también llamados digitales, nos permiten reemplazar ecuaciones de flujo por sistemas de ecuaciones lineales cuyas variables son estimadas en un número finito de puntos.

Dada la variabilidad de las propiedades de los acuíferos y la complejidad de las condiciones de borde, la solución de las ecuaciones diferenciales que gobiernan el movimiento del flujo subterráneo, se hace imposible obtenerlas directamente. Por tal motivo se emplean métodos numéricos que nos permiten obtener las soluciones numéricas en forma aproximada.

Existen diversos métodos de solución tales como:

- ✓ Método de Diferencias Finitas
- ✓ Método de las Características
- ✓ Método de Elementos Finitos

El presente trabajo está enfocado a desarrollar un modelo que se ubica en la categoría de cantidad de agua, y aplicaremos el método de las diferencias finitas para la resolución del mismo.

1.3. CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO DEL FLUJO SUBTERRÁNEO

El agua subterránea se mueve a través de la sub superficie de áreas de mayor carga hidráulica a áreas de menor carga hidráulica. El movimiento de agua subterránea depende de la pendiente de la carga hidráulica (gradiente hidráulica) y de las propiedades intrínsecas tanto del agua como del sistema acuífero. Esta gradiente es generada por efecto de la conductividad hidráulica que actúa homológamente a la fricción en tuberías o canales como pérdida de carga.

El movimiento de un líquido en general puede ser clasificado por su régimen como laminar o turbulento. En el movimiento laminar, el movimiento del agua es ordenado y uniforme con bajas velocidades donde predominan las fuerzas viscosas; en el movimiento turbulento, tienen lugar los remolinos, movimientos irregulares y con velocidades considerables. Hablando propiamente del movimiento del agua subterránea, el comportamiento de este es el de un movimiento laminar, que se verifica por las velocidades reducidas a la que se mueve.

Otros de los factores al cual está relacionado directamente el agua subterránea es la topografía. Existe una relación directa entre la topografía y el movimiento y forma del agua subterránea. Este sigue un patrón similar al de la forma del terreno natural y tiene una respuesta inmediata ante variaciones del terreno, por ejemplo en las construcciones de drenes, cuando se modifica el terreno por los trabajos realizados encuentra una inmediata respuesta en el nivel freático.

En conclusión el agua subterránea y su movimiento dependen tanto de las propiedades del material poroso, del agua y de la topografía.

1.4. ECUACIONES DE FLUJO

Para explicar y predecir el movimiento del flujo en medios porosos y deducir la ecuación general, es preciso explicar las leyes que gobiernan el sistema.

El flujo en medios porosos es un caso especial de la mecánica de fluidos y está gobernada básicamente por dos leyes de la física, La Ley de Continuidad y la Segunda Ley de Newton o de la Cantidad de Movimiento. Estas dos leyes nos explica básicamente el movimiento de la masa de agua contenida en un medio poroso. Sin embargo también debemos explicar la Ley de Darcy que es un caso particular de la Segunda Ley de Newton.

1.4.1. Ecuación de Continuidad

Es la primera ley fundamental del flujo de aguas subterráneas. Esta ley expresa el principio de la conservación de la masa, es decir que la masa de agua contenida en el material poroso por la que atraviesa se mantiene constante en el volumen de control.

$$\frac{dM}{dt} = \frac{d(\theta \cdot \rho \cdot dx \cdot dy \cdot dz)}{dt} = 0 \quad (1.1)$$

Donde:

M : Masa de agua subterránea (M)

θ : Contenido de humedad.

ρ : Densidad del agua. (M/L³)

dx , dy y dz : Dimensiones de los lados del volumen de control infinitesimal en dirección de los ejes coordenados principales. (L)

1.4.2. Ecuación de cantidad de movimiento

La ecuación de cantidad de movimiento establece que la fuerza resultante sobre un sistema es igual a la velocidad con que cambia la cantidad de movimiento del **volumen de control**.

$$\sum \bar{F} = \frac{d}{dt} \int_{VC} \bar{v} \cdot \rho \cdot \theta \cdot dx \cdot dy \cdot dz \quad (1.2)$$

Donde:

$\sum \bar{F}$: Fuerzas actuantes en el sistema (M.L.T⁻²)

\bar{v} : Vector velocidad del fluido. (L.T⁻¹)

θ : Contenido de humedad

1.4.3. Ley de Darcy

Henry Darcy, ingeniero francés que en el año 1856 a partir de ensayos encontró que el caudal que infiltra un medio poroso es proporcional a la gradiente potencial., es decir:

$$q = -K \cdot \frac{dh}{dl} \quad \rightarrow \quad Q = -K \cdot \frac{dh}{dl} \cdot A \quad (1.3)$$

Donde:

q : Caudal por unidad de área transversal al flujo (L.T⁻¹)

Q : Caudal del flujo en medio poroso (L³.T⁻¹)

K : Conductividad Hidráulica. (L. T⁻¹)

A : Área de la sección transversal al flujo. (L²)

dh/dl : Gradiente potencial en incrementos infinitesimales donde h , es la carga hidráulica y l , longitud entre los puntos de carga hidráulica (el signo negativo se debe la carga potencial se reduce con un incremento de la longitud de recorrido del flujo.

Según M. Llamas y E. Custodio (1976), la Ley de Darcy es válida si $Re < 10$.

La ley de Darcy es un caso particular de la Segunda Ley de Newton, ya que relaciona las fuerzas que actúan sobre el sistema con la velocidad del flujo en el medio poroso.

1.5. INTEGRACIÓN DE LAS ECUACIONES DE FLUJO

Antes de pasar a deducir la ecuación general del movimiento tridimensional del flujo subterráneo se debe entender la diferencia entre sistema y volumen de control

Un **sistema** es una masa definida de un fluido que se desplaza en un campo de flujo, en cambio un **volumen de control** es una región del espacio en la que entra o sale el fluido.

Para llegar a la expresión que nos represente el movimiento tridimensional del flujo subterráneo, utilizaremos la Ecuación de Reynolds que transforma el sistema a volumen de control:

$$\frac{dN_{SIST}}{dt} = \frac{d}{dt} \int_{V.C} \eta \rho dV + \int_{S.C} \eta \rho \bar{n} \cdot \bar{v} dA \quad (1.4)$$

Donde:

N_{SIST} : Propiedad extensiva.

V : Volumen. (L^3)

A : Área de la sección de control. (L^2)

η : Relación de la propiedad del sistema por unidad de masa.

$$\eta = \frac{N_{SIST}}{M} \quad (1.5)$$

\bar{n} : Vector unitario que sale perpendicular a la superficie de control.

t : tiempo. (T)

El primer término de la derecha, nos representa la rapidez de cambio de la propiedad extensiva en el volumen de control. El segundo término de la derecha nos expresa el flujo neto de la propiedad extensiva a través de la sección de control.

Para nuestro análisis la propiedad extensiva viene a ser la masa de fluido, por lo que tenemos:

$$\eta = \frac{N_{SIST}}{M} = \frac{M}{M} = 1$$

y aplicando la ley de la conservación de la masa tenemos:

$$\frac{dM}{dt} = 0 = \frac{d}{dt} \int_{V.C} \rho dV + \int_{S.C} \rho \bar{n} \cdot \bar{v} dA \quad (1.6)$$

La rapidez de cambio de la masa de fluido en el volumen de control viene a ser la rapidez de cambio de la masa del fluido en almacenamiento, es decir:

$$\frac{d}{dt} \int_{V.C} \rho .dV = \overbrace{\rho .S_S \cdot \frac{\partial h}{\partial t} .dx .dy .dz}^{(a)} + \overbrace{\rho .W .dx .dy .dz}^{(b)} \quad (1.7)$$

Donde:

S_S : Coeficiente de almacenamiento específico. (L^{-1})

W : Flujo que sale o ingresa al volumen de control por unidad de volumen. $W=Q/(dx .dy .dz)$. (T^{-1})

h : Carga hidráulica. (L)

El término (a) incluye dos partes:

- ✓ La masa de agua producida por una expansión del agua bajo cambios en la densidad , y

- ✓ La masa de agua producida por la compactación del medio poroso debido al cambio en la porosidad.

El **coeficiente de almacenamiento específico** S_S , físicamente nos representa el volumen liberado del volumen de control por unidad de volumen del medio poroso cuando la carga hidráulica desciende en una unidad.

El término (b) nos representa una extracción o adición de volumen de agua por volumen unitario de medio poroso. Esto puede ser interpretado por ejemplo como la extracción y recarga de un acuífero mediante un pozo.

Asimismo, la cantidad de flujo neto sobre la sección de control del volumen control (Ver Figura N° 1.2), se expresa de la siguiente manera:

$$\int_{S.C} \rho \bar{n} \cdot \bar{v} dA = \rho \cdot \left(q_x + \frac{1}{2} \frac{\partial q_x}{\partial x} \cdot dx \right) dy \cdot dz - \rho \cdot \left(q_x - \frac{1}{2} \frac{\partial q_x}{\partial x} \cdot dx \right) dy \cdot dz +$$

$$\rho \cdot \left(q_y + \frac{1}{2} \frac{\partial q_y}{\partial y} \cdot dy \right) dx \cdot dz - \rho \cdot \left(q_y - \frac{1}{2} \frac{\partial q_y}{\partial y} \cdot dy \right) dx \cdot dz + \quad (1.8)$$

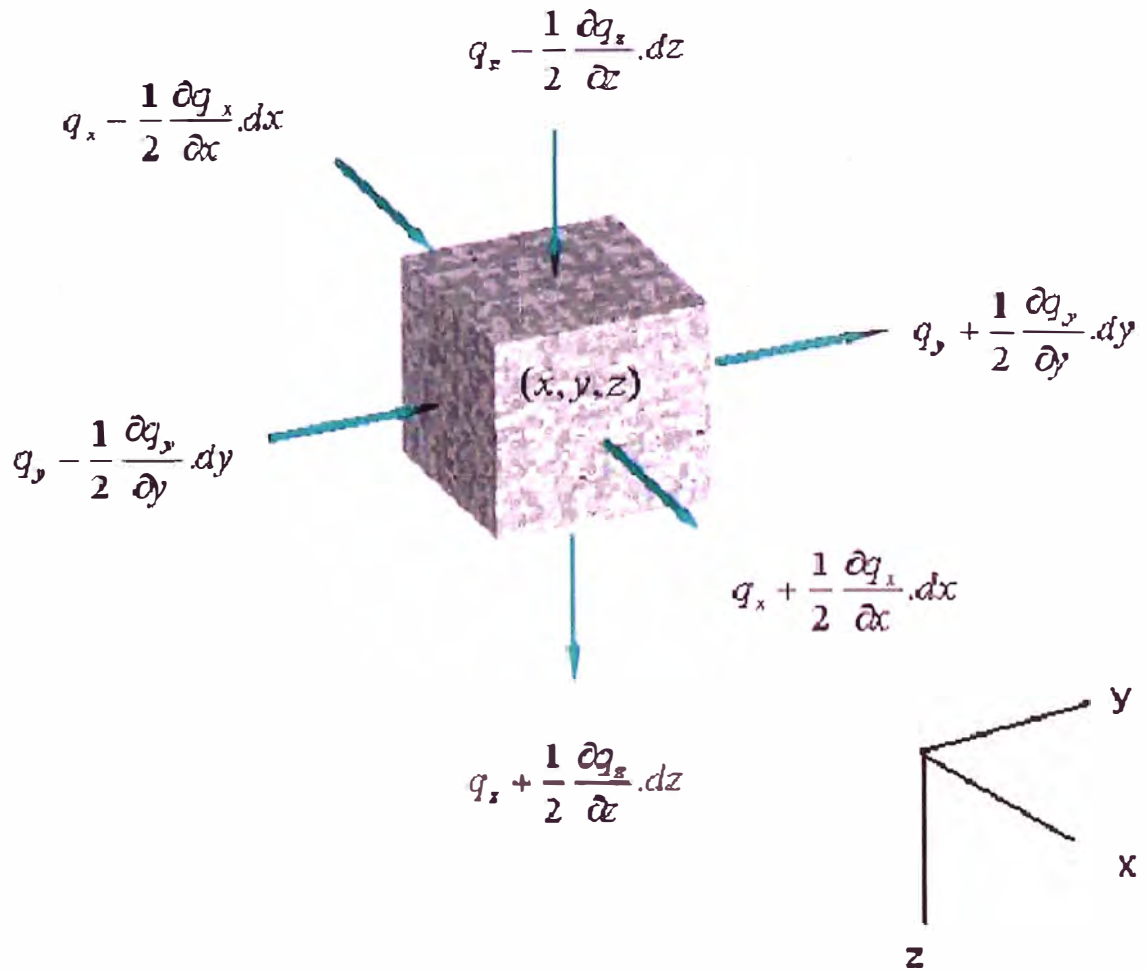
$$\rho \cdot \left(q_z + \frac{1}{2} \frac{\partial q_z}{\partial z} \cdot dz \right) dx \cdot dy - \rho \cdot \left(q_z - \frac{1}{2} \frac{\partial q_z}{\partial z} \cdot dz \right) dx \cdot dy$$

Simplificando tenemos:

$$\int_{S.C} \rho \bar{n} \cdot \bar{v} dA = \rho \cdot dx \cdot dy \cdot dz \frac{\partial q_x}{\partial x} + \rho \cdot dx \cdot dy \cdot dz \frac{\partial q_y}{\partial y} + \rho \cdot dx \cdot dy \cdot dz \frac{\partial q_z}{\partial z} \quad (1.9)$$

Donde:

q_x, q_y, q_z : Flujos por área de sección transversal en las direcciones de los ejes coordenados principales. ($L \cdot T^{-1}$)



Sustituyendo (1.7) y (1.9) en la ecuación (1.6):

$$0 = \rho S_s \frac{\partial h}{\partial t} dx dy dz + \rho W dx dy dz + \rho dx dy dz \frac{\partial q_x}{\partial x} + \rho dx dy dz \frac{\partial q_y}{\partial x} + \rho dx dy dz \frac{\partial q_z}{\partial x} \quad (1.10)$$

Dividiendo la expresión entre $\rho dx dy dz$; se obtiene:

$$0 = S_s \frac{\partial h}{\partial t} + W + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial x} + \frac{\partial q_z}{\partial x} \quad (1.11)$$

Usamos la ley de Darcy en las tres direcciones:

$$q_x = -K_x \frac{\partial h}{\partial x} \quad q_y = -K_y \frac{\partial h}{\partial y} \quad q_z = -K_z \frac{\partial h}{\partial z} \quad (1.12)$$

Finalmente reemplazando en la ecuación (2.11) tenemos:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) = S_s \frac{\partial h}{\partial t} + W \quad (1.13)$$

que es la ecuación general para un flujo tridimensional en régimen transitorio a través de un medio poroso heterogéneo y anisotrópico.

1.6. CONDICIONES DE BORDE

La solución de la ecuación de flujo tridimensional requiere especificaciones de condiciones de borde. Existen tres tipos de condiciones de borde que se aplicarán al modelo:

1.6.1. Condición de Dirichlet Tipo I:

Esta condición se aplica cuando el valor de la variable dependiente, vale decir la carga hidráulica, es conocida en todo el contorno.

$$h(x_b, y_b, z_b, t) = h_b(t) \quad (1.14)$$

donde (x_b, y_b, z_b) representa un punto en el contorno y h_b , es una función conocida que depende del tiempo. Esta condición es usada cuando el flujo analizado se encuentra en contacto con cuerpos de agua, tales como, lagos, ríos o reservorios, etc.

1.6.2. Condición de Neumann Tipo II:

Esta condición también es conocida como condición de flujo, es usada cuando la cantidad de agua subterránea intercambiada a través del borde es conocida

$$q_n(x_b, y_b, z_b, t) = q_b(t) \quad (1.15)$$

donde q_n representa el componente normal del flujo en el borde y q_b , es una función conocida que depende del tiempo. Este tipo de condición puede ser expresada en función de la variable dependiente (carga hidráulica). Usando la Ley de Darcy:

$$q_n = -K \cdot \frac{\partial h}{\partial n} = q_b(t) \quad (1.16)$$

El término $\partial h / \partial n$ representa el gradiente de carga con respecto al eje normal al borde. En este tipo de condición de borde podemos mencionar los bombeos de pozos, las recargas acuíferas, infiltración, etc. En forma general, cualquier situación en la que el flujo se asuma controlado o conocido, por ejemplo el borde impermeable dado que el componente de flujo normal al borde es aproximadamente cero ($q_n = q_b(t) = 0$).

1.6.3. Condición de Cauchy Tipo III:

Esta condición es una mezcla de los dos tipos anteriores, es decir se aplica cuando la carga y el componente de flujo normal al borde están relacionados uno del otro. Esta condición se aplica en el caso de que el flujo del reservorio acuífero analizado, se encuentre en contacto con un cuerpo de agua con una carga controlada h_b y el intercambio entre ellos debido a alguna resistencia es restringida.

$$q_n(x_b, y_b, z_b, t) = C_b (h_b(t) - h(x_b, y_b, z_b, t)) \quad (1.17)$$

Donde C_b representa la conductancia en el borde entre el reservorio acuífero y la fuente o sumidero de agua en el exterior. Físicamente este parámetro nos representa una capacidad conductiva de una capa de borde permeable presente entre el flujo del reservorio y el cuerpo de agua.

$$C_b = K_b / D_b \quad (1.18)$$

Donde K_b es la conductividad hidráulica de la capa borde y D_b su espesor. Como ejemplos de este tipo de condición podemos mencionar a un río que está hidráulicamente conectado con el flujo subterráneo, donde la interacción es restringida debido a la presencia de una capa de lodo en el lecho del río. Otro ejemplo es el de un pozo cuyo filtro está obstruido.

1.7. MÉTODO DE LAS DIFERENCIAS FINITAS

El método de las diferencias finitas es un proceso de cálculo que reemplaza las ecuaciones lineales por derivadas parciales.

Estas aproximaciones se desarrollan a partir de las serie de Taylor:

$$h(x + \Delta x) = h(x) + \Delta x \cdot \frac{dh}{dx} + \frac{(\Delta x)^2}{2!} \cdot \frac{d^2h}{dx^2} + \dots + \frac{(\Delta x)^n}{n!} \cdot \frac{d^n h}{dx^n} \quad (1.19)$$

Para obtener la primera derivada, despejamos el término dh/dx

$$\frac{dh}{dx} = \frac{h(x + \Delta x) - h(x)}{\Delta x} \underbrace{\left[\frac{\Delta x}{2!} \cdot \frac{d^2 h}{dx^2} + \dots + \frac{(\Delta x)^{n-1}}{n!} \cdot \frac{d^n h}{dx^n} \right]}_{W1(x)} \quad (1.20)$$

Donde $W1(x)$ puede aproximarse a cero teniendo en cuenta que Δx es pequeño.

$$\frac{dh}{dx} = \frac{h(x + \Delta x) - h(x)}{\Delta x} \quad (1.21)$$

Esta es la aproximación de las diferencias finitas hacia delante. Del mismo modo tenemos:

$$h(x - \Delta x) = h(x) - \Delta x \cdot \frac{dh}{dx} + \frac{(\Delta x)^2}{2!} \cdot \frac{d^2 h}{dx^2} - \dots + \frac{(-1)^n (\Delta x)^n}{n!} \cdot \frac{d^n h}{dx^n} \quad (1.22)$$

Análogamente al paso antes descrito tenemos:

$$\frac{dh}{dx} = \frac{-h(x) + h(x - \Delta x)}{\Delta x} - \underbrace{\left[\frac{\Delta x}{2!} \cdot \frac{d^2 h}{dx^2} + \dots + \frac{(-1)^{n-1} (\Delta x)^{n-1}}{n!} \cdot \frac{d^n h}{dx^n} \right]}_{W2(x)} \quad (1.23)$$

Asimismo hacemos que $W2(x)$ se aproxime a cero quedándonos:

$$\frac{dh}{dx} = \frac{-h(x) + h(x - \Delta x)}{\Delta x} \quad (1.24)$$

Siendo esta la aproximación de las diferencias finitas hacia atrás.

Para determinar la aproximación a la segunda derivada sumamos las ecuaciones 1.20 y 1.23 obteniendo:

$$h(x + \Delta x) - 2h(x) + h(x - \Delta x) = 2 \frac{(\Delta x)^2}{2!} \cdot \frac{d^2 h}{dx^2} + 2 \frac{(\Delta x)^4}{4!} \cdot \frac{d^4 h}{dx^4} + \dots \quad (1.25)$$

Luego:

$$\frac{d^2 h}{dx^2} = \frac{h(x + \Delta x) - 2h(x) + h(x - \Delta x)}{\Delta x} - \underbrace{\left[2 \cdot \frac{(\Delta x)^4}{4!} \cdot \frac{d^4 h}{dx^4} + \dots \right]}_{W^3(x)} \quad (1.26)$$

Por lo que la aproximación de la segunda derivada será

$$\frac{d^2 h}{dx^2} = \frac{h(x + \Delta x) - 2h(x) + h(x - \Delta x)}{\Delta x} \quad (1.27)$$

1.8. MODELOS MODFLOW Y MODFLOW-SURFACT

El modelo MODFLOW probablemente sea el más usado actualmente debido a su flexibilidad y generalidad pudiéndose aplicar a varios tipos de problemas. El modelo simula el flujo en medio poroso en tres dimensiones. Este modelo resuelve la ecuación general por el método de las diferencias finitas para simular el flujo transitorio o variable con el tiempo en tres dimensiones en un medio poroso que puede ser heterogéneo y anisotrópico. Simula también las condiciones estacionarias. Este modelo es capaz de determinar los cambios de las cargas piezométricas en el tiempo causados por los cambios en los agentes naturales tales como: precipitación, infiltración, y los ocasionados por el hombre como son la extracción de pozos. El modelo asume que los ejes principales de conductividad hidráulica son paralelos con los ejes de las coordenadas direccionales y que el agua tiene densidad constante.

El modelo MODFLOW utiliza la ecuación de flujo (1.13) deducida en la sección anterior.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) = S_s \frac{\partial h}{\partial t} + W$$

Por otro lado el modelo MODFLOW-SURFACT, una versión mejorada del modelo estándar de dominio público MODFLOW descrito líneas arriba, posee características más poderosas en cuanto a la capacidad de

modelar tanto en medios saturados como no saturados, el método de solución de las ecuaciones diferenciales con mayor estabilidad numérica que el que emplea el MODFLOW. Con la primera consideración, la ecuación que utiliza este modelo mejorado es la siguiente:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x k_{rw} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y k_{rw} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z k_{rw} \frac{\partial h}{\partial z} \right) = S_w S_s \frac{\partial h}{\partial t} + \phi \frac{\partial S_w}{\partial t} W \quad (1.28)$$

Donde las nuevas variables (variables saturadas) se describen a continuación:

k_{rw} : Conductividad hidráulica relativa, la cual es una función del grado de saturación.

ϕ : Porosidad drenable que puede ser tomada como el rendimiento específico S_y .

S_w : Grado de saturación.

De considerarse el medio como saturado, entonces los valores de grado de saturación y conductividad hidráulica relativa sería igual a 1 por lo que la Ecuación 1.28 sería igual a la ecuación 1.13 deducida anteriormente.

Las características adicionales de este modelo se describen en el capítulo V del presente estudio.

1.9. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE LAS DIFERENCIAS FINITAS EN EL MODELO

Para la aplicación del método de diferencias finitas, el modelo MODFLOW, discretiza el sistema acuífero en un arreglo de bloques a los cuales denomina celdas.

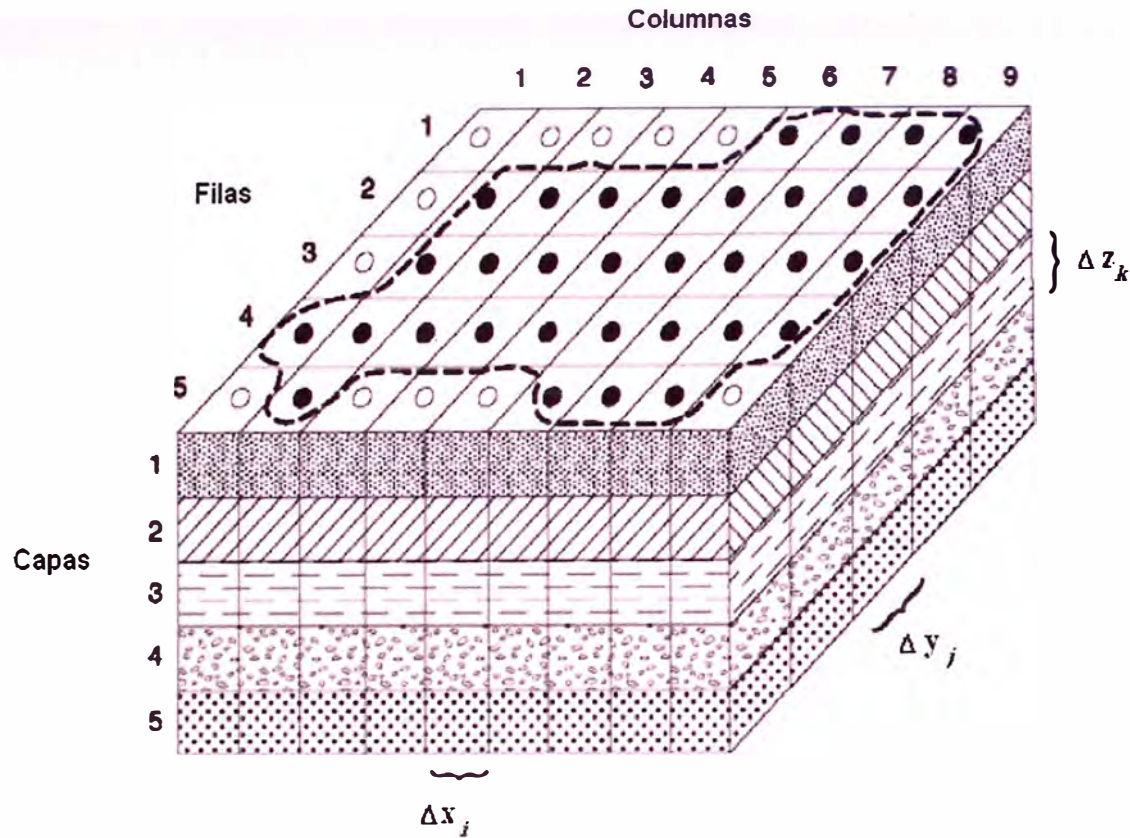
El método discretiza el medio en filas y columnas, para delimitar los bordes, propiedades y capas para la forma del terreno y de los estratos o formaciones geológicas. (Ver Figura 1.3)

Dentro de cada celda existe un punto denominado “nudo” para el cual se calculará la carga hidráulica. La ecuación de diferencias finitas que se desarrollará líneas abajo, utiliza un bloque centrado en el cual los nodos están en el centro de la celda. (Ver Figura 1.4a)

El desarrollo de la ecuación de flujo subterráneo en diferencias finitas sigue la aplicación de la ecuación de continuidad, es decir, la suma de todos los flujos que ingresan o salen de la celda debe ser igual a la rapidez de cambio del almacenamiento en cada celda bajo la hipótesis de que la densidad del agua subterránea es constante. La ecuación que expresa el balance reflujo en una celda es:

$$\sum \text{Caudales} = Ss \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \Delta V \quad (1.29)$$

Para realizar el análisis extraeremos la celda $i-1, j, k$ y la celda i, j, k . (Ver Figura N° 1.4b). Se ha establecido una convención de signos que considera que los flujos que ingresan a la celda i, j, k (celda de recepción) son positivos, asimismo el signo negativo que ha sido incorporado en la



--- Borde del Acuífero

○ Celda Inactiva

● Celda Activa

Δx_i Dimensión de la celda en la dirección de las filas

Δy_j Dimensión de la celda en la dirección de las columnas

Δz_k Dimensión de la celda en la dirección de las capas

FUENTE: MODFLOW-2005, The U.S. Geological Survey Modular Ground-Water Model?the Ground-Water Flow Process

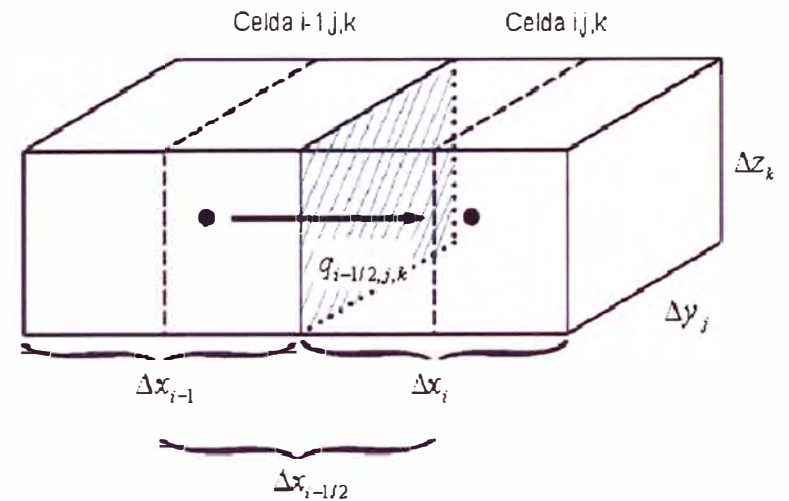
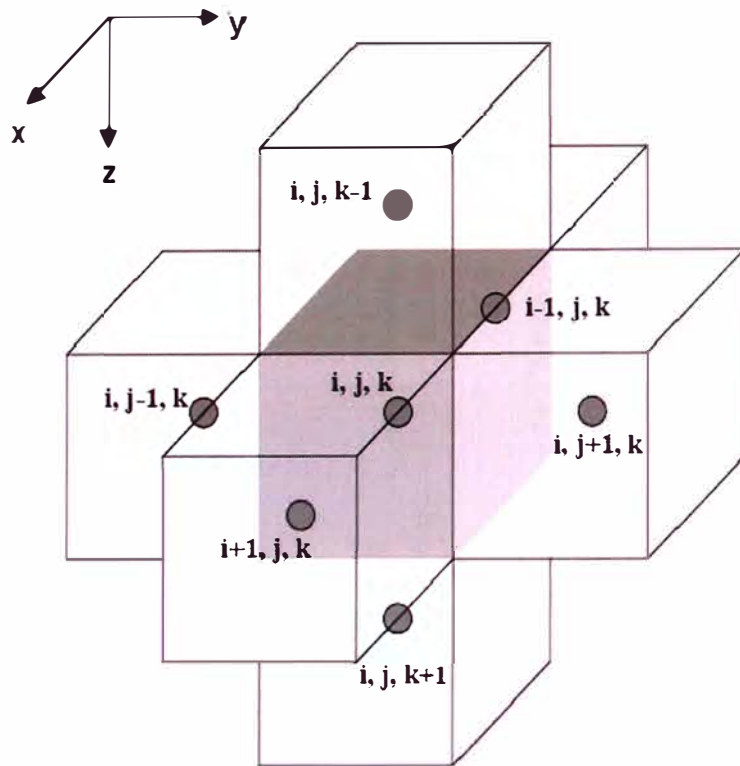


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR:	MMT
REVISADO POR:	JKZ
FECHA:	Marzo 2009
FILE:	Figura 1.3.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
REPRESENTACIÓN DE LA DISCRETIZACIÓN

FIGURA N°
1.3



FUENTE: MODFLOW-2005, The U.S. Geological Survey Modular Ground-Water Model?the Ground-Water Flow Process



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 1.4.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
ESQUEMA DE LAS CELDAS ADYACENTES
A LA CELDA i,j,k Y EL SENTIDO DEL FLUJO

FIGURA N°
1.4

ecuación de Darcy (Ecuación 1.3) ha sido extraído. Luego, el flujo que ingresa a la celda acuífera i,j,k de la celda $i-1,j,k$ dirección de la fila es determinada por la siguiente expresión:

$$q_{i-1/2,j,k} = Kx_{i-1/2,j,k} \cdot \Delta y_i \cdot \Delta z_k \cdot \frac{(h_{i-1,j,k} - h_{i,j,k})}{\Delta x_{i-1/2,j,k}} \quad (1.30)$$

Donde:

$q_{i-1/2,j,k}$: Es el flujo volumétrico a través de la superficie entre las celdas i,j,k e $i-1,j,k$.

$h_{i,j,k}$: Es la carga en el nudo i,j,k .

$h_{i-1,j,k}$: Es la carga en el nudo $i-1,j,k$.

$Kx_{i-1/2,j,k}$: Es la conductividad hidráulica a lo largo de la fila entre la celda i,j,k y la celda $i-1,j,k$.

$\Delta y_i \cdot \Delta z_k$: Es el área de la cara de la celda normal al flujo en dirección del flujo.

Δx_i : Es la distancia entre los nudos i,j,k e $i-1,j,k$ y se determina como el promedio de las longitudes de las celdas i,j,k e $i-1,j,k$

De manera similar se han establecido el balance de flujo mediante la ecuación de Darcy en las direcciones de las columnas y capas obteniéndose para la celda i,j,k :

$$q_{i+1/2,j,k} = Ky_{i+1/2,j,k} \cdot \Delta y_i \cdot \Delta z_k \cdot \frac{(h_{i,j,k} - h_{i+1,j,k})}{\Delta x_{i+1/2,j,k}} \quad (1.31)$$

$$q_{i,j-1/2,k} = Ky_{i,j-1/2,k} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta z_k \cdot \frac{(h_{i,j-1,k} - h_{i,j,k})}{\Delta x_{i,j-1/2,k}} \quad (1.32)$$

$$q_{i,j+1/2,k} = Ky_{i,j+1/2,k} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta z_k \cdot \frac{(h_{i,j,k} - h_{i,j+1,k})}{\Delta x_{i,j+1/2,k}} \quad (1.33)$$

$$q_{i,j,k-1/2} = Kz_{i,j,k-1/2} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta y_k \cdot \frac{(h_{i,j,k-1} - h_{i,j,k})}{\Delta x_{i,j,k-1/2}} \quad (1.34)$$

$$q_{i,j,k+1/2} = Kz_{i,j,k+1/2} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta y_k \cdot \frac{(h_{i,j,k} - h_{i,j,k+1})}{\Delta x_{i,j,k+1/2}} \quad (1.35)$$

Asimismo, el modelo considera los ingresos o salidas de flujo de procesos externos al acuífero tales como los ríos, drenajes, recargas, evapotranspiración, o bombeos de pozos. Estos flujos pueden ser dependientes de la carga en la celda de recepción pero independientes de otras cargas en el acuífero, así como también, podrían ser independientes en la celda de recepción. Este flujo puede ser representado mediante la siguiente expresión:

$$a_{i,j,k,n} = p_{i,j,k,n} \cdot h_{i,j,k} + q^*_{i,j,k,n} \quad (1.36)$$

Donde:

$a_{i,j,k,n}$: Es el flujo del n-ésima fuente externa en la celda i,j,k ($L^3 \cdot T^{-1}$)

$p_{i,j,k,n}$ y $q^*_{i,j,k,n}$: Son constantes de la celda i,j,k ($L^2 \cdot T^{-1}$ y $L^3 \cdot T^{-1}$ respectivamente).

Por ejemplo, supongamos que la celda de recepción está recibiendo flujo de dos fuentes, (1) La recarga de un pozo, y (2) La infiltración de un río que son los casos más comunes

Para la primera fuente ($n=1$), el flujo que proviene del pozo es independiente de la carga hidráulica de la celda de recepción, ésta se puede expresar como:

$$a_{i,j,k,1} = q^*_{i,j,k,1} \quad (1.37)$$

Para la segunda fuente ($n=2$), se asume que la interconexión del río-acuífero se pueda tratar como una conductividad simple, de modo que la

filtración sea proporcional a la diferencia principal entre la carga del río y la carga de la celda i,j,k ; así tenemos

$$a_{i,j,k,2} = \frac{Kz_{RIO} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta y_j}{\Delta z_{RIO}} \cdot (h_{RIO} - h_{i,j,k}) \quad (1.38)$$

Donde:

Kz_{RIO} : Conductividad hidráulica vertical del lecho del río (L.T⁻¹)

Δz_{RIO} : Espesor de la cama del lecho del río. (L)

h_{RIO} : Carga hidráulica del río. (L)

La ecuación 1.38 también puede ser escrita como:

$$a_{i,j,k,2} = - \underbrace{\frac{Kz_{RIO} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta y_j}{\Delta z_{RIO}} \cdot h_{i,j,k}}_p + \underbrace{\frac{Kz_{RIO} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta y_j}{\Delta z_{RIO}} \cdot h_{RIO}}_{q^*} \quad (1.39)$$

que es la forma de la ecuación general 1.36

En forma general se puede considerar todas las fuentes externas al sistema como la sumatoria de todas ellas, es decir:

$$\sum_{n=1}^N a_{i,j,k,n} = \sum_{n=1}^N \underbrace{(p_{i,j,k,n} \cdot h_{i,j,k})}_p + \sum_{n=1}^N \underbrace{q^*_{i,j,k,n}}_{Q^*} \quad (1.40)$$

Aplicando la ecuación de continuidad tenemos:

$$\begin{aligned} & q_{i+1/2,j,k} + q_{i-1/2,j,k} + q_{i,j+1/2,k} + q_{i,j-1/2,k} + q_{i,j,k+1/2} \\ & + q_{i,j,k-1/2} + P_{i,j,k} \cdot h_{i,j,k} + Q^*_{i,j,k} = Ss_{i,j,k} \cdot (\Delta x_i \cdot \Delta y_j \cdot \Delta z_k) \cdot \frac{\Delta h_{i,j,k}}{\Delta t} \end{aligned} \quad (1.41)$$

El término de la derecha nos representa el volumen de agua almacenada en la celda i,j,k en un intervalo de tiempo Δt .

La aproximación por diferencias finitas de la rapidez de cambio de la carga hidráulica es la siguiente:

$$\frac{\Delta h_{i,j,k}}{\Delta t} \cong \frac{h^{ii}_{i,j,k} - h^{if}_{i,j,k}}{ti - tf} \quad (1.42)$$

Donde:

t_i y t_f : Tiempos de inicio y final del intervalo Δt . (T)

$h^{ii}_{i,j,k}$ $h^{if}_{i,j,k}$: Cargas hidráulicas de la celda i,j,k asociadas a los tiempos t_i y t_f (L).

Reemplazando las ecuaciones del 1.30 al 1.35, 1.40, y 1.42 en 1.29 obtenemos:

$$\begin{aligned} & Kx_{i-1/2,j,k} \cdot \Delta y_i \cdot \Delta z_k \cdot \frac{(h^{ii}_{i-1,j,k} - h^{ii}_{i,j,k})}{\Delta x_{i-1/2,j,k}} + Kx_{i+1/2,j,k} \cdot \Delta y_i \cdot \Delta z_k \cdot \frac{(h^{ii}_{i,j,k} - h^{ii}_{i+1,j,k})}{\Delta x_{i+1/2,j,k}} \\ & Ky_{i,j-1/2,k} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta z_k \cdot \frac{(h^{ii}_{i,j-1,k} - h^{ii}_{i,j,k})}{\Delta x_{i,j-1/2,k}} + Ky_{i,j+1/2,k} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta z_k \cdot \frac{(h^{ii}_{i,j,k} - h^{ii}_{i,j+1,k})}{\Delta x_{i,j+1/2,k}} \\ & Kz_{i,j,k-1/2} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta y_k \cdot \frac{(h^{ii}_{i,j,k-1} - h^{ii}_{i,j,k})}{\Delta x_{i,j,k-1/2}} + Kz_{i,j,k+1/2} \cdot \Delta x_i \cdot \Delta y_k \cdot \frac{(h^{ii}_{i,j,k} - h^{ii}_{i,j,k+1})}{\Delta x_{i,j,k+1/2}} \\ & + P_{i,j,k} \cdot h^{ii}_{i,j,k} + Q^*_{i,j,k} = Ss_{i,j,k} \cdot (\Delta x_i \cdot \Delta y_j \cdot \Delta z_k) \cdot \frac{(h^{ii}_{i,j,k} - h^{if}_{i,j,k})}{ti - tf} \end{aligned} \quad (1.43)$$

Esta es la ecuación de continuidad en diferencias finitas para la celda i,j,k en un intervalo de tiempo Δt que utiliza el modelo MODFLOW para representar el movimiento tridimensional del flujo subterráneo.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS

2.1. RECOPIACIÓN DE DATOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

La construcción de un modelo numérico implica recopilar y laborar un conjunto de datos de modo que permita definir lo siguiente:

- ✓ La geometría del acuífero y de la napa freática; y
- ✓ Las características hidráulicas del mismo.

Este trabajo implica la realización de un inventario minucioso de la información disponible en estudios anteriores y en campo, interpretación de los mismos y depuración.

Mientras más información de calidad esté disponible, más fácil será la construcción y calibración del modelo numérico. Las tablas 2.1 y 2.2 muestran los datos necesarios para la construcción e interpretación de un modelo numérico así como los métodos para su obtención.

2.2. GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

2.2.1. Basamento rocoso y techo del acuífero

Para determinar tanto el basamento rocoso como el techo del acuífero se debe contar con información topográfica del terreno y cartografía geológica. Asimismo se puede emplear las prospecciones geofísicas mediante el método de los sondajes eléctricos verticales (SEV). Con este método y a partir de la medida de resistividades se puede encontrar a que profundidad se encuentra el basamento rocoso y así poder definir en la construcción del modelo el límite impermeable inferior.

Tabla N° 2.1. Datos necesarios para la implementación de un modelo

Recopilación	Preparar Inventarios Buscar en archivos Obtener datos en campo y en encuestas Interpretar los datos y filtrarlos Sintetizar los datos		
Inventario	pozos fuentes manantiales galerías	geología informes topografía	pluviometría escorrentía evaporación meteorología
Aforos	caudales niveles de agua superficial niveles de agua subterránea recarga en pozos y piezómetros		composición química del agua explotación vertidos planes de ordenación
Datos complementarios	Sondeos Pozos Experimentales Periodo de Observación Estaciones de Aforo e hidrometeorológicas		

M. Llamas, E. Custodio (1976)

Tabla N° 2.2. Métodos para la obtención de datos para el modelamiento

Dato	Fuente de Dato
Geometría	Sondeos Cartografía geológica e Hidrogeológica (complementar con la geofísica) Observación de superficies piezométricas Deducciones de ensayos de bombeos e hidrogramas
Características Hidráulicas	Ensayos de bombeo (K, m, S) Ensayos de Descenso (K) Ensayos en piezómetros (K) Permeámetros (K) Granulometría (K)
Funcionamiento Hidráulico	Superficies piezométricas Hidrogramas
Acciones	Medidas hidrometeorológicas Medidas piezométricas
Respuestas	Análisis estadístico y cálculo Piezometría Aforos

M. Llamas, E. Custodio (1976)

2.2.2. Límites de las formaciones

Tal como en la determinación del techo del acuífero se emplea la cartografía geológica que nos da una representación en planta de las diferentes formaciones. Asimismo podemos utilizar estudios geofísicos y sondeos eléctricos verticales que permitirán caracterizar el acuífero en capas utilizando el mismo método que en la determinación del basamento rocoso.

2.2.3. Geometría de la napa freática

Para poder construir la geometría de la napa freática, se debe tener información de niveles piezométricos en el área de estudio; cuanto más piezómetros se tengan más fina será la geometría que se pueda conseguir. Esta información debe ser analizada y depurada antes de ingresarlas al modelo como una condición inicial. La información piezométrica debe tener varias mediciones para periodos de tiempo diferentes. Además de recoger las mediciones de agua, se debe conocer las características del piezómetro tales como, la profundidad del filtro, la profundidad final y diámetro.

2.2.4. Condiciones de Frontera

Aquí se definen los límites tanto físicos (tales como los límites impermeables) como hidráulicos (ríos, drenes, lagos, mares, etc.). Estos pueden ser obtenidos de la cartografía de la zona, del monitoreo de la superficie piezométrica y de un mapeo hidrogeológico.

2.3. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

2.3.1. Conductividad Hidráulica

Definida como el grado de facilidad de movimiento del agua en un medio poroso. Se define como la razón de flujo de agua en metros cúbicos por segundo que fluye a través de un metro cuadrado del acuífero cuando se impone un gradiente hidráulico unitario. Mientras mayor sea la conductividad

hidráulica el agua se moverá con mayor facilidad. La Tabla 2.3 muestra los rangos de conductividad hidráulica para diferentes materiales.

Tabla Nº 2.3 Valores típicos de conductividad hidráulica

Tipo	Material	K (cm/seg)
Sedimentos	Grava	10^{-1} a 10^2
	Arena gruesa	10^{-3} a 1
	Arena arcillosa	10^{-5} a 10^{-1}
	Silt, loess	10^{-6} a 10^{-4}
	Arcilla marina inalterada	10^{-11} a 10^{-7}
Rocas Sedimentarias	Calizas karstificadas	10^{-4} a 1
	Calizas y dolomitas	10^{-7} a 10^{-3}
	Areniscas	10^{-8} a 10^{-3}
	Argilitas (siltstone)	
	Pizarras sedimentarias (Shale) intactas	10^{-8} a 10^{-7}
Rocas cristalinas	Basalto permeable	10^{-5} a 1
	Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	$< 10^{-8}$
	Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	10^{-6} a 10^{-2}

Freeze, R, Allan y Chery Jhon A (1979)

2.3.2. Coeficiente de Almacenamiento

Se define como el volumen de agua liberada por una columna de área unitaria y de altura igual al espesor del acuífero cuando el nivel piezométrico desciende una unidad.

Ambos parámetros, tanto la conductividad hidráulica como el coeficiente de almacenamiento, son obtenidos a partir de pruebas de bombeo y pruebas de descenso tanto en pozos de bombeo como en piezómetros. Siendo el coeficiente de almacenamiento un parámetro indispensable para simulaciones en régimen transitorio

2.4. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

Este tipo de información, tales como la pluviométrica, hidrométrica, niveles de agua superficial, evaporación, temperatura, etc. permite conocer los agentes externos a los que está sometido el acuífero.

Con esta información se puede definir la recarga de un acuífero o si un río está conectado hidráulicamente con el acuífero en estudio.

2.5. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

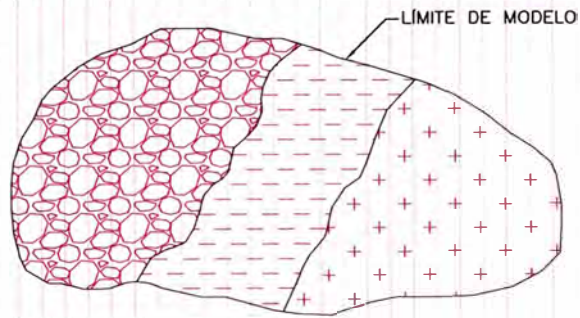
Para iniciar la construcción del modelo numérico, debemos formular un modelo conceptual con la información recopilada. Esto permitirá caracterizar adecuadamente tanto la geometría, funcionamiento hidráulico, y agentes externos a los que estará sometido en la simulación

2.5.1. Discretización del acuífero

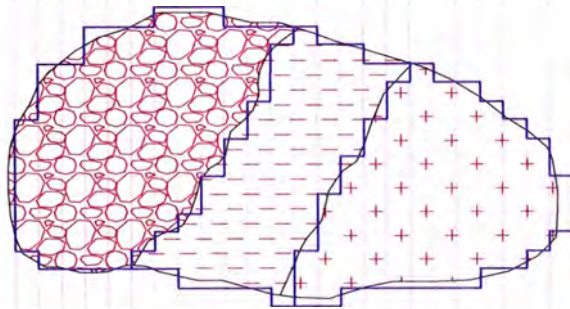
Este es el procedimiento por el cual se divide el área de estudio en elementos que generan una malla de elementos del volumen del acuífero, tal como se muestra en la Figura 2.1.

El modelo superpone la malla de elementos sobre el mapa del acuífero y asimila las líneas reales, que son irregulares, a líneas poligonales que se ajusten a la rejilla superpuesta. Los bloques que se generan producto del mallado son pequeños en comparación con la extensión espacial del acuífero.

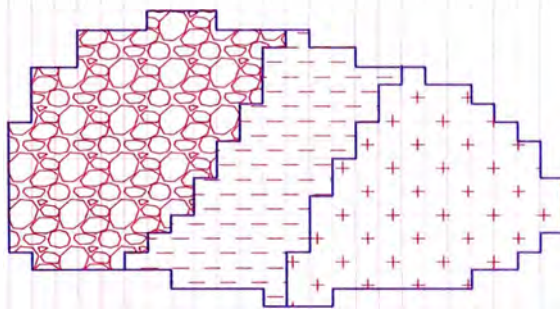
Se debe tener la consideración de que en zonas donde exista mayor densidad de pozos el mallado deberá ser más fino. Los nodos son puntos de límite externo e interno del sistema acuífero en los cuales se ubican los pozos. Los bloques están definidos por líneas verticales y horizontales, y las intersecciones de estas líneas forman nodos.



A) LÍMITE HIDROGEOLÓGICO DE UN SISTEMA ACUIFERO



B) PROCEDIMIENTO DE MALLADO SOBRE UN MODELO



C) DISCRETIZACIÓN FINAL DE LAS ZONAS HIDROGEOLÓGICAS



2.5.2. Condiciones de Borde

Una vez definida la geometría del acuífero y discretizada, se definen los diversos tipos de condiciones que se le asigna al modelo numérico en su contorno.

2.5.3. Límite Impermeable

Esta condición se asigna a aquellas zonas donde el acuífero está en contacto con formaciones geológicas de características impermeables o a las zonas exteriores de las divisiones de aguas subterráneas similares a las cuencas. Con esta condición el modelo numérico no genera entrada ni salida de agua.

Esta condición puede ser definida con ayuda de las cartas geológicas, de los cuadrángulos, y estudios de la zona.

2.5.4. Límite de Carga constante

Esta condición se toma en cuenta cuando encontramos al acuífero en contacto con masas de aguas superficiales tales como ríos, océanos o lagunas; o cuando encontramos zonas de recargas subterráneas.

2.5.5. Límites de flujo impuesto

Esta condición es considerada cuando los bordes del modelo son permeables y los valores de flujo de entrada y salidas son conocidos, a través de los contornos.

2.5.6. Extracciones por bombeo

Los caudales de extracción de bombeo son asignados como pozos de bombeo al modelo en forma puntual en cada celda.

Esta información debe ser ingresada al modelo con la ayuda de un plano de ubicación de pozos, de sus coordenadas y de sus características que fueron obtenidas de estudios anteriores o de un inventario en campo.

2.5.7. Recarga

La recarga, dependiendo de las características de uso de suelo y de la precipitación puede ser distribuida espacialmente en la primera capa del modelo (capa superior).

Se tienen varias consideraciones para estimar la recarga en un acuífero como son, el balance hídrico, la observación de mapas de superficies potenciométricas que permite definir la variación del volumen de agua. Además debe evaluarse además el volumen recargado por riego.

2.5.8. Evapotranspiración

Esta información es obtenida a partir de los datos meteorológicos de las zonas. A partir de planos de uso de suelo se define las zonas potenciales expuestas a la evapotranspiración. Este parámetro nos permite simular el ingreso y salida de flujo del acuífero.

2.5.9. Ríos o drenes

De tener influencia en el comportamiento del funcionamiento hidráulico del acuífero se deberá considerar su implementación en el modelo. Para obtener esta información se necesita la cartografía para el trazo en el modelo y la topografía para la definición de la sección transversal del cauce.

Los parámetros de conductividad hidráulica entre el lecho del río o dren y las capas del acuífero se obtienen de calicatas mediante ensayos de permeabilidad *in situ* o en laboratorio.

2.6. FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL MODELO NUMÉRICO DEL ACUÍFERO

Una modelación numérica de flujo necesita datos iniciales del sistema y datos de funcionamiento del mismo. La simulación del estado estacionario o permanente del sistema acuífero, si es posible, reviste mucha importancia. Los

pasos que permiten posteriormente, reproducir el funcionamiento transitorio son indispensables para encarar modelos de gestión exitosos.

Se debe contar con una serie prolongada (un mínimo de 5 años) y confiable de mediciones de niveles piezométricos para el caso de un modelamiento en régimen transitorio y para el caso de un modelamiento en régimen permanente basta con obtener solo una ronda de monitoreo. Para esto, debemos seleccionar aquellos pozos o piezómetros que puedan reproducir fielmente el comportamiento real que se pretende simular. La piezometría completa del área de estudio debe efectuarse en un breve lapso de tiempo para que responda a una “fotografía” representativa de la situación. Debe cuidarse que los datos que se incorporen pertenezcan a pozos medidos con bomba apagada durante tiempo suficiente para que no se vea alterada la piezometría del conjunto de datos.

Cada pozo importante debe contar con varios registros de niveles en el tiempo (hidrograma) para la calibración del estado transitorio.

2.7. CALIBRACIÓN DEL MODELO

Es la última fase del modelamiento numérico. En este proceso se busca obtener un buen ajuste entre los niveles calculados por el modelo y los observados.

Se debe tener en consideración que la información geométrica e hidráulica que se definió en un principio no es la definitiva ni mucho menos exacta. Los diferentes métodos que se emplean para obtener los parámetros y la definición de las condiciones de bordes, que muchas veces son difíciles de determinar, ocasionan un gran margen de error.

Por lo mencionado y para lograr el objetivo del modelamiento, es necesario modificar los datos de entrada tales como las conductividades hidráulicas, tasa de recarga o condiciones de borde tantas veces sea necesario para poder representar significativamente el proceso real del movimiento del flujo subterráneo. Los resultados de las simulaciones deben ser comparadas con

los datos obtenidos mediante mediciones reales. Se deben realizar ajustes hasta lograr replicar la información obtenida en las mediciones.

2.8. ACCIONES SOBRE EL ACUÍFERO

Luego que se ha logrado encontrar los valores de conductividad hidráulica que representan el comportamiento del acuífero, el modelo numérico construido y calibrado puede ser sometido a diversas acciones tales como:

- ✓ Aumento o disminución en la tasa de bombeo de los pozos
- ✓ Aumento o disminución en la recarga superficial del acuífero
- ✓ Aumento o disminución de la recarga subterránea del acuífero por una variación de las condiciones hidrológicas en la parte alta del acuífero

Esta etapa permite conocer el comportamiento de la napa freática frente a las acciones sometidas antes descritas, y nos da la pauta de cómo implementar un manejo óptimo del recurso hídrico subterráneo en el acuífero.

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN Y DATOS DEL VALLE ZAÑA

3.1. UBICACIÓN

El área de estudio que comprende la parte baja de la cuenca del mismo nombre, está ubicado en la costa norte del Perú, aproximadamente a 747 Km al norte de la ciudad de Lima.

Políticamente pertenece a la provincia de Chiclayo y departamento de Lambayeque y comprende los distritos de Lagunas, Zaña y Cayaltí (Ver Figura 3.1).

Geográficamente se ubica entre las coordenadas del Sistema Transversal Mercator (UTM): Este: 638210 m y 668210 m y Norte: 9212520 m y 9242520 m variando altitudinalmente entre el nivel del mar y los 1100 msnm.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL CLIMA

El clima del área de estudio ha sido determinado mediante la información referencial de las estaciones meteorológicas adyacentes, específicamente de las estaciones Sipán y Cherrepe (Ver Tabla N° 3.1). Los datos meteorológicos indican un clima seco y semicálido con deficiencia de precipitación. La precipitación normal promedio anual alcanza 56 mm, la evaporación de tanque mensual es de aproximadamente 1661 mm, y la temperatura promedio anual es de 22.7 °C.

El periodo más húmedo ocurre entre Febrero y Abril, durante el cual ocurre el 50% del total de la precipitación anual. El resto del año es normalmente seco, aunque en algunos años ocurren ciertas lluvias esporádicas entre Mayo y Diciembre. La ocurrencia de la Oscilación Sur El Niño (OSEN) cambia la precipitación normal e incluye la temporada de lluvias a Enero.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
 DEL ACUÍFERO DEL VALLE ZAÑA

MAPA DE UBICACIÓN

FIGURA N°
 3.1

Tabla N° 3.1. Estaciones Meteorológicas más cercanas

Nombre	Coordenadas Geográficas		Altitud (msnm)	Departamento	Provincia	Periodo de Registro	Parámetro Observado
	Latitud	Longitud					
Sipán	06° 48'06	79° 36'1	110.00	Lambayeque	Chiclayo	Set-1999 - Mar 2004	Evaporación Mensual
						Ene 1998 - Mar 2004	Temperatura Mínima
						Ene 1998 - Mar 2004	Temperatura Máxima
						Ene 1998 - Mar 2004	Temperatura Media
						Ene 1998 - Mar 2004	Precipitación Mensual
Cherrepe	07° 07'25	79° 31'31	63.00	La Libertad	Chepén	Abr 2000 - Feb 2004	Evaporación Mensual
						Dic 1997 - Feb 2004	Temperatura Mínima
						Dic 1997 - Feb 2004	Temperatura Máxima
						Mar 2003 - Feb 2004	Temperatura Media
						Ene 1998 - Feb 2004	Precipitación Mensual

Las estaciones meteorológicas de Sipán y Cherrepe, que son las más cercanas a la zona de estudio, han registrado precipitaciones anuales totales en 1998 de 589.8 mm y 593.8 mm respectivamente. Estas observaciones indican que El Niño influye significativamente en la precipitación de la región, causando variaciones anuales importantes en la costa norte del Perú. Los datos de la precipitación anual de estas dos estaciones se presentan en la Tabla 3.2. Los datos de la precipitación mensual se presentan en la Tabla 3.3.

Tabla N° 3.2. Precipitaciones Anuales

Nombre	Mínimo (mm)	Promedio (mm)	Máximo (mm)
Sipán	36.1	148.7	589.8
Cherrepe	118.3	278.7	593.8

Tabla N° 3.3. Precipitaciones Mensuales en Sipán

Mes	Máximo (mm)	Promedio (mm)	Mínimo (mm)	Promedio Excluyendo "El Niño" (mm)
Enero	0.0	12.9	79.1	1.9
Febrero	0.2	42.7	225.8	12.2
Marzo	0.0	49.3	250.5	15.8
Abril	4.2	16.9	31.4	14.1
Mayo	0.0	0.8	2.0	0.6
Junio	0.0	0.9	2.3	1.1
Julio	0.0	0.2	1.3	0.3
Agosto	0.0	0.0	0.0	0.0
Septiembre	0.0	1.6	5.9	1.9
Octubre	0.0	0.5	1.7	0.3
Noviembre	0.0	1.4	5.3	1.7
Diciembre	1.2	6.0	14.6	6.9
TOTAL	5.6	133.1	619.9	56.8

Se ha estimado la evaporación de tanque mensual en la zona del proyecto usando los datos de Sipán. Según se muestra en la Tabla 3.4, la evaporación mensual varía entre 151 mm y 78 mm entre Enero y Julio respectivamente. La evaporación diaria promedio es 3.98 mm. Esta variación se debe a que en los meses de verano la radiación y temperatura son mucho mayores que en los meses de invierno así como las velocidades de viento que transportan las nubes despejando el cielo.

Tabla N° 3.4. Evaporación Mensual en Sipán

Mes	Mínimo (mm)	Promedio (mm)	Máximo (mm)
Enero	134.3	151.0	159.2
Febrero	105.8	131.5	156.9
Marzo	106.7	143.4	179.3
Abril	108.1	126.5	148.5
Mayo	95.4	113.4	123.4
Junio	56.2	78.2	101.4
Julio	69.5	84.4	103.4
Agosto	83.9	93.1	105.7
Septiembre	105.9	114.8	127.0
Octubre	123.3	140.0	150.7
Noviembre	130.8	138.8	149.4
Diciembre	128.1	138.4	156.1
TOTAL	1248.0	1453.4	1661.0

La estación de Sipán ha representado las condiciones de temperatura para la zona del proyecto. Esta estación muestra una temperatura anual promedio de 22.7 °C, una temperatura mensual mínima de 13.7 °C y una temperatura mensual máxima de 34.2 °C. Las temperaturas son generalmente mayores en los meses de verano (enero a marzo) y menores en los meses de invierno (junio a agosto).

3.3. ACTIVIDAD AGRÍCOLA

Según la ATDR de Zaña tras las campañas realizadas en los años 2004 y 2005, el valle del río Zaña tiene 9009.66 Has declaradas para la siembra de diferentes cultivos; destacando el maíz amarillo con el 30.46 %, la caña de azúcar para la empresa con el 28.30 %, el arroz con el 19.13 % y la caña de azúcar de usuarios independientes con el 6.88 % como cultivos predominantes del área total antes mencionada y en menor importancia se cultivan el camote, sorgo, lenteja, maíz blanco entre otros (Tabla 3.5, Fuente: ATDR Zaña).

Tabla N° 3.5. Principales cultivos del valle Zaña

N°	Cultivo	Ha	%
1	Maíz amarillo	2744.10	30.46
2	Caña azúcar (empresa)	2549.40	28.30
3	Arroz	1723.24	19.13
4	Caña azúcar (usuario)	619.42	6.88
5	Yuca	435.08	4.83
6	Alfalfa	222.86	2.47
7	Pastos	219.05	2.43
8	Algodón	126.50	1.40
9	Zapallo	82.74	0.92
10	Tabaco	79.60	0.88
11	Repollo	49.46	0.55
12	Frutales	38.49	0.43
13	Caigua	25.25	0.28
14	Tomate	23.17	0.26
15	Chileno	22.80	0.25
16	Frijol	15.00	0.17
17	Aji Panca	10.00	0.11
18	Cebolla de Cabeza	8.00	0.09
19	Camote	7.00	0.08
20	Sorgo	5.50	0.06
21	Lenteja	2.00	0.02
22	Maíz blanco	1.00	0.01
TOTAL		9009.66	100

Anexo A.1 presenta la información básica recopilada de los pozos en todo el valle incluyendo sus características técnicas y ubicación en coordenadas UTM.

3.4.2. Inventario de pozos

Para el presente estudio, se han extraído aquellos pozos que se ubiquen dentro del área del modelo establecido. (Norte entre: 9212520 m y 9242520 m, Este: entre 638210 m y 668210m). La ubicación de los pozos se presenta en coordenadas UTM en la Figura 3.2.

a. Tipo de pozos

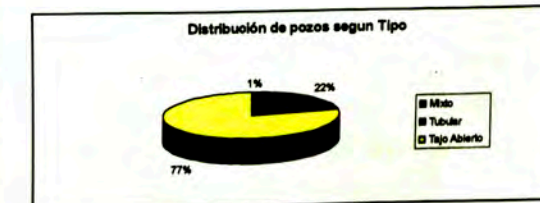
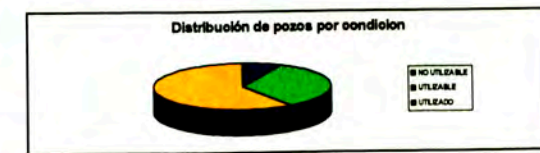
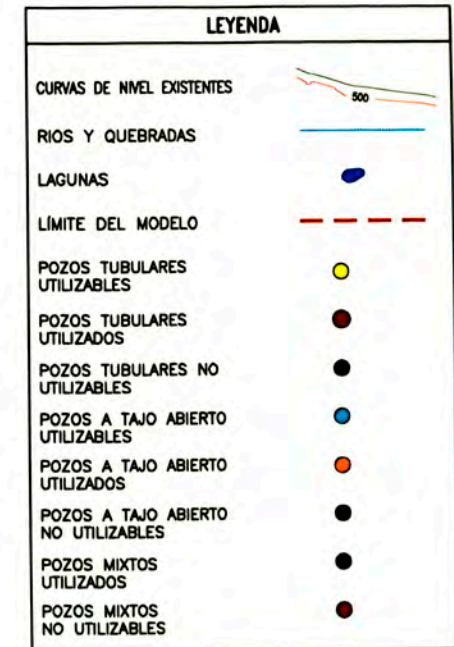
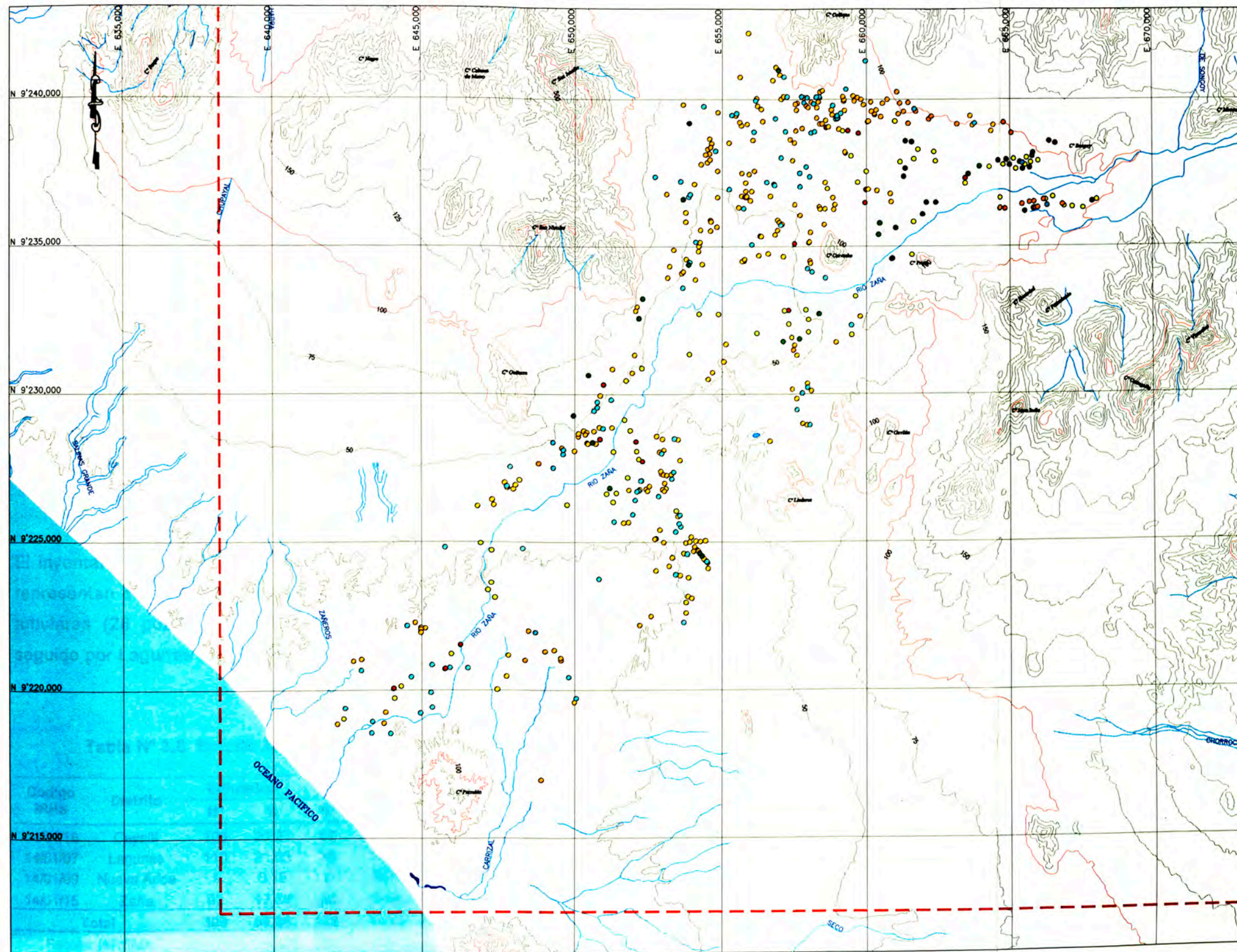
Dentro del área de estudio establecida existen 523 pozos de los cuales 97 son pozos tubulares, lo que representa 18.55%, 407 son de tipo a tajo abierto (77.82%) y solo 19 son de tipo mixto representando el 3.63%. En la Tabla 3.7 se presenta la distribución de los tipos pozos.

Tabla N° 3.7. Distribución de pozos por distrito

Codigo IRHS	Distrito	Estadística	Tipo de Pozo			Total
			Tubular	Mixto	Tajo Abierto	
14/01/07	Lagunas	N° de pozos	36	1	159	196
		%	18.37	0.51	81.12	37.48
14/01/15	Zaña	N° de pozos	1	17	117	135
		%	0.74	12.59	86.67	25.81
14/01/16	Cayalti	N° de pozos	58	1	130	189
		%	30.69	0.53	68.78	36.14
14/01/09	Nueva Arica	N° de pozos	2	0	1	3
		%	66.67	0.00	33.33	0.57
Total		Total de pozos	97	19	407	523
		% Total	18.55	3.63	77.82	100.00

Fuente: INRENA

FILE: F:\Disco Miguel\Mis Documentos\Tesis\02 Cuerpo de tesis\0 Reporte Final\Figuras\Figura 3.2 Distribucion de pozos en el valle.dwg



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 3.2.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE ZAÑA

DISTRIBUCIÓN DE POZOS EN EL VALLE

FIGURA N°
3.2

b. Estado actual de los pozos

• **Pozos Utilizados**

Son aquellos pozos los cuales se encontraban funcionando en el momento de inventariarlos o que trabajan en forma regular durante un periodo de explotación. En el área investigada se ha registrado 309 pozos utilizados, que representan el 59.2 % del total inventariado. Ver Tabla N° 3.8.

• **Pozos Utilizables**

Son aquellos pozos que no se encuentran funcionando por falta de mantenimiento o por la inutilización del equipo de bombeo. En el valle se han registrado 175 pozos utilizables que representan el 33.5 % del total inventariado. A nivel distrital, Lagunas es el más denso con 76 pozos. Ver Tabla N° 3.8

• **Pozos No utilizables**

El inventario efectuado en el valle registró 38 pozos no utilizables, que representan el 7.3 % del total inventariado, siendo en su mayoría pozos tubulares (28 pozos). El distrito más denso es Cayaltí con 21 pozos seguido por Lagunas con 10 pozos. Ver Tabla N° 3.8 y Fotografía N° 01.

Tabla N° 3.8. Estado Actual de pozos en la zona de estudio

Código IRHS	Distrito	Utilizados		Utilizables		No utilizables		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
14/01/16	Cayaltí	106	20.27	62	11.85	21	4.02	189	36.1
14/01/07	Lagunas	110	21.03	76	14.53	10	1.91	196	37.5
14/01/09	Nueva Arica	1	0.19	2	0.38	0	0.00	3	0.6
14/01/15	Zaña	92	17.59	36	6.88	7	1.34	135	25.8
Total		309	59.08	176	33.65	38	7.27	523	100.0

Fuente: INRENA

c. Uso de los pozos

• **Pozos de uso agrícola**

De los 309 pozos utilizados registrados en el área de estudio, 31 son de uso agrícola, siendo Zaña con 14 pozos es el más denso seguido por Lagunas con 12 pozos. Debe indicarse que la mayoría de pozos para riego son a tajo abierto Ver Tabla N° 3.9.

• **Pozos de uso doméstico**

En el área de estudio se ha registrado 255 pozos de uso doméstico, presentando mayor densidad el distrito de Lagunas con 93 pozos, seguido por Cayaltí con 88 pozos. Cabe destacar que la mayoría de estos pozos son a tajo abierto y tubular. Ver Tabla N° 3.9

• **Pozos de uso Pecuario**

Del total de pozos utilizados, 22 corresponden a uso pecuario; siendo Cayaltí el distrito con mayor cantidad de pozos (12). Ver Tabla N° 3.9

• **Pozos de uso industrial**

En el inventario se registró un (01) pozo destinado a este uso, encontrándosele en el distrito de Cayaltí. Ver Tabla N° 3.9.

Tabla N° 3.9. Distribución de pozos según usos

Código IRHS	Distrito	Tipo de Pozos según su Uso				Total
		Doméstico	Industrial	Agrícola	Pecuario	
14/01/16	Cayaltí	88	1	5	12	106
14/01/07	Lagunas	93		12	5	110
14/01/09	Nueva Arica	1				1
14/01/15	Zaña	73		14	5	92
Total		255	1	31	22	309

Fuente: INRENA

d. Características de los pozos

La profundidad de los pozos en el valle estudiado es variable, dependiendo mayormente del tipo y uso de los pozos.

En los tubulares, las mayores profundidades varían de 53.0 m. a 54.0 m, mientras que en los tajos abiertos fluctúan entre 29.0 m y 30.0 m; y finalmente en los mixtos llega a 30.0 m. Por otro lado, en relación a los pozos con menores profundidades es variable, así en los tubulares fluctúan entre 9.2 m. y 13.0 m; mientras que en los tajos abiertos varían de 2.00 m. a 2.90 m. Finalmente en los pozos mixtos, la profundidad menor es de 11.18 m. (16_09, distrito de Cayaltí).

El diámetro de los pozos varía de acuerdo al tipo de pozo, así en los tubulares fluctúa entre 0.20 m y 0.51 m, en los pozos a tajo abierto de 0.98 m a 3.70 m y en los mixtos, de 0.41 m a 3.70 m.

e. Equipamiento y caudal de bombeo

De los 115 pozos equipados en el área de estudio, los distritos de Lagunas con 54 (46.9 %) y Zaña con 36 (31.3 %) son los más densos; seguido por Cayaltí con 25 equipos (21.7 %)

Debe indicarse que 13 pozos, están equipados con bombas (Ver Fotografía N° 02), tipo pistón, que son accionadas unas manualmente y otras por molinos de viento.

La Tabla N° 3.10 muestra el número de pozos equipados por distrito político según el tipo de pozo. Las características de los equipos de bombeo se muestran en el Anexo A.1

f. Operación y mantenimiento

Los pozos para uso doméstico tienen un funcionamiento de hasta 14 h/d, generalmente los 12 meses del año.

Los pozos de uso agrícola están en funcionamiento durante 1 a 8 h/d, de 3 a 12 meses del año.

Tabla N° 3.10. Distribución de equipamientos de pozos

Distrito	Tipo de pozo	Equipamiento		Total
		Con Equipo	Sin Equipo	
Lagunas	Tubular	18	18	36
	Mixto	0	1	1
	Tajo Abierto	36	123	159
Sub Total		54	142	196
Zaña	Tubular	7	13	20
	Mixto	0	1	1
	Tajo Abierto	29	91	120
Sub Total		36	105	141
Cayaltí	Tubular	10	52	62
	Mixto	0	1	1
	Tajo Abierto	15	115	130
Sub Total		25	168	193
Total		115	415	530

Fuente: INRENA

Sobre el mantenimiento de los pozos en general no es el adecuado.

3.4.3. Estado de Explotación

a. Explotación en el 2005

Los aforos realizados por la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA en los pozos utilizados, ha permitido determinar el volumen de agua que se ha explotado en la parte baja del acuífero de Zaña. En el 2005 se ha explotado del acuífero 2'224,571 m³ (2.22 MMC), de agua que equivale a un caudal de 0.07 m³/s.

A continuación se describe los volúmenes que se han explotado del acuífero por zonas:

- **Zona de explotación I**

Zona constituida por los distritos de Zaña Cayaltí Y Nueva Arica. En esta zona se ha explotado 1'311,202 m³ de agua, destacando el distrito de Zaña con 732,091 m³ como el más explotado y Cayaltí, con 578,575 m³,

- **Zona de explotación II**

Zona conformada íntegramente por el distrito de Lagunas, donde se explota 913,370 m³ de agua subterránea, siendo el sector de Mocupe Tradicional el más explotado con 404,712 m³, destacando además los sectores de Santa Rosa con 147,168 m³, Mocupe con 110,376 m³ y La Libertad con 36,042 m³.

La Tabla N° 3.11, muestra las masas explotadas del área de estudio por zonas:

Tabla N° 3.11. Explotación de aguas subterráneas en el 2005 por zonas

Zona	Distrito	Volumen de explotación (m ³)
I	Zaña	732,091
	Cayaltí	578,575
	Nueva Arica	534
II	Lagunas	913,369
Total		2,224,571

b. Explotación según el uso del agua

El presente estudio ha determinado que el volumen total de agua explotada del acuífero fue de 2'224,571 m³ (2.22 MMC), que equivale a un caudal medio continuo de 0,07 m³/s, siendo los distritos de Lagunas y Zaña, los más explotados con 913369 m³ (0.91 MMC) y 732179.40 m³ (0.73 MMC) respectivamente.

Con relación al volumen explotado, este fue utilizado principalmente para uso doméstico (80.45 %) con 1'789,837 m³ (1.78 MMC), seguido por el uso agrícola (18.05 %) con 40,1539 m³, (0,40 MMC). En menor proporción por la industria (26,280 m³) y uso pecuario (7,003 m³).

Con relación al agua para riego, destacan los distritos de Zaña con 188,345 m³ (0.18 MMC) y Cayaltí con 111,61600 m³ (0.11 MMC), donde se explotaban los mayores volúmenes de agua. En relación al uso

doméstico, Lagunas es el distrito más explotado con 807,305 m³ (0.81 MMC).

Para uso industrial, destaca el distrito de Cayaltí por su consumo, mientras que para el uso pecuario los distritos de Lagunas y Cayaltí. Ver Tabla N° 3.12

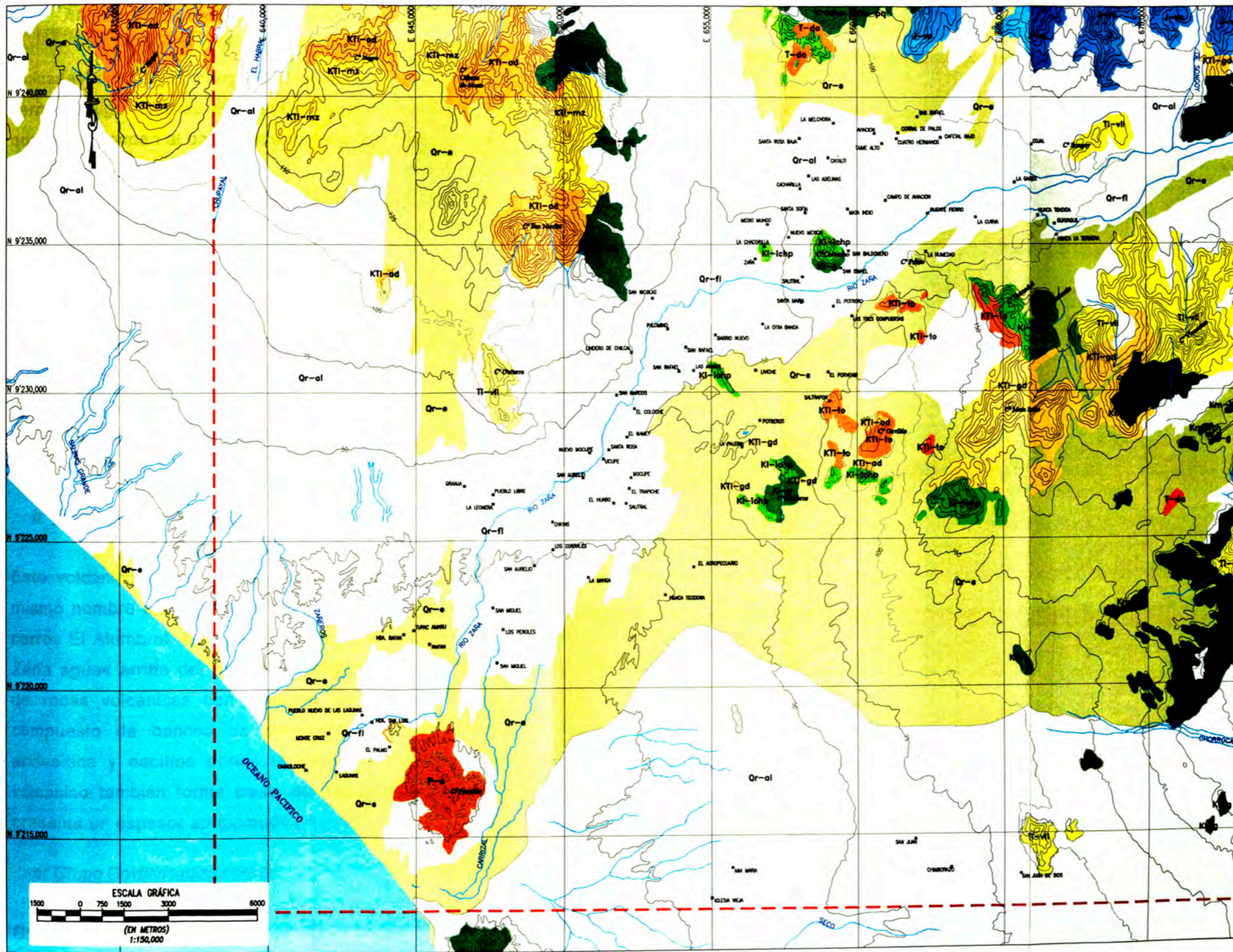
Tabla N° 3.12. Distribución de la Explotación Anual de las Aguas Subterráneas según Uso

Código IRHS	Distrito	Uso (m ³)			
		Riego	Doméstico	Industrial	Pecuario
14/01/15	Zaña	188,345	543,541	0	293
14/01/16	Cayaltí	111,616	438,457	26,280	2,223
14/01/09	Nueva Arica	0	534	0	0
14/01/07	Lagunas	101,577	807,305	0	4,487
Total		401,539	1,789,837	26,280	7,003

3.5. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El área de estudio corresponde a la parte baja de la cuenca del río Zaña que está formada geológicamente por cinco (05) unidades hidrogeológicas claramente definidas (Ver Figura N° 3.3):

- ✓ Afloramientos rocosos
- ✓ Depósitos fluviales
- ✓ Depósitos aluviales
- ✓ Depósitos eólicos
- ✓ Depósitos marinos



LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL EXISTENTES	
RÍOS Y QUEBRADAS	
LAGUNAS	
LÍMITE DEL MODELO	
DACITA	
MONZONITA	
ADAMELITA	
GRANODIORITA	
TONALITA	
GRUPO PULLUCANA - QUILQUIRAN	
FORMACIÓN PARIATAMBO	
FORMACIÓN CHULEC	
GRUPO INCA-CHULEC-PARIATAMBO	
GRUPO GOYLLARISQUIZGA	
FORMACIÓN SALAS	
VOLCÁNICO OYOTUN	
VOLCÁNICO LLAMAS	
DEPÓSITOS EÓLICOS	
DEPÓSITOS FLUMIALES	
DEPÓSITOS ALUMIALES	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 3.3.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE ZAÑA
GEOLOGÍA REGIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

FIGURA N°
3.3

3.5.1. Afloramientos rocosos

Ubicadas en ambas márgenes de río Zaña, así como también en los cerros testigos que se encuentran dispersos en todo el valle en estudio que corresponden al basamento rocoso. Ver fotografías N° 04 y 05.

Los afloramientos rocosos están conformados por:

a. Formación Salas (Pi – s)

La formación Salas se encuentra en la parte Oeste de la zona de estudio, es decir en la margen izquierda del río Zaña aguas abajo del mismo. Esta formación que representa el basamento rocoso impermeable del área de estudio, esta compuesto por pelíticas y tobáceas que afloran en cerros bajos y disectados. Asimismo se puede apreciar la presencia de rocas de origen volcánico.

b. Volcánico Oyotún (J-Vo)

Este volcánico se encuentra ubicado en las cercanías del pueblo del mismo nombre en el valle de Zaña aflorando en el valle formado por los cerros El Alumbra, Sintupaya, Minas y Perol en ambas márgenes del río Zaña aguas arriba del mismo. Litológicamente es una secuencia gruesa de rocas volcánicas con escasas intercalaciones sedimentarias. Está compuesto de bancos de piroclastos y derrames de composición andesítica y dacítica donde la roca más común es la andesita. Este volcánico también forma parte del basamento rocoso impermeable que presenta un espesor aproximado de 500 m.

c. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

Grupo del cretáceo inferior que aflora al sur del distrito de Oyotún así como en ambas márgenes del río Nanchoc (afluente de río Zaña), en los cerros La Gruta, Oyotún y Pedregal, está conformado por areniscas y cuarcitas bien estratificadas en capas medianas e intercaladas con

horizontes de lutita. Asimismo tanto al Este como en el centro del área de estudio, presenta pequeños afloramientos.

d. Formación Inca (Km-i)

Formación ubicada al sur de Oyotún, aflorando en el Cerro Corpacho, Cerro Portachuelo, en las pampas de San Nicolás así como en ambas márgenes del río Nanchoc. La Formación Inca pertenece al cretáceo medio, conformada básicamente de areniscas y lutitas con intercalaciones calcáreas caracterizándose por la naturaleza ferruginosa de sus sedimentos. Su espesor varía de 4 m a más de 100 m.

e. Formación Chulec (Km-ch)

Esta Formación se encuentra ubicada al sur de Oyotún, aflorando también en las Pampas de San Nicolás, Mata Indio y Cerros Portachuelo y Corvacho así como en ambas márgenes del río Nanchoc. Esta formación esta conformada de lutitas, margas y calizas nodulares. Como los sedimentos componentes mayormente son blandos; la topografía que se desarrolla es de lomadas con pendientes suaves.

f. Formación Pariatambo (Km – pa)

La Formación Pariatambo se encuentra ubicada en la zona Este, aflorando en los cerros Corvacho, De la Cruz, Conquis, Pencal, El Pato y Pan de Azúcar que conforman las partes de cabecera de la quebrada. Esta formación esta compuesta por calizas finas, lutitas, y tobas, presentándose en capas delgadas uniformemente estratificadas formado lajas. La formación es generalmente resistente a la erosión y forma escarpas prominentes que resaltan el material blando de la formación Chulec. Su espesor varía de 100 a 300 m.

g. Grupo Pulluicana (Km – p)

El Grupo Pulluicana está conformado de calizas, margas, lutitas y areniscas; aflora dependiendo de la litología local por lo tanto es bastante variable, generalmente presenta escarpas más o menos pronunciadas, pero también terrenos ondulados. La litología y la fauna del Grupo Pulluicana indican deposición en un mar somero. Aflora en los cerros Vizcachas, Negro (sur de Oyotún) y Pabellón.

h. Grupo Quilquiñan (Km – q)

El grupo Quilquiñan se encuentra ubicada al sur oeste del área de estudio, aflorando en los cerros Vizcachas, Negro (al sur de Oyotún) y Pabellón. Está conformado por lutitas y margas con intercalaciones calcáreas cuyo suelo que consiste de lutitas friables es caracterizado por su color marrón. El espesor promedio varía de 150 a 200 m. La litología y la fauna abundante indican que esta unidad se depositó en un mar somero.

i. Volcánico Llama (Ti – vii)

Este volcánico está formado por una secuencia gruesa de volcánicos que afloran en toda la parte occidental. El volcánico Llama perteneciente al triásico inferior comienza generalmente con un conglomerado basal de color rojizo intercalado con capas de toba andesítica de color morado o violáceo. Los fragmentos del conglomerado son guijarros bien redondeados de cuarcita con proporciones menores de caliza y roca volcánica. Este aflora en los cerros testigos como la Mira, Songoy y Guitarra.

j. Rocas Intrusivas

Las rocas intrusivas corresponden al complejo intrusivo del Batolito de la costa perteneciente a la edad mesozoica – cenozoica. Estas se encuentran aflorando en la parte Este y está conformada por rocas ígneas plutónicas que se observan a lo largo del complejo intrusivo, constituido

por grandes cuerpos de tonalita y granodioritas y en menor proporción de diorita, adamelita, monzonita, y pequeños intrusivos ácidos posteriores o menores como porfido cuarcífero y andesita intrusiva que se presentan en forma de pequeños stocks y sills.

Estos plutones se han emplazado dentro de rocas paleozoicas metamórficas y cortan unidades tan jóvenes como el Volcánico Porculla de edad terciaria.

k. Depósitos fluviales (Qr - fl)

El cauce del río Zaña se encuentra cubierto por depósitos fluviales pertenecientes al cuaternario reciente. Están constituidos principalmente por cantos de diámetro variable, gravas, arenas y limos.

l. Depósitos aluviales (Qr – Al)

Esta unidad corresponde a los depósitos recientes constituidos por cantos, gravas, arenas y limos acarreados por las aguas que drenan desde las partes altas (distrito Oyotún), producido por la erosión de diferentes unidades litológicas. Estos depósitos se presentan extensamente a lo largo del valle en estudio, siendo el principal agente de transporte el río Zaña con su afluente el río Nanchoc.

Las pampas tienen elevaciones que fluctúan entre 25 y 200 m.s.n.m, las cuales consisten de abanicos extensos de material conglomerado,

Según las observaciones de campo realizadas por INRENA en el estudio hidrogeológico de la zona, se ha identificado dos etapas de deposición los cuales han dado lugar al entallamiento de tres zonas de niveles antiguos del valle que se describen a continuación:

m. Cauce mayor o lecho actual del río (Q – t0)

Corresponde a las áreas por donde discurre el río dejando en ciertos sectores de su superficie, cantos rodados, bloques y sedimentos de arena producto de la disminución de velocidad, durante el cual sufren procesos de erosión que les dan las características actuales.

n. Primera terraza (Q – T1)

Esta terraza se encuentra delimitada por escarpas cuyo nivel con relación al lecho del río varía entre 0.30 m y 7.95 m. Ver Fotografía N° 06

o. Segunda terraza (Q – T2)

Esta terraza está conformada por material arcilloso y su desnivel con respecto al lecho del río es de 1.85 m. Ver Fotografía N° 07.

p. Depósitos eólicos (Qr – e)

El valle de Zaña presenta mantos irregulares de arenas eólicas que se originan debido a las playas existentes a lo largo del litoral y son transportados por los vientos. Dentro de estos depósitos se ubican extensos campos de dunas que son acumulaciones eólicas recientes.

Las dunas y corrientes de arena indican que el viento sopla predominantemente de S a SO, sin embargo sufre inflexiones por efectos topográficos y efectos meteorológicos. Al sur del valle del río Zaña, la distribución de la arena indica que el viento se dirige al NE; por lo tanto los depósitos de arena en el área indican un viento dirigido al E-NE. Ver Fotografía N° 08.

q. Depósitos marinos

A pesar de que estos depósitos tiene buena permeabilidad, no tienen mayor incidencia en la hidrogeología del área de estudio, debido a su carácter marginal y por constituir una franja de arena y cantos muy

angosta, la cual se encuentra ubicada a lo largo del litoral y está relacionada a escarpas literales emergidas.

3.5.2. Características acuíferas de las diferentes formaciones

De acuerdo al estudio realizado por INRENA, donde se destacan la prospección geoelectrica (sondeos eléctricos verticales – SEV), geología e hidráulica subterránea, han determinado la presencia de un solo horizonte saturado que representa al acuífero actualmente en explotación y que está constituido principalmente por depósitos sueltos de edad cuaternaria que se presentan en forma de capas y lentes. Este horizonte permeable saturado infrayace a un horizonte seco de espesor reducido y en estado seco que suprayace a un potente horizonte (superior a 118 m) de clastos muy finos, el cual de acuerdo con la prospección geofísica puede tratarse de arcillas o limos, éste último subyace al basamento rocoso impermeable.

El horizonte permeable saturado que representa al acuífero en el valle estudiado está constituido por dos (02) sub horizontes:

El superior conformado por varias capas, cuya granulometría varía de clastos medios a gruesos, de buena permeabilidad y con espesores que varían de 10 a 32 m.

El inferior constituido mayormente por una capa pero de mayor potencia que el anterior (33 a 53 m), en el que el tamaño de los clastos varían de medios a finos y en consecuencia es menos permeable que el horizonte superior.

3.6. GEOFÍSICA

3.6.1. Generalidades

Con fines de determinar los espesores de las capas del acuífero, la profundidad de los horizontes y del basamento rocosos impermeable y el grado de mineralización y salinidad del agua subterránea, le Intendencia

de Recursos Hídricos del INRENA realizó trabajos de prospección geofísica.

El método utilizado en la prospección geofísica ha sido la geoelectrica mediante la ejecución del denominado Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) con configuración Schlumberger.

Entre el 17 de mayo y el 30 de noviembre del 2005, fueron tomados los datos de campo correspondientes a los 634 sondeos eléctricos verticales- SEV efectuados en todo el valle Zaña.

Para el presente estudio solo se han considerado los sondeos que se encuentran dentro del área de estudio establecida, siendo un total de 497 sondeos. (Ver Figura N° 3.4).

Mediante estos sondeos se puede conocer a partir de la superficie del terreno, la distribución de las distintas capas geoelectricas en dirección vertical; cuya interpretación y posterior análisis determinará la resistividad verdadera y espesor de cada capa.

3.6.2. Resultados del los sondajes

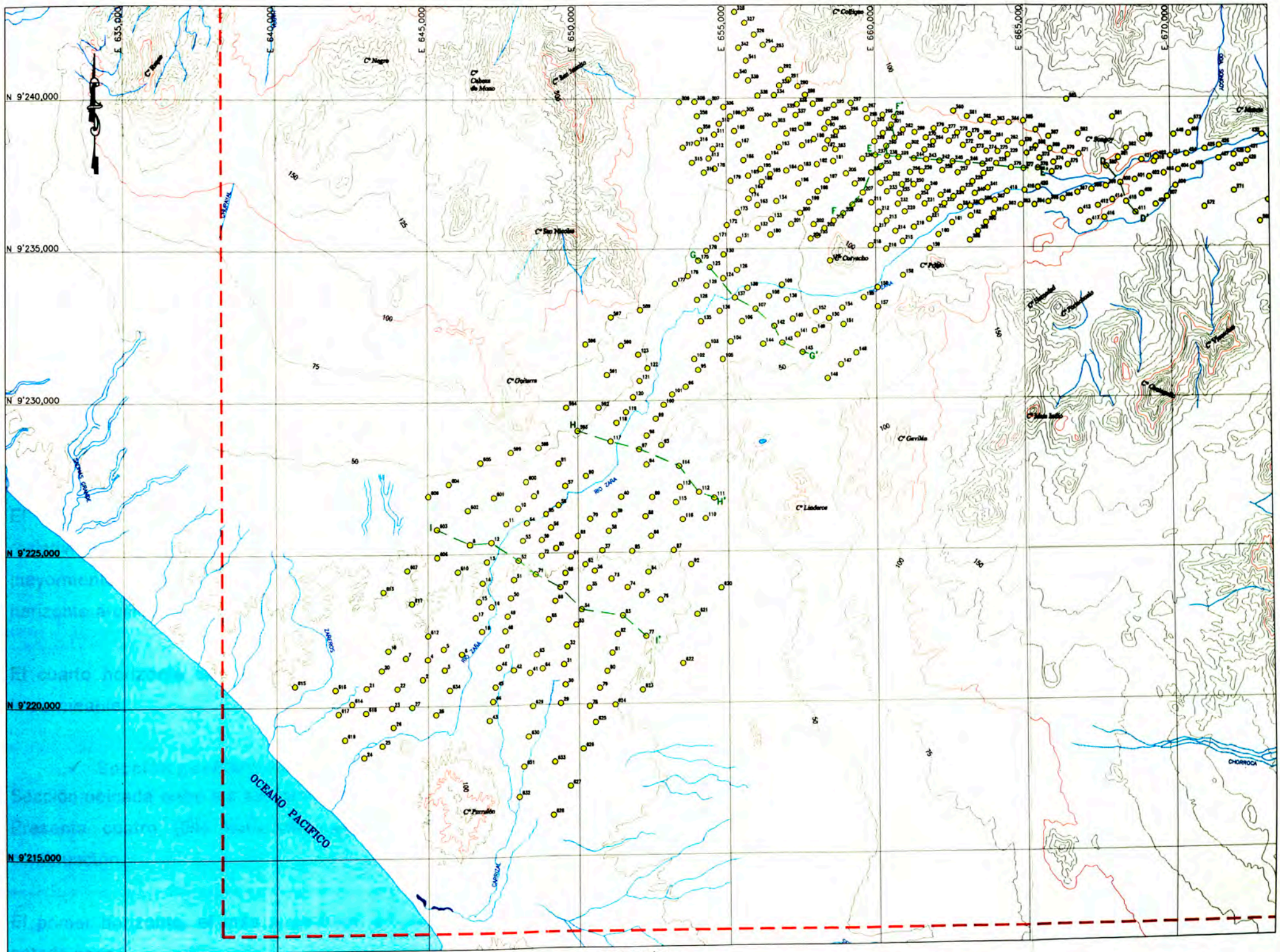
La interpretación de los sondeos (SEVs) ha permitido elaborar secciones geoelectricas transversales y longitudinales al río Zaña, así como los planos geofisicos.

a. Secciones geoelectricas

Las secciones ubicadas en diferentes sectores del valle Zaña (Ver Figura N° 3.4). y su posterior análisis, han permitido identificar las diferentes capas u horizontes que conforman el subsuelo (acuifero), así como también; sus espesores y características geoelectricas.

A continuación se describen 06 secciones geoelectricas ubicadas dentro del área de estudio

FILE: F:\Disco Miguel\Mis Documentos\Tesis\02 Cuerpo de tesis\O Reporte Final\Figuras\Figura 3.4 Ubicacion de Sondeos Electricos Verticales.dwg



LEYENDA

- CURVAS DE NIVEL EXISTENTES
- RÍOS Y QUEBRADAS
- LAGUNAS
- LÍMITE DEL MODELO
- SECCIONES GEOELÉCTRICAS
- SONDAJE ELÉCTRICO VERTICAL REALIZADOS POR INRENA (2005)

- NOTAS:**
1. SECCIÓN GEOELÉCTRICA D-D' (VER ANEXO C.4)
 2. SECCIÓN GEOELÉCTRICA E-E' (VER ANEXO C.5)
 3. SECCIÓN GEOELÉCTRICA F-F' (VER ANEXO C.6)
 4. SECCIÓN GEOELÉCTRICA G-G' (VER ANEXO C.7)
 5. SECCIÓN GEOELÉCTRICA H-H' (VER ANEXO C.8)
 5. SECCIÓN GEOELÉCTRICA H-H' (VER ANEXO C.8)
 6. SECCIÓN GEOELÉCTRICA I-I' (VER ANEXO C.9)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 3.4.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE ZAÑA

UBICACIÓN DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

FIGURA N°
3.4

✓ **Sección geoelectrica D – D’.** Ver Figura B.4 del Anexo B
Sección ubicada entre los sectores Huaca Tendida y Huaca La Ternera.
Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos.

El primer horizonte está conformado mayormente por una sola capa y se encuentra en estado seco.

El segundo horizonte, subyace al anterior y está constituido por varias capas, todas saturadas.

Presenta dos subhorizontes, el superior sólo se observa entre los SEV 415 y 411 variando sus resistividades entre 65 y 70 ohm.m (clastos gruesos permeables); y el inferior cuyas resistividades varían de 30 a 45 ohm.m (clastos medios permeables). Este horizonte actualmente es explotado y representa al horizonte permeable saturado.

El tercer horizonte de gran potencia (65.00 – 97.00 m) pero con resistividades bajas (12 – 17 ohm.m), que indicarían que los clastos son mayormente finos de poca o nula permeabilidad. Este representa al horizonte arcilloso impermeable.

El cuarto horizonte de alta resistividad representa al horizonte rocoso impermeable.

✓ **Sección geoelectrica E – E’.** Ver Figura B.5 del Anexo B
Sección ubicada entre los sectores Cayaltí, Cuatro Hermanos y La Garita.
Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos, que se describen a continuación.

El primer horizonte, el más superficial, de poco espesor (2.00 m) y en estado seco.

El segundo horizonte, subyace al anterior, está constituido por dos subhorizontes, ambos en estado saturado.

El superior subyace al primer horizonte y presenta resistividades que varían de 33 a 65 ohm.m (clastos medios – gruesos de buena permeabilidad) con espesores que fluctúan de 7.00 a 17.00 m. El inferior de mayor espesor que el superior (13.00 – 33.00 m) con resistividades que varían de 20 a 25 ohm.m; valores que representan a clastos mayormente medios permeables. Este horizonte es actualmente explotado y presenta de aceptables a buenas condiciones hidrogeológicas. Este representa al horizonte permeable saturado.

El tercer horizonte infrayace al segundo y es de mayor potencia (70.00 – 99.00 m) pero con resistividades bajas (2 – 13 ohm.m) que representan a clastos finos (arcillas) de poca o nula permeabilidad. Este representa el horizonte arcilloso impermeable.

El cuarto horizonte se observa a partir de los 102.00 y 130.00 m de profundidad, tiene altos valores de resistividad y representa al horizonte rocoso impermeable.

✓ **Sección geoelectrica F – F'.** Ver Figura B.6 del Anexo B
Se encuentra ubicada en los sectores Santa Sofía y Cayaltí. Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos, con las siguientes características.

El primer horizonte de espesor muy reducido (3.00 m) y en estado seco.

El segundo horizonte subyace al anterior y está constituido por dos subhorizontes, ambos en estado saturado. El superior de mejor calidad sólo se observa entre los SEVs 209 y 253 con resistividades que varían entre 33 y 44 ohm.m, valores que representan clastos mayormente de tamaño medio con inclusiones de gruesos, de aceptable permeabilidad, aunque su espesor varia de 5 a 10 m. El inferior de mayor espesor que el anterior (5.00 – 33.00 m) pero con resistividades menores (15 – 27 ohm.m) que representan a clastos medios a finos permeables. Este representa al horizonte permeable saturado, actualmente en explotación.

El tercer horizonte se ubica a partir de los 9.00 a 39.00 m de profundidad, es de mayor espesor que los anteriores (llega hasta 86.00 m), pero con resistividades mayormente entre 5 – 14 ohm.m que representa a clastos finos a muy finos de poca o nula permeabilidad. Este representa al horizonte arcilloso impermeable.

El cuarto horizonte subyace al anterior y por sus valores altos de resistividad, representa al horizonte rocoso impermeable.

✓ **Sección geoelectrica G – G’.** Ver Figura B.7 del Anexo B Ubicada entre los sectores La Colca de San Marcos, Nuevo Barrio y La Otra Banda. Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos; que tiene las siguientes características.

El primer horizonte de espesor reducido (2.00 – 5.00 m) pero en estado seco.

El segundo horizonte actualmente en explotación, se encuentra en estado saturado y está conformado por dos subhorizontes; el superior se observa entre los SEV 124 y 146 ; cuyas resistividades mayormente varían de 27 a 39 ohm.m (clastos medios permeables) y sus espesores no sobrepasan los 16.00 m. El inferior de mayor espesor (hasta 20.00 m) y con resistividades que varían entre 17 y 25 ohm.m (mayormente clastos finos – medios, permeable). Este representa al horizonte permeable saturado, actualmente en explotación.

El tercer horizonte es de gran potencia (81.00 – 118.00 m), con resistividades eléctricas que varían de 5 a 10 ohm.m, que representa a clastos finos (arcilla) de poca o nula permeabilidad. Por su conformación este representa al horizonte arcilloso impermeable.

El cuarto horizonte, por sus valores de las resistividades (altas) representa al horizonte rocoso impermeable.

✓ **Sección geoelectrica H – H’.** Ver Figura B.8 del Anexo B
Sección que abarca los sectores El Cruce, Santa Rosa, Mocupe y San Francisco de Mocupe. Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos, observándose las siguientes características.

El primer horizonte, es el más superficial, de poco espesor (3.00 – 11.00 m) y se encuentra en estado seco.

El segundo horizonte está conformado por varias capas, todas en estado saturado, con resistividades que varían superficialmente entre 31 y 48 ohm.m (SEV 97 y 112) que representa clastos medios – gruesos permeables; a cierta profundidad las resistividades decrecen de 11 a 21 ohm.m (clastos mayormente finos con medios de aceptable permeabilidad). Su espesor varía entre 10 y 43 m. Actualmente representa al horizonte permeable saturado.

El tercer horizonte subyace al anterior, se encuentra en estado no saturado, con resistividades que varían entre 5 – 9 ohm.m que representan a clastos muy finos (arcillas) impermeable. Presenta gran potencia (42.00 – 88.00 m) y representa al horizonte arcilloso impermeable.

El cuarto horizonte se observa a partir de los 88.00 – 125.00 m de profundidad (en el SEV 593 a los 53.00 m) por sus altos valores de resistividad representa al horizonte rocoso impermeable.

✓ **Sección geoelectrica I – I’.** Ver Figura B.9 del Anexo B
Abarca los sectores San Miguel, San Aurelio y La Manga. Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos.

El primer horizonte es el más superficial y se encuentra en estado seco, mientras que el segundo horizonte subyace al anterior y está constituido por varias capas, todas en estado saturado, con resistividades que varían entre 15 y 30 ohm.m (clastos medios permeables). Sus espesores

fluctúan entre 8.00 y 53.00 m. y representa al horizonte permeable saturado.

El tercer horizonte de gran potencia (superior a 90.00 m) se encuentra constituido por clastos muy finos (arcillas) cuya resistividad baja, varía de 3 a 7 ohm.m. Este representa al horizonte arcilloso impermeable.

El cuarto horizonte subyace al anterior, de altos valores de resistividad y representa al horizonte rocoso impermeable.

3.7. EI SISTEMA ACUÍFERO

3.7.1. Características geométricas y litológicas

a. Geometría del acuífero

Para describir la forma del acuífero del valle en estudio, éste fue dividido en dos partes, que a continuación se detallan:

La primera que comprende desde el sector Santa Rosa y se va ensanchando aguas abajo en ambas márgenes del Río Zaña terminando entre los cerros Culpón y Motete, hasta el sector de Guayaquil. La segunda, que es la que se encuentra dentro del área de estudio, tiene forma de abanico y comprende desde el sector de Guayaquil (Este sector no se ubica dentro del área de estudio) ensanchándose progresivamente aguas abajo en ambas márgenes del río Zaña y bruscamente entre los sectores que limitan con los cerros Collique y San Juanito por los sectores de las pampas de Cayaltí en el Norte, continuando hacia el sector de Lagunas extendiéndose hasta el cerro Purrulén.

En relación a sus límites; el acuífero por el norte está limitado lateralmente en ambas márgenes del río por los afloramientos rocosos; observándose aguas arriba la presencia de los cerros Motete, Songoy, El Cura, Humedad y Portachuelo. Por el sur, limita con los afloramientos rocosos de los cerros La Guitarra, Purrulén, Linderos y Gavilán.

La prolongación en profundidad de las rocas consolidadas, constituyen el substrato, impermeable, sobre el cual descansan los depósitos fluvio-aluviales.

b. Características litológicas

Los resultados del estudio geológico – geomorfológico en el área de estudio, así como el análisis de los perfiles litológicos de algunos pozos ubicados dentro del valle efectuados por INRENA, ha permitido conocer la litología del acuífero que es principalmente **aluvial de edad cuaternaria**.

Litológicamente el acuífero está constituido por cantos, gravas, guijarros, arenas y limos entremezclados en diferentes proporciones formando horizontes (capas y lentes) de espesores variables y se presentan en forma alternada en sentido vertical.

3.7.2. La napa subterránea

La napa freática en el valle de Zaña es libre; siendo su fuente de alimentación, las aguas que se infiltran de la parte alta de la cuenca, tal es el caso del río Nanchoc (zona húmeda), y las que se infiltran a través del lecho del río Zaña. Asimismo la infiltración de los canales de regadío sin revestir y de las áreas de cultivo que se encuentran bajo riego. También son zonas de recarga al acuífero, las aguas que provienen de las quebradas Songoy, El Alumbral y El Cerezo.

3.7.3. Morfología de la napa

En base a las medidas de las cotas de los niveles de agua efectuados en la red piezométrica realizada por INRENA, se han considerado 91 pozos dentro del área de estudio en estados utilizados y utilizables, de los cuales, 01 se encuentra en Nueva Arica, 27 en Cayaltí, 24 en Zaña y 39 en Lagunas (Ver Figura N° 3.5). Las medidas de los niveles de agua se resumen en el Anexo A.2

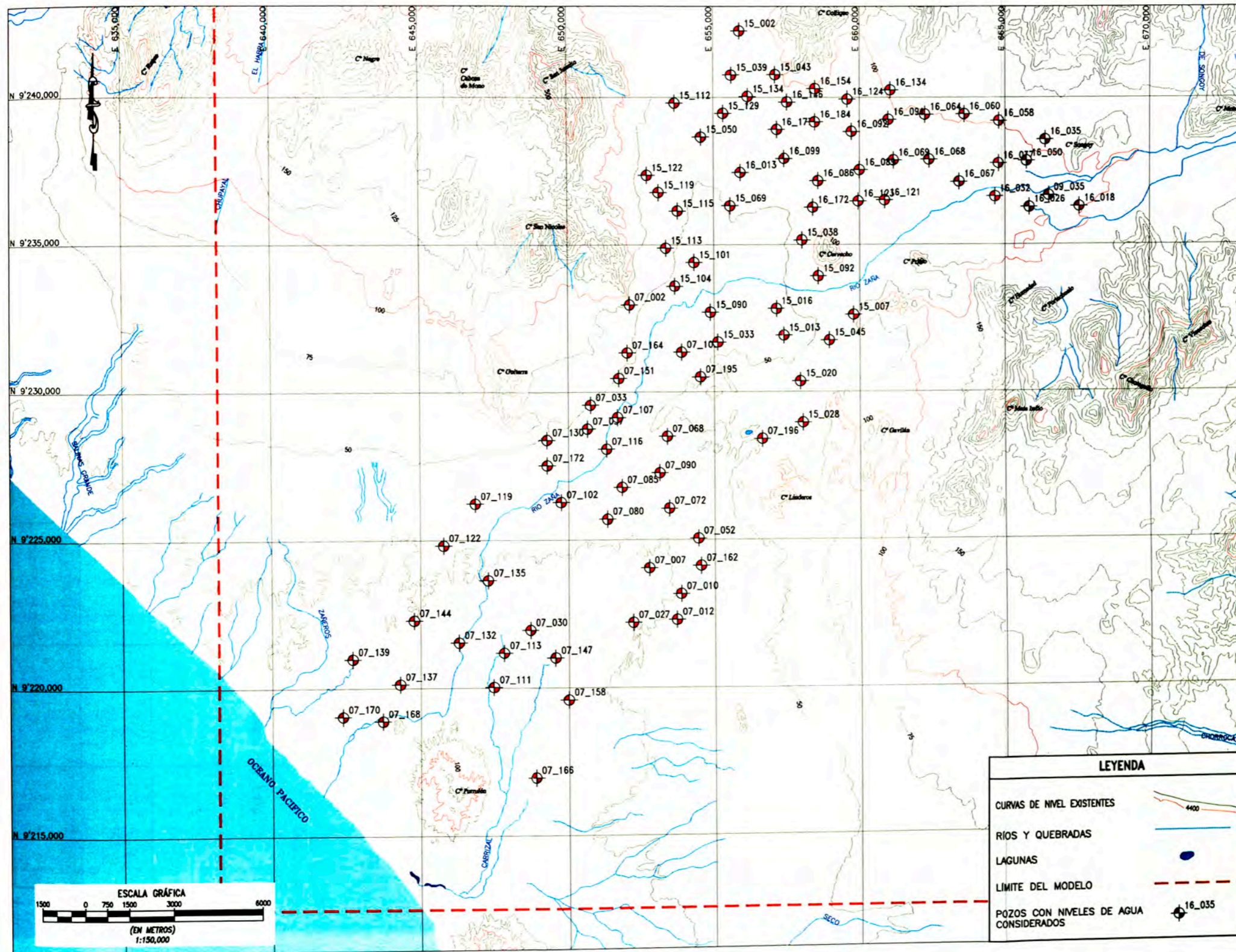
De acuerdo a la información de niveles de agua, se ha podido deducir lo siguiente:

- ✓ En la zona ubicada en la parte media del valle que comprende los distritos de Zaña y Cayaltí el sentido del flujo predominante de la napa es de noreste a suroeste, su gradiente hidráulica promedio es de 0.62 %; mientras que sus cotas de agua varían de 98.00 a 42.00 m.s.n.m.
- ✓ En la zona ubicada al suroeste del valle de Zaña (Parte Baja), y comprende íntegramente al distrito de Lagunas. En esta zona, el sentido del flujo predominante de la napa es de noreste a suroeste, su gradiente hidráulica promedio es de 0.27 %; mientras que sus cotas de agua varían de 36.00 a 6.00 m.s.n.m.

3.7.4. Profundidad de la napa

Con las medidas de las profundidades de los niveles de agua en reposo referidos al nivel del terreno natural realizado entre los meses de Mayo y Junio del 2005 se ha elaborado la Figura N° 3.6 donde se compara las cotas del nivel de agua subterránea y la cota del terreno existente de donde se observa lo siguiente:

En parte media del valle conformada por los distritos de Zaña y Cayaltí, el nivel del agua se ubica de 0.15 a 23.20 m de profundidad mientras que en el distrito de Lagunas la profundidad de agua varía de 0.39 m a 21.00 m.



POZO	NORTE	ESTE	ELEVACION
07_002	9'232,958	652,102	63.00
07_007	9'224,040	652,757	26.00
07_010	9'223,162	653,850	27.70
07_012	9'222,288	653,705	25.50
07_027	9'222,195	652,202	22.20
07_030	9'221,949	648,693	22.90
07_033	9'229,555	650,749	46.70
07_037	9'228,748	650,641	40.20
07_052	9'225,039	654,441	36.00
07_068	9'228,488	653,384	39.00
07_072	9'226,047	653,450	34.00
07_080	9'225,889	651,320	31.80
07_085	9'226,759	651,824	36.80
07_090	9'227,252	653,122	35.00
07_102	9'226,259	649,747	33.50
07_105	9'231,346	653,891	47.80
07_107	9'229,133	651,673	42.00
07_111	9'220,020	647,457	19.50
07_113	9'221,177	647,806	22.90
07_118	9'228,059	651,298	40.80
07_119	9'226,213	648,854	31.00
07_122	9'224,813	645,784	28.00
07_130	9'228,370	649,274	43.90
07_132	9'221,529	648,293	23.20
07_135	9'223,634	647,276	28.10
07_137	9'220,125	644,300	14.00
07_139	9'220,979	642,893	9.25
07_144	9'222,278	644,777	19.00
07_147	9'2218	649,543	20.00
07_151	9'230,482	651,724	47.20
07_158	9'219,584	649,987	16.50
07_162	9'224,114	654,530	32.80
07_164	9'231,328	652,015	55.30
07_168	9'216,950	648,880	12.70
07_168	9'218,880	643,716	10.50
07_170	9'219,034	642,380	6.40
07_172	9'227,508	649,282	35.90
07_195	9'230,503	654,529	48.00
07_196	9'228,400	656,830	47.00
09_035	9'236,868	666,520	86.00
15_002	9'242,250	655,888	78.00
15_007	9'232,616	659,782	60.00
15_013	9'231,916	657,386	54.40
15_016	9'232,821	657,126	54.80
15_020	9'230,356	657,947	54.00
15_028	9'228,950	658,036	54.30
15_033	9'231,667	655,124	50.00
15_038	9'235,151	658,013	54.20
15_039	9'240,755	655,605	72.00
15_043	9'240,789	657,108	68.00
15_045	9'231,748	658,944	61.50
15_050	9'236,654	654,571	63.30
15_069	9'236,318	655,557	53.00
15_080	9'232,700	654,878	51.70
15_082	9'233,928	658,573	60.00
15_101	9'234,384	654,325	54.30
15_104	9'233,582	653,884	52.50
15_112	9'236,806	653,676	70.70
15_113	9'234,882	653,358	63.00
15_115	9'236,144	653,786	58.00
15_119	9'236,772	653,111	58.50
15_122	9'237,357	652,714	59.00
15_129	9'236,456	655,328	64.85
15_134	9'240,027	656,185	72.50
15_013	9'237,446	655,911	58.00
15_018	9'236,282	657,571	95.20
15_024	9'236,271	655,839	65.00
15_032	9'236,633	654,638	79.00
15_035	9'238,587	656,396	95.00
15_037	9'237,759	654,787	82.50
15_050	9'237,842	655,747	86.00
15_058	9'239,201	654,770	97.00
15_060	9'239,430	653,575	100.00
15_064	9'239,418	652,233	97.00
15_067	9'237,135	653,401	76.10
15_068	9'237,892	652,375	72.30
15_069	9'237,888	651,158	76.00
15_088	9'237,188	658,568	63.10
15_089	9'237,539	659,991	75.20
15_091	9'239,248	650,982	84.00
15_092	9'238,837	659,720	75.00
15_099	9'237,922	657,410	80.00
15_121	9'236,808	650,854	67.50
15_123	9'236,474	659,948	84.00
15_124	9'239,938	659,578	85.00
15_134	9'240,249	651,047	98.00
15_148	9'239,840	657,515	75.00
15_154	9'240,284	658,471	90.00
15_172	9'236,284	658,390	59.00
15_177	9'238,908	657,180	67.00
15_184	9'239,168	658,481	74.40



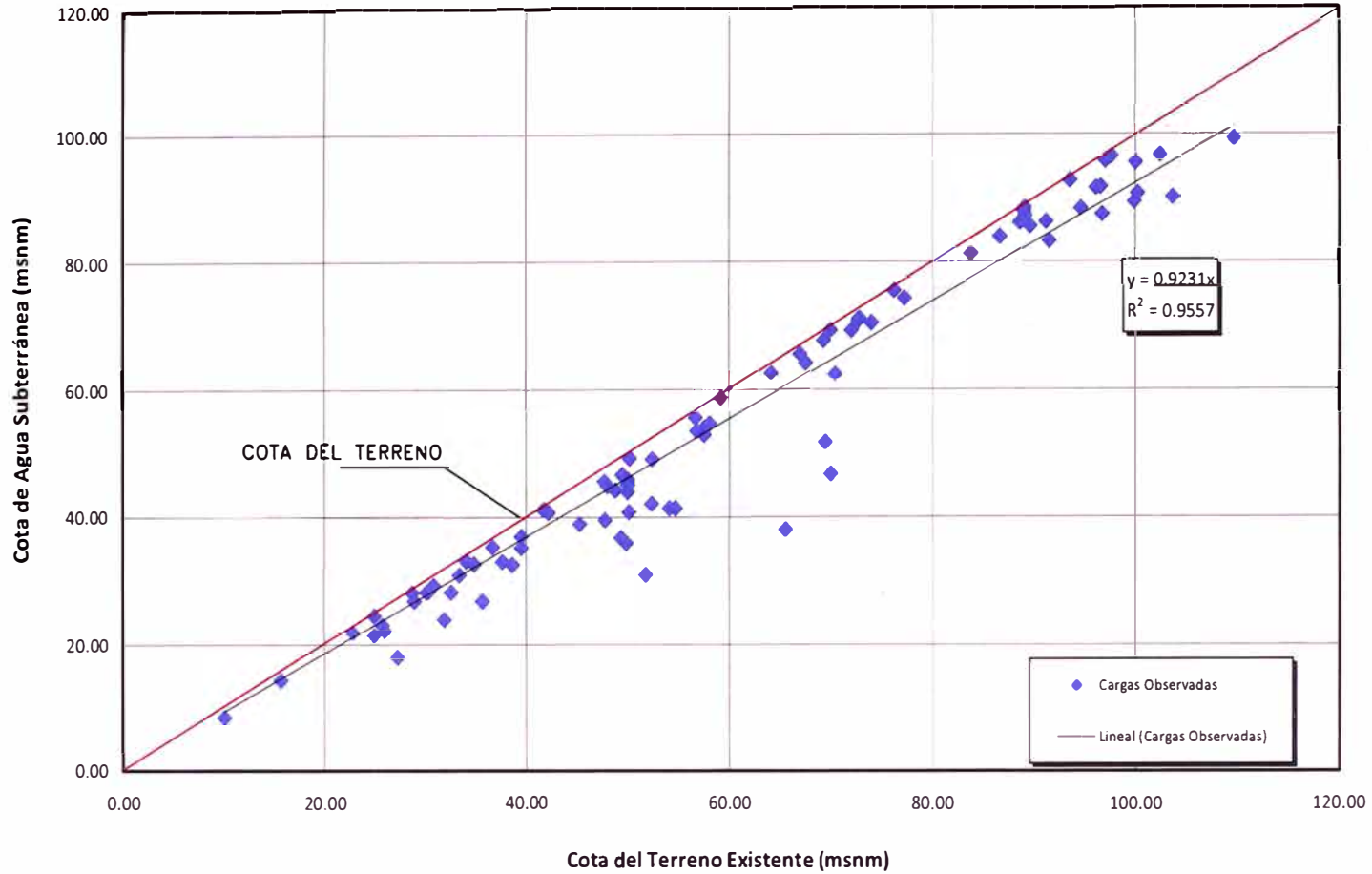
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 3.5.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO
 DEL VALLE ZAÑA

UBICACIÓN DE RED PIEZOMÉTRICA

FIGURA N°
 3.5



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 3.6.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
COTA DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO
EXISTENTE VS. COTA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

FIGURA N°
3.6

3.7.5. Características físicas de las aguas subterráneas

a. Conductividad eléctrica (C.E)

La conductividad eléctrica en el área de estudio fluctúa entre 0.35 y 6.15 mmhos/cm, valores que representan aguas de baja (dulce) a muy alta mineralización (salubre) respectivamente. En ciertos sectores en forma puntual se han obtenido conductividades de 7.86, 11.38, 12.68 y 13.62 mmhos/cm que representan aguas salubres. Con los valores de la C.E se ha elaborado un Mapa de Isoconductividad Eléctrica del área de estudio. Ver Figura 3.7.

Para visualizar la variación de la C.E de las aguas subterráneas en el valle, se ha analizado Mapa de Isoconductividad, para lo cual se ha considerado las siguientes zonas:

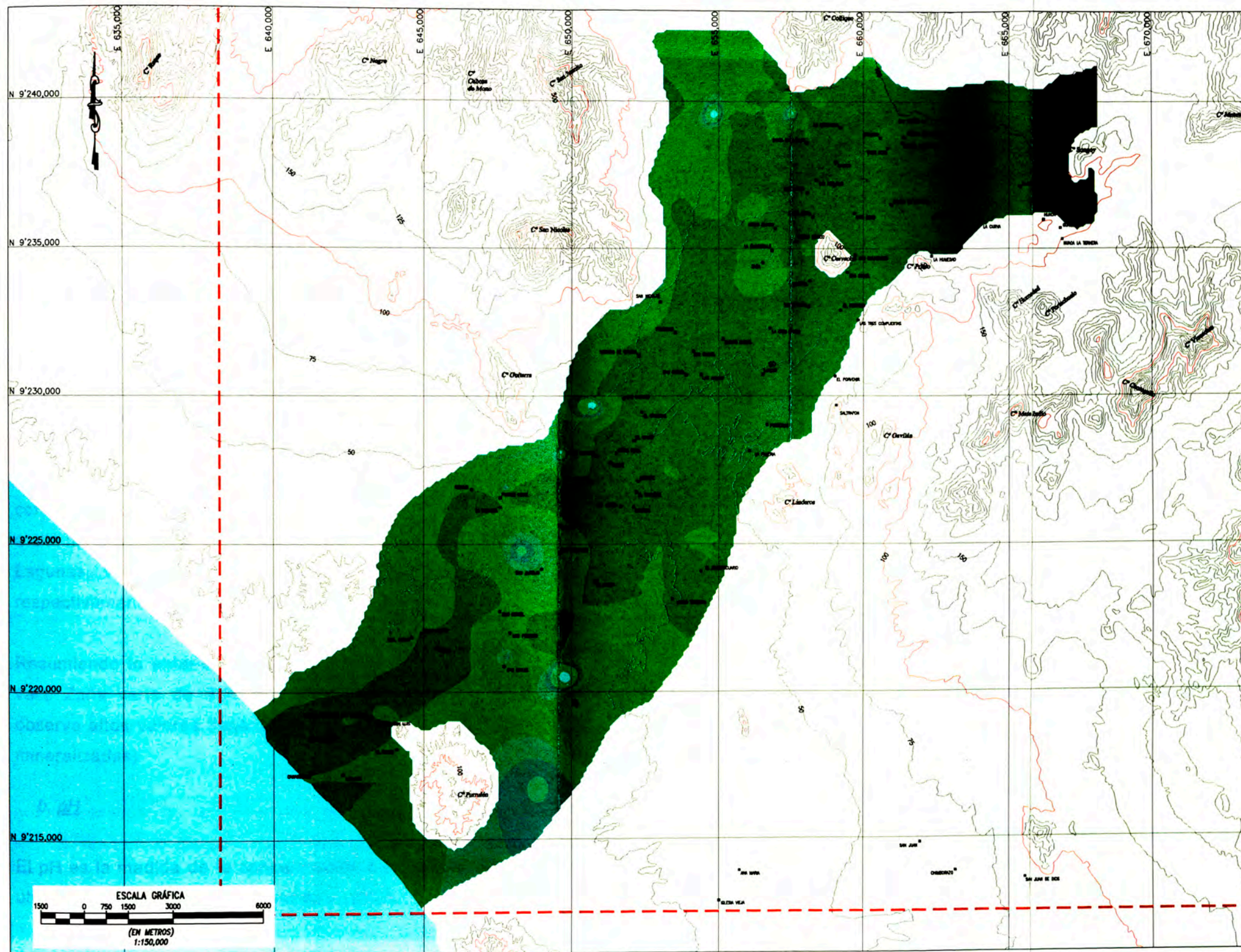
✓ Zona I: Zaña - Cayaltí

En esta zona, la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas fluctúa de 0.43 a 4.53 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de baja (dulce) a alta mineralización (salubre).

Así en el distrito de Cayaltí, entre los sectores Cafetal y Cojal Alto, la C.E. fluctúa de 0.43 a 1.91 mmhos/cm (baja a mediana mineralización) mientras que entre los sectores Cerró León y Santa Rosa, varía de 0.51 a 4.13 mmhos/cm (aguas de baja a alta mineralización). Por otro lado, entre los sectores de Adelinas, Santa Sofía y La Curva; la conductividad eléctrica fluctúa entre 0.60 y 1.23 mmhos/cm valores que representan aguas de baja a mediana mineralización respectivamente.

En el distrito Zaña, observamos que entre los sectores Saltur y Popan Alto, la conductividad eléctrica de las aguas fluctúa de 0.55 a 4.22 mmhos/cm; mientras que entre los sectores Chacarilla, Naylamp y San Luis varía de 0.87 a 4.53 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de baja a alta mineralización respectivamente. Asimismo, se encontró un valor puntual de 7.03 mmhos/cm en el sector San Nicolás (aguas de muy alta mineralización). Por otro lado, entre los sectores de Salitral, La Otra

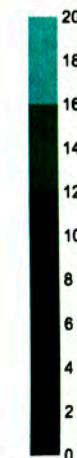
FILE: F:\Disco Miguel\Mis Documentos\Tesis\02 Cuerpo de tesis\0 Reporte Final\Figuras\Figura 3.7 Mapa Isoconductividad.dwg



LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL EXISTENTES	
RÍOS Y QUEBRADAS	
LAGUNAS	
LÍMITE DEL MODELO	
CENTRO POBLADO	
	LA MELCHORA

Isoconductividad Eléctrica (mhos/cm)

Zona Valor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 3.7.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE ZAÑA

MAPA DE ISOCONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

FIGURA N°
3.7

Banda y Tres Compuertas la C.E de las aguas subterráneas fluctúa entre 0.45 y 1.09 mmhos/cm, (aguas de baja a mediana mineralización respectivamente)

✓ Zona II: Lagunas

En esta zona la conductividad eléctrica de las aguas fluctúa de 0.35 a 6.15 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de baja a alta mineralización, encontrándose valores puntuales de 11.38, 12.68 y 13.62 mmhos/cm (muy alta mineralización salubres). Entre los sectores Coloche y San Rafael, la conductividad eléctrica varía de 0.35 a 3.95 mmhos/cm (aguas de baja a alta mineralización), mientras que entre los sectores Mocúpe Nuevo, Úcupe y Mocúpe Tradicional fluctúa de 0.41 a 5.71 mmhos/cm valores que representan aguas de baja a alta mineralización respectivamente.

Por otro lado, entre los sectores Pueblo Libre, Leonera y Carrizal, la conductividad eléctrica de las aguas varía de 0.58 a 6.15 mmhos/cm (baja a alta mineralización); mientras que entre los sectores Rafán y Comunidad Lagunas, varía de 0.72 a 5.86 mmhos/cm (aguas dulces a salubres respectivamente).

Resumiendo lo anterior indicaremos que la conductividad eléctrica en el valle Zaña varía de 0.35 a 6.15 mmhos/cm, aunque puntualmente se observa altos valores llegando hasta 12.62 – 13.62 mmho/cm (altamente mineralizadas)

b. pH

El pH es la medida de la concentración de ión hidrógeno en el agua y es utilizado como índice de alcalinidad o acidez.

Según el informe presentado por INRENA en el año 2006, en el valle Zaña el pH varía entre 5.40 y 8.40 que corresponde a aguas ácidas a alcalinas.

En los distritos de Zaña y Cayaltí, el pH fluctúa entre 5.40 y 8.40 (aguas ácidas a ligeramente alcalinas), mientras que en el distrito de Lagunas, el

pH varía de 7.00 a 8.30, valores que representan aguas neutras a ligeramente alcalinas.

En Las Tablas C.1, C.2, C.3, C.4 y C.5 del Anexo C, se muestra el resumen de los parámetros físicos del valle Zaña.

3.8. HIDRODINÁMICA

3.8.1. Pruebas de bombeo

Con el fin de evaluar las propiedades hidráulicas de los materiales del acuífero, en el área de estudio se realizaron 15 pruebas de bombeo, de las cuales 11 se efectuaron en estudios anteriores (octubre de 1969 y junio de 1974) y cuatro (04) ejecutados el año 2005 para el estudio hidrogeológico elaborado por INRENA en el 2006 (Ver Figura N° 3.8). Solo las pruebas ejecutadas el 2005 se analizaron en el presente estudio para encontrar los parámetros hidráulicos mediante el uso del programa Aqtesolv 4.0 desarrollado por Glenn M. Duffield de Hydrosolve, Inc. dado que no se cuenta con los datos de pruebas de bombeo de años anteriores.

En el Anexo D se muestra el resumen de los resultados obtenidos en los diferentes pozos y las profundidades en las que fueron ejecutados las pruebas de bombeo así como los datos de las pruebas de bombeo y los análisis respectivos.

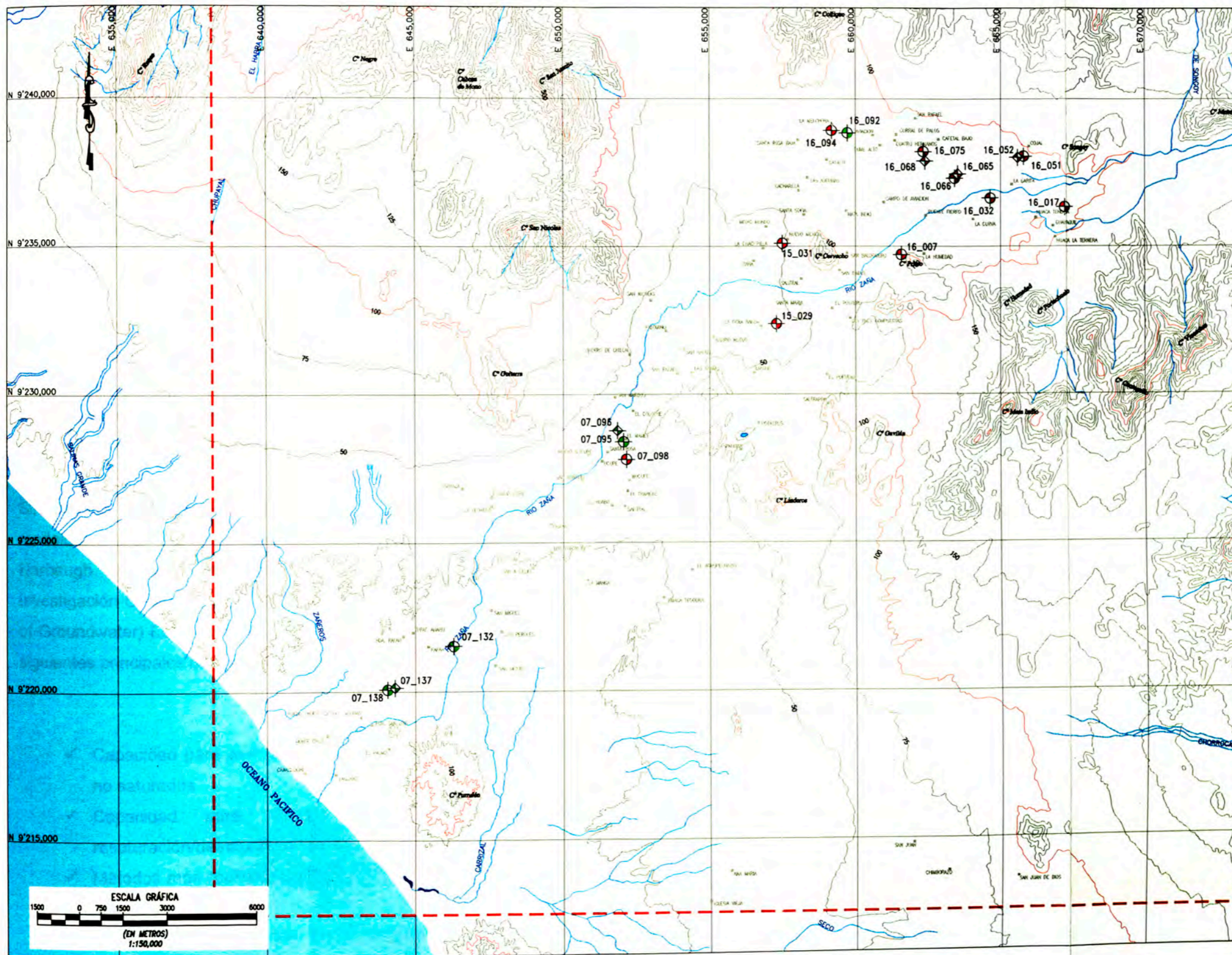
Los resultados de estas pruebas y su posterior análisis permiten determinar las condiciones hidráulicas del acuífero Zaña, constituyendo un método de análisis de los pozos de captación y del acuífero en que están ubicados.

La evaluación hidráulica del valle se ha basado en las pruebas de bombeo y en los perfiles litológicos de los pozos en donde se efectuaron las pruebas.

Los resultados de las pruebas de bombeo realizadas a caudal constante indican valores de transmisividad de 2.90×10^{-3} a 6.80×10^{-2} m²/s en los sectores de Zaña y Cayaltí; mientras que en la zona de Lagunas la transmisividad varía de 5.68×10^{-3} a 3.0×10^{-2} m²/s. Estos valores son representativos de acuíferos libre cuyas características hidráulicas son aceptables para el área en estudio.

Asimismo los valores de Conductividad Hidráulica obtenidos para la zona de Cayaltí y Zaña varían de 8.85×10^{-3} a 4.76×10^{-1} cm/s y para de 6.1×10^{-3} a 2.22×10^{-1} cm/s en el distrito de Lagunas.

Los valores de los coeficientes de almacenamiento varían de 0.02 a 9.0 % para la zona de Cayaltí y Zaña y de 0.02 a 12 % para Laguna. Cabe señalar que los estos valores pueden ser poco confiables debido que las observaciones fueron realizadas en el mismo pozo de bombeo o en pozos de observaciones demasiadas alejadas.



LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL EXISTENTES	
RÍOS Y QUEBRADAS	
LAGUNAS	
LÍMITE DEL MODELO	
POZOS BOMBADOS EN PRUEBAS DEL 1974	
POZOS BOMBADOS EN PRUEBAS DEL 2005	
PIEZÓMETROS EN PRUEBAS 1974	
PIEZÓMETROS EN PRUEBAS 2005	

POZOS BOMBADOS EN PRUEBAS DE 1974			
ID	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
07_098	9°227,799	652,166	38.10
15_029	9°232,374	657,274	54.80
15_031	9°235,098	657,484	55.00
16_007	9°234,713	661,566	69.50
16_017	9°236,326	667,204	93.70
16_032	9°236,633	664,638	79.00
16_051	9°238,048	665,795	89.00
16_066	9°237,315	663,404	77.90
16_075	9°238,211	662,319	83.00
16_094	9°238,921	659,176	78.00

PIEZÓMETROS EN PRUEBAS DE 1974			
ID	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
16_052	9°238,003	665,592	88.00
16_065	9°237,451	663,508	78.50
16_068	9°237,892	662,375	72.30

POZOS BOMBADOS EN PRUEBAS DEL 2005			
ID	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
07_095	9°228,396	652,066	40.25
07_132	9°221,529	646,293	23.20
07_138	9°220,058	644,048	13.30
16_092	9°238,837	659,720	75.00

PIEZÓMETROS EN PRUEBAS DEL 2005			
ID	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
07_096	9°228,772	651,866	41.50
07_137	9°220,125	644,300	14.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 3.8.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE ZAÑA
UBICACIÓN DE PRUEBAS DE BOMBEO

FIGURA N°
3.8

CAPÍTULO 4: SIMULACIÓN DEL ACUÍFERO ZAÑA. ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS MODFLOW Y MODFLOW-SURFACT

Tal como se mencionó en el Capítulo II, el modelo MODFLOW es bastante usado a nivel mundial en estos días. Este modelo utiliza la aproximación de diferencias finitas por lo que discretiza el volumen del acuífero en volúmenes diferenciales. El MODFLOW puede simular el flujo tanto en régimen permanente como transitorio en un medio poroso heterogéneo y anisótropo. Los ejes principales de conductividad hidráulica se alinean con las coordenadas direccionales asumiendo que el agua tiene densidad constante. Este modelo puede simular el comportamiento tanto de pozos, ríos, drenes, evapotranspiración y recarga. Se debe remarcar que este modelo fue desarrollado para flujos en medios saturados.

Sin embargo Hydrogeologic (1996) desarrolló un modelo mejorado en base al modelo estándar de dominio público MODFLOW desarrollado por Mc Donald y Harbaugh (1988) de la Oficina de Aguas Subterráneas del Centro de Investigación Geológica de los Estados Unidos (U.S Geological Survey. Office of Groundwater) Este modelo denominado MODFLOW-SURFACT presenta las siguientes principales mejoras sobre el MODFLOW:

- ✓ Capacidad para simular el flujo tanto en medios saturados como en no saturados.
- ✓ Capacidad para ajustar fácilmente las condiciones de resaturación/desaturación de las celdas del sistema acuífero;
- ✓ Métodos más robustos y estables para la solución de las diferencias finitas;
- ✓ Evita la acumulación de agua mas allá de la altura de recarga asignadas.

Dado que el MODFLOW-SURFACT puede modelar en medios no saturados, la ecuación que emplea es ligeramente diferente que la que utiliza el modelo MODFLOW, incluyéndose en ésta las variables saturadas.

Teniendo en cuenta que el acuífero Zaña está dominado básicamente por flujo en la zona saturada, las variables k_{rw} , θ y S_w de la Ecuación 2.28, que emplea el MODFLOW-SURFACT para el modelamiento de la zona no saturada, no son aplicables, al no utilizarse estas variables; es decir toman valores igual a 1; Por lo tanto la ecuación resultante que utiliza el MODFLOW-SURFACT es la misma que la utilizada por el modelo MODFLOW y que fue determinada en el capítulo II (Ecuación 2.13).

Por tal motivo el empleo de este modelo mejorado, MODFLOW-SURFACT, permite aprovechar sus demás bondades, sobre todo en la restauración de las celdas y en el método de solución para resolver las ecuaciones en diferencias finitas, la cual es más estable numéricamente.

Luego de describir ambos modelos finalmente se determinó emplear para la simulación numérica del acuífero del valle Zaña el modelo MODFLOW - SURFACT Versión 3.0. Este modelo fue utilizado en una interface denominada Groundwater Vistas V5.0 (James O. Rumbaugh y Douglas B. Rumbaugh) desarrollada por Environmental Simulations Inc (ESI).

4.2. MODELO CONCEPTUAL

El presente modelo conceptual fue elaborado en base a la información recopilada y analizada en el capítulo IV.

De acuerdo a la geología regional y de los estudios geofísicos, se establece que el basamento rocoso de tipo volcánico e ígneo forma valles de tipo U en la parte alta de la cuenca. Existe una zona de malas condiciones hidráulicas de espesor considerable, la que es válida suponer como arcilla y que fue establecida así en el Estudio Hidrogeológico del valle elaborado por INRENA (2006), y sobre este la zona propiamente acuífera compuesta por material aluvial.

La evaluación realizada de la información del capítulo IV establece que las entradas al sistema hídrico subterráneo ocurren principalmente de los flujos subterráneos provenientes de las infiltraciones de las precipitaciones en la parte alta de la cuenca del río Zaña. Los aportes por precipitaciones en la parte baja de la cuenca no se han considerado por ser ésta una zona árida. La entrada principal al sistema es la percolación producto del riego en el valle.

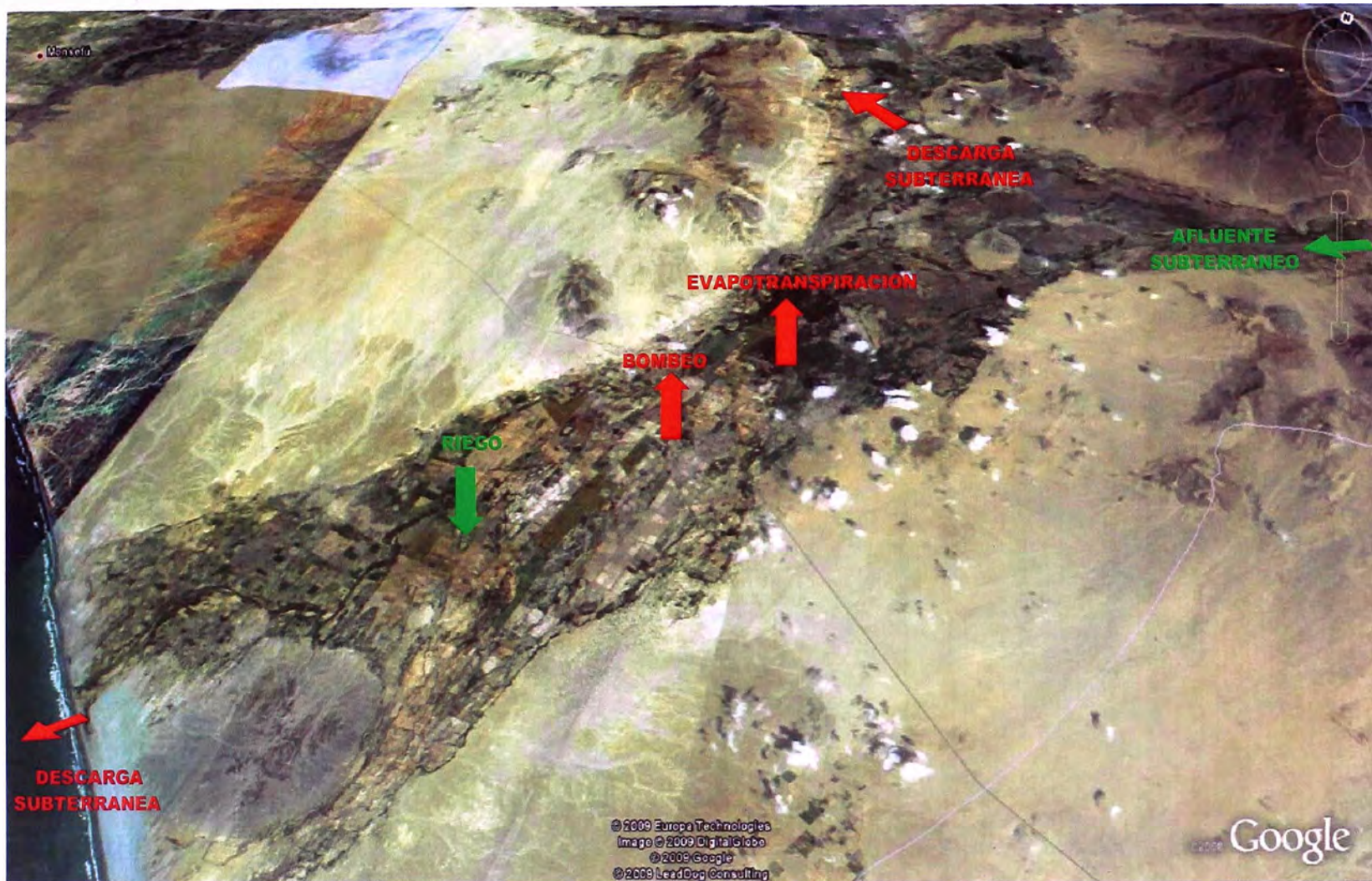
Las salidas del sistema subterráneo vienen dados por el bombeo de los pozos, la evapotranspiración desde las superficies cultivadas y los caudales subterráneos que descargan al océano Pacífico. Cabe mencionar que el volumen extraído por el bombeo de los pozos es bastante bajo (<1%) en comparación con el volumen de riego.

La Figura 4.1 muestra un esquema conceptual del sistema en el que se muestran la interacción entre los flujos de entrada y salida mencionados.

El río Zaña se encuentra conectado hidráulicamente con la napa freática existiendo tramos en la que se comporta como un río efluente y en otros que se comporta como influyente.

Los resultados de las pruebas de bombeo reflejan el comportamiento de un acuífero libre, acorde también con la geología y la geofísica por tratarse de un acuífero compuesto básicamente de material aluvial. El valor asignado para este material se tomó como la media geométrica de todas las pruebas de bombeo a caudal constante realizadas en el valle, siendo este 8.8×10^{-2} cm/s. Dado que la arcilla es un material muy impermeable es válido suponer un valor inicial de 5×10^{-8} cm/s.

Dado que la mayoría de las mediciones en las pruebas de bombeo fueron hechas en el mismo pozo del cual se bombeaba (pozo piloto), se cuenta con escasa información para estimar el coeficiente de almacenamiento. Esta es una de las restricciones que tiene el modelo para ser calibrado en régimen transitorio. De las pruebas realizadas el coeficiente de almacenamiento varía entre 1.06% y 9%.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 4.1.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
 DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
 ESQUEMA DEL MODELO CONCEPTUAL

FIGURA N°
 4.1

4.3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

El modelo hidrogeológico fue construido para simular el flujo subterráneo en régimen permanente en el valle de Zaña sobre un área con dimensiones de 30 Km. de Oeste a Este y de 30 Km. de Norte a Sur. El origen del modelo presenta coordenadas UTM, sistema WGS84, Zona 17, Este: 638,210 y Norte: 9'212,520. La ubicación y la extensión del área a modelar han sido definidas teniendo en cuenta la información disponible tales como, estudios previos, pruebas de permeabilidad y mediciones de nivel de agua.

4.3.1. Discretización espacial del acuífero

El área del modelo fue dividido en planta con celdas rectangulares de 120 m. por 120 m. Asimismo. El modelo incluye un total de 2 capas horizontales (Ver Figura N° 4.2):

Capa 1: Horizonte de buenas condiciones hidráulicas (buena permeabilidad), representando la capa de material cuaternario (Básicamente material aluvial) con un espesor variable, que alcanza los 80 m aproximadamente.

Capa 2: Horizonte de malas condiciones hidráulicas (Capa arcillosa impermeable de acuerdo con el estudio hidrogeológico elaborado por INRENA), con un espesor variable y cuya superficie de fondo es la del basamento rocoso. El espesor de esta capa varía entre 70 y 110 m.

La Topografía de la superficie del terreno empleada en el modelo (Ver Figura N° 4.3), fue obtenida en base a las cartas nacionales 14-d, 14-e, 15-d y 15-e del IGN. Esta información fue interpolada mediante el software *Surfer 8.0* con el método *Kriging*, generando superficies que posteriormente fueron ingresadas al modelo. Se escogió este modelo de interpolación dado que presenta un equilibrio entre la exactitud de la información y el suavizado. Esto se pudo comprobar previamente con otros modelos de interpolación que no representaron la topografía de la zona de estudio de mejor manera el *Kriging*. La geometría superior de la segunda capa fue construida en base a los datos de secciones geoelectricas construidas por INRENA a partir de los sondeos

eléctricos verticales. Del mismo modo que la topografía, la información de sondajes fue interpolada mediante el software Surfer con el método de Kriging.

4.3.2. Propiedades Hidrogeológicas del Acuífero

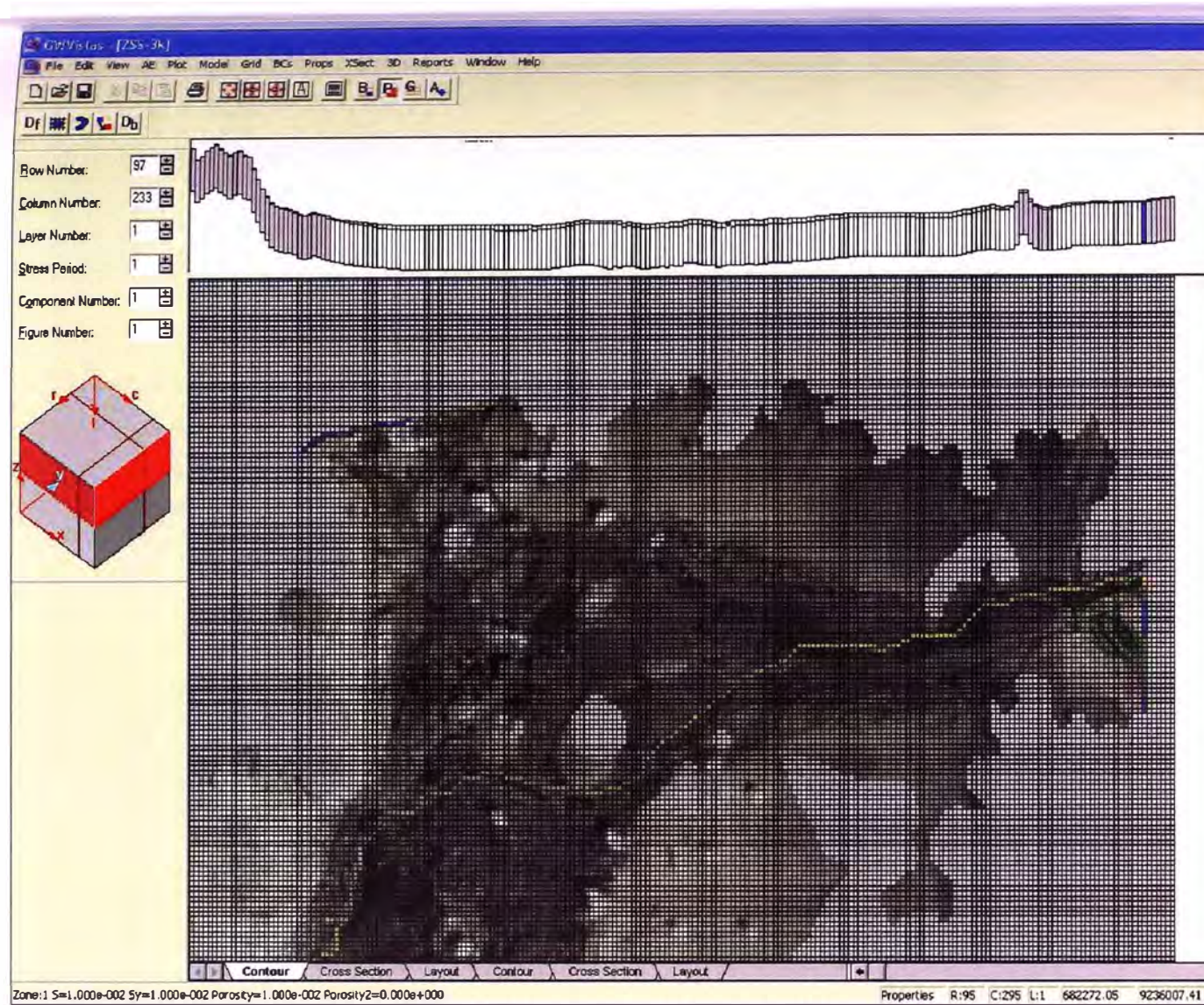
Las propiedades hidrogeológicas del acuífero corresponden a la conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento los cuales fueron obtenidos de un total de 19 pruebas de bombeo realizadas en los años 1974 y 2005 por la DGAS e INRENA respectivamente. Inicialmente se asignaron valores promedios estimados, los mismos que fueron modificados durante la etapa de calibración, a fin de ajustar los niveles freáticos calculados a los niveles observados.

a. Conductividad hidráulica

Inicialmente el modelo consideró una distribución uniforme tanto para la primera capa como para la segunda, generándose por lo tanto solo una zona por cada capa. La conductividad hidráulica que el modelo recibió inicialmente para la primera capa fue 8.35×10^{-2} cm/s correspondiente a la media geométrica de las conductividades hidráulicas, y de 5×10^{-8} cm/s correspondiente al orden de magnitud del valor de la conductividad hidráulica de la arcilla para la segunda capa. Para la primera capa, se asumieron los valores de conductividad hidráulica vertical 10 veces menor que la conductividad hidráulica horizontal. Esta relación fue variando durante la calibración posterior del modelo (Ver Tabla N° 4.1)

Tabla N° 4.1. Valores de Conductividad Hidráulica ingresados al modelo

Capa	Kx (cm/s)	Ky (cm/s)	Kz (cm/s)
1	8.35E-02	8.35E-02	8.35E-03
2	5.00E-08	5.00E-08	5.00E-08

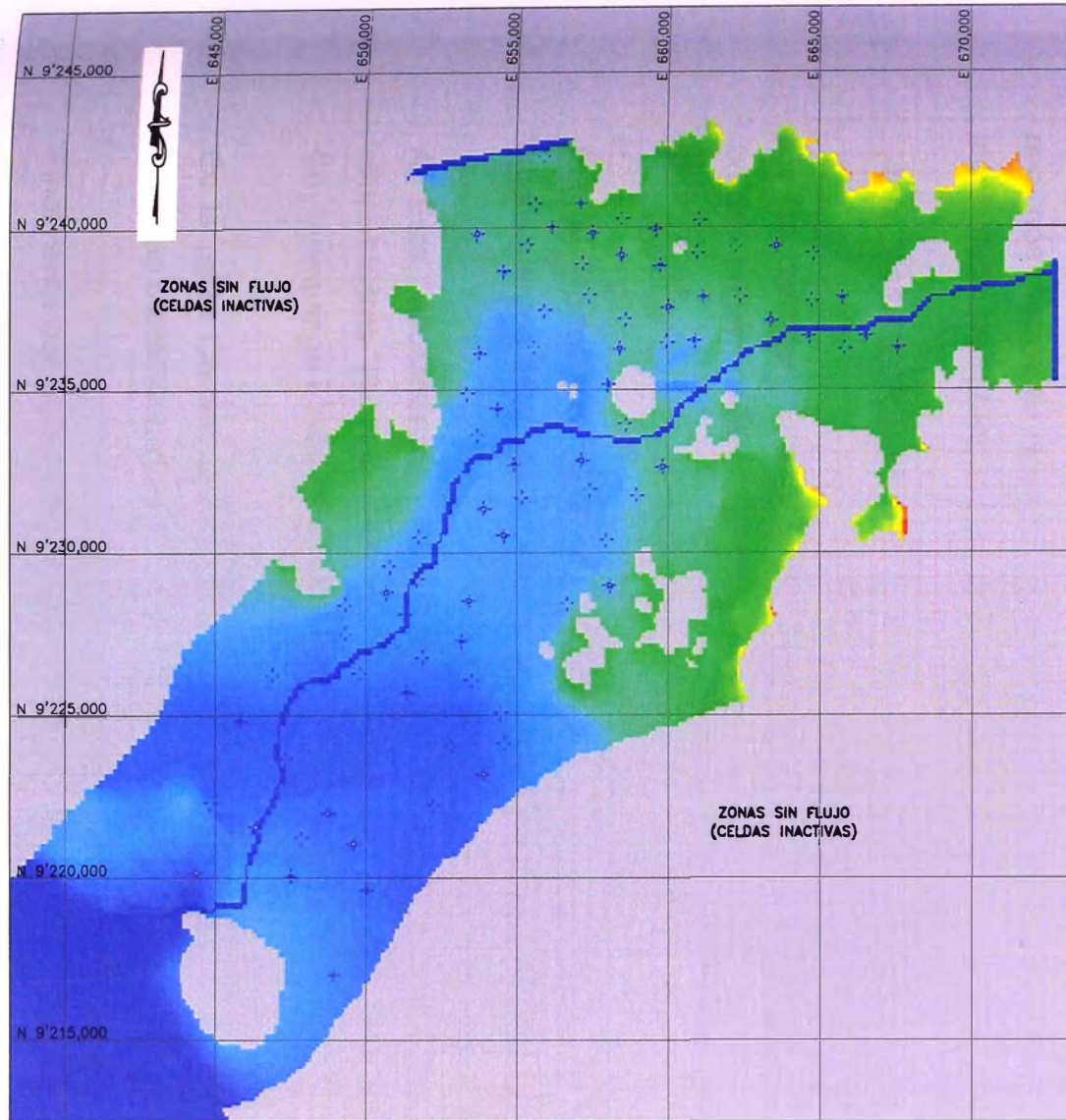


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

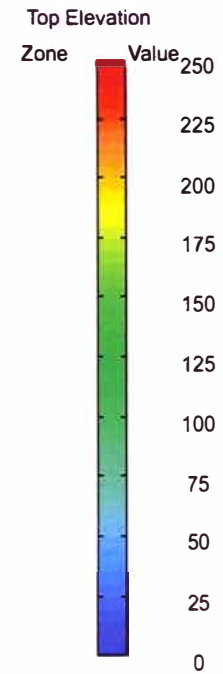
DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 4.2.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
 DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
 DISCRETIZACIÓN DEL ACUÍFERO ZAÑA

FIGURA N°
 4.2



LEYENDA



NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 4.3.dwg

**MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA**
TOPOGRAFÍA DEL ÁREA DEL MODELO

FIGURA N°
4.3

b. Coeficiente de almacenamiento

Considerando que se cuenta con escasa información y poco confiable (debido a que solo se obtuvieron mediciones en el mismo pozo) acerca del coeficiente de almacenamiento y de niveles de agua para modelar en régimen transitorio no fue necesario ingresar al modelo estos valores.

4.3.3. Condiciones de borde asignadas

En esta etapa de la construcción del modelo incluimos las condiciones de borde que nos permiten resolver la ecuación diferencial, de las cuales se han identificado las siguientes (Ver Figura N° 4.4):

a. Bordes impermeables

De las características geológicas del valle Zaña se asumieron los siguientes bordes impermeables que son representados por las siguientes formaciones geológicas

Por el Norte: los intrusivos del cretáceo medio, el Volcánico Oyotún y Afloramientos del grupo Pulluycana -Quilquiñan.

Al Este, afloramientos de la formación Pariatambo, el Volcánico Llama, afloramientos del grupo Pulluycana – Quilquiñan, afloramientos del grupo Goyllarisquizga e intrusivos del cretáceo medio a superior.

En la parte Central, afloramientos del grupo Goyllarisquizga e intrusivos del cretáceo medio a superior.

Finalmente por el Sureste, Afloramiento de la Formación Salas. Y al Suroeste, afloramiento del Volcánico Llama.

b. Potenciales impuestos (Cargas Constantes)

No se disponen de datos de caudales de infiltración por lo que para determinar la recarga subterránea en la parte alta del área del modelo se ha utilizado los niveles de los pozos de observación disponibles en la zona.

La recarga subterránea en la parte alta se ha representado como cargas constantes. Los valores de las cargas en los límites Norte y Este del modelo fueron obtenidos previo análisis de la geometría de la napa.

Por lo tanto, los potenciales impuestos al modelo representados como cargas constantes se detallan a continuación. (Ver Figura N° 4.4).

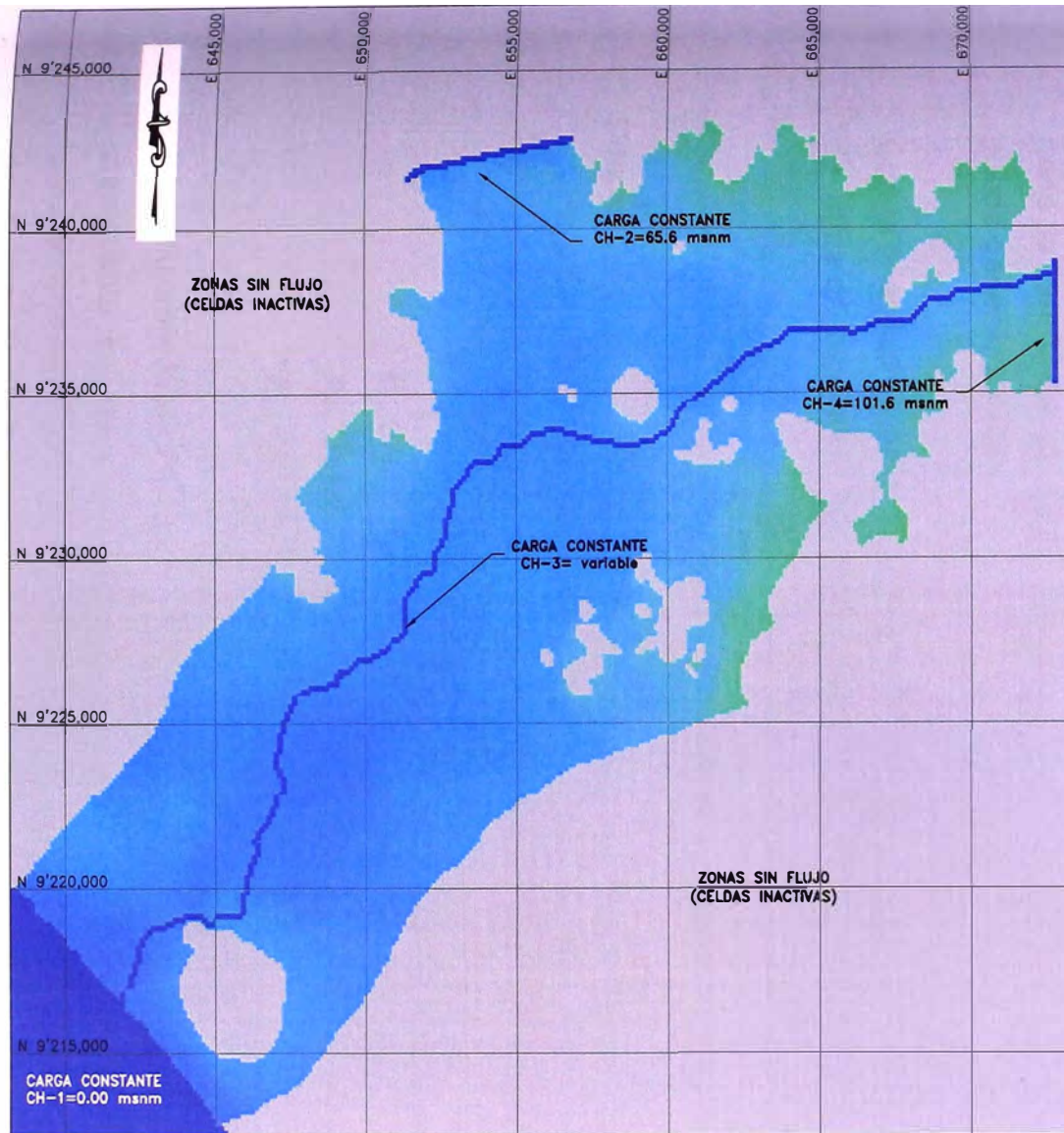
- Por el Oeste: Representado el mar una carga constante de 0.0 m.s.n.m.
- Por el Norte: Representado la conexión entre los acuíferos Zaña y Lambayeque la carga constante de $h = 65.6$ m.s.n.m.
- Por el Este: Representando la recarga proveniente de las infiltraciones en la parte alta de la cuenca la carga constante de $h = 101.6$ m.s.n.m.

Otra consideración que fue tomada como una condición de carga constante es el río Zaña. Para representar de una manera simple la conexión hidráulica con el acuífero. Dado que el lecho del río sigue el patrón de la topografía, los valores de la carga del río se asumieron como los valores de la topografía menos 2 m simulando el borde libre del río.

Todas las condiciones antes mencionadas permanecerán constantes durante la calibración y simulación del modelo.

c. Pozos de bombeo

Con la finalidad de simplificar el modelo no se han considerado pozos de bombeo en el modelo para la calibración. Esto es razonable debido a que las tasas de bombeo utilizadas en la actualidad son bajas en comparación con las recargas tanto de infiltración de riego como las subterráneas provenientes de la parte alta de la cuenca. Asimismo los niveles freáticos medidos en la mayoría de casos fueron realizados con las bombas paradas, pudiéndose considerar como un funcionamiento medio del acuífero en condiciones naturales.



LEYENDA

- CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE
- CONDICIÓN DE BORDE: NO FLUJO



NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.
2. LA CARGA CONSTANTE CH-3 ES VARIABLE YA QUE TOMA LOS VALORES DE LA COTA TOPOGRÁFICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 4.4.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA

CONDICIONES DE BORDE

FIGURA N°

4.4

d. Recarga

Dado que en la zona no hay precipitación considerable y que ésta es consumida mayormente por los cultivos, se asume que la recarga del acuífero viene dada por la infiltración de riego que hay en el valle. La Figura N° 4.5 muestra la asignación de la recarga sobre el modelo, establecida en base a una fotografía aérea (Google Earth, 2008)

La demanda de agua para riego tiene por objetivo satisfacer las necesidades de agua de los cultivos, sin embargo debido a ineficiencias en los sistemas, parte la demanda de agua aportada no es aprovechada por los cultivos y puede generar recarga.

Con la finalidad de estimar el valor de recarga se ha estimado las necesidades de agua de los cultivos en base a la siguiente ecuación:

$$DA = A \times \frac{(ET_o \times k_c - P_e)}{1000 \cdot E_r}$$

Donde:

DA : Demanda de Agua (miles de m³/año)

A : Área de Cultivo (Km²)

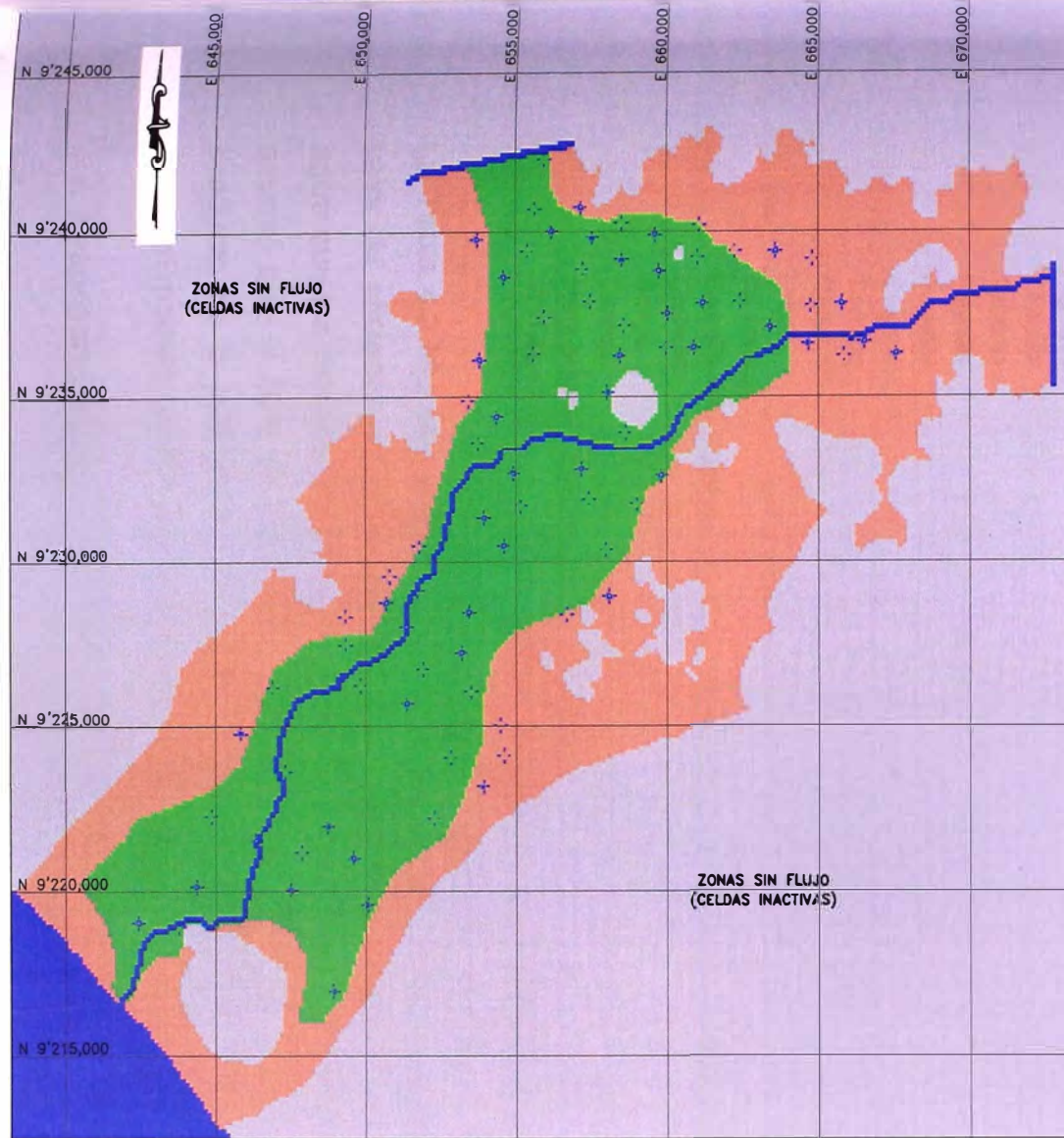
ET_o : Evapotranspiración Potencial (mm/año)

k_c : Coeficiente de cultivo

P_e : Precipitación efectiva (mm/año)

E_r : Eficiencia de riego

El coeficiente de cultivo k_c ; varía a lo largo del año, dependiendo de la etapa de crecimiento en que se encuentra la planta. Para efectos del cálculo se consideraron coeficientes de cultivo promedio obtenido del Manual FAO N° 32 de Riego y Drenaje. Asimismo, el valor de precipitación efectiva fue considerada como el 90% de la precipitación en base al método de *U.S. Bureau of Reclamation*. La precipitación considerada en la sección de clima fue de 56.8 mm



LEYENDA

- CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE
- CONDICIÓN DE BORDE: NO FLUJO
- + POZOS DE OBSERVACIÓN

Recarga (m/día)	
Zona	Valor
1	0.00e+000
2	6.58e-003



NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 4.5.dwg

**MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA**
DISTRIBUCIÓN DE LA RECARGA

FIGURA N°
4.5

Tabla N° 4.2. Demanda de agua de los Cultivos

Cultivo	Área Cultivada (Ha)	Kc	DA (miles de m ³ /año)
Maíz amarillo	2,744.10	1.15	84,741.31
Caña azúcar (empresa)	2,549.40	1.25	85,910.00
Arroz	1,723.24	1.20	55,642.90
Caña azúcar (usuario)	619.42	1.25	20,873.29
Yuca	435.08	1.10	12,823.05
Alfalfa	222.86	1.10	6,568.32
Pastos	219.05	0.95	5,530.48
Algodón	126.50	1.20	4,084.65
Zapallo	82.74	1.10	2,438.58
Tabaco	79.60	1.20	2,570.26
Repollo	49.46	0.95	1,248.75
Frutales	38.49	1.05	1,080.20
Caigua	25.25	0.95	637.50
Tomate	23.17	1.15	715.52
Chileno	22.80	1.05	639.87
Frijol	15.00	1.15	463.22
Ají Panca	10.00	1.05	280.64
Cebolla de Cabeza	8.00	1.05	224.52
Camote	7.00	1.15	216.17
Sorgo	5.50	1.10	162.10
Lenteja	2.00	1.10	58.95
Maíz blanco	1.00	1.15	30.88
TOTAL	9,009.66		286,941.15

La Tabla 4.2 Muestra la estimación de la demanda de agua de los cultivos. El valor de eficiencia de riego fue asumido en 40%. Por lo tanto el volumen de agua que las plantas necesitarían sería 286,941 miles de m³/año. Asimismo se asumió que el 20% de este volumen recargue directamente al acuífero como producto de la infiltración (57,388.2 miles de m³/año) distribuidos en toda el área del modelo como una tasa de recarga equivalente a 245.9 mm/año.

e. Evapotranspiración

La evapotranspiración no se aplica directamente al modelo, pero es considerada en la estimación de la recarga mediante la demanda de los cultivos. El valor de evapotranspiración estimado para el valle es de 1126.7 mm/año. La estimación de la evapotranspiración se presenta en la tabla F.1 del anexo F.

4.4. EJECUCIÓN Y CALIBRACIÓN DEL MODELO NUMÉRICO

4.4.1. Ejecución del Modelo

Para la ejecución del modelo, se debe elegir el método de interpolación para la solución de la ecuación matricial con las ecuaciones diferenciales. El software empleado, Groundwater Vistas, permite elegir entre cuatro métodos que vienen implementados dentro del MODFLOW: El método de la Conjugada del Gradiente Precondicionado (PCG2, Preconditioned Conjugate-Gradient Package), el Procedimiento Fuertemente Implícito (SIP, Strongly Implicit Procedure Package), y el método de la Multimalla Geométrica (GMG, Geometric Multi-Grid). El método PCG2 fue mejorado e implementado por el MODFLOW-SURFACT y denominado PCG5.

Durante las primeras evaluaciones se pudo concluir que el método más rápido y que brindaba mayor estabilidad fue el PCG5 el cual fue usado en todas las ejecuciones realizadas.

Este método se basa en dos procedimientos o pasos desarrollados por Meijerink y Van der Vorst (1977) la cual es una rutina para resolver grandes matrices de ecuaciones distribuidas de manera simétrica. Este método de solución es iterativo, y aproxima el gran arreglo de ecuaciones diferenciales parciales en un primer paso pre condicionando la matriz con los coeficientes de las diferencias finitas de un sistema de ecuaciones simétricos general calculando una descomposición triangular de Cholesky de la matriz inicial, y como segundo paso las iteraciones de gradientes conjugadas de una solución inicial asumida. Esto hace que el método sea más rápido y estable.

Las aproximaciones del método se realizan mediante iteraciones externas e internas. En las iteraciones externas, se actualizan los parámetros hidrogeológicos del sistema (Conductividades hidráulicas, espesor saturado, almacenamientos) en un arreglo factorizado de matrices, mientras que las iteraciones internas dan solución iterativa a las matrices creadas en las iteraciones externas. Asimismo, el modelo contempla dos niveles de factorización. El nivel 1 en el que se requieren menos iteraciones pero mayor memoria y un nivel 0 que requiere menos memoria pero mayor cantidad de

iteraciones. También permite el uso de la linearización de Newton Raphson el cual entrega mayor estabilidad. Los parámetros utilizados por este sistema son mostrados en la tabla N° 4.3

Tabla N° 4.3. Parámetros utilizados para la solución

Parámetro	Valor
Número de Iteraciones externas	150
Número de Iteraciones internas	600
Máxima ortogonalización	0.1
Criterio de convergencia en el cambio de carga	0.001
Uso de la linearización de Newton Raphson	Sí
Factor de reducción Residual	0.1
Nivel de Factorización	1

4.4.2. Proceso de calibración del modelo numérico

El proceso de calibración para el presente modelo numérico, se realizó en régimen permanente, donde se simuló el comportamiento de la napa freática promedio de los meses de Mayo y Junio del 2005.

Durante la calibración se tuvo en consideración ciertos cambios en cuanto a la asignación de condiciones de borde tales como la participación o no del río Zaña y la definición areal de la zona de recarga, pero básicamente la calibración consistió en la variación de los parámetros de conductividad hidráulica en ambas capas ingresados inicialmente al modelo con el fin de minimizar la sumatoria de los cuadrados de las diferencias entre las cargas hidráulicas predichas por el modelo y las cargas hidráulicas medidas (SSR). Se repitió este proceso usando una búsqueda por zonas en la que cada parámetro se varía de forma individual para obtener el mejor ajuste hasta que finalmente se obtuvo el ajuste más adecuado para todos los parámetros. En principio la calibración se realizó de manera manual, generando nuevas zonas de acuerdo con las variaciones de los niveles de agua subterránea en el área de estudio. El cociente de la conductividad horizontal y vertical se mantuvo en una proporción de 1 a 10 para la primera capa durante la calibración del modelo. Una vez alcanzada una buena

correlación se procedió a utilizar el programa PEST – ASP (Watermark Numerical Computing, 2004) para realizar la calibración automática. En esta última etapa, el PEST otorga la propia relación entre la conductividad hidráulica horizontal y vertical de las diferentes zonas. El Resumen del proceso de calibración se describe en la Tabla N° 4.4 y en la Figura N° 4.6.

Tabla N° 4.4. Resumen de las Etapas de Calibración

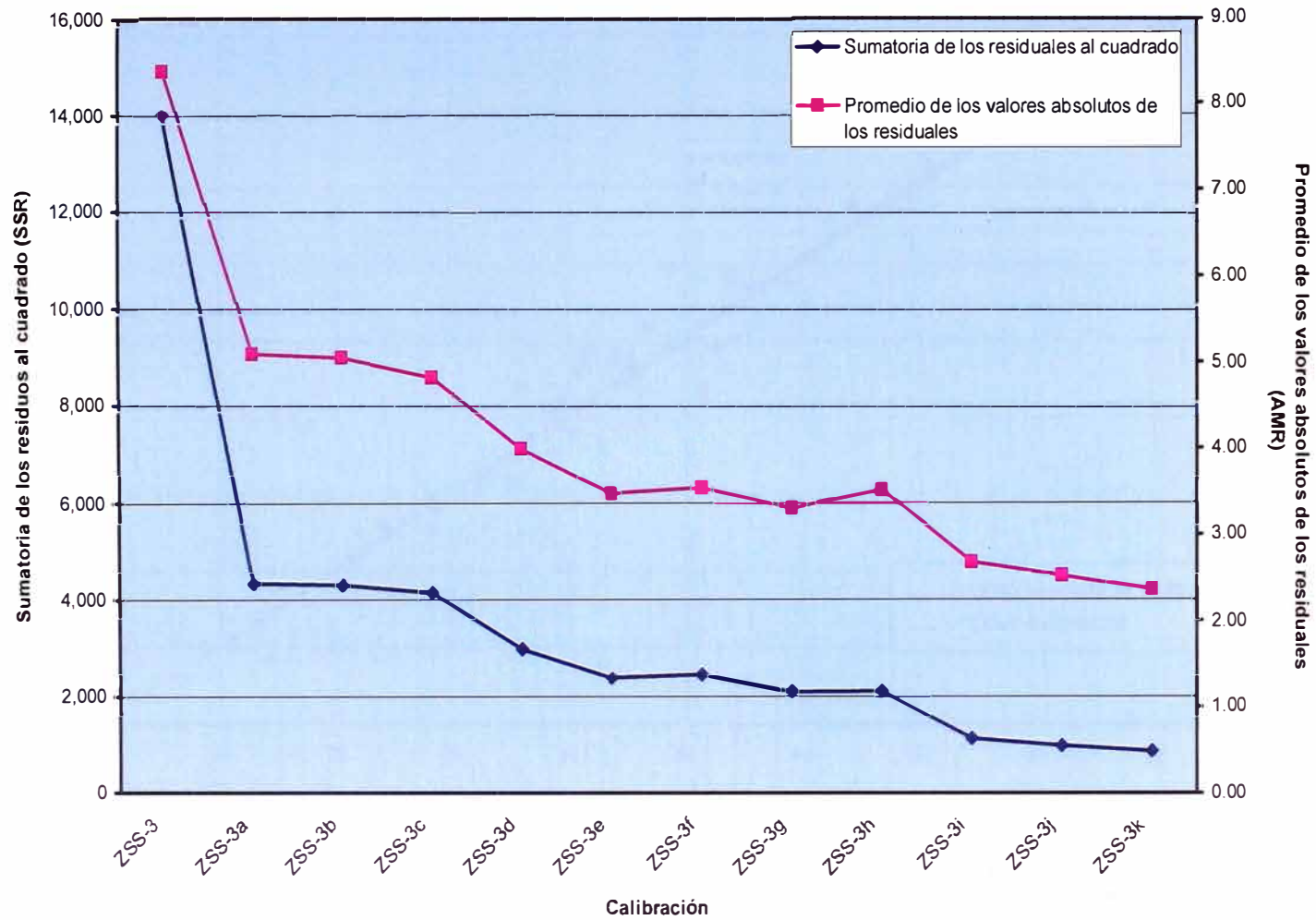
Calibración	Modelo	Descripción	Recarga (m/día)	RSS	ARM
1	ZSS-3	Modelo sin calibrar, 2 capas, $K_h=K_v$. Se considero al rio Zaña como carga constante	3.00E-05	14,010	8.40
2	ZSS-3a	Modelo calibrado manualmente $K_h=K_v$ Considerando al rio Zaña como carga constante	3.00E-05	4,345	5.11
3	ZSS-3b	Modelo calibrado automáticamente por capas $K_h \neq K_v$ sin considerar al rio Zaña como carga constante	3.00E-05	4,314	5.07
4	ZSS-3c	Continuación del modelo ZSS-3b Modelo calibrado automáticamente con 15 puntos pilotos en la primera capa	3.00E-05	4,144	4.84
5	ZSS-3d	Modelo ZSS-3a calibrado manualmente al que se le agrego una tercera zona de 0.001, en la parte norte	3.00E-05	2,984	4.00
6	ZSS-3e	Modelo ZSS-3d modificando el área de la tercera zona extendiéndola hacia el centro	3.00E-05	2,387	3.49
7	ZSS-3f	Moldeo ZSS-3e modificando los límites del acuífero	3.00E-05	2,451	3.55
8	ZSS-3g	Modelo Calibrado por zonas 1, 2, 3 y 4 y modificación de Zonas de Recarga	3.00E-05	2,084	3.31
9	ZSS-3h	Modelo ZSS-3g con nueva recarga estimada asumiendo 20% de la demanda de agua para riego	6.74E-04	2,102	3.52
10	ZSS-3i	Modelo ZSS-3h calibrando manualmente por zonas	6.74E-04	1,134	2.69
11	ZSS-3j	Modelo ZSS-3i con corrección de Topografía en la zona de Cayaltí	6.74E-04	978	2.53
12	ZSS-3k	Modelo ZSS-3j calibrando automáticamente por zonas $K_h \neq K_v$	6.74E-04	867	2.37

Modelo Final Calibrado

RSS : Sumatoria de los residuales al cuadrado

ARM : Promedio de los valores absolutos de los residuales

Los resultados de la calibración del modelo se presentan en la Figura N° 4.7



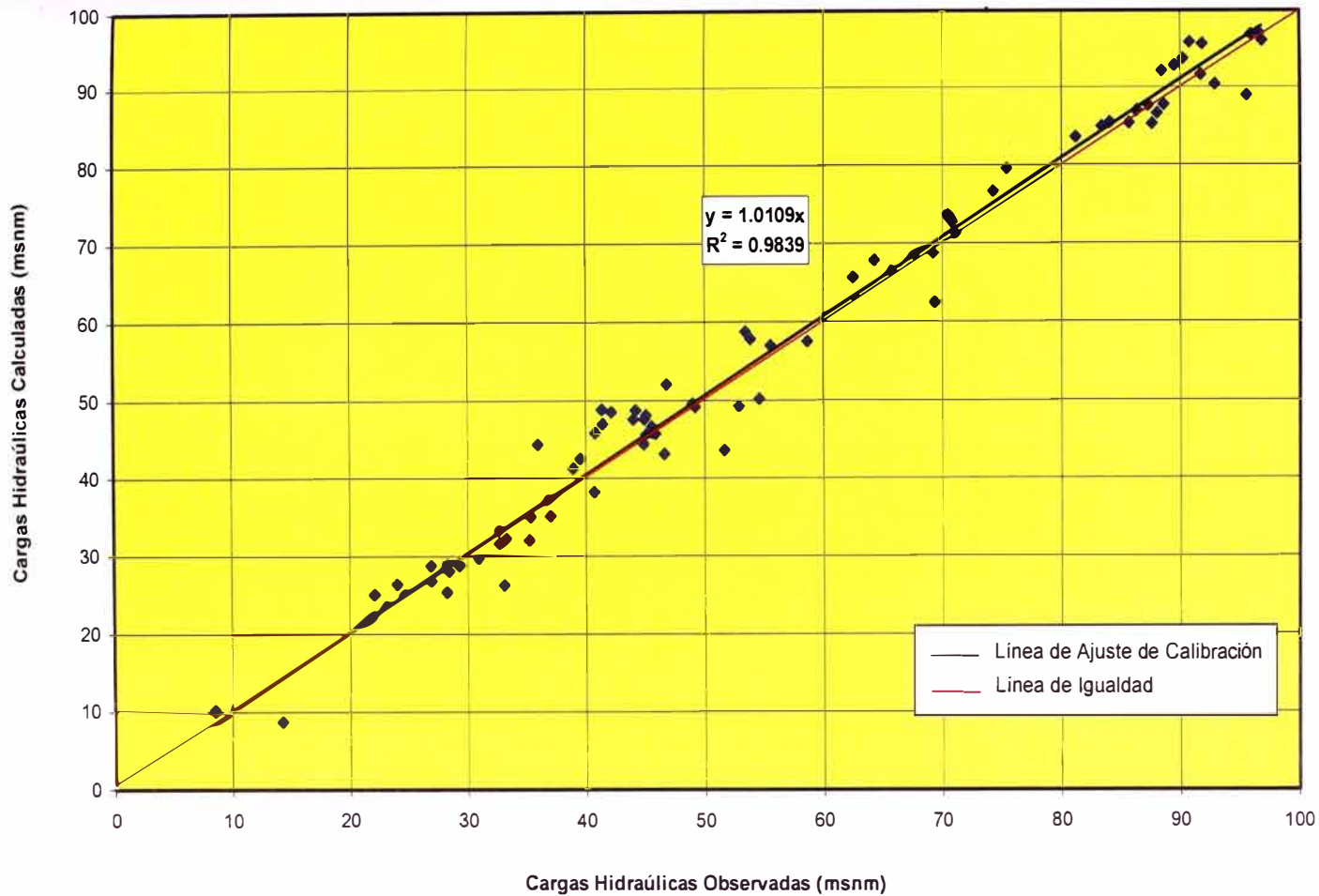
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 4.6.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
 DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA

ETAPAS DE CALIBRACIÓN

FIGURA N°
 4.6



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 4.7.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
 DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
 CARGAS HIDRÁULICAS CALCULADAS VS OBSERVADAS

FIGURA N°
 4.7

Como es evidente en esta figura, se obtuvo una coincidencia aceptable entre los resultados del modelo predichos y medidos con un coeficiente de correlación de 0.983. El error absoluto promedio (valor absoluto de la diferencia entre las cargas medidas y simuladas) fue 2.37 m. con una desviación estándar de 3.17 m para un total de 86 puntos. Asimismo se puede apreciar que la mayor cantidad de datos presenta una diferencia de aproximadamente de 3 m. entre las cargas hidráulicas calculadas y las cargas observadas tal como se aprecia en la Figura N° 4.8.

La Tabla 4.5 presenta los parámetros del modelo determinados con la calibración del modelo. Los valores de conductividad hidráulica determinados guardan buena relación general con los valores promedio determinados con las pruebas de bombeo.

Tabla N° 4.5. Conductividades hidráulicas obtenidas por calibración

Zona	Kh_x (cm/seg)	Kh_y (cm/seg)	Kv_z (cm/seg)	Kh/Kv
1	9.73E-02	9.73E-02	4.63E-03	21.0
2	7.03E-05	7.03E-05	6.88E-06	10.2
3	6.90E-02	6.90E-02	3.47E-03	19.9
4	1.90E-03	1.90E-03	8.10E-05	23.4
5	1.30E-01	1.30E-01	4.63E-03	28.1
6	7.08E-03	7.08E-03	2.38E-03	3.0

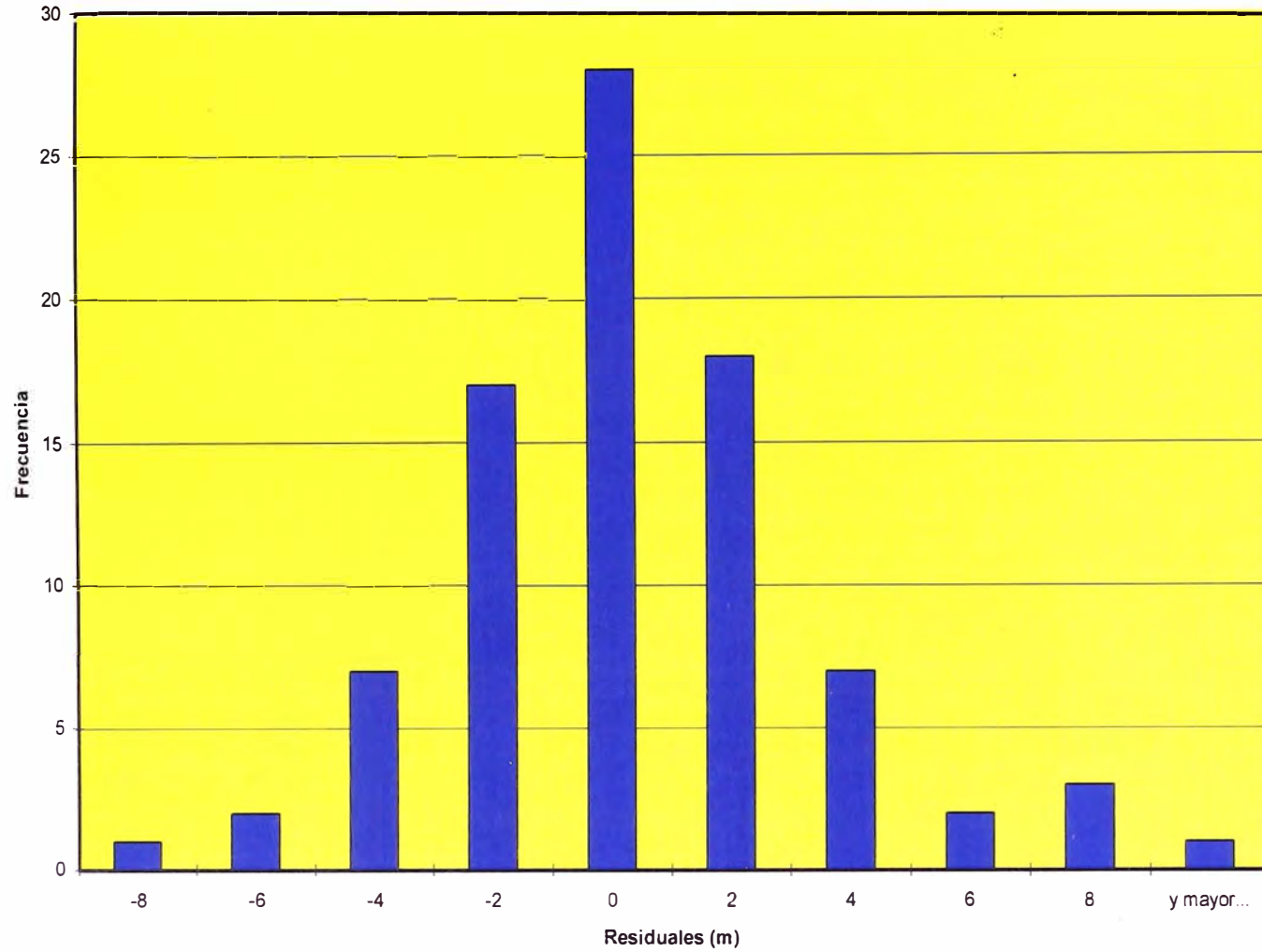
En las Figuras 4.9 y 4.10 se presenta la distribución de la permeabilidad por capas determinada por la calibración del modelo. La distribución de conductividad hidráulica encontrada indica que el material aluvial en gran parte del distrito de Cayaltí (Pampas de Cayaltí) es la zona con menor conductividad hidráulica. Esto puede deberse a que la matriz del material aluvial puede estar constituido en mayor parte de limos y arcilla. Sin embargo, tanto el distrito de Lagunas como la parte baja de los cerros Del Cabrero y el Cura son las zonas que presentan mayor conductividad hidráulica.

Asimismo, el balance de agua obtenido nos da un error de 0.13 % el cual es por demás aceptable. La tabla 4.6 muestra los caudales de ingresos y salidas del modelo.

Tabla N° 4.6. Resumen del balance de aguas global obtenido

Entrada Total	3,492.4	L/s
Recarga Superficial	1,298.3	L/s
Recarga desde el río	1,700.8	L/s
Recarga Subterránea desde aguas arriba	493.4	L/s
Salida Total	3,496.9	L/s
Descarga Hacia el río	3,454.9	L/s
Descarga Hacia el Mar	30.8	L/s
Descarga Norte	11.1	L/s
Error de Balance	(0.13 %)	-4.5 L/s

Tal como muestra la tabla, el río descarga la mayor cantidad de agua subterránea en ciertos tramos dependiendo de la topografía. Este resultado explica los altos niveles de agua subterránea, principalmente en el centro del valle, ocasionados por la intensa recarga producto del riego cuyo flujo se dirige hacia el río. Por otro lado vale resaltar el bajo valor de descarga al mar con 30.8 L/s. Esto puede explicarse debido a que la topografía en la parte final del valle (cerca al mar) es mas plana aún, generando que las velocidades sean muy bajas.

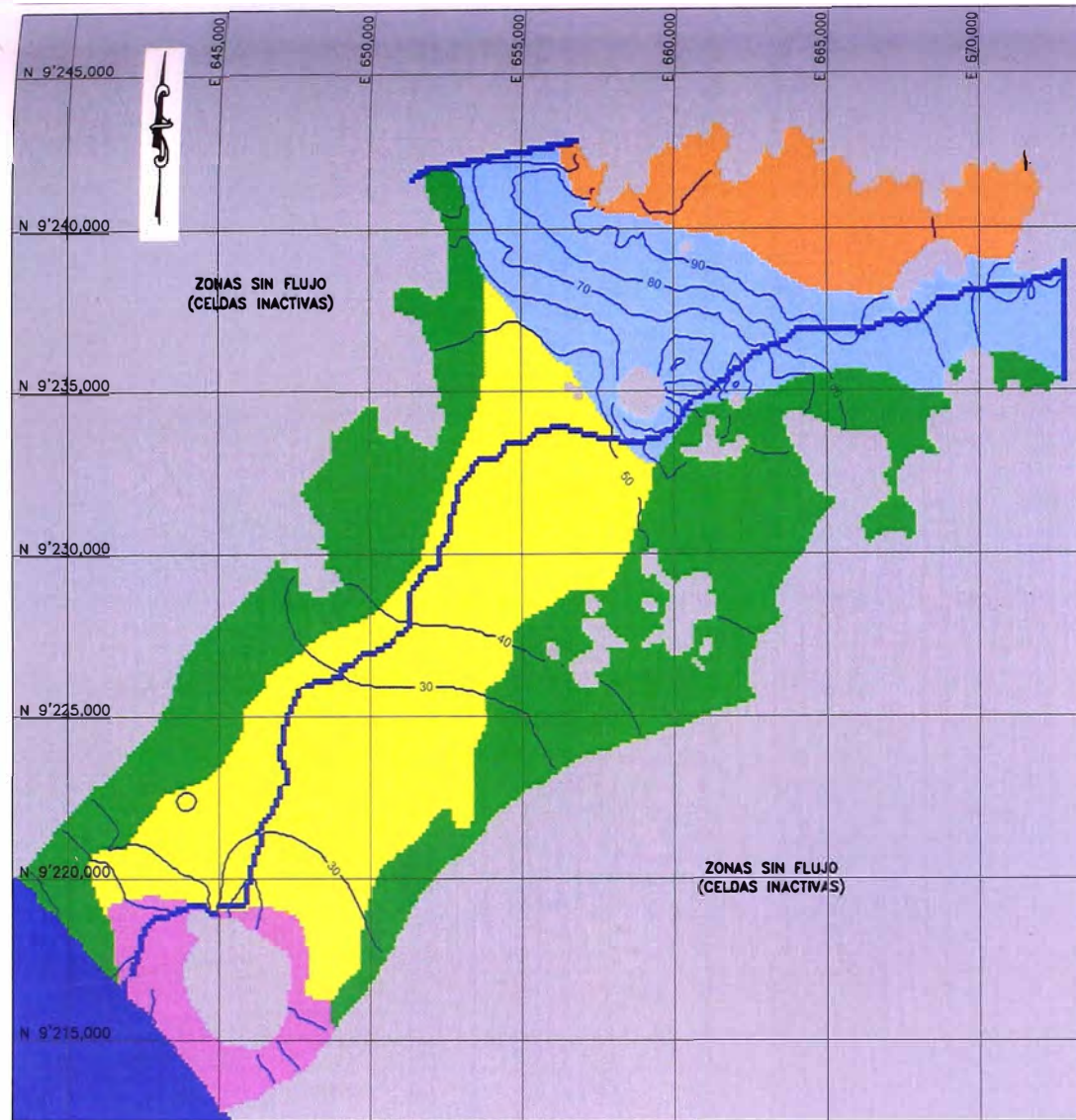


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR:	MMT
REVISADO POR:	JKZ
FECHA:	Marzo 2009
FILE:	Figura 4.8.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
 DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
HISTOGRAMA DE RESIDUALES

FIGURA N°
 4.8



LEYENDA

- 90 — NAPA FREÁTICA
- CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE
- CONDICIÓN DE BORDE: NO FLUJO

Conductividad Hidráulica (m/día)

Zona	Valor
1	84.06
3	59.64
4	1.64
5	112.59
6	6.12



NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.

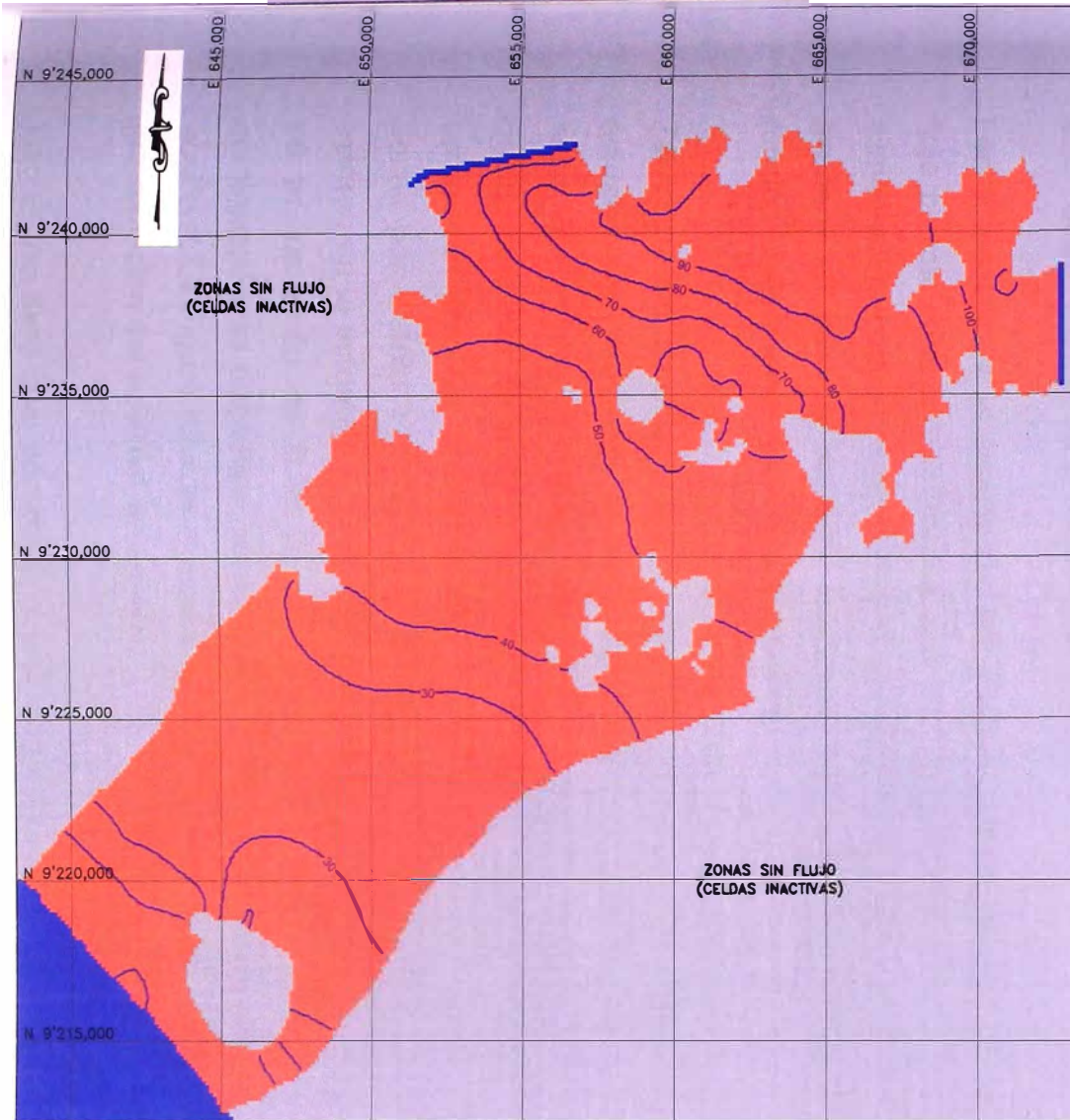


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA




DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 4.9.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
DISTRIBUCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD
HIDRÁULICA EN LA CAPA 1

FIGURA N°
4.9



LEYENDA

-  NAPA FREÁTICA
-  CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE
-  CONDICIÓN DE BORDE: NO FLUJO

Conductividad Hidráulica (m/día)	
Zona	Valor
2	0.06



NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 4.10.dwg

**MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA**
**DISTRIBUCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD
HIDRÁULICA EN LA CAPA 2**

FIGURA N°
4.10

La superficie del agua subterránea y las direcciones del flujo se muestran en la vista en planta de la Figura N° 4.11 y en las secciones transversales de las Figuras N° 4.12 y 4.13. Se observa que el agua subterránea fluye en general hacia el Océano Pacífico (dirección noreste a suroeste). Asimismo la superficie del agua subterránea presenta una pendiente mayor en el distrito de Cayaltí hacia el Río Zaña debido a la conductividad hidráulica más baja del material en esta área. Cabe resaltar que, la superficie del agua subterránea es un reflejo atenuado de la superficie del terreno.

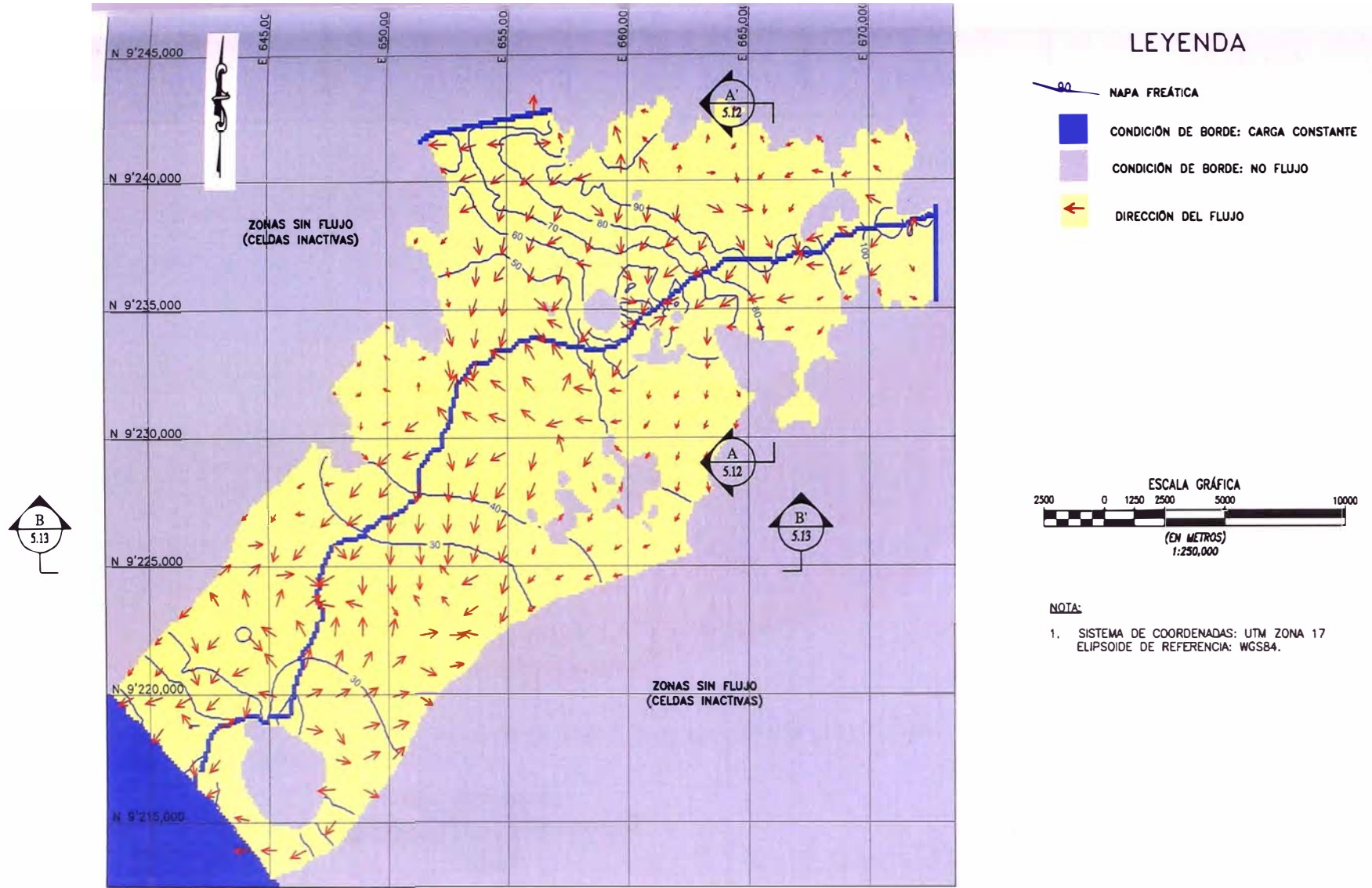
4.5. SIMULACIÓN DEL ACUÍFERO ZAÑA

Los criterios para la simulación del acuífero están dados bajo condiciones de flujo permanente, lo que implica una recarga constante; el acuífero recibe una alimentación constante proveniente de las infiltraciones por riego. Se simula el acuífero en base al acuífero calibrado; las hipótesis planteadas estarán en función básicamente al caudal de explotación.

Tal como se mencionó en la sección 5.3.3, los volúmenes de explotación actuales son pequeños en comparación con los volúmenes de recarga, esto hace que a los caudales actuales no tengan ninguna influencia en el comportamiento de la napa freática. Para poder apreciar las variaciones en el comportamiento de la napa se han hecho hipótesis en las que se asumen 4 pozos por distrito con caudales de bombeo muchos mayores a los que se extraen en la actualidad. Todos los pozos hipotéticos tienen una profundidad de 70 m, un radio de 0.20 m y son ranurados en toda su profundidad. A continuación se describen las hipótesis planteadas bajo las cuales trabajará el acuífero. La Figura N° 4.14 muestra las ubicaciones de los pozos utilizados para la simulación del acuífero en estudio.

H1: El acuífero fue sometido a una explotación de 5.8 L/s por cada pozo asumido (70 L/s en total). Este valor puede considerarse como promedio en cuanto a los caudales de explotación actuales.

H2: El caudal de explotación aumentó a 23 L/s en los pozos del distrito de Lagunas y se mantuvo en 5.8 L/s en los distritos restantes (138.4 L/s en total).



LEYENDA

- NAPA FREÁTICA
- CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE
- CONDICIÓN DE BORDE: NO FLUJO
- DIRECCIÓN DEL FLUJO



NOTA:
1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.

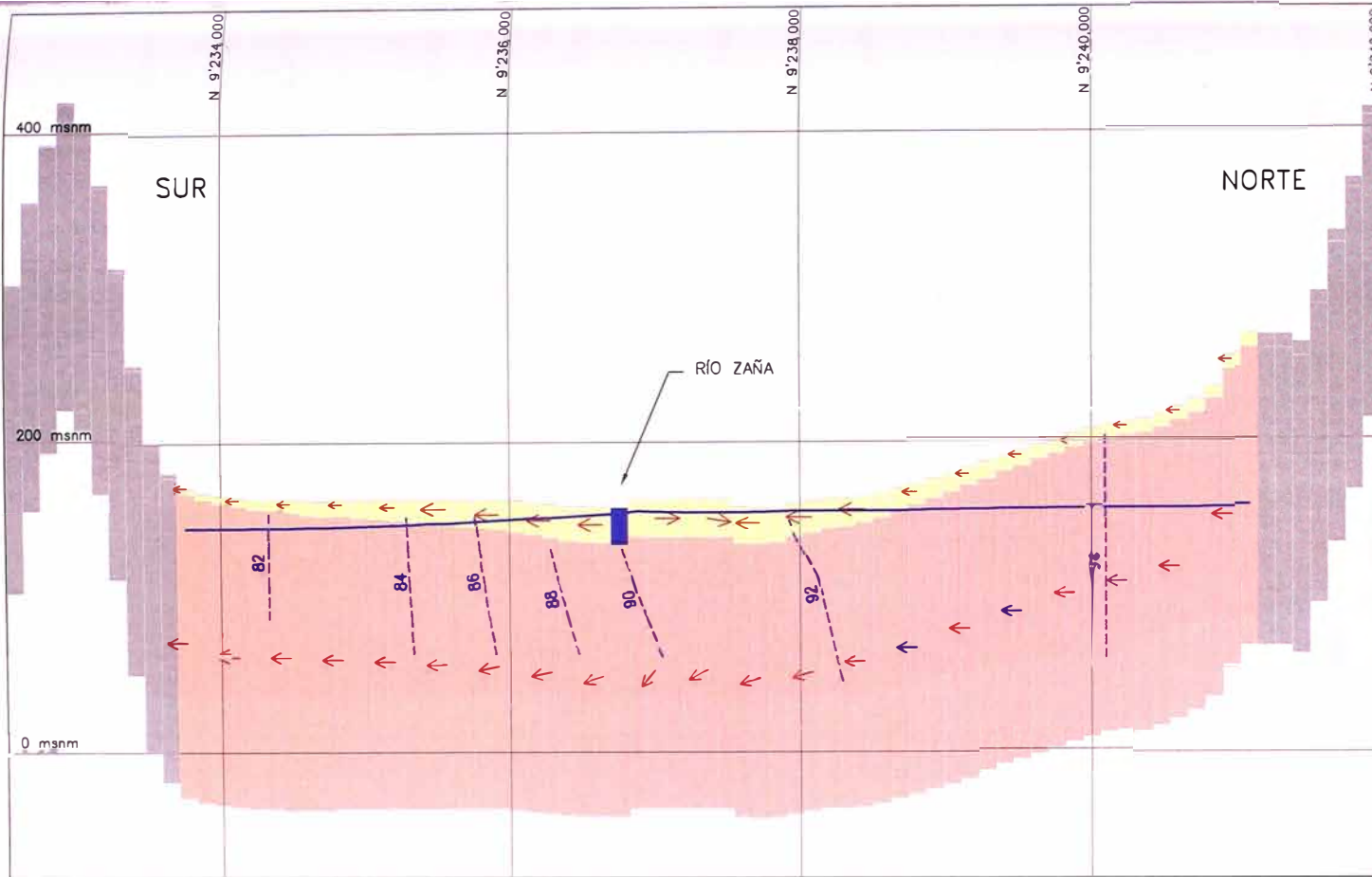


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR:	MMT
REVISADO POR:	JKZ
FECHA:	Marzo 2009
FILE:	Figura 4.11.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
NIVEL FREÁTICO Y
DIRECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

FIGURA N°
4.11



LEYENDA

-  CELDAS INACTIVAS
-  DIRECCIÓN DEL FLUJO CON VELOCIDAD DESCENDENTE
-  DIRECCIÓN DEL FLUJO CON VELOCIDAD ASCENDENTE
-  CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE CH=4
-  NAPA FREÁTICA
-  LÍNEAS EQUIPOTENCIALES

NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.
2. LA ESCALA VERTICAL ESTA EXAGERADA EN 10 VECES

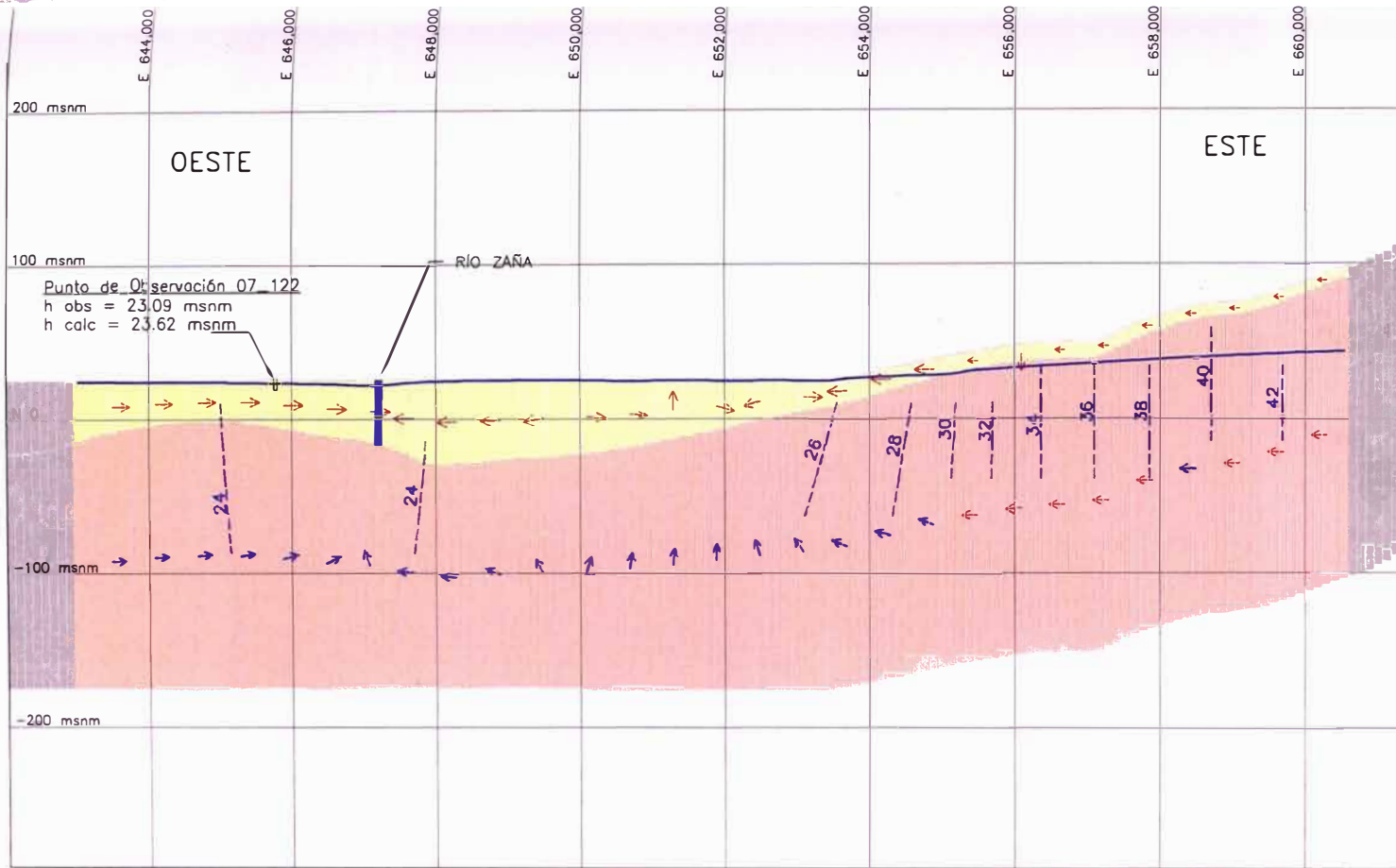


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 4.12.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
SECCIÓN TRANSVERSAL A-A' 666,055 E

FIGURA N°
4.12



LEYENDA

- CELDAS INACTIVAS
- ↑ DIRECCIÓN DEL FLUJO CON VELOCIDAD DESCENDENTE
- ← DIRECCIÓN DEL FLUJO CON VELOCIDAD ASCENDENTE
- CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE CH-4
- NAPA FREÁTICA
- 94 LÍNEAS EQUIPOTENCIALES

NOTIA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17 ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.
2. LA ESCALA VERTICAL ESTA EXAGERADA EN 20 VECES



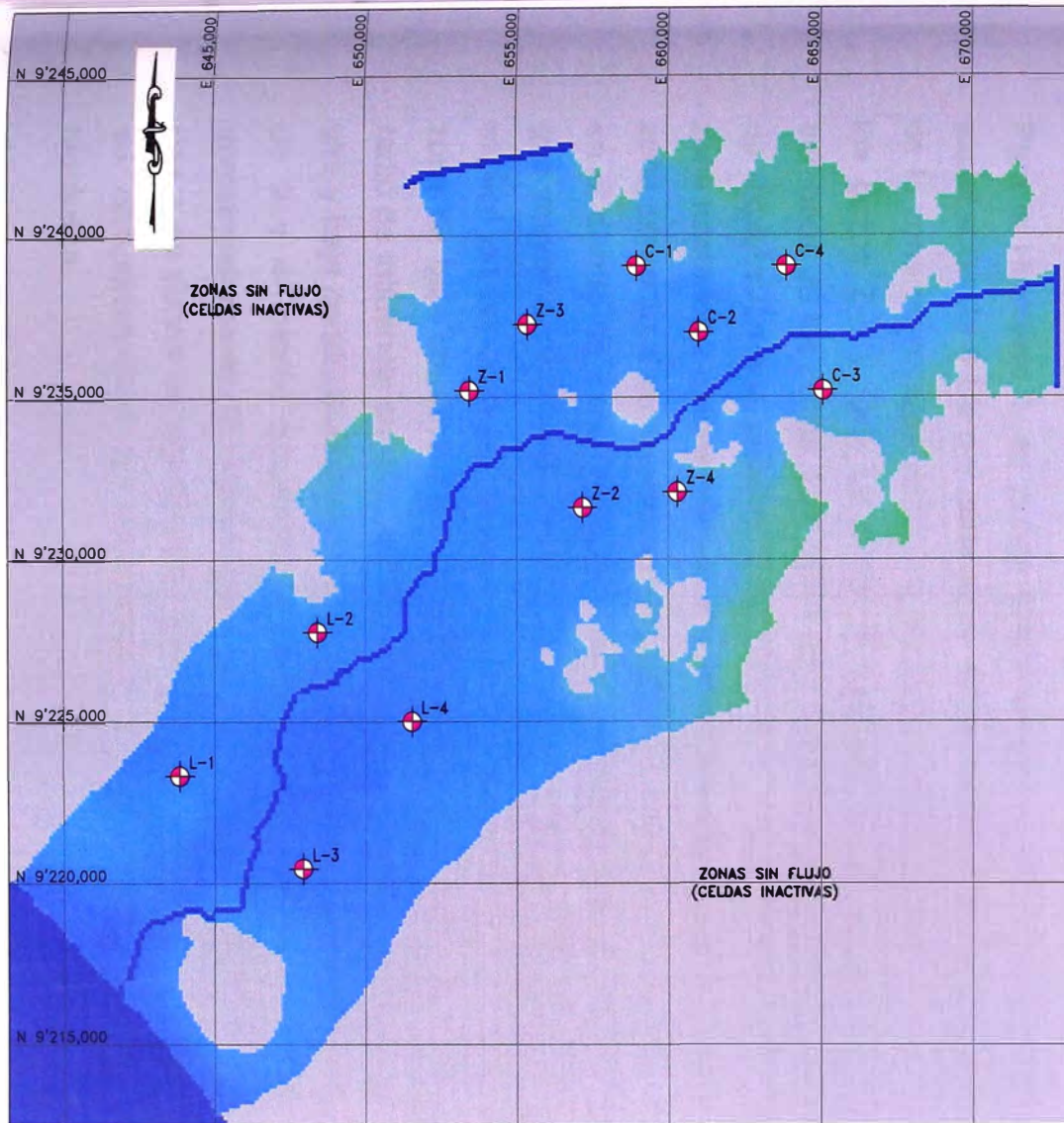
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
 REVISADO POR: JKZ
 FECHA: Marzo 2009
 FILE: Figura 4.13.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA

SECCIÓN TRANSVERSAL B-B' 9'224,775 N

FIGURA N°
 4.13



LEYENDA

- CELDAS INACTIVAS
- POZO DE BOMBEO HIPOTÉTICO



NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.

COORDENADAS DE POZOS

ID	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
C-1	9'239,040	658,970	76.40
C-2	9'237,000	661,010	50.83
C-3	9'235,200	665,090	89.51
C-4	9'239,040	663,890	91.97
L-1	9'223,320	643,850	15.57
L-2	9'227,760	648,410	35.82
L-3	9'220,440	647,930	6.29
L-4	9'225,000	651,530	6.72
Z-1	9'235,200	653,450	44.63
Z-2	9'231,600	657,170	34.05
Z-3	9'237,240	655,370	42.88
Z-4	9'232,080	660,290	68.65



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT

REVISADO POR: JKZ

FECHA: Marzo 2009

FILE: Figura 4.14.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA

UBICACIÓN DE POZOS HIPOTÉTICOS

FIGURA N°

4.14

H3: El caudal de explotación se incrementó a 23 L/s en los pozos del distrito de Zaña y se mantuvo en 5.8 L/s en los distritos restantes (138.4 L/s en total).

H4: El caudal de explotación se incrementó a 23 L/s en los pozos del distrito de Cayaltí y se mantuvo en 5.8 L/s en los distritos restantes (138.4 L/s en total).

4.5.1. Interpretación de los resultados de las simulaciones

En todas las simulaciones realizadas, se observó que los pozos con mayor impacto son Z-4 y C-3. Esto se debe a que se encuentran en la zona donde no se ha considerado recarga.

Para la Hipótesis 1, se puede observar que no existe mayor influencia por la explotación de 5 L/s por cada pozo. Salvo en aquellos que se encuentran fuera de la zona de recarga donde se presentan abatimientos de hasta 40 metros en los pozos Z-4 y C-3. La zona de Lagunas es la menos impactada por los bombeos de los pozos. Los radios de influencia ocasionados por estos caudales de explotación son relativamente pequeños y los abatimientos llegan en esta zona hasta los 2 metros sólo en la zona de bombeo. Esto se debe a que en esta zona presenta altos valores de conductividad hidráulica y recarga. Por otra parte en el distrito de Zaña, los pozos adoptan distintos comportamientos siendo los que mayor sensibilidad presenta los pozos Z-4 y el Z-3. El primero como se explicó en principio por la recarga nula y el segundo por encontrarse en una zona de baja conductividad hidráulica con abatimientos de 5 metros y con un radio de influencia de más de 200 metros. La zona de Cayaltí presenta zonas de alta y baja conductividad hidráulica, los pozos C-1 y C-2 presentan abatimientos de 9 y 4 metros respectivamente con radios e influencia de 200 metros aproximadamente. El C-3 presenta los mayores abatimientos por encontrarse en una zona donde no hay recarga, mientras el C-4 no presenta mayor variación en su comportamiento por encontrarse en una zona de alta conductividad hidráulica.

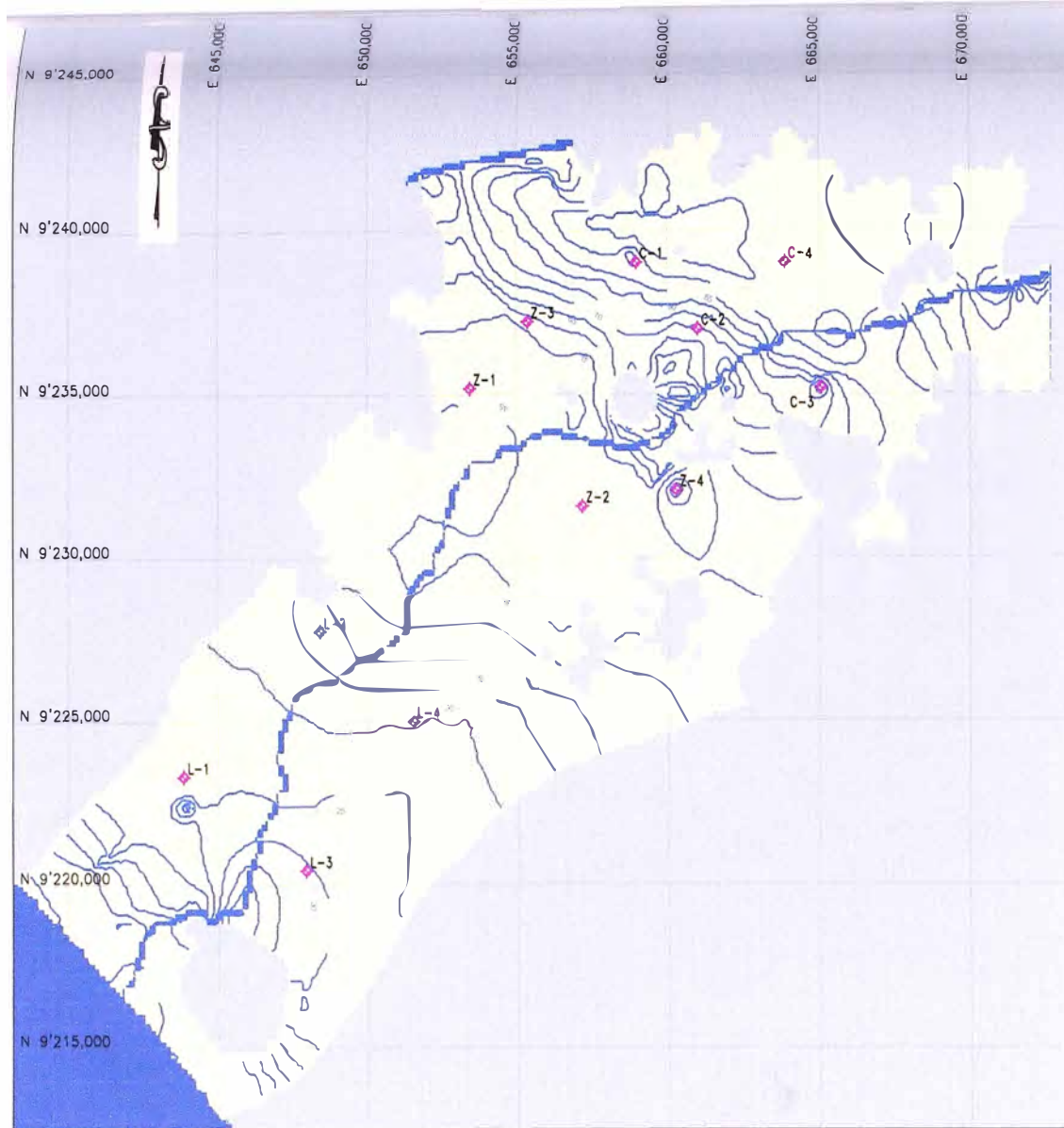
En la Hipótesis 2 se aumentó los caudales en la zona de Lagunas a 23 L/s. Las condiciones en los otros distritos son similares a las condiciones previas. En esta simulación se encontró que a pesar de incrementar los caudales de manera significativa la respuesta del acuífero no cambia significativamente. Los abatimientos en los pozos varían entre 0.1 y 6 m. Si bien los pozos L-1 y L-2

presentan los mayores abatimientos, estos no se extienden más de 100 metros. Asimismo los pozos L-3 y L-4 no presentan descensos importantes siendo éstos de 0.13 y 1 metro influyendo en aproximadamente en un radio de 20 m. En general es una zona en la que el recurso hídrico subterráneo puede ser aprovechado.





En la Hipótesis 3 se incrementaron los caudales de bombeo del distrito de Zaña a 23 L/s cada uno. En este escenario la respuesta es mayor, en promedio el descenso de la napa freática alcanzó los 3.5 metros pero de forma casi uniforme. El pozo Z-3 influye de manera importante deprimiendo la napa en 42 m en toda su área de influencia.

En la Hipótesis 4, se incrementaron los caudales de bombeo del distrito de Cayaltí a 23 L/s cada uno. Bajo este escenario esta zona adopta diferentes comportamientos, el pozo C-1 presenta un abatimiento de 18 m y un radio de influencia de 1.4 Km presentando mayormente en este radio depresiones en la napa de 3 m en general, el pozo C-2 en cambio presenta un abatimiento moderado de 12 m con un radio de influencia menor siendo este de 0.7 Km. Sin embargo los mayores abatimientos se presentan en los pozos C-3 y C-4 alcanzando los 52 y 34 m respectivamente. En esta zona y bajo esta situación se presentan interferencias de pozos y están influenciadas por los límites impermeables considerados en el modelo.

Las Figuras 4.15, 4.16, 4.17 y 4.18 muestran las superficies freáticas para las 4 hipótesis planteadas.



LEYENDA

-  NAPA FREÁTICA
-  CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE
-  CONDICIÓN DE BORDE: NO FLUJO
-  POZO DE BOMBEO HIPOTÉTICO



NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.

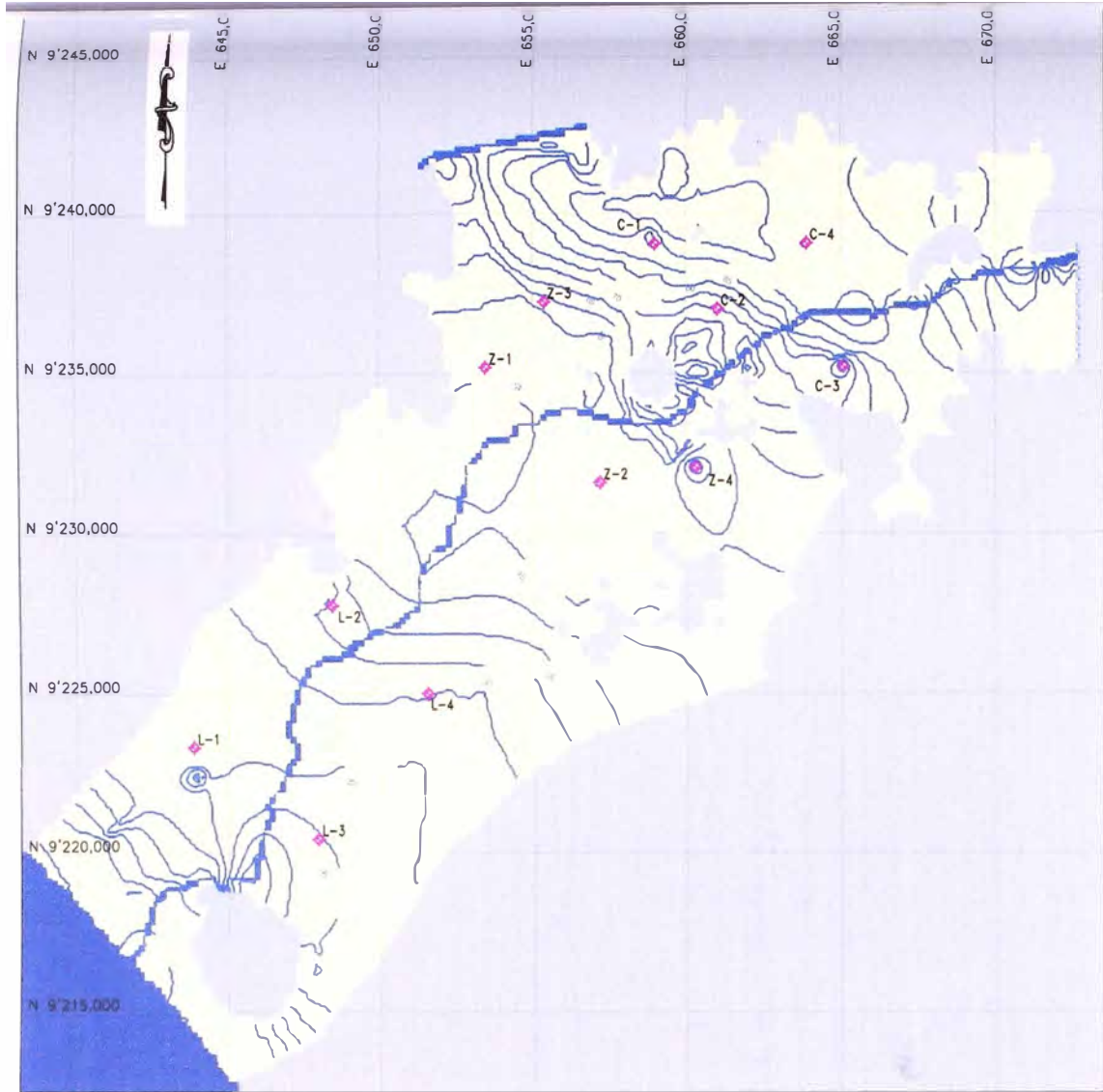


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA





DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 4.15.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
SIMULACIÓN H1

FIGURA N°
4.15



LEYENDA

-  NAPA FREÁTICA
-  CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE
-  CONDICIÓN DE BORDE: NO FLUJO
-  C-3 POZO DE BOMBEO HIPOTÉTICO



NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.

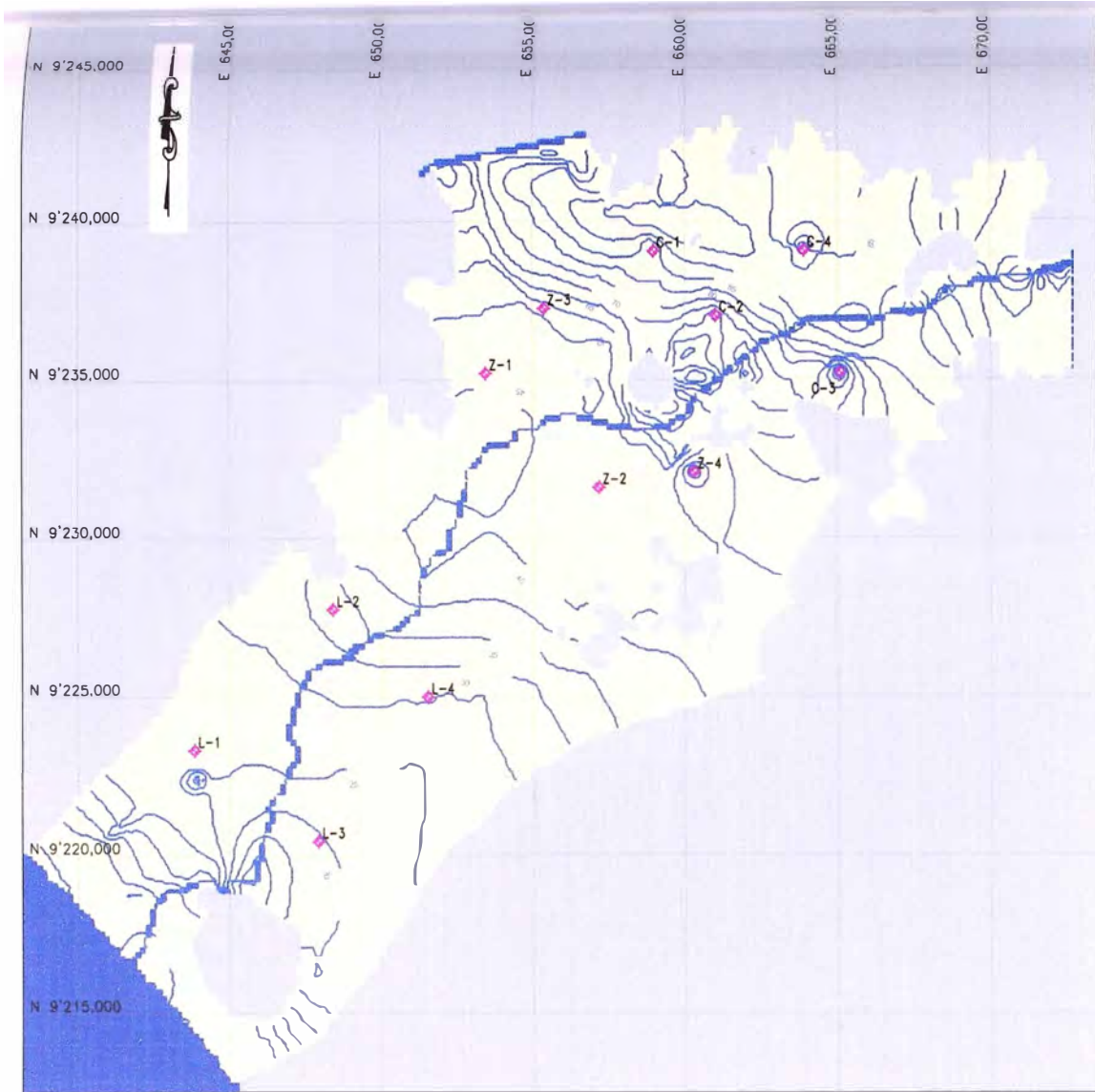


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA





DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 4.16.dwg

**MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA**
SIMULACIÓN H2

FIGURA N°
4.16



LEYENDA

-  NAPA FREÁTICA
-  CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE
-  CONDICIÓN DE BORDE: NO FLUJO
-  POZO DE BOMBEO HIPOTÉTICO



NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.

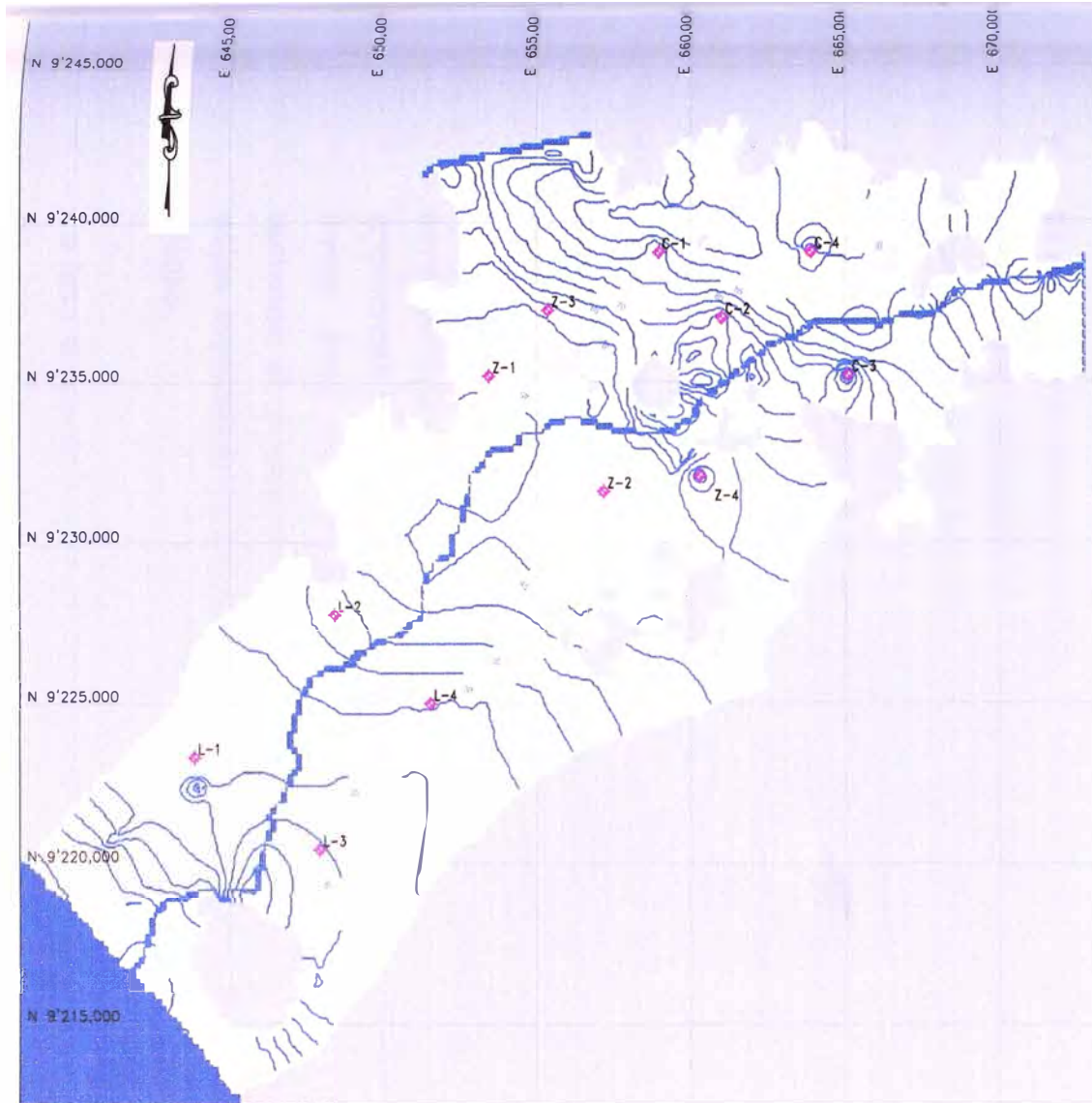


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA





DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 4.17.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
SIMULACIÓN H3

FIGURA N°
4.17



LEYENDA

-  NAPA FREÁTICA
-  CONDICIÓN DE BORDE: CARGA CONSTANTE
-  CONDICIÓN DE BORDE: NO FLUJO
-  POZO DE BOMBEO HIPOTÉTICO



NOTA:

1. SISTEMA DE COORDENADAS: UTM ZONA 17
ELIPSOIDE DE REFERENCIA: WGS84.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Marzo 2009
FILE: Figura 4.18.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
SIMULACIÓN H4

FIGURA N°
4.18

CONCLUSIONES

- ✓ El empleo del modelo MODFLOW-SURFACT, mostró ser más potente en comparación al modelo MODFLOW, dado que el nuevo paquete (PCG 5) en cuanto a la solución del sistema de ecuaciones diferenciales es más potente. Esta característica hace que el modelo tenga más estabilidad numérica al momento de resolver las ecuaciones diferenciales, siendo más rápido a su vez.
- ✓ El modelo hidrogeológico desarrollado en el entorno de Groundwater Vistas 5.0 utilizando el código MODFLOW-SURFACT permite representar satisfactoriamente el comportamiento del sistema de aguas subterráneas del valle Zaña. Así lo demuestran los niveles obtenidos tras la calibración hecha para representar el nivel freático de mayo del 2005, en el cual se obtuvo un error absoluto medio (ARM) de 2.37 m.
- ✓ Los valores de conductividad hidráulica encontrados por la calibración varían de 1.9×10^{-3} cm/s a 1.3×10^{-1} cm/s en la primera capa, y se encontró para la segunda capa un valor de 7.03×10^{-5} cm/s. Los valores encontrados para la primera capa son característicos para los materiales aluviales, mientras que el valor encontrado para la segunda capa corresponde a valores típicos de limos. Esto contradeciría las interpretaciones geofísicas pero teniendo en cuenta que no se tuvo un registro de los materiales a estas profundidades es válido suponer que se trata de un material limoso.
- ✓ La tasa de recarga fue estimada en base a las necesidades de agua de los cultivos del valle con un valor de 240.2 mm/año (0.65 mm/día). El valor encontrado es relativamente alto con respecto a los valores de recarga de la sierra peruana. Pero es justificable teniendo en cuenta la intensidad agrícola que se practica en la zona.

- ✓ Los mayores gradientes hidráulicos (0.62 %) se presentan en la zona intermedia de los distritos de Cayaltí y Zaña dado que éstos presentan la menor conductividad hidráulica en la primera capa. Por otro lado el menor gradiente se presenta en el distrito de Lagunas (0.27%) donde la conductividad hidráulica es mayor.
- ✓ De acuerdo a las simulaciones realizadas luego de la calibración, que salvo la zona de las faldas de los cerros de la margen izquierda del río Zaña (donde se encuentran los pozos hipotéticos Z-4 y C-3) presentan excelentes condiciones para el aprovechamiento de aguas subterráneas. Las altas tasas de recarga y la alta conductividad hidráulica de la primera capa hacen que los impactos negativos en la napa freática sean mínimos. Asimismo se establece que mientras la tasa de recarga sea mayor que las tasas de explotación el acuífero no se verá afectado en forma negativa.
- ✓ Uno de los factores de mayor incertidumbre en el modelo fue no contar con mediciones directas de las cotas del nivel de terreno en ninguno de los pozos de observación (fueron realizadas con GPS navegador el cual genera un error considerable). Estas fueron obtenidas mediante interpolación usando curvas de nivel cada 50 m de las cartas geográficas nacionales del IGN, por lo cual las cotas reales podrían llegar a estar fuertemente subestimadas o sobrestimadas. A esto se debería la diferencia entre niveles calculados y observados en los pozos que presentan mayor error. No se estimó el porcentaje de error que estaría asociado al error en las cotas usadas para los pozos de observación, sin embargo, con un rango de incertidumbre tan grande, sin duda que podría ser de importancia; de aquí la necesidad de obtener, en futuras campañas, mediciones confiables de tales cotas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Teniendo en cuenta que la modelación hidrogeológica es una tarea compleja en la que es preciso disponer de un conocimiento detallado de las características geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas del área a modelar, es necesario disponer de información confiable, suficiente y bien distribuida.
- ✓ En cuanto a los puntos de monitoreo de nivel de agua subterránea, se recomienda construir piezómetros cercanos a los pozos de bombeo analizados y en los que sean factibles realizar más pruebas (pozos utilizables), con la finalidad de tener una mejor estimación del coeficiente de almacenamiento. Asimismo se recomienda instalar piezómetros en las partes laterales de la parte baja del valle (distrito de Lagunas) para poder establecer de mejor manera las condiciones de borde (mínimo 3 piezómetros por lado). Si bien la densidad de puntos de monitoreo de niveles de agua subterránea en el área de estudio es buena, se debe realizar campañas de mediciones de niveles de agua subterránea de manera mensual y en el menor tiempo de desfase para poder realizar la calibración en régimen no permanente
- ✓ Se debe disponer de descripciones estratigráficas provenientes, preferiblemente, de informes de construcción de pozos para complementar y corroborar la interpretación geofísica realizada.
- ✓ Es recomendable realizar nuevas pruebas de bombeo las cuales deben estar acompañadas de la respectiva estratigrafía de modo que permita relacionar los valores de conductividad hidráulica con el material ensayado. Las ubicaciones de las pruebas de bombeo deben ser tales que permita obtener una mejor distribución espacial de la conductividad hidráulica. Asimismo es recomendable que cada prueba de bombeo cuente con un mínimo de 3 piezómetros a diferentes distancias desde el pozo de bombeo (Por ej. a 25, 50, 100

m.), esto con la finalidad de obtener una estimación más precisa del coeficiente de almacenamiento.

- ✓ Se debe realizar un estudio detallado que permita estimar la recarga del acuífero. Esto implica realizar una campaña para determinar lo más preciso posible el uso actual de agua para los cultivos, en el que se incluyen aforos en la salida de los drenes para determinar el retorno de agua. Asimismo la implementación de un mapeo de zonas de cultivo, para determinar las áreas y la distribución de los cultivos en el valle y finalmente obtener información meteorológica más detallada de la zona en estudio para estimar la precipitación y la evapotranspiración con mayor aproximación y así obtener una estimación más precisa de la demanda de agua necesaria para dichos cultivos. Con toda esta información se puede realizar un balance en el que se determina la cantidad de pérdidas por infiltración que es considerada como recarga del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Barrera, R.C. (1994). "Estudio Hidrogeológico definitivo de la cuenca de la laguna Vizcachas". Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- ✓ Cárdenas Ramírez, J. L. (1997) "Simulación del Acuífero de Chilca y Control de la Intrusión Marina". Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- ✓ Castany, G. (1956). *Tratado práctico de aguas subterráneas*. D.N.O.D. París, Francia
- ✓ Chow, Ven T.; Maidment, D.R.; Mays, L.W. (1988) *Hidrología Aplicada* Mc Graw Hill Book Co. Nueva York, N.Y. E.E.U.U.
- ✓ Custodio, E. y Llamas, M. (1986). *Hidrogeología Subterránea*. Ed. Omega. Barcelona, España, 2 Vol.
- ✓ David B. Mc. Whorter (1977). *Ground-water Hydrology and Hydraulics*. Water Resource Publications. Littleton, Colorado. E.E.U.U.
- ✓ Davis, S. N.; De Wiest R.J.M. (1971). *Hidrogeology*. Jhon Wiley & Sons. Nueva York, E.E.U.U.
- ✓ De Piérola, J. N. (2005). "Modelos Matemáticos en Aguas Subterráneas". Curso Taller Laboratorio Nacional de Hidráulica, Lima, Junio, 2005
- ✓ De Smedt, F. (1999). *The handbook of groundwater Engineering*. CRC Press. Bruselas.

- ✓ Domenico, P.A. (1972). *Concepts and Models in ground water Hydrology*. Mc Graw Hill Book Co. Nueva York, E.E.U.U.
- ✓ Duffield, Glenn M. (2003), *AQTESOLV Version 3.50*, Hydrosolve Inc.
- ✓ Enviromental simulations Inc. (2007) "Groundwater Vistas 5.0 User's Manual".
- ✓ Freeze, R.A.; Cherry J.A. (1979). *Groundwater*. Prentice Hall. Upper
- ✓ López-Vera, F. (2004). "Estrategias para la protección de la Contaminación de Aguas Subterráneas". Primer Congreso Peruano de Hidrogeología-Lima, Abril, 2004. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ Hydrogeologic, Inc. (1996). "MODFLOW-SURFACT Documentation" (Versión 3.0). Vol. 1 y 2, Hydrogeologic, Inc. Herndon, Virginia, E.E.U.U.
- ✓ INGEMMET - Boletín N° 38, Noviembre 1985: Geología de los Cuadrángulos Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo y Chepén.
- ✓ Intendencia de Recursos Hídricos (2006). "Estudio Hidrogeológico del valle Zaña". Instituto Nacional de Recursos Naturales. Lima.
- ✓ McDonald, M.G. y Harbaugh, A.W., (1988). "A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model: U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations" Libro 6, Capítulo A1.
- ✓ Miyashiro, V.R. (1989). "Simulación del acuífero altiplánico El Ayro-Taw". Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

- ✓ Rocha A. F. (2003). “La inundación de Zaña de 1720”. XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Iquitos, Perú.

- ✓ Watermark Numerical Computing, (2004). “PEST Model-Independent Parameter Estimation User Manual”: 5ta Edición, Julio.

ANEXOS

Anexo A: Inventario de Pozos

TABLA A.1
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01/07

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : LAGUNAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO m.s.n.m	PERFORACIÓN				EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C E mmhos cm 25 °C	EXPLOTACIÓN							
		ESTE	NORTE		Año	Tipo	Prof. Inc. (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s		N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLÚMEN (m ³ /año)
										MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF (m)	m.s.n.m			PROF (m)	m.s.n.m			h/d	d/s	m.a	
1	Gilberto Baza Placencia	552055	9232822	63.10	1983	T.A	24.00	20.50	2.50	HIDROSTAL	E	5.6	HIDROSTAL	CS	28/04/2005	-14.00	19.50	3.0			3.95	UTILIZADO	D	1	3	12	1,688.40	
2	Flavio Baza Placencia	552102	9232958	63.00	1983	T.A	24.00	20.00	2.80	HIDROSTAL	E	5.6	HIDROSTAL	CS	28/04/2005	-11.00	6.80	3.0			4.34	UTILIZADO	D	1	3	12	1,688.40	
3	Universidad Alas Peruanas	552162	9232562	61.30	1980	T.	30.00	0.30	0.48					28/04/2005	0.50							NO UTILIZABLE						
4	Centro Poblado Agropecuario Lagunas	554511	9224309	33.60	2002	T.A	13.00	9.27	2.10					24/05/2005	0.00	7.94						UTILIZADO	D				254.56	
5	Saúl Vázquez Vázquez	553584	9223877	28.40	1995	T.A	6.00	5.30	1.43					24/05/2005	0.00	1.60						UTILIZADO	D				430.70	
6	Sr. Orindo	553432	9223904	27.50	1995	T.A	8.00	6.47	2.00					24/05/2005	0.38	1.74						UTILIZABLE						
7	Lucio Huacal Ruiz	552757	9224040	26.00	1995	T.A	5.00	3.58	2.10	HONDA	G	18.0	HONDA	CS	24/05/2005	0.23	0.62	4.0			2.06	UTILIZADO	R	1	3	4	750.40	
8	José Para Samán	553316	9224478	27.20	2005	T.A	4.00	3.67	1.43					24/05/2005	2.40	2.46						UTILIZADO	D				175.20	
9	Guillermo Estera (Char)	553207	9224193	26.90	1997	T.A	8.00	5.44	1.73				MOLINO DE VIENTO	P	24/05/2005	0.60	0.70					UTILIZADO	D				525.60	
10	Francisco Vázquez Custodio	553850	9223162	27.70	1990	T.A	10.00	9.26	1.72	RUSTOM	D	20.0	RUSTOM	CS	24/05/2005	0.00	3.90	6.0			1.67	UTILIZADO	R	8	3	6	13,514.40	
11	Francisco Vázquez Custodio	553785	9222962	26.70	1970	T.A	8.00	7.48	1.76					24/05/2005	0.23	4.40						UTILIZADO	D				1,378.40	
12	Bartolo Rojas Zambrano	553705	9222288	25.50	1990	T.A	12.00	11.15	1.70					25/05/2005	-1.80	7.50				1.78	UTILIZABLE							
13	Joaquín Rodríguez Rodríguez	553782	9222606	16.25	1982	F.A	6.00	5.60	1.20					15/05/2005	-5.22	5.95						UTILIZADO	D				175.20	
14	Luis Vázquez Custodio	553871	9223802	29.70	1975	T.A	8.00	6.05	1.80					25/05/2005	0.00	4.00						UTILIZADO	D				436.60	
15	Soriano Ríos	554144	9224733	32.20	1991	T.A	10.00	9.92	1.50	PEDROLLO	E	7.5	PEDROLLO	CS	25/05/2005	0.83	7.30	4.0				UTILIZADO	D	1	7	12	5,236.00	
16	Victor Mendoza	553779	9224962	31.20	1996	T.A	10.00	9.60	1.50					25/05/2005	-1.45	3.51						UTILIZADO	D				219.00	
17	Isacato Espinoza	553706	9224614	30.00	1996	T.A	6.00	4.15	2.03					25/05/2005	0.32	2.62						UTILIZADO	D				262.80	
18	Colegio Nacional San Francisco	553831	9224594	30.70	1980	T.A	10.00	7.47	1.60				MOLINO DE VIENTO	P	25/05/2005	0.40	3.53					UTILIZABLE						
19	Colegio Nacional San Francisco	554035	9224681	32.20	1960	T.A	6.00	6.63	1.20					25/05/2005	0.00	5.20						UTILIZADO	D				306.60	
20	Victor Sernaque Ordóñez	553977	9223106	27.90	1970	T.A	9.00	8.46	1.40					26/05/2005	0.16	4.93				0.72	UTILIZADO	D					175.20	
21	Própero Bravo	554074	9224835	32.70	2000	T.A	10.00	9.13	1.70	HONDA	G	20.0	HONDA	CS	26/05/2005	1.17	7.00	4.0				UTILIZADO	R	8	1	12	6,004.80	
22	Amancio Fernández	553603	9225509	30.50	1998	T.A	6.00	5.72	1.50					26/05/2005	0.00	0.44						UTILIZABLE						
23	Francisco Belioso Horna	552759	9225115	32.50	2002	T.	13.00	13.00	0.25	SHADONG	D	16.0	SHADONG	CS	26/05/2005	0.20		4.0				UTILIZADO	D	1	2	12	1,502.40	
24	Narberto Huerta Moncada	552719	9225102	32.50	1968	T.A	8.00	7.34	2.00	HONDA	G	16.0	HONDA	CS	26/05/2005	0.68	1.68	4.0				UTILIZADO	R	2	3	3	1,126.80	
25	Gilberto Pomeroy	551652	9225648	31.60	1998	T.A	8.00	6.67	2.55	HONDA	G	12.0	HONDA	CS	26/05/2005	0.82	0.98	8.0			2.05	UTILIZADO	R	1	3	5	1,876.00	
26	EPSEL S.A	552292	9227729	38.10	1947	T.	46.00	46.00	0.48	PERKINS	D	40.0	B JHONSON	TV	26/05/2005	0.12		22.0		5.60		UTILIZADO	D	14	7	12	404,712.00	
27	Nico Delgado	552202	9222195	22.20	1995	T.A	7.00	6.20	1.44					27/05/2005	0.00	0.43						UTILIZADO	D				1,314.00	
28	Albino Equidón Condernam	552589	9222499	22.50	2004	T.A	7.00	6.97	1.75	BRIGHT STRATON	G	16.0	BRIGHT STRATON	CS	27/05/2005	0.80	2.35	4.0				UTILIZADO	R	8	6	4	14,016.00	
29	Juan Sánchez Gilvez	550815	9223763	33.67	2005	T.A	5.20	5.10	1.60					27/05/2005	0.00	0.50				1.19	UTILIZABLE							
30	Victor Carhuajula	548695	9221949	22.90	1998	T.A	10.00	8.97	1.70					27/05/2005	0.00	2.05				0.84	UTILIZABLE							

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Misto

E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasoliner

P = Pistón
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.1
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01/07

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : LAGUNAS

RHS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA m.s.n.m.	PERFORACIÓN				EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN							
		ESTE	NORTE		Año	Tipo	Prof. Ins. (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s		N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	REGIMEN			VOLUMEN (m ³ /año)
										MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.			PROF. (m)	m.s.n.m.			hd	ds	ma	
31	Alidór Rubio Núñez	548466	9221995	23.40	1980	T.A.	10.00	4.97	1.80						27/05/2005	0.29	2.10					UTILIZADO	D				373.70	
32	Sr. Quiñerez	550642	9229437	45.90	2000	T.A.	12.00	11.93	1.70						28/05/2005	0.70	10.80					UTILIZABLE						
33	Sr. Cernasco	550749	9229555	46.70	2000	T.A.	14.00	12.43	1.70						28/05/2005	-4.00	9.94					UTILIZABLE						
34	Sr. Castro	550851	9229954	50.80	1999	T.A.	14.00	12.30	1.70						28/05/2005	-1.88	11.12				1.45	UTILIZADO	D				350.40	
35	Sector Nuevo Mocupe	551218	9229810	46.90	2001	T.A.	12.00	10.50	1.50						28/05/2005	-7.92	9.71					UTILIZABLE						
36	Nancy Chuquín Sánchez	551934	9230721	50.90	2004	T.A.	18.00	18.00	1.70	SHADONG	D	20.0	SHADONG	CS	28/05/2005	-0.20	10.00	4.0			1.50	UTILIZADO	D	1	7	2	876.00	
37	Segundo Quispe Flores	550641	9228748	40.20	1994	T.A.	8.00	10.78	1.72	SHADONG	D	20.0	SHADONG	CS	30/05/2005	0.26	8.50	4.0			1.90	UTILIZADO	R	4	3	6	4,504.80	
38	José Edilberto Suchero Orosio	550947	9228039	40.35	1985	T.A.	6.00	5.47	1.63						30/05/2005	-1.52	4.92					UTILIZABLE						
39	Wálfredo Alcántara Guarniz	550821	9228875	41.00	1985	T.A.	10.00	8.84	1.68						30/05/2005	0.00	7.56					UTILIZADO	D				175.20	
40	Pedro Inarte Sánchez	550295	9228762	42.20	1980	T.A.	15.00	13.40	2.20	HONDA	G	11.0	HONDA	CS	30/05/2005	-7.90	11.67	3.0			4.91	UTILIZADO	R	3	7	12	11,826.00	
41	Sector Manco Cápac I	550396	9228711	41.60	2001	T.A.	13.00	12.60	1.80	HIDROSTAL	E	10.0	HIDROSTAL	CS	30/05/2005	-5.25	8.87	2.0				UTILIZADO	R	4	7	6	5,256.00	
42	José Flores Valera	551261	9230850	56.90	1995	T.A.	20.00	20.00	1.45						30/05/2005	0.15						UTILIZADO	D				233.60	
43	Luis Huscal Ruiz	554448	9224376	13.50	2000	T.A.	16.00	11.00	1.54						17/06/2005	1.40	9.20				2.28	UTILIZADO	D				175.20	
44	Luis Huscal Ruiz	554489	9224347	33.50	1998	T.A.	10.00	9.95	1.20						07/06/2005	0.00	9.00				2.09	UTILIZABLE						
45	Edilberto Ortiz Vasquez	554416	9224407	33.50	1990	T.A.	12.00	10.65	1.10						07/06/2005	0.00	8.40				1.98	UTILIZADO	D				657.00	
46	Fortunato Silvestre Prado	554383	9224448	32.50	1991	T.A.	12.00	10.42	1.40						07/06/2005	0.00	8.53				1.71	UTILIZADO	D				306.60	
47	Juan Vargas Alcántara	554322	9224532	32.50	1989	T.A.	12.00	7.85	1.90						07/06/2005	0.00						NO UTILIZABLE						
48	Sector Centro Agropecuario Mocupe	554243	9224619	32.80	1990	T.A.	10.00	7.00	1.70						07/06/2005	0.00						NO UTILIZABLE						
49	Victor Sernaque Ordóñez	554200	9224691	33.00	1997	T.A.	8.00	9.30	1.15	HIDROSTAL	E	0.75	HIDROSTAL	CS	07/06/2005	0.00	6.95	1.0			1.66	UTILIZADO	D	1	6	6	563.40	
50	Victor Sernaque Ordóñez	554117	9225031	32.70	2005	T.A.		7.60	1.50						07/06/2005	0.00	6.10				2.24	UTILIZADO	P				14.60	
51	Juan Hoyos Campos	554267	9225014	32.60	1999	T.A.	11.00	9.80	1.50	HIDROSTAL	E	1.0	HIDROSTAL	CS	07/06/2005	-3.00	6.70	1.0			2.69	UTILIZADO	D	1	1	12	187.20	
52	Juan Hoyos Campos	554441	9225039	36.00	2000	T.A.	17.00	15.80	2.00	HIDROSTAL	E	1.5	HIDROSTAL	CS	07/06/2005	0.50	9.30	2.0			2.27	UTILIZADO	D	1	2	8	508.80	
53	Benedicta Bulloa Equiza	553911	9225000	31.50	1995	T.A.	5.00	5.10	1.00						08/06/2005	-1.60	4.50				1.82	UTILIZADO	D				97.50	
54	Carlos Romero Izaga	553957	9225163	32.00	1998	T.A.	6.00	5.00	1.85						08/06/2005	-2.30	3.80				2.38	UTILIZADO	D				219.20	
55	Celso Ríos	553543	9225614	34.60	1999	T.A.	4.00	3.70	1.90						08/06/2005	0.25	2.30				0.80	UTILIZABLE						
56	Sector El Maney	553509	9225864	31.50	1998	T.A.	6.00	6.00	0.90						08/06/2005	0.00	0.90				0.67	UTILIZADO	D				175.20	
57	Casimiro Villegas	553574	9225901	32.30	1998	T.A.	6.00	5.90	2.00						08/06/2005	0.00	0.50				0.41	UTILIZABLE						
58	Sector El Maney	553429	9225341	29.00	1996	T.A.	8.00	7.40	1.90						08/06/2005	0.80	1.70				0.93	UTILIZABLE						
59	Sr. Oscar	553051	9226985	34.00	1996	T.A.	7.00	6.30	1.80						08/06/2005	1.00	1.90				1.03	UTILIZADO	D				175.20	
60	César Baca Quilónas	552983	9226774	33.50	1999	T.A.	10.00	10.00	1.00	EBARA	E	0.5	EBARA	CS	08/06/2005	0.04	1.35	1.0			0.58	UTILIZADO	D	2	6	8	1,501.60	

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Misto

E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolmero

P = Pistón
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico
R = Riesgo
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.1
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01/07

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : LAGUNAS

IDRHS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA m.s.n.m	PERFORACIÓN				EQUIPO DE BOMBEO				NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN								
		ESTE	NORTE		Año	Tipo	Prof. Inc. (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. BUJEO (m)	N. ESTÁTICO			CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m ³ /lto)
										MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF (m)	m s.n.m			PROF (m)	m s.n.m			hd	ds	ma	
61	Carlos Baca Quiñones	552844	9226543	33.00	1998	T.A	8.00	7.45	1.90					08/06/2005	1.85	2.15				0.76	UTILIZABLE							
62	René Salcedo	552974	9228476	39.00	1998	T.A	6.00	5.60	1.30					09/06/2005	0.00	1.60				0.69	UTILIZADO	D				409.00		
63	Francisco Quiroz Esquivel	552773	9228572	39.50	1992	T.A	5.00	3.50	1.20					09/06/2005	-1.60	2.30				1.59	UTILIZADO	D				240.90		
64	Sr. Guido	553019	9228101	37.00	1998	T.A	6.00	6.00	2.00					09/06/2005	-0.50	0.97				0.82	UTILIZADO	D				233.60		
65	Juana Gómez	552880	9228037	37.00	1992	T.A	7.00	6.80	1.40					09/06/2005	0.50	1.60				1.35	UTILIZADO	D				131.40		
66	Wladimir Hernández Cubas	552947	9227994	37.00	1994	T.A	6.00	6.30	1.50					09/06/2005	-0.45	1.25				2.23	UTILIZABLE							
67	Demetrio Ramírez	553299	9227130	34.00	1995	T.A	6.00	6.00	1.80					09/06/2005	0.65	1.70				1.02	UTILIZABLE							
68	Carlos Baca	553384	9228488	39.00	1994	T.A	7.00	6.85	1.85					10/06/2005	1.73	4.60				0.73	UTILIZABLE							
69	Carlos Baca	553509	9228458	39.10	1995	T.A	6.00	5.70	1.50	SIFANG	D	13.5	HIDROSTAL	CS	10/06/2005	0.35	2.74	6.0		0.86	UTILIZADO	D	5	6	9	25,342.20		
70	José Quiñones de Rasi	553043	9226721	33.50	1995	T.A	5.00	4.00	1.50					10/06/2005	0.56	1.20				1.25	UTILIZADO	D				365.00		
71	José Quiñones de Rasi	553096	9226806	33.60	1985	T.	26.80	26.00	0.38				JHONSTON	CS	10/06/2005	0.35	1.30			0.62	UTILIZABLE							
72	José Quiñones de Rasi	553450	9226047	34.00	1985	T.	14.00	13.50	0.41					10/06/2005	0.20	1.08				0.29	UTILIZABLE							
73	José Semoué Ordóñez	553019	9224983	38.50	1995	T.A	5.00	1.50	1.26					10/06/2005	1.80	1.98				2.06	UTILIZADO	P				197.50		
74	Manuel Sernaque Silva	552888	9225407	32.60	1998	T.A	7.00	6.60	2.30	AGRALE	D	18	AGRALE	CS	10/06/2005	0.00	1.00	6.0		0.93	UTILIZADO	D	6	1	12	6,760.80		
75	Elias Choncope Correa	552162	9226733	36.50	1994	T.A	6.00	5.70	2.10					10/06/2005	1.00	1.70				2.18	UTILIZABLE							
76	Elias Choncope Correa	552103	9226706	35.50	1995	T.A	6.00	6.30	1.60					11/06/2005	-0.80	1.75				1.78	UTILIZABLE							
77	Augusto Esteban Paz	552417	9226790	34.90	1998	T.A	5.00	4.40	1.42					11/06/2005	0.30	1.27				1.11	UTILIZADO	D				211.70		
78	Pedro Sosa	552042	9226417	35.60	1995	T.A	6.00	5.75	1.73					11/06/2005	0.00	1.78				0.60	UTILIZABLE							
79	Pedro Sosa	551960	9225931	33.95	1997	T.A	4.00	3.20	1.70					11/06/2005	0.30	0.70				1.18	UTILIZABLE							
80	Ricardo Pejerrey Vázquez	551320	9225689	31.80	1998	T.A	5.00	4.40	1.70					11/06/2005	0.00	0.60				0.53	UTILIZABLE							
81	José Sosa	551813	9225667	32.05	1998	T.A	5.00	4.50	2.00					11/06/2005	0.47	0.98				1.02	UTILIZADO	D				438.00		
82	José Rosario Montero Campos	552465	9226722	34.65	1985	T.A	7.00	4.00	1.40					11/06/2005	0.17	1.30				0.86	UTILIZADO	D				87.60		
83	Guillermo Chausaño	552530	9226888	34.60	1997	T.A	4.00	3.65	1.30					13/06/2005	0.10	1.35				1.01	UTILIZADO	P				189.80		
84	Mercedes Ynael Blanco	552200	9226772	36.30	1995	T.A	4.00	3.90	1.25					13/06/2005	0.10	1.36				1.08	UTILIZADO	D				379.60		
85	Familia Acuña Farfán	551824	9226759	36.90	1994	T.A	5.00	4.65	2.00					13/06/2005	0.90	2.30				0.64	UTILIZADO	D				175.20		
86	Ernesto Ramírez	552263	9227078	36.30	1990	T.A	6.00	5.50	1.40					13/06/2005	1.37	3.60				1.06	UTILIZABLE							
87	Ernesto Ramírez	552241	9227069	36.30	1992	T.A	6.00	5.50	0.90					13/06/2005	0.70	2.15				0.63	UTILIZABLE							
88	Sr. Celso	552942	9227305	35.10	1990	T.A	6.00	6.10	1.87					13/06/2005	0.60	1.50				0.55	UTILIZADO	D				43.80		
89	Sector Mocupe	553012	9227274	35.00	1999	T.A	6.00	5.50	1.60					13/06/2005	-1.00	1.31				1.29	UTILIZADO	D				87.60		
90	Municipalidad Distrital de Lagunas - Mocupe	553122	9227252	35.00	1995	T.A	4.00	3.30	1.82					14/06/2005	-0.60	0.90				1.38	UTILIZADO	D				175.20		

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mixto

E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolero

P = Pistón
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuaria

TABLA A.1
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01 / 07

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : LAGUNAS

IRUB	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TELLENO m.s.n.m.	PERFORACIÓN				EQUIPO DE BOMBEO				NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C E mmhov cm 25 °C	EXPLOTACIÓN								
					Año	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR		BOMBA		FECHA	P.R. BUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s		N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m ³ /año)	
		MARCA	TIPO	HP						MARCA	TIPO	PROF (m)	m.s.n.m.			PROF (m)	m.s.n.m.		hd	ds	m/a							
		ESTE	NORTE																									
91	Municipalidad Distrital de Lagunas - Mocupe	533283	9227279	34.85	1995	T.A	4.00	3.50	1.80						14/06/2005	0.00	1.89				1.69	UTILIZADO	D				1752	
92	St. Ramirez	533575	9227757	34.50	1994	T.A	5.00	4.20	0.85						14/06/2005	-1.10	1.65				0.72	UTILIZADO	D				87.60	
93	St. Villegas	533559	9227358	34.85	1998	T.A	6.00	5.10	1.46						14/06/2005	-1.20	1.35				3.68	UTILIZABLE						
94	Sector Mocupe	532920	9227794	35.35	1995	T.A	4.00	3.20	2.50						14/06/2005	0.15	1.60				0.70	UTILIZADO	D				163.52	
95	EPSEL S.A	532066	9228396	40.25	1947	T.	40.00	35.00	0.41	PERKINS	D	23.0	COLOBOMBAS	T.V	14/06/2005	0.00	3.06		16.0		0.76	UTILIZADO	D	7	7	12	147,168.00	
96	Corporación Agrícola Ucupe S.A	531866	9228772	41.50	1945	T.	30.00	30.00	0.41	SHANGAI	E	23.0	SHANGAI	TV	14/06/2005	0.10	3.00				0.41	UTILIZABLE						
97	Corporación Agrícola Ucupe S.A	532092	9228068	37.60	1945	T.	30.00	30.00	0.41	HIDROSTAL	E		HIDROSTAL	CS	14/06/2005								UTILIZABLE					
98	Corporación Agrícola Ucupe S.A	532166	9227799	38.10	1947	T.	30.00	28.00	0.41	SHANGAI	E	23.0	SHANGAI	TV	14/06/2005	0.40	2.50				0.50	UTILIZABLE						
99	Corporación Agrícola Ucupe S.A	531782	9227181	47.00	1945	T.	30.00	25.00	0.41	SHANGAI	E	23.0	SHANGAI	TV	14/06/2005	0.47	3.70				0.40	UTILIZABLE						
100	Corporación Agrícola Ucupe S.A	531174	9226820	41.00	1945	T.	30.00	3.10	0.38						15/06/2005	0.60						NO UTILIZABLE						
101	Corporación Agrícola Ucupe S.A	531069	9226630	42.10	1945	T.	30.00	25.00	0.41	SHANGAI	E	23.0	SHANGAI	TV	15/06/2005	0.50	3.90					UTILIZABLE						
102	Corporación Agrícola Ucupe S.A	549747	9226259	33.50	1947	T.	30.00	25.00	0.41						15/06/2005	0.84	3.10				0.52	UTILIZABLE						
103	Corporación Agrícola Ucupe S.A	531396	9226660	19.00	1950	T.	25.00	20.00	0.41	SHANGAI	E	23.0	SHANGAI	TV	15/06/2005	1.20	2.50				1.94	UTILIZABLE						
104	Corporación Agrícola Ucupe S.A	531290	9226355	34.50	1947	T.	25.00	25.00	0.41	SHANGAI	E		SHANGAI	TV	15/06/2005	0.45	2.10					UTILIZABLE						
105	Corporación Agrícola Ucupe S.A	533891	9221346	47.80	1945	T.	30.00	28.00	0.38						15/06/2005	0.17	4.60				0.35	UTILIZABLE						
106	Julio Rivas	534068	9231011	46.60	1997	T.A	8.00	7.90	1.70						15/06/2005	-4.00	4.92				0.80	UTILIZABLE						
107	Corporación Agrícola Ucupe S.A	531673	9229133	42.00	1945	T.	25.00	24.10	0.38						15/06/2005	0.18	4.30				0.56	UTILIZABLE						
108	Corporación Agrícola Ucupe S.A	547393	9223136	27.25	1945	T.	25.00	25.00	0.38						15/06/2005	0.53	4.40					UTILIZABLE						
109	José Betanc	548366	9224776	29.00	1999	T.A	7.00	6.50	1.80						15/06/2005	-2.10	5.00				13.62	UTILIZABLE						
110	Carlos Vera Garcia	547730	9220469	24.50	2000	T.A	9.00	8.90	1.45						16/06/2005	0.50	6.00				4.48	UTILIZADO	D				657.00	
111	Sector San Manuel II - Chaquira	547457	9220020	19.50	1992	T.A	5.00	4.70	1.40	HIDROSTAL	G		HIDROSTAL	CS	16/06/2005	-2.00	4.00				5.86	UTILIZADO	D				142.50	
112	Manuel Jaime Garcia	546530	9220742	28.50	1995	T.A	12.00	11.75	1.45						16/06/2005	-0.60	2.45				1.60	UTILIZABLE						
113	Juan Ferreras	547806	9221177	22.90	1998	T.A	7.00	6.30	1.60						16/06/2005	0.00	2.45				11.38	UTILIZADO	D				87.60	
114	Miguel Tirado	548347	9221006	22.50	1996	T.A	9.00	8.55	1.70						16/06/2005	-2.30	3.63				1.99	UTILIZADO	D				248.20	
115	Cinmanuel Bravo Torres	549011	9221301	21.00	1989	T.A	8.00	8.00	1.40	HONDA	G	4.0	HONDA	CS	16/06/2005	0.26	1.05		2.0		2.47	UTILIZADO	D	1	2	12	751.20	
116	Corporación Agrícola Ucupe S.A	531296	9228059	40.80	1945	T.	30.00	25.00	0.41						16/06/2005	0.14	6.50				0.76	UTILIZABLE						
117	Augusto Campobasso	547765	9226888	34.80	1990	T.A	5.00	4.85	2.05						16/06/2005	0.00	3.85				20.00	UTILIZABLE						
118	Santiago Hernández	547698	9227008	36.00	1992	T.A	5.00	5.00	2.10						16/06/2005	-1.40	3.90				3.12	UTILIZADO	D				3,504.00	
119	Célor Sánchez	546854	9226213	31.00	1997	T.A	6.00	5.30	2.00						16/06/2005	0.00	4.60				1.41	UTILIZADO	D				665.65	
120	Familia Campos Bustamante	547307	9226430	42.00	1998	T.A	6.00	5.65	1.50						16/06/2005	-1.20	2.05				0.78	UTILIZADO	D				1,181.20	

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mixto

E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolero

P = Pistón
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.1
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01/07

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : LAGUNAS

IDHS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO	OTA	PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO				NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C E	EXPLOTACIÓN										
		ESTE	NORTE			Año	Tipo	Prof. Inc. (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR		BOMBA		FECHA	P R SUELO (m)	N ESTÁTICO PROF (m)		CAUDAL m ³ n m	Ls	N DINAMICO		mmhos cm	ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m ³ año)
											MARCA	TIPO	HP	MARCA							TIPO	PROF (m)				m ³ n m	PROF (m)	m ³ n m	
91	Municipalidad Distrital de Lagunas - Mocupe	653283	9227279	34.85	1995	T.A	4.00	3.50	1.80					14/06/2005	0.00	1.89				1.69	UTILIZADO	D				175.2			
92	Sr. Ramirez	653575	9227757	34.50	1994	T.A	5.00	4.20	0.85					14/06/2005	-1.10	1.65				0.72	UTILIZADO	D				87.60			
93	Sr. Villiqua	653359	9227358	34.85	1998	T.A	6.00	5.10	1.46					14/06/2005	-1.20	1.35				3.68	UTILIZABLE								
94	Sector Mocupe	652920	9227394	35.35	1995	T.A	4.00	3.20	2.50					14/06/2005	0.15	1.60				0.70	UTILIZADO	D				163.52			
95	EPSL S.A	652066	9228396	40.25	1947	T.	40.00	35.00	0.41	PERKINS	D	23.0	COLOBOMBAS	T.V	14/06/2005	0.00	3.06	16.0			0.76	UTILIZADO	D	7	7	12	147,168.00		
96	Corporación Agrícola Ucupe S.A	651866	9228772	41.50	1945	T.	30.00	30.00	0.41	SHANGAI	E	23.0	SHANGAI	TV	14/06/2005	0.10	3.00				0.41	UTILIZABLE							
97	Corporación Agrícola Ucupe S.A	652092	9228068	37.60	1945	T.	30.00	30.00	0.41	HIDROSTAL	E		HIDROSTAL	CS	14/06/2005	0.00						UTILIZABLE							
98	Corporación Agrícola Ucupe S.A	652166	9227799	38.10	1947	T.	30.00	28.00	0.41	SHANGAI	E	23.0	SHANGAI	TV	14/06/2005	0.40	2.50				0.50	UTILIZABLE							
99	Corporación Agrícola Ucupe S.A	651782	9227181	47.00	1945	T.	30.00	25.00	0.41	SHANGAI	E	23.0	SHANGAI	TV	14/06/2005	0.47	3.70				0.40	UTILIZABLE							
100	Corporación Agrícola Ucupe S.A	651174	9226820	41.00	1945	T.	30.00	3.10	0.38					15/06/2005	0.60						NO UTILIZABLE								
101	Corporación Agrícola Ucupe S.A	651069	9226630	42.10	1945	T.	30.00	25.00	0.41	SHANGAI	E	23.0	SHANGAI	TV	15/06/2005	0.50	3.90					UTILIZABLE							
102	Corporación Agrícola Ucupe S.A	649747	9226259	33.50	1947	T.	30.00	25.00	0.41					15/06/2005	0.84	3.10				0.52	UTILIZABLE								
103	Corporación Agrícola Ucupe S.A	651396	9226660	19.00	1950	T.	35.00	30.00	0.41	SHANGAI	E	23.0	SHANGAI	TV	15/06/2005	1.20	2.50				0.94	UTILIZABLE							
104	Corporación Agrícola Ucupe S.A	651290	9226355	34.50	1947	T.	25.00	25.00	0.41	SHANGAI	E		SHANGAI	TV	15/06/2005	0.45	2.10					UTILIZABLE							
105	Corporación Agrícola Ucupe S.A	653891	9231346	47.80	1945	T.	30.00	28.00	0.38					15/06/2005	0.17	4.60				0.35	UTILIZABLE								
106	Julio Rivas	654068	9231011	46.60	1997	T.A	8.00	7.90	1.70					15/06/2005	-4.00	4.92				0.80	UTILIZABLE								
107	Corporación Agrícola Ucupe S.A	651673	9229133	42.00	1945	T.	25.00	24.10	0.38					15/06/2005	0.18	4.30				0.56	UTILIZABLE								
108	Corporación Agrícola Ucupe S.A	647393	9223136	27.25	1945	T.	25.00	25.00	0.38					15/06/2005	0.53	4.40					UTILIZABLE								
109	José Bercebe	648266	9224776	29.00	1999	T.A	7.00	6.50	1.80					15/06/2005	-2.10	5.00				13.62	UTILIZABLE								
110	Carlos Vera García	647750	9220469	24.50	2000	T.A	9.00	8.90	1.45					16/06/2005	0.50	6.00				4.48	UTILIZADO	D				657.00			
111	Sector San Manuel II - Chaquira	647457	9220020	19.50	1992	T.A	5.00	4.70	1.40	HIDROSTAL	G		HIDROSTAL	CS	16/06/2005	-2.00	4.00				5.86	UTILIZADO	D				142.50		
112	Manuel Jaime García	646530	9220742	28.50	1995	T.A	12.00	11.75	1.45					16/06/2005	-0.60	2.45				1.60	UTILIZABLE								
113	Juan Ferrelan	647806	9221177	22.90	1998	T.A	7.00	6.30	1.60					16/06/2005	0.00	2.45				11.38	UTILIZADO	D				87.60			
114	Misael Tirado	648347	9221006	22.50	1996	T.A	9.00	8.55	1.70					16/06/2005	-2.30	3.63				1.99	UTILIZADO	D				248.20			
115	Kimmasiel Bravo Torres	649011	9221301	21.00	1989	T.A	8.00	8.00	1.40	HONDA	G	4.0	HONDA	CS	16/06/2005	0.26	1.05	2.0			2.47	UTILIZADO	D	1	2	12	751.20		
116	Corporación Agrícola Ucupe S.A	651296	9228059	40.80	1945	T.	30.00	25.00	0.41					16/06/2005	0.14	6.50				0.76	UTILIZABLE								
117	Augusto Campodónico	647765	9226888	34.80	1990	T.A	5.00	4.85	2.05					16/06/2005	0.00	3.85				20.00	UTILIZABLE								
118	Nicolaso Hernández	647698	9227008	36.00	1992	T.A	5.00	5.00	2.10					16/06/2005	-1.40	3.90				3.12	UTILIZADO	D				3,504.00			
119	Felto Sánchez	646854	9226213	31.00	1997	T.A	6.00	5.30	2.00					16/06/2005	0.00	4.60				1.41	UTILIZADO	D				665.65			
120	Familia Campos Batamante	647307	9226430	42.00	1998	T.A	6.00	5.65	1.50					16/06/2005	-1.20	2.05				0.78	UTILIZADO	D				1,181.20			

T = Tubular

T.A = Tajo Abierto

M = Mixto

E = Eléctrico

D = Diesel

G = Gasolero

P = Pistón

MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical

S = Sumergible

CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico

R = Riego

I = Industrial

P = Pecuario

TABLA A.1
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01/07

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : LAGUNAS

IDRHS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO m.s.n.m	PERFORACIÓN				EQUIPO DE BOMBEO				NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL				C E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN														
		ESTE	NORTE		Año	Tipo	Prof. base (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)		N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m ³ /año)				
				MARCA						TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF (m)			m.s.n.m.	PROF (m)	m.s.n.m.		Nº	día			m³							
																									25 °C							
121	Familia Campos Bustamante	547358	9226252	32.00	1999	T.A	5.00	4.20	2.00	BRIGHT STRATON	G	5.0	BRIGHT STRATON	CS	17/06/2005	0.00	1.40		2.0			1.56	UTILIZADO	D	2	1	12	751.20				
122	Raúl Caspos	545784	9224813	28.00	2000	T.A	8.00	6.05	1.60					17/06/2005	0.00	2.70					1.65	UTILIZABLE										
123	Juan Jimenez	547780	9226835	35.70	1998	T.A	6.00	4.80	2.00					17/06/2005	0.00	3.70					6.12	UTILIZADO	D				3,504.00					
124	Augusto Hernández Esteves	547972	9226786	35.50	1981	T.A	8.00	7.40	1.57					17/06/2005	0.50	2.60					1.76	UTILIZADO	D				438.00					
125	Juan Oquiana Baca	548038	9226925	36.20	1998	T.A	6.00	4.40	3.50					17/06/2005	0.00	3.60					2.25	UTILIZADO	D				1,752.00					
126	Consejo Distrital Mocupe - Laguna	548162	9227099	37.20	2005	T.		30.00	0.38					17/06/2005	0.00	4.00						UTILIZABLE										
127	Sector Pueblo Libre	547872	9227541	36.50	1996	T.A	18.00	17.60	1.80					18/06/2005	0.78	14.06					6.15	UTILIZABLE										
128	Vicente Sánchez Merino	548804	9227653	37.70	1972	T.A	5.00	7.65	1.63	LAIDONG	D	18.0	LAIDONG	CS	18/06/2005	0.85	5.25		4.0			3.95	UTILIZADO	D	1	1	12	748.80				
129	Sr. Gerardo	549569	9228182	39.10	1999	T.A	12.00	11.65	1.60	PEDROLLO	E	0.5	PEDROLLO	CS	18/06/2005	0.60	6.65		1.0			5.71	UTILIZADO	D	1	1	12	187.20				
130	Sr. Gerardo	549274	9228370	43.90	1996	T.A	12.00	12.00	1.30					18/06/2005	-4.40	8.20					5.84	UTILIZABLE										
131	Pueblo Rafan	545117	9222092	19.45	1989	T.A	5.00	3.55	1.46					20/06/2005	1.00	2.60					2.18	UTILIZADO	D				2,190.00					
132	Agroindustria San Pedro Nolasco S.A (Ex C.A.T Rafan # 1)	546293	9221529	23.20	1950	T.	50.00	54.00	0.41	PERKINS	D	60.0	B. JHONSON	TV	20/06/2005	0.00	4.35		25.0			0.72	UTILIZADO	R	5	3	6	35,190.00				
133	Agroindustria San Pedro Nolasco S.A (Ex C.A.T Rafan # 2)	545989	9221222	12.00	1950	T.	50.00	18.10	0.41	PERKINS	D	60.0	B. JHONSON	TV	10/06/2005	3.41	3.65					3.68	UTILIZABLE									
134	Agroindustria San Pedro Nolasco S.A (Ex C.A.T Rafan # 3)	547175	9223394	27.50	1945	T.	50.00	49.50	0.41				B. JHONSON	TV	20/06/2005	0.00						0.50	UTILIZABLE									
135	Agroindustria San Pedro Nolasco S.A (Ex C.A.T Rafan # 4)	547278	9223634	28.10	1945	T.	45.00	44.00	0.41					20/06/2005	0.20	3.75					0.84	UTILIZABLE										
136	Comunidad Lagunas	545786	9220724	22.00	1950	M.		1.60 / 0.41						20/06/2005	-1.80	1.95					1.22	NO UTILIZABLE										
137	Comunidad Lagunas	544300	9220125	14.00	1900	T.		9.45	0.41					20/06/2005	0.15	1.03					1.28	UTILIZABLE										
138	Comunidad Lagunas	544048	9220058	13.30	1950	T.	35.00	28.00	0.41	PERKINS	D	65.0	B. JHONSON	TV	20/06/2005	0.00	1.10		2.0			1.01	UTILIZADO	D	6	1	12	2,253.60				
139	Juan Agustina Aguinaga	542893	9220979	9.25	1996	T.A	6.00	4.90	1.87	HONDA	G	3.0	HONDA	CS	21/06/2005	0.10	0.65					3.59	UTILIZADO	D				131.40				
140	Edgar Hualco Silva	542970	9221040	10.20	1999	T.A	8.00	7.80	1.35					21/06/2005	0.37	1.25					3.15	UTILIZADO	D				134.70					
141	Sector Monte Cruz	542958	9220665	9.85	1988	T.A	5.00	4.00	1.30					21/06/2005	0.32	0.70					2.41	UTILIZABLE										
142	Pueblo Rafan	544974	9222108	19.00	1988	T.A	5.00	3.70	1.58					21/06/2005	0.42	1.45					2.09	UTILIZADO	D				17,520.00					
143	Rosa Chero	544974	9222050	18.50	1988	T.A	5.00	3.50	1.03					21/06/2005	0.46	1.20					2.12	UTILIZADO	D				262.80					
144	Pueblo Rafan	544777	9222278	19.00	1986	T.A	6.00	5.50	1.77					21/06/2005	0.80	2.70					7.36	UTILIZADO	D				7,008.00					
145	Micela Chero	544972	9221944	18.50	1980	T.A	2.50	1.80	1.45					21/06/2005	0.43	1.07					0.79	UTILIZADO	D				1,051.20					
146	Agroindustria San Pedro Nolasco S.A (Ex C.A.T Rafan)	546951	9224959	28.70	1950	T.	40.00	5.40	0.41					21/06/2005	0.00	3.40						UTILIZABLE										
147	Segundo Mechado Vázquez	549543	9221008	20.00	1990	T.A	6.00	5.40	1.70					22/06/2005	0.00	1.95					12.21	UTILIZADO	D				262.80					
148	César Augusto Cruz Gomez	549533	9221080	19.70	1989	T.A	9.00	7.00	1.80					22/06/2005	0.28	1.28					1.86	UTILIZADO	D				295.80					
149	Pedro Vázquez Mondragón	549316	9221348	20.90	1990	T.A	5.00	3.08	1.80				BOMBA DE MANO	P	22/06/2005	-1.00	2.23				0.84	UTILIZADO	D				131.40					
150	Corporación Agrícola Ucupe S.A	547289	9224718	29.70	1945	T.	40.00	0.41						22/06/2005	0.45							UTILIZABLE										

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mixto

E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolero

P = Pistón
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.1
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 14 / 01 / 07

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : LAGUNAS

RHS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COT A m.s.n.m.	PERFORACIÓN				EQUIPO DE BOMBEO				NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						CE m.mbo/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN												
		ESTE	NORTE		TERRENO m.s.n.m.	Año	Tipo	Prof. Inc. (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)				
											MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF (m)			m.s.n.m.	PROF (m)			m.s.n.m.	h/d	d/s		m/a			
																									25 °C							
151	Corporación Agrícola Ucupe S.A	651724	9230462	47.20	1945	T.	40.00		0.41							22/06/2005	0.34	9.65						1.88	UTILIZABLE							
152	Corporación Agrícola Ucupe S.A	652268	9230878	49.05	1945	T.	30.00		0.41				B.HONSTON	T.V	23/06/2005	0.20	8.20							0.74	UTILIZABLE							
153	Julio Reaño Zarate	651247	9228872	40.50	1990	T.A	7.00	6.40	1.80						23/06/2005	-0.30	3.95							0.74	UTILIZADO	D					238.00	
154	Sector Poblado Agrupamiento Lagunas	644077	9219724	11.70	1945	T.	40.00	40.00	0.43						27/06/2005	0.07	1.35							1.17	UTILIZABLE							
155	Sector Lagunas	645768	9220712	22.00	1992	T.A	4.00	1.70	1.67						27/06/2005	0.88									NO UTILIZABLE							
156	Manuel Vasquez	649799	9220434	17.50	1986	T.A	8.00	7.80	1.40						27/06/2005	-2.20	2.72							18.85	UTILIZABLE							
157	Maruja Horna	650051	9219720	16.30	1984	T.A	6.00	4.05	1.60						27/06/2005	0.00	0.98							0.58	UTILIZABLE							
158	Sector Carrizal	649987	9219584	16.30	1991	T.A	10.00	9.70	1.40						27/06/2005	0.28	1.78							2.20	UTILIZADO	D						142.40
159	EPSEL S.A	650840	9228478	39.80	1947	T.	40.00	40.00	0.41	PERKINS	D	35.0	B.HONSON	TV	27/06/2005	0.10				12.0					UTILIZADO	D	7	7	12		110.376.00	
160	Sector Panamericana Km. 734	650593	9228362	40.90	1990	T.A	7.00	5.00	2.00						28/06/2005	0.00									NO UTILIZABLE							
161	Reynaldo Peralta Clavo	650349	9228634	41.25	1985	T.A	12.00	10.60	2.10	PEDROLLO	E	1.5	PEDROLLO	CS	28/06/2005	-2.00	8.55			1.0				7.80	UTILIZADO	D	2	6	6		1.126.20	
162	Segundo Delgado Torres	654530	9224114	32.80	1985	T.A	9.00	8.30	1.80						30/06/2005	0.00	7.90							1.59	UTILIZADO	D					175.20	
163	Sector Nuevo Mocupe	650749	9229736	18.80	1998	T.A	12.00	12.70	1.90						10/06/2005	1.00	11.50							19.99	UTILIZABLE							
164	Dionisio Maguilla	652015	9231326	55.30	1998	T.A	23.00	23.00	1.42	LORO	D	18	LORO	CS	01/07/2005	-2.00	19.00			4.0	17.00			1.32	UTILIZADO	D	8	6	12		36.043.20	
165	Sector San Nicolás	652292	9233230	62.90	2000	T.A	10.00	9.18	3.00						01/07/2005	0.00									NO UTILIZABLE							
166	Cooperativa Juan XXIII	648880	9216950	12.70	1995	T.A	6.00	4.50	1.80						01/07/2005	-1.60	2.70							12.68	UTILIZADO	D					204.40	
167	Malida Cotrina	643775	9219254	11.00	1992	T.A	8.00	7.40	1.30						02/07/2005	-1.10	1.25							2.70	UTILIZADO	D					1.314.00	
168	Rogelio Decetno Zamora	643716	9218880	10.50	2003	T.A	6.00	4.06	1.20	LADONG	D	18.0	LADONG	CS	02/07/2005	0.00	1.65			8.0				1.44	UTILIZADO	R	2	2	12		6.009.60	
169	Humberto Perez Cotrina	642148	9218860	7.20	2000	T.A	4.00	3.60	1.06	HONDA	G	4.0	HONDA	CS	04/07/2005	0.25	2.10			3.0				0.76	UTILIZADO	P	1	7	12		3.942.00	
170	Comunidad Lagunas	642360	9219034	6.40	1950	T.	30.00	30.00	0.41						04/07/2005	0.30	1.75							2.42	UTILIZABLE							
171	Sector Chirinos	642408	9219386	8.00	2000	T.A	6.00	4.50	1.60				MOLINO DE VIENTO	P	04/07/2005	0.00	1.80							1.56	UTILIZABLE							
172	Sr. Tello	649282	9227508	35.90	1990	T.A	6.00	6.10	1.75				MOLINO DE VIENTO	P	04/07/2005	0.00	2.50							0.92	UTILIZABLE							
173	Sector La Acequia	649610	9227972	34.95	1989	T.A	8.00	6.40	1.52				MOLINO DE VIENTO	P	05/07/2005	0.34	3.95							15.00	UTILIZABLE							
174	Sr. Gerardo	649620	9228118	39.00	1995	T.A	7.00	6.50	1.70						05/07/2005	0.00	4.35							19.24	UTILIZABLE							
175	Sr. Lau	649991	9228080	37.10	1989	T.A	9.00	8.60	1.78						05/07/2005	0.55	5.50							5.17	UTILIZADO	D					219.00	
176	José Mastr Barragán	650706	9228326	39.50	1992	T.A	6.00	5.90	2.20						05/07/2005	-2.00	5.50							2.41	UTILIZADO	D					175.20	
177	Wancalao Collana Herrera	650408	9228352	40.90	1985	T.A	9.00	8.50	2.20						07/07/2005	-5.00	6.10							2.44	UTILIZADO	D					211.70	
178	Wancalao Collana Herrera	650434	9228322	40.90	1989	T.A	12.00	12.00	1.40						07/07/2005	1.12	6.85							2.51	UTILIZADO	D					438.00	
179	Edilberto Zambrano Lozano	650121	9228566	43.00	1990	T.A	8.00	7.50	1.80						12/07/2005	0.00	7.10							4.14	UTILIZADO	D					219.00	
180	Sector Cruz de Zaña	650125	9228666	43.80	1988	T.A	11.00	10.30	1.20	HONDA	G		HONDA	CS	12/07/2005	0.00	8.30							4.55	UTILIZADO	D					306.60	

T = Tubular
T.A = Tejo Abierto
M = Mixto

E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolero

P = Pistón
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.1
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14 / 01 / 07

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : LAGUNAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO	PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN																			
					Año	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINAMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m ³ /día)											
										MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF (m)			m.s.n.m	PROF (m)			m.s.n.m	hd	di		mi										
181	Severino Vegas	544638	2220442	16.70	2005	T.A		3.00	1.40						12/07/2005	0.44	2.50																					
182	Serafino Yong Jimenez	545342	2220846	17.40	2005	T.A		2.35	1.40						12/07/2005	0.55	1.20							1.31														
183	Manuel Pejerrey Cabrera	545307	2219910	17.80	2005	T.A		4.75	1.40						12/07/2005	1.20	3.65							1.80														
184	Vicente Villegas Calderon	545941	2220792	24.00	2005	T.A		4.00	1.40						12/07/2005	1.10	2.55							0.92														
185	Sector Mocupe Nuevo	549957	2229276	50.00	1999	T.	5.00	3.80	0.48						15/07/2005	0.68																						
186	Segundo Campos Criollo	543941	2218533	11.03	2005	T.A									18/07/2005																							
187	Inocencia Cabrera	543301	2218553	9.20	2005	T.A									18/07/2005																							
188	Colegio Agropocuario Lagunas	543330	2218940	9.80	2005	T.A									18/07/2005																							
189	Carlos Iriarte Rios	544951	2219222	17.85	2005	T.A									18/07/2005																							
190	Eli Calderon Rios	545348	2219414	17.50	2005	T.A									18/07/2005																							
191	Rafino Alvarez Silva	544507	2222172	17.80	2005	T.A									18/07/2005																							
192	Universidad Alas Peruanas	550960	2230325	54.10	1980	T.	30.00	30.00	0.48				HIDROSTAL	S	21/07/2005	0.30			4.0																		1,502.40	
193	Universidad Alas Peruanas	550450	2230645	50.20	1980	T.	10.00		0.48						11/07/2005	1.30																						
194	Aurelio Quiroz Gavidia	554675	2230729	50.00	2004	T.A	8.00	8.90	1.42						28/04/2005	0.30	7.00							0.85														143.30
195	Maria Vera Urquiza	554529	2230503	48.00	2004	T.A	10.00	7.65	1.45						28/04/2005	0.90	6.90							1.09														277.60
196	Rafael Charque Sandoval	556630	2228400	47.00	1998	T.A	12.00	11.73	1.50						19/05/2005	0.00	10.18							0.78														233.60

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mixto

E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolero

P = Pistón
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succion

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuaria

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01/15

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : ZAÑA

ID	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN									
		ESTE	NORTE		Año	Tipo	Prof. Inc (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P. R. SUELO (m)	N ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m ³ año)	
										MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF (m)			m.s.n.m	PROF (m)			m.s.n.m	h/d	d/s		m/s
1	Arcadio Torreses	656827	9241096	88.00	1985	T.A	16.00	16.00	1.98						15/07/2005	0.70	6.98				0.90	UTILIZADO	D				87.60	
2	Socior Popas Alto	655888	9242250	78.00	1980	T.A	9.00	8.40	1.40						15/07/2005	0.62	1.97				3.57	UTILIZADO	D				141.98	
3	Pedro Colchado	655489	9243530	86.50	1989	T.A	7.00	6.35	2.00						15/07/2005	0.53	2.10				0.55	UTILIZADO	D				87.60	
4	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	659619	9233302	52.20	1965	T.	60.00		0.48						22/04/2005	0.08						UTILIZABLE						
5	Maria Nansuche Chiroque	659477	9232327	58.10	1985	T.A	6.00	6.00	1.50						22/04/2005	1.88	3.20				0.63	UTILIZABLE						
6	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	659487	9232001	60.90	1960	T.	60.00	53.90	0.48						22/04/2005	0.28	8.35				0.57	UTILIZABLE						
7	Julia Salazar Casas	659782	9232616	60.00	1989	T.A	8.00	7.85	1.50						22/04/2005	2.10	4.75				0.73	UTILIZADO	D				175.20	
8	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 48 - P	658352	9232711	56.70	1960	T.	60.00	3.15	0.48						25/04/2005	0.75						NO UTILIZABLE						
9	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 41 - P	657984	9232520	56.30	1965	T.	60.00	11.10	0.48						25/04/2005	0.30	5.00				0.49	UTILIZABLE						
10	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	657980	9232100	55.90	1965	T.	60.00	30.70	0.48				RIGHT ANGLE	TV	25/04/2005	0.70	4.90					UTILIZABLE						
11	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 26 - P	657886	9232849	56.00	1960	T.	60.00	30.85	0.48						25/04/2005	0.43	4.86				0.45	UTILIZABLE						
12	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	657666	9231862	55.30	1960	T.	60.00	3.85	0.48				RIGHT ANGLE	TV	25/04/2005	0.40						NO UTILIZABLE						
13	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - P172	657386	9231916	54.40	1970	T.	50.00	24.00	0.48				RIGHT ANGLE	TV	25/04/2005	0.50	5.10				0.54	UTILIZABLE						
14	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	657084	9231776	52.90	1972	T.	50.00	1.68	0.48						25/04/2005	0.25						NO UTILIZABLE						
15	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	656179	9232059	51.50	1965	T.	50.00		0.48				RIGHT ANGLE	TV	25/04/2005	0.65						UTILIZABLE						
16	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	657126	9232821	54.80	1965	T.	60.00	17.10	0.48						25/04/2005	0.36	5.30					UTILIZABLE						
17	Carmen Sandoval Gamboa	657486	9231652	58.90	2004	T.A	6.00	8.15	1.50				BOMBA DE MANO	P	26/04/2005	0.75	5.00				0.86	UTILIZADO	D				657.00	
18	Segundo Salazar Ceasio	657446	9231489	53.50	2003	T.A	10.00	9.30	1.65						26/04/2005	0.70	6.80				0.82	UTILIZADO	P				21.90	
19	Abraham Asencio	657575	9231312	63.00	2004	T.A	8.00	7.70	1.50						26/04/2005	0.20	5.60				0.76	UTILIZADO	D				306.60	
20	Aljovar Quevedo	657947	9230356	54.00	2004	T.A	7.00	6.50	1.50						26/04/2005	2.40	5.80				1.02	UTILIZADO	D				219.00	
21	Humberto Enrique Arenas	657950	9230219	53.30	2004	T.A	7.00	7.10	1.44						26/04/2005	1.20	2.80				0.79	UTILIZABLE						
22	Julio Apacitegu Becerra	657765	9230028	50.30	2004	T.A	6.00	5.80	1.50						26/04/2005	2.25	4.30				1.14	UTILIZABLE						
23	Alberto Apacitegu Becerra	657569	9229839	49.90	2004	T.A	6.00	6.00	1.50						26/04/2005	1.60	3.60				0.88	UTILIZADO	D				335.80	
24	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 32 - P	657265	9232836	55.30	1965	T.	60.00	30.00	0.48	POWER TAKE	D	30.0	HOLLOSHAFT	TV	26/04/2005	0.20	5.35	40.0			0.45	UTILIZADO	D	2	3	12	45.072.00	
25	Felipe Escobar Acosta	657578	9229464	48.60	2004	T.A	7.20	6.78	1.43						26/04/2005	1.30	3.30				0.79	UTILIZABLE						
26	Mairo Ayala Juárez	657780	9228996	52.60	1998	T.A	11.00	11.35	1.98	YAMAHA	G	3.0	YAMAHA	CS	26/04/2005	0.38	3.85	12.0			1.09	UTILIZADO	D	1	3	12	6.753.60	
27	Mairo Ayala Juárez	657931	9228951	53.60	1999	T.A	12.00	10.85	1.63				MOLINO DE VIENTO	P	26/04/2005	0.35	3.63					UTILIZADO	D				175.20	
28	Federico Ayala Chiroque	658036	9228950	54.30	2004	T.A	15.00	14.00	1.50						26/04/2005	0.58	5.20				0.70	UTILIZABLE						
29	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	657274	9232374	54.80	1965	T.	60.00	30.00	0.48	DEL.CROSA	E	20.0	DEL.CROSA	S	27/04/2005	0.07	5.20				0.60	UTILIZABLE						
30	Agustín Quevedo	658085	9230107	53.20	2004	T.A	7.00	6.20	1.50						27/04/2005	1.83	3.90				1.13	UTILIZADO	D				87.60	

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mixto
E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolinero
P = Pistón
MV = Molinos de Viento
TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión
D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.2
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 14/01/15

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : ZAÑA

DUS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA	PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C.E	EXPLOTACIÓN									
					FEBRERO	Año	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P. R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLÚMEN (m ³ /año)	
											MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF (m)			m.s.n.m.	PROF (m)			m.s.n.m.	hid	día		m ³
		ESTE	NORTE	m.s.n.m.																									
31	EPSEL S.A	657484	9235096	55.00	1970	T.	50.00	30.00	0.48	DELCROSA	E	60.0	DELCROSA	S	27/04/2005	0.00			32.0	3.50		0.86	UTILIZADO	D	10	7	12	420.480.00	
32	Jamiro Rodriguez Rivas	657089	9234659	53.00	2004	T.A	5.00	4.00	1.54						28/04/2005	1.05	1.20				1.73	UTILIZADO	D				226.30		
33	Segundo Ramos Salazar	655124	9231687	50.00	2004	T.A	10.00	7.60	1.45						28/04/2005	1.05	6.10				0.83	UTILIZADO	D				226.30		
34	Donatillo Huaccha Huaman	655057	9231098	50.00	2004	T.A	10.00	8.70	1.40						28/04/2005	0.00	8.50				0.88	UTILIZADO	D				262.80		
35	Arcenio Terrones	656915	9240998	89.00	1990	T.A	4.00	2.63	1.33						18/07/2005	0.26							NO UTILIZABLE						
36	Arcenio Terrones	656923	9240988	89.00	1989	T.A	7.00	6.90	1.90						18/07/2005	0.22							NO UTILIZABLE						
37	Segundo Copia Burga	657990	9235120	54.20	2001	T.A	10.00	8.30	1.78						16/05/2005	0.87	2.70				2.65	UTILIZADO	P				36.50		
38	Segundo Copia Burga	658013	9235151	54.20	2001	T.A	6.00	3.60	1.54						16/05/2005	0.63	1.15				1.65	UTILIZADO	D				569.40		
39	Percilia Vega Santa Cruz	655605	9240755	72.00	1985	T.A	10.00	6.22	2.00						17/05/2005	0.00	2.68				4.22	UTILIZADO	D				175.20		
40	Moieta Guazara Nubez	656723	9240650	82.70	2005	T.A	10.00	7.82	1.40						17/05/2005	0.00	0.60				3.15	UTILIZADO	D				175.20		
41	Centro Poblado Popan Bajo	655845	9239150	65.00	1990	T.A	10.00	8.82	1.70	HONDA	G	20.0	HONDA	CS	18/05/2005	0.97	3.12				0.78	UTILIZADO	D				8.760.00		
42	Felipe Arce Vargas	656965	9240836	87.00	2004	T.A	16.00	14.32	2.20	HONDA	G	20.0	HONDA	CS	14/05/2005	0.00	4.98	12.0			0.84	UTILIZADO	D	6	3	6	20.275.20		
43	Sr. Terrones	657106	9240769	88.00	2000	T.A	10.00	9.87	1.90						16/05/2005	0.50	8.65				1.15	UTILIZABLE							
44	Florencio Quevedo Vasquez	657407	9230166	50.00	2001	T.A	6.00	4.95	1.50						19/05/2005	0.58	3.77				0.58	UTILIZADO	P				58.40		
45	Stanley Zapata	658944	9231748	61.50	2000	T.A	5.00	4.29	1.30						19/05/2005	2.20	5.65				0.57	UTILIZADO	D				219.00		
46	Adriano Cesio Valdivia	656284	9235355	52.00	2005	T.A	8.00	7.52	1.32						19/05/2005	0.72	0.95				1.06	UTILIZADO	D				175.20		
47	Jacinto Viquez Vasquez	656325	9235342	52.00	1975	T.A	5.00	3.76	1.50						19/05/2005	0.20	0.65				1.12	UTILIZADO	D				457.04		
48	Virgilia Alva Condor	655464	9239444	66.00	1999	T.A	25.00	10.25	1.50						23/05/2005	0.00	1.88				1.44	UTILIZADO	D				511.00		
49	Fernando Pizarro	654854	9239550	66.00	2004	T.A	12.00	11.40	2.34						23/05/2005	0.63	2.89				20.00	UTILIZADO	D				175.20		
50	Enrique Lupo Rodriguez	654571	9238654	63.30	1975	T.A	15.00	13.27	2.95	YANMAR	D	20.0	YAMAHA	CS	23/05/2005	0.00	3.26	8.0			3.06	UTILIZADO	R	7	7	12	73.584.00		
51	Mivela Vasquez	654641	9238490	63.50	1998	T.A	5.00	3.40	3.00						23/05/2005	0.00	2.30				1.72	UTILIZADO	D				526.00		
52	Ramón Chacajón	654515	9238302	63.65	1975	T.A	10.00	8.46	3.70	SIFANG	D	12.0	SIFANG	CS	23/05/2005	0.00	4.13	6.0			2.74	UTILIZADO	R	4	7	12	31.536.00		
53	Isalo Vasquez	654562	9238146	62.90	1992	T.A	10.50	10.27	2.20	YANMAR	D	9.0	HIDROSTAL	CS	23/05/2005	0.30	4.80	4.0				UTILIZADO	R	8	2	12	12.014.40		
54	José Santos Copia / Isabel Arrasca	654438	9238112	63.40	1985	T.A	13.00	11.02	1.80	SIFANG	D	12.0	SIFANG	CS	23/05/2005	-5.08	6.13	8.0				UTILIZADO	R	2	3	12	9.014.40		
55	Natividad Balodomo Benitez	654289	9237782	64.50	1998	T.A	10.00	8.83	3.00	LISTER	D	20.0	HIDROSTAL	CS	23/05/2005	-1.40	7.67					UTILIZADO	D				131.40		
56	Sr. Huarcia	654059	9237112	65.00	1997	T.A	18.00	16.68	1.90						23/05/2005	-2.00	9.75				3.06	UTILIZADO	D				175.20		
57	Clodomiro Burga Peralta	654844	9237558	57.70	1996	T.A	6.00	4.65	2.00						24/05/2005	0.00	4.00					UTILIZADO	D				350.-		
58	Rosa Santos Ichan	655661	9236710	53.50	2000	T.A	6.00	3.40	2.00						24/05/2005	1.30	2.00					UTILIZADO	D				255.50		
59	Nicanor Centurión	655796	9236872	54.50	1998	T.A	4.00	2.70	1.16						24/05/2005	0.15	2.09					UTILIZADO	D				579.40		
60	Nicanor Centurión	655793	9237158	56.00	1995	T.A	6.00	5.62	1.38						24/05/2005	0.25	1.55					UTILIZADO	D				219.00		

T = Tubular
T.A = Tipo Abicorto
M = Misto
E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolero
P = Pistón
MV = Molinos de Vicato
TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión
D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.2
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01/15

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : ZAÑA

ID#	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO	PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C'E mmhos/cm	EXPLOTACIÓN										
		ESTE	NORTE		m.s.n.m.	Año	Tipo	Prof. base (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)		N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINAMICO		25 °C	ESTADO DEL POZO	USO	RECIMEN		
				MARCA							TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF (m)			m.s.n.m.	PROF (m)	m.s.n.m.		hd	di				ma		
61	Paulino Copia Segura	655664	9237482	58.00	1998	T.A	8.00	6.00	1.70						24/05/2005	0.55	1.37							UTILIZADO	D				262.80
62	Sector Santiago de Miraflores	656800	9235399	52.00	1999	T.A	6.00	5.80	1.60						24/06/2005	0.70	5.05					1.26	UTILIZADO	D				175.20	
63	Sector Inverna Amazonas	657493	9236419	57.35	1985	T.A	5.00	2.70	3.10				BOMBA DE MANO	P	26/06/2005	0.00	1.50					1.16	UTILIZADO	D				657.00	
64	Daniel Burga	655999	9236868	57.00	2001	T.A	6.00	5.60	1.38						24/05/2005	0.70	1.85							UTILIZADO	D				175.20
65	Cesar Medina	656886	9235892	54.00	1998	T.A	7.00	5.40	2.64	HONDA	G	8.0	HONDA	CS	30/06/2005	0.65	3.10	3.0				1.33	UTILIZADO	R	12	1	6	3,378.60	
66	Rosa Beauvinda Marnó	656947	9235818	53.70	1991	T.A	6.00	4.60	2.14						06/07/2005	0.20	2.80					1.27	UTILIZADO	D				182.50	
67	Pio Montenegro	655776	9236678	54.30	1993	T.A	8.00	6.50	1.70						25/05/2005	0.60	2.00							UTILIZADO	D				175.20
68	Pio Montenegro	655806	9236670	54.30	1996	T.A	6.00	4.30	3.00	DEUTZ	D	16.0	DEUTZ	CS	25/05/2005	0.00	1.08	8.0						UTILIZADO	R	1	4	5	2,504.00
69	Claudio Delgado	655557	9236318	53.00	2000	T.A	6.00	5.35	1.70						25/05/2005	0.00	1.00					1.68	UTILIZADO	D				175.20	
70	Sa. Cayotipa	655239	9236942	55.00	1998	T.A	5.00	3.40	1.80						25/05/2005	-1.65	1.70							UTILIZABLE					
71	Eloy Figueroa	655228	9238518	62.00	1998	T.A	10.00	8.39	2.30						26/05/2005	0.00	3.17							UTILIZADO	D				175.20
72	Alejandro Silva	654495	9237852	63.70	1999	T.A	10.00	8.45	1.95	HONDA	G	11.0	HONDA	CS	26/05/2005	-2.00	4.86	4.0						UTILIZADO	R	3	7	12	15,768.00
73	José Chacón	654581	9237946	63.10	2000	T.A	12.00	10.00	1.92	YANMAR	D	9.0	HIDROSTAL	CS	26/05/2005	0.13	4.56	4.0						UTILIZADO	R	8	1	12	6,004.80
74	Segundo Delgado Cazarán	654844	9236664	56.10	1996	T.A	10.00	8.40	1.40						26/05/2005	0.83	1.96					4.53	UTILIZADO	D				175.20	
75	Edith Pompa	654823	9235658	72.00	1997	T.A	6.00	5.00	1.84						26/05/2005	0.94	2.88							UTILIZADO	D				219.00
76	Donatilla Pompa	654602	9235886	54.00	2000	T.A	6.00	5.98	1.53						26/05/2005	0.77	3.75							UTILIZADO	D				438.00
77	Victor Pompa Cabreros	654623	9235840	54.00	1995	T.A	8.00	6.23	2.82	SHANDONG	D	8.8	SHANDONG	CS	26/05/2005	0.55	3.10	4.0						UTILIZADO	R	1	3	4	750.40
78	Abel Vallajes	654604	9235532	53.80	1994	T.A	8.00	7.17	1.52						26/05/2005	0.20	2.48					0.87	UTILIZADO	D				175.20	
79	Sector Maraflores	657044	9235756	54.00	1982	T.A	4.00	3.85	3.20						06/07/2005	-1.35	3.00					0.94	UTILIZADO	D				136.90	
80	Juan Veritegu Mejía	656997	9235722	53.50	2005	T.A	3.80	3.40	1.35						06/07/2005	0.00	2.56					1.06	UTILIZABLE						
81	Pedro Franco Modreros	656005	9235062	52.00	1996	T.A	10.00	8.75	1.32						27/05/2005	0.64	1.19							UTILIZABLE					
82	Armando Colchado Rodríguez	656240	9234692	52.00	2000	T.A	10.00	8.20	2.40						27/05/2005	0.75	2.03							UTILIZADO	D				525.60
83	Porfirio Burga Goscoccha	655738	9234506	53.00	1999	T.A	10.00	9.70	1.38						27/05/2005	1.00	2.10							UTILIZADO	D				262.80
84	Demetrio Meléndez Humán	653780	9234566	58.50	2000	T.A	16.00	15.50	2.13	SIFANG	D	15.0	SIFANG	CS	27/05/2005	-1.50	8.10	6.0						UTILIZADO	R	2	3	4	2,253.60
85	Abelardo Meléndez	654263	9235552	57.00	1999	T.A	10.00	8.60	1.38						27/05/2005	0.00	4.53							UTILIZADO	D				175.20
86	César Vallejos Salinas	655673	9234494	52.10	1999	T.A	5.00	3.25	1.78						31/05/2005	0.00	1.00					1.98	UTILIZADO	D				175.20	
87	Porfirio Burga	655759	9234558	52.80	1998	T.A	5.00	1.80	1.02						31/05/2005	0.17	1.08							UTILIZADO	D				
88	Victoriano Baulista	656641	9236708	57.00	1989	T.A	4.00	3.90	1.40						06/07/2005	0.64	3.18					1.93	UTILIZADO	D				181.80	
89	Gloria Figueroa	655648	9239104	65.00	1985	T.A	7.00	6.00	3.40						07/07/2005	0.00	3.25					1.01	UTILIZADO	D				626.40	
90	Empresas Agroindustrial Cayalti S.A.A - P102	654878	9232700	51.70	1945	T.	40.00	38.50	0.41						31/05/2005	0.69	5.60					1.03	UTILIZABLE						

T = Tubular E = Eléctrico P = Puton TV = Turbina Vertical D = Doméstico P = Pecuario
T.A = Tajo Abierto D = Diesel MV = Molinos de Viento S = Sumergible R = Riego
M = Muto G = Casollero CS = Centrífuga de Succión I = Industrial

TABLA A.2
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14 / 01 / 15

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : ZAÑA

R/Nº	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO	PERFORACIÓN				EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C.E mmhos/cm	EXPLOTACIÓN								
		ESTE	NORTE		m.s.n.m.	Año	Tipo	Prof. Ínic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		25 °C	ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN		
				MARCA							TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF (m)			m.s.n.m.	PROF (m)		m.s.n.m.	h/d				d/s	m/s	
121	Sector Popan Bajo	653590	9237201	52.00	1985	T.A	22.00	19.00	2.00						22/06/2005	0.00	14.40				3.28	UTILIZABLE						
122	Sector Popan Bajo	652714	9237357	59.00	1998	T.A	27.00	25.00	2.00						22/06/2005	0.00	23.20				3.33	UTILIZABLE						
123	Pto Montenegro Cesarón	655955	9236556	53.00	2000	T.A	4.00	2.70	1.14						23/06/2005	0.24	1.15				4.53	UTILIZADO	D			219.00		
124	Juma Cesarón	655833	9236694	54.30	2004	T.A	4.00	2.90	1.43						23/06/2005	0.34	1.69				0.83	UTILIZADO	D			814.70		
125	Manuel More Cesarón	655728	9236290	53.00	2004	T.A		5.10	1.74						23/06/2005	0.90	2.00				2.42	UTILIZABLE						
126	Sector Popan Bajo	654373	9239755	67.60	1990	T.A	10.00	9.80	2.20						16/07/2005	-0.80	2.95				6.52	UTILIZABLE						
127	Gerardo Viquez Samaco	654607	9238366	63.10	1985	T.A	5.00	4.70	2.50						16/07/2005	0.00	2.58				1.54	UTILIZADO	D			832.20		
128	Juan Pablo Aguilar Urrutia	654772	9238242	62.00	1980	T.A	9.00	8.50	1.84						16/07/2005	0.75	3.54				2.84	UTILIZABLE						
129	Sector Popan Bajo	655328	9239456	64.85	1992	T.A	7.00	6.50	2.40						16/07/2005	-1.40	0.45				1.00	UTILIZABLE						
130	Amalia Rojas de Castro	656885	9235549	53.00	1985	T.A	5.00	5.00	2.00	DEUTZ	D	28.0	DEUTZ	CS	16/07/2005	0.40	3.70	12.0			0.89	UTILIZADO	R	3	4	7	15,766.80	
131	Pedro Terrones Chávez	656328	9239665	67.30	1980	T.A	11.00	11.05	2.34						18/07/2005	0.50	2.12				1.88	UTILIZADO	D			227.80		
132	Reynaldo Chávez	656197	9239771	68.00	1982	T.A	13.00	13.02	2.32				MOLINO DE VIENTO	P	18/07/2005	0.15	1.45				3.86	UTILIZADO	D			200.80		
133	Julio Mejía Chávez	656131	9239956	71.70	2005	T.A	6.00	6.00	1.72						18/07/2005	0.10					1.16	UTILIZABLE						
134	Reynaldo Chávez	656165	9240027	72.30	1986	T.A	6.00	5.42	2.30						18/07/2005	0.55	3.10				0.63	UTILIZADO	D			169.40		
135	Sector Saitur	652515	9244464	NHC	1985	T.A	15.00	14.50	2.30						23/07/2005	0.90	13.50				0.86	UTILIZABLE						
136	Sector Saitur	651442	9243900	NHC		T.A	9.00	8.55	2.30						23/07/2005	-1.57						NO UTILIZABLE						
137	Sector Saitur	652388	9243420	NHC		T.	28.00	28.00	0.51						23/07/2005	0.90	17.00				0.75	UTILIZABLE						
138	Sector Saitur	652869	9244194	NHC		T.	11.00	10.60	0.26						23/07/2005	0.80	10.30				2.10	UTILIZABLE						
139	Sector Saitur	653021	9244198	NHC		T.	20.00	20.00	0.26						23/07/2005	0.21	8.10					UTILIZABLE						
140	Hector Reyes Jaramillo	658106	9234132	57.00	2005	T.A		4.80	1.44						23/07/2005	0.40						UTILIZABLE						
141	Manuela Santisteban Vda. de Lozano	657946	9234244	56.10	2005	T.A		7.00	1.44						23/07/2005	2.40	4.00					UTILIZABLE						

T = Tubular
T.A = Tejo Abierto
M = Mazo
E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolero
P = Puto
MV = Molinos de Viento
TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión
D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.3
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14 / 01 / 16

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : CAYALTI

ORDEN	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION								
		ESTE	NORTE		Año	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P. R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m ³ /año)
				MARCA						TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF (m)			m.s.n.m.	PROF (m)		m.s.n.m.	h/d			d/s	m/a		
1	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - P39	669737	9238757	108.00	1962	T.	40.00	21.80	0.48						05/05/2005	0.40	8.36				1.50	UTILIZABLE					
2	Clemente Ramirez	664820	9236262	82.70	1980	T.A.	6.00	5.25	1.40						27/04/2005	0.15	4.45				0.68	UTILIZADO	D				905.20
3	Noe Rojas Orivo	665433	9236422	64.00	1978	T.A.	6.00	5.40	0.76						27/04/2005	0.10	4.30				0.68	UTILIZADO	D				401.50
4	Marta Uriarte Raque	665529	9236176	85.00	1989	T.A.	6.00	3.20	1.50						27/04/2005	1.50						NO UTILIZABLE					
5	Maria Consuelo Espinoza Viquez	664624	9236264	81.30	2005	T.A.	8.00	7.50	1.37						19/04/2005	0.40	5.95				0.65	UTILIZADO	D				657.00
6	Juana Tirado Villegas	664645	9236290	81.30	2002	T.A.	6.00	5.85	0.98						19/04/2005	0.25	5.25				0.68	UTILIZADO	D				90.88
7	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	661566	9234713	69.50	1965	T.	60.00		0.48						22/04/2005	0.20						UTILIZABLE					
8	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	660878	9234569	63.00	1965	T.	60.00		0.48						22/04/2005	0.93	4.85				0.91	UTILIZABLE					
9	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	660902	9234587	63.00	1970	M.	50.00	11.18	0.48 / 3.70						22/04/2005	0.15	4.75				0.91	UTILIZADO	D				175.20
10	César Campa Suyón	659963	9241302	110.00	1990	T.A.	25.00	22.20	2.00						08/06/2005	0.65	20.10				4.13	UTILIZABLE					
11	Elvira Cruzado	657933	9240056	88.00	1997	T.A.	10.00	8.50	2.50						08/06/2005	0.00	1.00				1.03	UTILIZABLE					
12	Francisco Javier Quiroz Stocbez	658532	9235738	58.00	2005	T.A.	7.00	6.00	0.20				MOLINO DE VIENTO	P	18/05/2005	0.77	3.53				1.17	UTILIZADO	D				265.00
13	Emilio Acuña Estela	655911	9237446	58.00	2000	T.A.	6.00	5.75	1.38						24/05/2005	0.00	1.08				1.10	UTILIZADO	D				219.00
14	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	668538	9236765	105.00	1965	T.	50.00	6.30	0.48						20/04/2005	0.40						NO UTILIZABLE					
15	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	668212	9236640	100.80	1965	T.	50.00	27.70	0.48						20/04/2005	0.26	9.10				0.56	UTILIZABLE					
16	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - P35	666914	9236352	93.00	1965	T.	50.00	21.30	0.48				DELCROSA	S	20/04/2005	0.18	6.65				0.65	UTILIZABLE					
17	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - P85	667204	9236326	93.70	1960	T.	50.00	37.00	0.48						20/04/2005	0.55	8.80				0.76	UTILIZABLE					
18	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - P34	667571	9236292	96.20	1962	T.	50.00	28.00	0.48						20/04/2005	0.20	9.30				1.00	UTILIZABLE					
19	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - P83	668043	9236574	100.80	1965	T.	50.00	27.00	0.48						20/04/2005	0.58	11.00				0.72	UTILIZABLE					
20	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	667885	9236516	98.50	1962	T.	50.00	5.00	0.48						20/04/2005	0.40						NO UTILIZABLE					
21	Dalila Cury de Estela	656091	9237558	58.00	2001	T.A.	8.00	6.00	1.35						24/05/2005	0.80	2.32					UTILIZADO	D				175.20
22	Segundo Espinoza Sánchez	656762	9237118	58.00	2005	T.A.	5.00	4.75	1.60						25/05/2005	0.55	1.30					UTILIZABLE					
23	Agustín Urrutia Walter	666322	9236375	87.00	1988	T.A.	10.00	8.80	1.55						21/04/2005	0.85	5.50				0.59	UTILIZABLE					
24	Victoriano Bustista	656784	9237076	58.00	1996	T.A.	9.00	7.30	1.37						25/05/2005	1.10	1.35					UTILIZABLE					
25	Fernando Huamán Viquez	665859	9236500	85.00	1989	T.A.	6.00	4.80	0.98						21/04/2005	0.00	3.80				0.65	UTILIZADO	D				761.36
26	Carsten Ugaz Quiroz	665839	9236271	86.00	2003	T.A.	6.00	5.50	2.00						21/04/2005	0.00	4.40				0.60	UTILIZADO	D				409.25
27	Pedro Paredes Diaz	665875	9236284	86.00	2004	T.A.	6.00	5.50	1.35						21/04/2005	0.15	4.45				0.60	UTILIZADO	D				249.10
28	Juan Ugaz	665884	9236285	86.00	2004	T.A.	6.00	5.00	1.30						21/04/2005	0.00	4.15				0.67	UTILIZADO	D				219.00
29	Diomedes Ugaz	665912	9236293	86.00	2000	T.A.	6.00	5.20	1.50						21/04/2005	0.00	4.19				0.59	UTILIZADO	D				438.00
30	Juan Gallardo Cieza	665993	9236304	86.00	2002	T.A.	5.50	5.25	1.20						21/04/2005	0.00	4.28				0.63	UTILIZADO	D				175.20

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Misto
E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasoliner
P = Puton
MV = Molinos de Viento
TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión
D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.3
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01/16

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : CAYALTI

BOH	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN									
		ESTE	NORTE		Año	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P. R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINAMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m ³ /mto)	
				MARCA						TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF. (m)			m.s.n.m.	PROF. (m)		m.s.n.m.	h/d			d/s	m/e			
31	Unarte Reque Edilberto	665695	9236482	84.00	2000	T.A	6.00	4.80	1.50						21/04/2005	0.00	3.60				0.78	UTILIZADO	D					175.20
32	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - P34	664638	9236633	79.00	1965	T.	30.40	30.40	0.48				DELGROSA	S	21/04/2005	0.20	5.00				0.61	UTILIZABLE	D					
33	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	668357	9238359	101.00	1960	T.	45.00	3.70	0.48						05/05/2005	0.45	3.60					NO UTILIZABLE						
34	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - P38	666603	9238496	99.00	1960	T.	35.00	27.00	0.48						05/05/2005	0.15	7.46					UTILIZADO	D					175.20
35	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - P37	666396	9238567	95.00	1960	T.	30.00	13.50	0.48						05/05/2005	0.25	10.60					UTILIZADO	D					175.20
36	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 18-S	664252	9237685	81.50	1960	T.	40.00	30.00	0.36						06/06/2005	0.68						UTILIZABLE						
37	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 13-S	664757	9237759	82.90	1965	T.	40.00	10.75	0.36						06/05/2005	-0.75	3.70					UTILIZABLE						
38	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 17-S	665129	9237962	82.00	1965	T.	40.00	10.00	0.36						06/05/2005	-2.13	6.14					UTILIZABLE						
39	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - P23	661633	9237963	79.00	1965	T.	40.00		0.41						06/05/2005	0.00	2.00					UTILIZABLE						
40	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 19-S	663895	9237709	82.00	1965	T.	50.00		0.48						06/05/2005	0.00						NO UTILIZABLE						
41	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 16-S	664564	9237899	83.00	1965	T.	50.00		0.48						06/05/2005	0.00						NO UTILIZABLE						
42	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 15-S	664870	9237926	83.00	1965	T.	50.00		0.48						06/05/2005	0.00						NO UTILIZABLE						
43	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 14-S	664986	9237751	82.00	1965	T.	50.00		0.48						06/05/2005	0.00						NO UTILIZABLE						
44	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 8-S	665351	9237849	86.00	1965	T.	50.00		0.48						06/05/2005	0.00						NO UTILIZABLE						
45	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 5-S	665439	9237824	89.00	1945	T.A	40.00	17.20	1.93						06/05/2005	-3.12	6.28				0.44	UTILIZABLE						
46	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 12-S	665540	9237755	88.00	1934	T.	40.00		0.36						09/05/2005	-1.07						UTILIZABLE						
47	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 11-S	665704	9237659	86.50	1940	T.	40.00		0.41						09/05/2005	0.00						NO UTILIZABLE						
48	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 10-S	665452	9237618	85.50	1940	T.	40.00		0.41						09/05/2005	0.00						NO UTILIZABLE						
49	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 9-S	665212	9237620	82.00	1935	T.	40.00	6.81	0.41						09/05/2005	-0.87	4.38				0.55	UTILIZABLE						
50	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 2-S	665747	9237842	86.00	1935	T.	40.00		0.38						09/05/2005	0.17	6.37					UTILIZABLE						
51	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 4-S	665795	9238048	89.00	1940	T.	40.00	12.48	0.36	TIANG DONG	D	88.0	B J PEFRES	TV	09/05/2005	-3.15	4.76	40.0			0.49	UTILIZADO	D	1	3	12	22.512.00	
52	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 7-S	665592	9238003	88.00	1935	T.	40.00		0.41						09/05/2005	-1.12						UTILIZABLE						
53	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 6-S	665822	9238168	89.00	1936	T.	40.00		0.41						09/05/2005	0.40						NO UTILIZABLE						
54	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 3-S	666006	9237897	85.50	1936	T.	40.00		0.38						09/05/2005	0.46						UTILIZABLE						
55	Pablo Saavedra Bazán	665046	9238839	94.00	2004	T.A	18.00	14.35	1.38						10/05/2005	0.60	7.24				0.23	UTILIZADO	D					175.20
56	Edberto Bazán Munioya	664310	9238908	94.90	2000	T.A	12.00	10.34	1.44						10/05/2005	-2.20	8.00				0.73	UTILIZADO	D					438.00
57	Ricardo Malloz Almayá	664386	9239114	97.00	2000	T.A	14.00	12.78	1.55						10/05/2005	0.00	10.00				0.63	UTILIZADO	D					1.758.00
58	Gilberto Saucedo Medina	664770	9239201	97.00	1995	T.A	12.00	11.95	1.38						10/05/2005	0.23	10.60				0.72	UTILIZADO	D					1.319.00
59	Sector Cafetal	663654	9239112	98.00	1998	T.A	15.00	13.19	1.50						10/05/2005	-5.50	10.25				0.62	UTILIZADO	D					175.20
60	Yrael Mejo Vásquez	663575	9239430	100.00	2004	T.A	20.00	18.75	1.40						10/05/2005	0.00	13.42				0.87	UTILIZADO	D					419.80

T = Tubular E = Eléctrico P = Pistón TV = Turbina Vertical D = Doméstico P = Pecuario
T.A = Tajo Abierto D = Diesel MV = Molinos de Viento S = Sumergible R = Riego
M = Mixto G = Gasolero CS = Centrifuga de Succión I = Industrial

TABLA A.3
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01/16

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : CAYALTI

ORDEN	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACIÓN			EQUIPO DE BOMBEO				NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN											
		ESTE	NORTE		Año	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. BUJEO (m)		N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLÚMEN (m ³ /año)	
				MARCA						TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF. (m)			m.s.n.m.	PROF (m)	m.s.n.m.		l/d	d/s			m/a				
61	Alejandro Moste	663118	9239151	94.50	2000	T.A	12.00	11.67	1.30	JAPONESA	D	40.0	JAPONESA	TV	10/05/2005	-4.62	9.54		20.0			0.54	UTILIZADO	R	11	2	12	82.584.00	
62	Sector Cafetal	663731	9239178	98.50	2005	T.A		8.00	2.50						10/05/2005	0.00							UTILIZABLE						
63	Segundo Cruzado Ruiz	662147	9239324	96.00	1993	T.A	18.00	14.60	1.40	BRIGHT STRATON	G	9.0	BRIGHT STRATON	CS	10/05/2005	0.30	7.22		12.0			0.43	UTILIZADO	D	1	3	6	3.376.80	
64	Segundo Cruzado Ruiz	662233	9239418	97.00	1990	T.A	13.00	11.58	1.70						10/05/2005	0.92	10.37					0.45	UTILIZADO	D				175.20	
65	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 21 - S	663508	9237451	78.50	1945	T.	50.00		0.38						11/05/2005	-0.70							NO UTILIZABLE						
66	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 20 - S	663404	9237315	77.90	1940	T.	40.00	3.67	0.36						11/05/2005	-0.92	2.45					1.91	UTILIZADO	D				175.20	
67	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 78 - P	663401	9237135	76.10	1945	T.	40.00	8.22	0.48						11/05/2005	0.28	2.62					0.77	UTILIZABLE						
68	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 24 - P	662375	9237892	72.30	1945	T.	40.00	1.32	0.41						11/05/2005	0.23	0.73					1.05	UTILIZABLE						
69	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 67 - P	661156	9237866	76.00	1945	T.	21.00	8.80	0.48						11/05/2005	0.16	3.07					0.55	UTILIZABLE						
70	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 69 - P	661337	9237643	74.30	1945	T.	40.00		0.48						11/05/2005	0.31							NO UTILIZABLE						
71	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 68 - P	661283	9237364	72.80	1945	T.	15.00		0.48						11/05/2005	0.46							NO UTILIZABLE						
72	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 44 - P	661773	9238288	80.90	1945	T.	40.00	20.09	0.48						11/05/2005	0.22	2.32						UTILIZABLE						
73	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A.	661553	9238546	82.00	1945	T.	20.00		0.48						11/05/2005	0.11							NO UTILIZABLE						
74	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 41 - P	661342	9238576	82.00	1945	T.	40.00		0.48						11/05/2005	-0.90							NO UTILIZABLE						
75	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 66 - P	662319	9238211	83.00	1945	T.	40.00		0.48						11/05/2005	0.39							UTILIZABLE						
76	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 57 - P	662389	9236483	72.30	1940	T.	40.00		0.48						12/05/2005	0.16							NO UTILIZABLE						
77	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 58 - P	661933	9236083	71.00	1940	T.	40.00		0.48						12/05/2005	0.15							NO UTILIZABLE						
78	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 50 - P	661621	9235829	69.20	1940	T.	40.00		0.48						12/05/2005	0.56							UTILIZABLE						
79	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 59 - P	662064	9236485	72.70	1940	T.	40.00		0.48						12/05/2005	0.23							NO UTILIZABLE						
80	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 61 - P	661006	9235622	68.00	1945	T.	40.00		0.48						12/05/2005	0.34							NO UTILIZABLE						
81	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 62 - P	660421	9235396	66.00	1940	T.	40.00		0.48						12/05/2005	0.76							NO UTILIZABLE						
82	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 64 - P	660459	9235783	66.50	1945	T.	40.00		0.48						12/05/2005	0.33							NO UTILIZABLE						
83	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 75 - P	659981	9236919	64.10	1940	T.	40.00	18.13	0.48						12/05/2005	0.12	3.14					0.71	UTILIZADO	D				175.20	
84	Sector Santa Sofia	660605	9236930	64.00	2000	T.A	6.00	3.13	1.15						12/05/2005	0.00	2.54					0.62	UTILIZADO	D				425.20	
85	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 81 - P	658643	9236960	62.90	1980	T.	40.00		0.48						12/05/2005	0.13	1.84						UTILIZABLE						
86	Sector Nuevo Máscico	658566	9237166	63.10	2000	T.A	6.00	3.38	1.68						12/05/2005	0.00	1.60					1.02	UTILIZADO	D				8.950.00	
87	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 25 - P	659274	9238167	70.40	1945	T.	40.00		0.48	DELCROSA	E	20.0	DELCROSA	CS	13/05/2005	0.40			20.0				0.79	UTILIZADO	I	1	7	12	26.280.00
88	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 104 - P	659463	9238067	70.00	1945	T.	40.00	17.26	0.41	DELCROSA	E	20.0	DELCROSA	TV	13/05/2005	0.30							0.79	UTILIZABLE					
89	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 74 - P	659991	9237539	75.20	1970	T.	40.00		0.48						13/05/2005	0.10	3.57					0.68	UTILIZABLE						
90	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A. - 76 - P	659696	9237169	66.00	1970	T.	40.00	17.55	0.48						13/05/2005	0.10	3.58					0.68	UTILIZABLE						

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mifto

E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasoliner

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrifuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.3
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 14/01/16

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : CAYALTI

DMS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA	PERFORACIÓN					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C E	EXPLOTACIÓN													
					TERRENO		Año	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P. R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		mmhos.cm 25 °C	ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLÚMEN (m ³ /año)				
		ESTE	NORTE	m.s.n.m.	MARCA	TIPO						HP	MARCA	TIPO	PROF (m)	m.s.n.m.			PROF (m)	m.s.n.m.		h	d				s	m ³						
91	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	660982	9239248	84.00	1950	T	20.00	10.53	0.48													0.54	UTILIZABLE											
92	Municipalidad Distrital Cayalti	659720	9238837	75.00	1999	T	35.00	35.00	0.36	PERKINS	D	80.0	HIDROSTAL	TV	13/05/2005	0.00	1.10					0.82	UTILIZADO	D	13	4	12	244.020.00						
93	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 27 - P	659358	9238927	78.00	1950	T	50.00	21.46	0.48	INDUSTRIAL CLUTCH	D	88.0	HIDROSTAL	TV	13/05/2005	0.17	2.50			35.0		0.74	UTILIZADO	D	2	4	12	52,342.00						
94	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 28 - P	659176	9238921	78.00	1970	T		6.57	0.48	SHANGAI	E		SHANGAI	TV	13/05/2005	0.17	1.88					0.72	UTILIZABLE											
95	Natividad Carayula Carayula	658074	9239904	80.00	1980	T.A	12.00	6.10	2.00	HONDA	G	20.0	HONDA	CS	14/05/2005	0.00	0.70			12.0		1.00	UTILIZADO	R	4	3	6	13,514.40						
96	Vicente Walter Agui	657818	9240065	88.00	1990	T.A	6.00	4.09	2.00	HONDA	G	20.0	HONDA	CS	14/05/2005	0.00	0.43			12.0		0.61	UTILIZADO	R	3	3	6	10,137.60						
97	Vicente Walter Agui	657825	9240058	88.00	1990	T.A	6.00	4.75	1.70						14/05/2005	0.00	0.41						UTILIZADO	D								306.60		
98	Berica Fernandez Luarez	657736	9240094	88.00	2005	T.A	6.00	6.08	1.40						14/05/2005	0.89	2.04						UTILIZABLE											
99	Nicolito Ojcocha Guray	657410	9237922	60.00	2004	T.A	5.00	4.43	1.39						26/05/2005	0.85	1.50					0.98	UTILIZADO	D							525.60			
100	Servicentro Cayalti	658681	9239058	75.00	2000	T.A	6.00	5.81	1.50						14/05/2005	0.76	2.58					0.73	UTILIZADO	D							8,760.00			
101	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - 103 - P	658602	9239040	75.00	1950	T	40.00	18.72	0.41	HIDROSTAL	E	1.5	HIDROSTAL	CS	16/05/2005	-0.90	1.80			1.0		0.38	UTILIZADO	D	1	3	6	281.40						
102	Gervasio Diaz Muñoz	658582	9239277	78.00	1998	T.A	8.00	5.92	2.00						16/05/2005	0.00	0.10					1.15	UTILIZADO	D							175.20			
103	Prodesibindo Mides Mazabzi	658274	9239362	75.00	2003	T.A	10.00	9.63	2.30						16/05/2005	0.54	1.73					0.79	UTILIZADO	D							175.20			
104	Comunidad Quaysqui Bajo	668661	9236408	93.00	1986	T.A	7.00	7.00	1.30						11/07/2005	0.00	5.73						UTILIZADO	D							7008.00			
105	Centro Poblado Cerro Leño	660285	9239466	85.00	2000	T.A	6.00	4.79	1.80						16/05/2005	0.00	2.68						UTILIZADO	D							2,278.00			
106	Centro Poblado Cerro León	660273	9239502	85.00	2000	T.A	6.00	3.34	1.60						16/05/2005	0.16	1.95					0.87	UTILIZADO	D							2,037.00			
107	Luis Mellique	660495	9239401	85.00	2001	T.A	6.00	4.57	1.60						16/05/2005	0.36	2.48					0.34	UTILIZADO	D							525.60			
108	Fernán Utrillas Vásquez	659211	9239937	85.00	1999	T.A	10.00	8.87	1.40						18/05/2005	0.00	0.70					0.40	UTILIZADO	P							102.20			
109	Eusebio Ore Quincho	659219	9239964	85.00	2001	T.A	6.00	3.17	1.40						17/05/2005	0.55	1.64					0.51	UTILIZADO	D							153.30			
110	Luis Ortiz Lumbe	659180	9240087	86.00	1972	T.A	6.00	5.56	1.35						17/05/2005	0.23	1.45					0.92	UTILIZADO	D							417.45			
111	Procedo Muñoz Alaya	659533	9240110	88.00	1989	T.A	6.00	5.41	1.35						17/05/2005	0.70	3.92					0.57	UTILIZADO	D							438.00			
112	Eduardo Cabrera Belopu	660109	9240146	NHC	1994	T.A	10.00	8.18	1.90	HONDA	G	18.0	HONDA	CS	17/05/2005	-0.30	2.50					0.58	UTILIZADO	D							175.20			
113	Nelson Elicodoro Vásquez Marino	659896	9239807	85.00	1986	T.A	6.00	4.43	0.92						17/05/2005	-0.90	2.43					0.77	UTILIZADO	D							438.00			
114	Guillermo Merluzza Mayta	659811	9239987	86.00	1986	T.A	8.00	7.20	1.70						17/05/2005	-1.40	2.00					0.81	UTILIZADO	D							359.05			
115	Alondro Quevara Coronado	660150	9239900	88.00	2000	T.A	9.00	7.40	2.18	HONDA	G	20.0	HONDA	CS	17/05/2005	-2.24	4.62			12.0		0.64	UTILIZADO	R	1	3	6	3,376.80						
116	Centro Poblado Santa Rosa Bajo	658384	9239164	72.70	1985	T.A	8.00	5.45	1.60	HIDROSTAL	E	6.0	HIDROSTAL	CS	18/05/2005	0.27	2.63			8.0		0.63	UTILIZADO	D	2	7	12	21,024.00						
117	José Mendoza Gimboa	658072	9238860	70.20	1995	T.A	8.00	5.70	2.20						18/05/2005	0.40	1.36					2.75	UTILIZABLE											
118	Gilberto Yamamoto Asejo	657324	9238634	64.25	1975	T.A	9.00	4.56	3.40						18/05/2005	0.65	1.74					0.76	UTILIZADO	D							438.00			
119	Santiago Mejía Terrones	656376	9239248	68.65	1990	T.A	5.00	3.40	1.40						18/05/2005	0.38	1.10					0.85	UTILIZADO	D							438.00			
120	Sector Sarungo	660363	9236890	66.00	1995	T.A	8.00	6.77	1.47						18/05/2005	0.60	6.00					0.61	UTILIZADO	D							4,380.00			

T = Tubular
 T.A = Tipo Abierto
 M = Misto
 E = Eléctrico
 D = Diesel
 G = Gasolero
 P = Pastón
 MV = Molinos de Viento
 TV = Turbina Vertical
 S = Sumergible
 CS = Centrífuga de Succión
 D = Doméstico
 R = Riego
 I = Industrial
 P = Pecuario

TABLA A.3
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 14 / 01 / 16

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : CAYALTI

DPS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA	PERFORACIÓN				EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C E	EXPLOTACIÓN								
		ESTE	NORTE		TERRENO	Año	Tipo	Prof. Inc. (m)	Prof. Acc. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P. R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINAMICO		mmhos/cm	ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN		
				MARCA							TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF (m)			m. s. n. m.	PROF (m)		A.M.	25 °C				h/d	d/s	m/a
121	Jana Dorazila Marchena Ramos	660854	9236508	67.50	1980	T.A.	7.00	6.52	1.87	BRIGHT STRATON	G	40.0	BRIGHT STRATON	CS	18/05/2005	0.33	3.65		12.0			0.89	UTILIZADO	D	1	1	12	2,246.40
122	Cesarro Pobalado Aviación	660824	9236784	67.50	1995	T.A.	8.00	6.32	1.68	HONDA	G	8.0	HONDA	CS	20/05/2005	0.78	4.60		4.0			0.67	UTILIZADO	D	1	7	7	3,066.00
123	Casario Santa Sofia	659948	9236474	64.00	2003	T.	10.00	9.20	0.20				BOMBA DE MANO	P	19/05/2005	0.09	3.72					0.87	UTILIZADO	D				10,040.00
124	Quatavo Calderón Obilán	659578	9239938	85.00	2000	T.A.	5.00	2.42	1.68						19/05/2005	0.00	0.97					0.60	UTILIZADO	D				175.20
125	Lucho Marin	659683	9240052	88.00	2000	T.A.	6.00	4.59	2.20						19/05/2005	-1.50	3.34					1.00	UTILIZADO	P				51.20
126	Rosa Barboza	661094	9239500	88.00	1999	T.A.	6.00	3.40	2.06						19/05/2005	0.00	1.66					0.71	UTILIZADO	D				350.40
127	Alejandro Vázquez Vázquez	661437	9239174	86.00	1999	T.A.	10.00	8.00	2.30						19/05/2005	0.00	3.72					0.65	UTILIZADO	P				116.80
128	Miranda Peralta	661279	9239578	90.00	1998	T.A.	8.00	6.16	2.25						19/05/2005	-1.16	2.77					0.50	UTILIZADO	D				584.00
129	Nicolás Jumbo Guerrero	661699	9239592	93.00	2000	T.A.	12.00	10.07	2.18	HONDA	G	12.0	HONDA	CS	19/05/2005	-2.63	4.41		8.0			0.28	UTILIZADO	P				27.40
130	Salomón Anticona Arévalo	660337	9239628	87.00	2005	T.A.	8.00	6.23	1.38						20/05/2005	0.20	5.11					0.95	UTILIZADO	D				636.56
131	Salomón Anticona Arévalo	660173	9239584	85.00	2004	T.A.	6.00	5.41	1.34						20/05/2005	1.74	2.79					0.24	UTILIZADO	P				21.90
132	Segundo Simcas Saba	660552	9239861	90.00	2005	T.A.	10.00	8.08	1.56						20/05/2005	0.84	6.24					0.52	UTILIZADO	D				175.20
133	Eloy Mazon Silva Pérez	660715	9239989	92.00	2005	T.A.	9.00	8.04	1.65						20/05/2005	1.04	4.26					0.55	UTILIZADO	D				219.00
134	Pepe Echevarría	661047	9240249	98.00	2000	T.A.	7.00	5.98	1.32						20/05/2005	0.00	5.52					0.51	UTILIZADO	P				82.50
135	Emiliano Silva Anticona	661437	9239883	95.00	2003	T.A.	15.00	9.30	1.50	HONDA	G	16.0	HONDA	CS	21/05/2005	0.00	1.47		8.0			0.41	UTILIZADO	R	1	4	4	2,003.20
136	Angela Terrillo López	661147	9239866	93.00	2004	T.A.	4.00	2.55	1.34						21/05/2005	0.00	1.94					0.87	UTILIZADO	D				495.00
137	Maria Bustamante Ramos	658810	9239466	80.00	1998	T.A.	5.00	3.35	2.50						01/06/2005	0.80	1.80						UTILIZADO	D				219.00
138	Octavio Cadenas	658930	9239322	79.00	1999	T.A.	5.00	4.50	1.20						01/06/2005	0.00	0.70						UTILIZABLE					
139	Sector La Melchora	658989	9239330	79.00	2000	T.A.	4.00	2.30	0.60						01/06/2005	0.12	0.70						UTILIZABLE					
140	Sector La Melchora	658994	9239358	80.00	1999	T.A.	4.00	2.65	1.80						01/06/2005	0.50	1.20						UTILIZABLE					
141	Glicerio Walter Acuña	659239	9239614	83.00	1999	T.A.	6.00	5.00	1.40						01/06/2005	0.90	2.00						UTILIZADO	P				58.40
142	Elmer Cortegano Salinas	658981	9239440	81.00	1997	T.A.	7.00	6.50	1.50						01/06/2005	0.40	1.35						UTILIZABLE					
143	Segundo Olaya Atalaya	659012	9239360	80.00	1995	T.A.	4.00	2.40	0.58	HIDROSTAL	E	7.5	HIDROSTAL	CS	01/06/2005	0.15	1.10		1.0				UTILIZADO	P	2	7	7	1,533.00
144	Quatavo Meléndez	659107	9239518	82.00	2000	T.A.	10.00	8.50	1.50						01/06/2005	0.50	1.70						UTILIZABLE					
145	Petronila Malqui Díaz	657581	9239868	75.00	1990	T.A.	8.00	7.30	1.75						01/06/2005	-0.25	0.15						UTILIZADO	D				262.80
146	Sr. Acuña	657515	9239840	75.00	1998	T.A.	6.00	5.85	1.45						01/06/2005	0.25	0.95						UTILIZADO	D				335.80
147	Elihu Lozano Alfaro	658828	9239782	87.00	2000	T.A.	12.00	10.30	1.95						01/06/2005	0.30	1.20						UTILIZABLE					
148	Miguel Lozano Alcántara	658327	9239910	87.00	2000	T.A.	5.00	3.00	3.00						02/06/2005	0.00	0.75					2.41	UTILIZADO	D				175.20
149	Luis Rodríguez Miras	658370	9240054	88.00	2001	T.A.	5.00	3.20	3.00						02/06/2005	0.00	1.00					5.67	UTILIZABLE					
150	Imas Walter	658353	9240080	88.00	2001	T.A.	5.00	4.10	3.00						02/06/2005	0.00	1.10					2.04	UTILIZABLE					

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Misto
E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolinero
P = Pistón
M.V = Molinos de Viento
TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centralfuga de Sución
D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

TABLA A.3
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 14/01/16

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : CAYALTI

RHS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA	PERFORACIÓN					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C.E.	EXPLOTACIÓN						
		ESTE	NORIE		TERRENO	Año	Tipo	Prof. Inc (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s		N. DINÁMICO		mmhos/cm	ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN	
				MARCA							TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF (m)			m.s.n.m.	PROF (m)		m.s.n.m.	25 °C	l/d				d/i	m/a
		m.s.n.m.																										
151	Ernesto Chávez	660034	9239226	82.00	2001	T.A	4.00	2.36	1.30						02/06/2005	0.00	1.00				2.48	UTILIZADO	D					88.95
152	Zoilo Silva Sampedro	660067	9239250	82.00	2001	T.A	4.00	2.60	1.50						02/06/2005	0.00	0.70				0.89	UTILIZADO	D					1,314.90
153	José Eladio Peralta Rojas	658386	9240250	90.00	1999	T.A	10.00	9.30	2.30						02/06/2005	0.00	3.63				0.58	UTILIZADO	D					657.00
154	José Eladio Peralta Rojas	658471	9240294	90.00	1999	T.A	8.00	7.32	2.10						02/06/2005	0.00	4.75				1.04	UTILIZADO	D					131.40
155	Dalia Cotras de Perez	659039	9238982	75.00	2000	T.A	6.00	5.50	1.16						03/06/2005	0.80	2.00				0.99	UTILIZADO	D					2,628.00
156	Santos Wálter Benavides	658261	9240076	88.00	2001	T.A	4.00	2.80	2.50						03/06/2005	0.00	1.30				2.05	UTILIZABLE						
157	Santos Wálter Benavides	658252	9240064	88.00	2001	T.A	4.00	3.20	2.00						03/06/2005	0.00	1.30				3.02	UTILIZADO	P					36.50
158	Dona Esther Bazán	658163	9239846	80.00	2001	T.A	4.00	3.10	3.50						03/06/2005	0.00	0.80				2.04	UTILIZABLE						
159	Rafael Lozano	658278	9239714	78.00	2000	T.A	4.00	2.00	2.00						03/06/2005	0.00	0.30				1.22	UTILIZADO	P					59.75
160	Edelmira Vázquez de Chávez	658782	9239632	86.00	2001	T.A	3.00	1.30	1.20						03/06/2005	0.00	0.20				0.73	UTILIZADO	D					254.10
161	Ascencio Cruzado Bautista	658903	9236412	60.70	2002	T.A	4.00	3.40	1.50						03/06/2005	0.00	1.40				1.00	UTILIZADO	D					586.80
162	Aníbal Salazar	658834	9236652	61.00	2001	T.A	5.00	4.00	1.90						03/06/2005	0.00	1.10				0.98	UTILIZADO	D					438.00
163	Antonio Tarrillo	657816	9239892	78.00	1996	T.A	5.00	3.80	2.00						08/06/2005	0.00	0.60				0.53	UTILIZABLE						
164	Yolanda Ortiz Zorrilla	657013	9240010	75.00	1999	T.A	10.00	8.80	1.60	BRIGHT STRATON	G	10.0	HIDROSTAL	CS	08/06/2005	-0.20	1.90	4.0			1.34	UTILIZADO	D	2	6	7		5,255.60
165	Sr. Rosa Ruiz	657217	9240098	76.00	1998	T.A	4.00	2.50	2.00						08/06/2005	-0.50	1.00				2.28	UTILIZABLE						
166	Sr. Rojas	657097	9240096	76.00	2000	T.A	4.00	2.20	2.00						08/06/2005	0.00	0.80				0.97	UTILIZADO	D					175.20
167	Brenilda Goicochea	657006	9238010	59.00	2005	T.A	4.30	4.00	1.38						26/05/2005	0.00	0.55					UTILIZABLE						
168	Jesús Vega Suárez	656076	9238890	69.40	2005	T.A	4.00	3.10	1.50						31/05/2005	0.00						UTILIZABLE						
169	María Gallardo Goicochea	656041	9238606	71.20	2005	T.A	7.00	6.85	1.30						31/05/2005	0.90	4.73				0.78	UTILIZADO	D					219.00
170	Gilberto Gallo Fernández	658864	9236252	59.50	2000	T.A	5.00	3.50	2.80						03/06/2005	0.00	2.00				0.94	UTILIZADO	P					29.20
171	Lila Medina Vázquez	658361	9236342	59.00	1999	T.A	6.00	6.00	1.45						03/06/2005	0.60	1.50				1.27	UTILIZADO	D					897.90
172	Irene Alalaya Chacón	658390	9236264	59.00	2001	T.A	4.00	2.00	1.10						03/06/2005	0.00	1.50				1.23	UTILIZADO	D					467.70
173	Rosa Benavides Marufo	658555	9236272	59.20	2001	T.A	4.00	2.00	2.00						03/06/2005	0.00	1.50				1.48	UTILIZADO	P					104.10
174	Vicente Alalaya Terrones	657684	9236054	58.00	2003	T.A	5.00	3.20	1.40						24/06/2005	0.00	2.17				1.10	UTILIZADO	D					104.40
175	Demetrio Bautista Heredia	657680	9237027	59.00	2003	T.A	7.00	5.20	1.47						25/06/2005	0.00	1.04				2.20	UTILIZABLE						
176	Sector San Nicolás	656517	9237178	58.00	1985	T.A	12.00	10.70	1.50						07/07/2005	0.75	2.00				1.10	UTILIZABLE						
177	Avelino Rojas	657160	9238908	67.00	1988	T.A	12.00	12.00	1.37						18/07/2005	1.30	2.10				4.65	UTILIZABLE						
178	Sector Santa Rosa Baja	658021	9237364	61.50	1985	T.A	5.00	4.68	1.35						18/07/2005	0.65	1.38				1.22	UTILIZABLE						
179	Wálmer Silva	657477	9238527	63.20	1980	T.A	7.00	6.50	1.10						18/07/2005	0.40	3.00				0.96	UTILIZADO	D					262.80
180	Enrique Vázquez Murga	657758	9239012	69.60	1983	T.A	11.00	10.50	1.38						18/07/2005	0.90	2.05				0.99	UTILIZADO	D					73.00

T = Tubular	E = Eléctrico	P = Pistón	TV = Turbina Vertical	D = Doméstico	P = Pecuario
TA = Tajo Abierto	D = Diesel	MV = Molinos de Viento	S = Sumergible	R = Riego	I = Industrial
M = Mixto	G = Geotérmico		CS = Centrífuga de Succión		

TABLA A.3
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14/01/16

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : CAYALTI

IDHS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACION			EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN								
		ESTE	NORTE		Alto	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINAMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLÚMEN (m ³ /año)
				MARCA						TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF (m)			m.s.n.m.	PROF (m)		m.s.n.m.	h/d			d/s	m/a		
181	Pedro Condor Orrillo	657551	9239638	74.00	2005	T.A	16.00	15.50	1.60	HIDROSTAL	E	0.75	HIDROSTAL	CS	19/07/2005	0.10	14.10				18.24	UTILIZADO	D				175.20
182	Francisco Caro	657901	9239784	77.50	1985	T.A	4.00	2.15	1.35						19/07/2005	0.15	1.20				1.36	UTILIZADO	D				262.80
183	Maria Teodolinda Caro Vda de Lisa	657967	9239724	77.00	1980	T.A	6.00	5.57	1.81						19/07/2005	-0.78	1.19				0.65	UTILIZADO	D				262.80
184	Germán Díaz Muñoz	658461	9239166	74.40	1985	T.A	4.00	3.50	0.96						19/07/2005	0.30	1.28				0.74	UTILIZADO	D				4,380.00
185	Lana Ortiz Lumba	659291	9240340	90.00	2005	T.A		8.00	1.50						19/07/2005	0.70	7.40				0.53	UTILIZABLE					
186	Juan Benavides	658196	9238895	70.20	1990	T.A	4.00	2.70	1.35						19/07/2005	0.00	1.12				1.40	UTILIZABLE					
187	Segundo Vásquez	657530	9238932	68.00	1989	T.A	4.00	3.85	1.90						19/07/2005	0.00	1.60				1.21	UTILIZADO	D				202.60
188	Sector Santa Rosa Baja	656811	9239348	72.00	1983	T.A	10.00	9.75	2.07						19/07/2005	0.40	1.50				3.07	UTILIZABLE					
189	Eduardo Cabrera Belopé	660105	9240138	NEHC	2005	T.A	14.00	13.40	2.24						19/07/2005	0.60	4.40				0.71	UTILIZABLE					
190	Rosario Cortina	661647	9239668	93.00	2005	T.A		6.00	1.40						19/07/2005	0.00	4.30					UTILIZABLE					
191	Empresa Agroindustrial Cayalti	659255	9238204	70.40	1805	T.A	30.00	5.00	2.30						27/07/2005	0.00	2.18				0.75	UTILIZADO	D				8,000.00
192	Sector Medio Mundo	657670	9237488	60.10	1992	T.A	7.00	6.30	1.38						27/07/2005	0.50	2.44					UTILIZABLE					
193	Victor Cerujica Castañeda	657899	9237700	62.00	2005	T.A		1.00	1.50						27/07/2005	0.00						UTILIZABLE					

T = Tubular	E = Eléctrico	P = Pistón	TV = Turbina Vertical	D = Doméstico	P = Pecuario
TA = Tajo Abierto	D = Diesel	MV = Molinos de Viento	S = Sumergible	R = Riesgo	
M = Mixto	G = Gasolinero		CS = Centrífuga de Succión	I = Industrial	

TABLA A.5
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS.

CÓDIGO: 14 / 01 / 09

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : NUEVA ARICA

RHS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO	PERFORACION			EQUIPO DE BOMBEO				NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C E mmbov/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN										
		ESTE	NORTE		Alt	Tipo	Prof Inic (m)	Prof Act (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P R S/TELO (m)		N ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m ³ mbo)
				MARCA						TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF (m)			m s.n.m	PROF (m)	m s.n.m		h d	d s			m s			
				EST	NOR	TER	Alt	Tipo	Prof Inic	Prof Act	Diámetro	MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO	FECHA	P R S/TELO	PROF (m)	m s.n.m	CAUDAL	PROF (m)	m s.n.m	ESTADO	USO	h d	d s	m s
1	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	677230	9239355	148.00	1965	T	60.00	53.00	0.48	PERKINS	D	80.0	PERKINS	TV	19/04/2005	0.00			40.0			0.86	UTILIZADO	D	1	2	12	15.024.00
2	Centro Poblado Culpon	677225	9239421	148.00	1980	TA	6.00	4.40	2.37						19/04/2005	0.74	2.58					0.95	UTILIZABLE					
3	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	680158	9240024	161.40	1960	T	50.00	6.10	0.48						19/04/2005	0.24							NO UTILIZABLE					
4	José Domingo Santa María Chapoan	681895	9240079	177.90	1968	T	40.00	27.50	0.48						19/04/2005	0.60	7.53					1.76	UTILIZABLE					
5	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	668599	9237468	100.00	1965	T	50.00	5.00	0.48						19/04/2005	0.00							NO UTILIZABLE					
6	EPSEI S.A	683787	9240794	181.60	1970	T	50.00		0.48				HIDROSTAL	TV	04/05/2005	0.00						1.06	UTILIZABLE					
7	EPSEI S.A	683702	9241056	179.80	2000	T	2.200		0.48	HIDROSTAL	E	20.0	HIDROSTAL	S	04/05/2005	0.00			20.0	8.15		1.04	UTILIZADO	D	9	7	12	236.520.00
8	Asociación Ganadera JJAB	681232	9239513	175.00	1989	T	25.00	23.68	0.48						04/05/2005	0.00	15.10					3.86	UTILIZABLE					
9	Miguel Cabrera Bautista	672924	9237273	132.00	1898	TA	15.00	18.50	1.80						30/05/2005	0.00	12.30					7.86	UTILIZADO	D				131.40
10	Victor Yep Calderón	680819	9239413	172.50	1895	TA	28.00	28.00	1.48						02/06/2005	0.00	18.00					0.72	UTILIZADO	D				350.40
11	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	670547	9238070	115.50	1960	T	50.00	3.80	0.48						02/06/2005	0.50							NO UTILIZABLE					
12	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	670384	9237651	120.00	1960	T	50.00	1.06	0.48						02/06/2005	0.24							NO UTILIZABLE					
13	Santos Cruzado	679966	9238829	172.00	1999	TA	14.00	14.00	1.16						03/06/2005	0.00	10.30					0.68	UTILIZABLE					
14	Juan Calderón	680054	9238784	172.00	2005	TA	5.00	1.78	1.50						03/06/2005	0.00							UTILIZABLE					
15	René Nalca	684601	9241448	184.00	1998	TA	7.00	6.15	1.33						03/06/2005	0.65	4.93					0.94	UTILIZADO	D				175.20
16	José Irene Silva Galvez	684088	9241576	182.00	1955	T	15.00	15.00	0.48						03/06/2005	0.20	8.00					2.40	UTILIZABLE					
17	Andrea Montenegro	683552	9241596	175.10	1955	T	15.00	1.50	0.48						04/06/2005	0.27							NO UTILIZABLE					
18	Carsten Palacios	683084	9240429	178.00	1982	TA	13.00	8.00	1.09						04/06/2005	0.00							NO UTILIZABLE					
19	Asociación Ganadera JJAB	682927	9239607	184.00	2000	TA	14.00	13.43	0.98						04/06/2005	-0.80	13.07					2.50	UTILIZABLE					
20	Lastenia Palacios Pérez	683187	9240249	181.40	1965	TA	13.00	12.05	1.50						04/06/2005	0.00	3.00					2.46	UTILIZADO	D				175.20
21	Bismarck Palacios Serrano	683350	9240171	184.00	1965	TA	11.00	12.65	1.40	HIDROSTAL	E	0.75	HIDROSTAL	CS	04/06/2005	0.50	8.00		1.0			3.35	UTILIZADO	D	1	6	5	46950
22	Pueblo de Nueva Arica	684237	9240407	188.80	2004	TA	8.00	6.00	1.50						04/06/2005	0.00	3.00						UTILIZADO	D				175.20
23	Atilio Onupe Galvez	683567	9240483	181.20	1950	TA	12.00	12.00	2.00						04/06/2005	0.00	6.75					4.76	UTILIZADO	D				87.60
24	Asociación Ganadera JJAB	681977	9239607	181.00	2005	TA	14.00	9.20	1.50						04/06/2005	0.00							UTILIZABLE					
25	Elmer Rivasplata Mendoza	682398	9238269	185.00	1995	TA	30.00	30.00	1.50						04/06/2005	0.00	17.60					20.00	UTILIZABLE					
26	Victor Yep Calderón	681039	9238551	184.00	1998	TA	12.00	10.00	1.20						04/06/2005	0.00							NO UTILIZABLE					
27	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	670635	9237543	120.00	1955	T	50.00	8.05	0.48						05/06/2005	0.60							NO UTILIZABLE					
28	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	669887	9236912	112.50	1965	T	45.00	11.60	0.50						07/06/2005	0.40							NO UTILIZABLE					
29	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	669637	9236494	112.00	1960	T	45.00	11.39	0.50						07/06/2005	0.10							NO UTILIZABLE					
30	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	669132	9236965	107.00	1965	T	60.00	1.08	0.48						19/04/2005	0.47							NO UTILIZABLE					

T = Tubular
 TA = Tajo Abierto
 M = Mixto

E = Eléctrico
 D = Diesel
 G = Gasolero

P = Pistón
 MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
 S = Sumergible
 CS = Centrifuga de Succion

D = Doméstico
 R = Riego
 I = Industrial
 P = Pecuario

TABLA A.5
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 14 / 01 / 09

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PROVINCIA : CHICLAYO

DISTRITO : NUEVA ARICA

DUS	NOMBRE DEL POZO	COORDENADAS		COTA TERRENO	PERFORACIÓN				EQUIPO DE BOMBEO				NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL					C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN																	
		ESTE	NORTE		m.s.n.m.	Año	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. BUVELO (m)		N. ESTÁTICO		N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m ³ año)								
				MARCA							TIPO	HP	MARCA	TIPO	PROF. (m)			m.s.n.m.	l/s	PROF. (m)	m.s.n.m.	h/d			d/s	m/a										
31	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	669241	9236652	109.00	1965	T	50.00	14.00	0.48					19/04/2005	0.14	12.00																				
32	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	669561	9236783	112.00	1965	T	60.00	10.30	0.48					20/04/2005	0.40																					
33	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	669117	9237676	104.50	1960	T	50.00	10.40	0.48					20/04/2005	0.00	1.85																				
34	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	668880	9236891	105.00	1968	T	50.00	17.75	0.48					20/04/2005	0.40	11.60																				
35	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	666520	9236668	86.00	1963	T	50.00	6.50	0.48					21/04/2005	0.00	4.00																				
36	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - P87	666270	9236570	85.00	1965	T	50.00		0.48					21/04/2005	0.46	3.15																				
37	Apartado Urrutia Wälter	666198	9236571	85.00	1989	T.A	6.00	5.60	1.13					21/04/2005	0.18	3.20																			534.25	

T = Tubular
 T.A = Tipo Abcisto
 M = Mixto

E = Eléctrico
 D = Diesel
 G = Gasolinero

P = Piston
 MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
 S = Sumergible
 CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico
 R = Riego
 I = Industrial

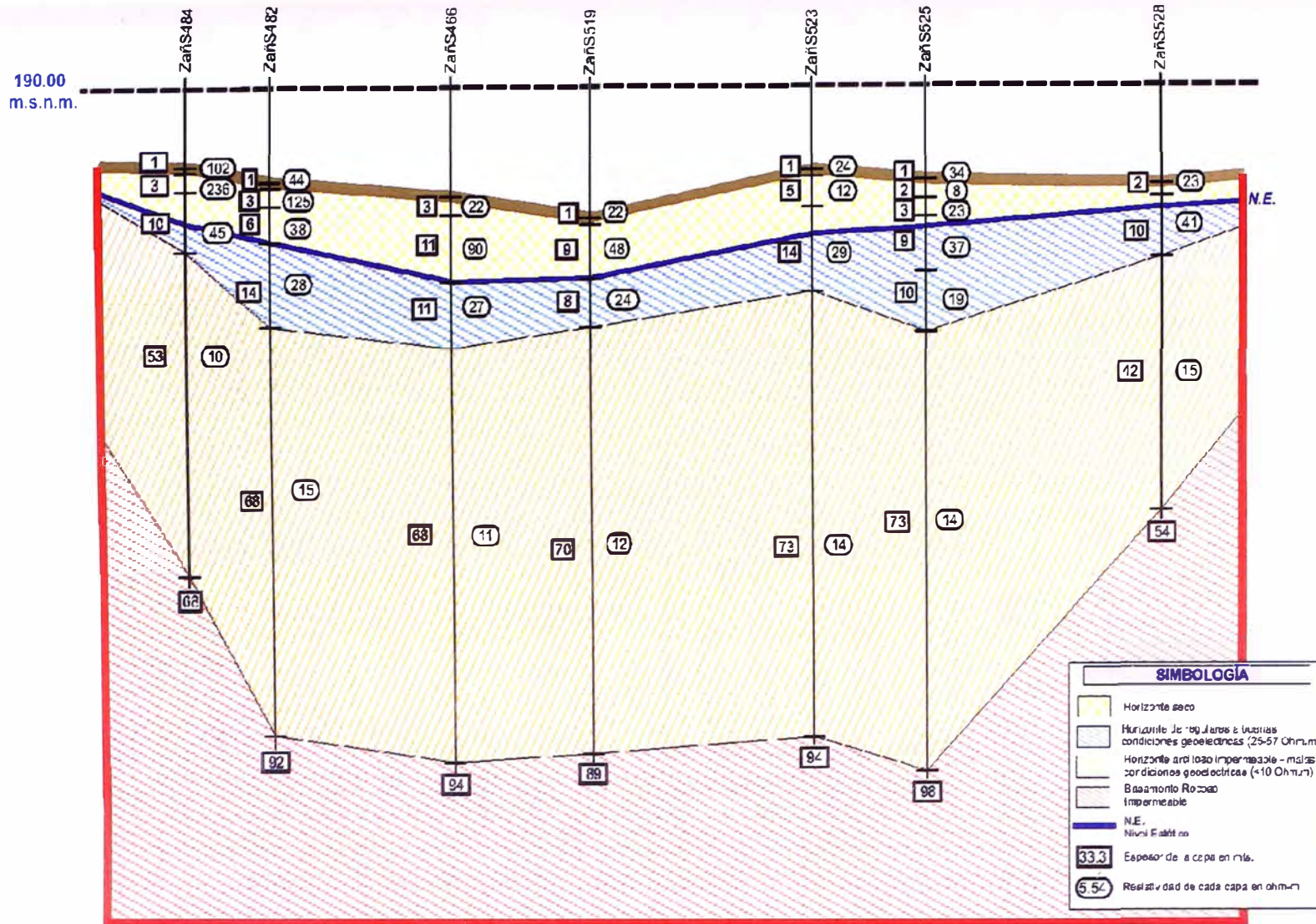
TABLA A.6
RESUMEN DE NIVELES DE AGUA (Mayo y Junio del 2005)

Pozo	Coordenadas			Prof. (m)	Stick-up (m)	Prof. de agua respecto Stick up (m)	Prof. De agua respecto terreno (m)	Cota de Agua Promedio (msnm)
	Este	Norte	Elevación					
07_002	652102.0	9232958.0	63.00	20.00	-11.00	6.80	17.80	45.20
07_007	652757.0	9224040.0	26.00	3.58	0.23	0.62	0.39	25.61
07_010	653850.0	9223162.0	27.70	9.26	0.00	3.90	3.90	23.80
07_027	652202.0	9222195.0	22.20	6.20	0.00	0.43	0.43	21.77
07_030	648693.0	9221949.0	22.90	8.97	0.00	2.05	2.05	20.85
07_033	650749.0	9229555.0	46.70	12.43	-4.00	9.94	13.94	32.76
07_037	650641.0	9228748.0	40.20	10.78	0.26	8.50	8.24	31.96
07_052	654441.0	9225039.0	36.00	15.80	0.50	9.30	8.80	27.20
07_068	653384.0	9228488.0	39.00	6.85	1.73	4.60	2.87	36.13
07_072	653450.0	9226047.0	34.00	13.50	0.20	1.08	0.88	33.12
07_080	651320.0	9225689.0	31.80	4.40	0.00	0.60	0.60	31.20
07_085	651824.0	9226759.0	36.90	4.65	0.90	2.30	1.40	35.50
07_090	653122.0	9227252.0	35.00	3.30	-0.60	0.90	1.50	33.50
07_102	649747.0	9226259.0	33.50	25.00	0.84	3.10	2.26	31.24
07_105	653891.0	9231346.0	47.80	28.00	0.17	4.60	4.43	43.37
07_107	651673.0	9229133.0	42.00	24.10	0.18	4.30	4.12	37.88
07_111	647457.0	9220020.0	19.50	4.70	-2.00	4.00	6.00	13.50
07_113	647806.0	9221177.0	22.90	6.30	0.00	2.45	2.45	20.45
07_116	651296.0	9228059.0	40.80	25.00	0.14	6.50	6.36	34.44
07_119	646854.0	9226213.0	31.00	5.30	0.00	4.60	4.60	26.40
07_122	645784.0	9224813.0	28.00	6.05	0.00	2.70	2.70	25.30
07_130	649274.0	9228370.0	43.90	12.00	-4.40	8.20	12.60	31.30
07_132	646293.0	9221529.0	23.20	54.00	0.00	4.35	4.35	18.85
07_135	647278.0	9223634.0	28.10	44.00	0.20	3.75	3.55	24.55
07_137	644300.0	9220125.0	14.00	9.45	0.15	1.03	0.88	13.12
07_144	644777.0	9222278.0	19.00	5.50	0.80	2.70	1.90	17.10
07_147	649543.0	9221008.0	20.00	5.40	0.00	1.95	1.95	18.05
07_151	651724.0	9230462.0	47.20	40.00	0.34	9.65	9.31	37.89
07_158	649987.0	9219584.0	16.50	9.70	0.28	1.78	1.50	15.00
07_162	654530.0	9224114.0	32.80	8.30	0.00	7.90	7.90	24.90
07_166	648880.0	9216950.0	12.70	4.50	-1.60	2.70	4.30	8.40
07_168	643716.0	9218880.0	10.50	4.06	0.00	1.65	1.65	8.85
07_170	642360.0	9219034.0	6.40	30.00	0.30	1.75	1.45	4.95
07_172	649282.0	9227508.0	35.90	6.10	0.00	2.50	2.50	33.40
07_195	654529.0	9230503.0	48.00	7.65	0.90	6.90	6.00	42.00
07_196	656630.0	9228400.0	47.00	11.73	0.00	10.18	10.18	36.82
09_035	666520.0	9236668.0	86.00	6.50	0.00	4.00	4.00	82.00
15_002	655888.0	9242250.0	78.00	8.40	0.62	1.97	1.35	76.65
15_007	659782.0	9232616.0	60.00	7.85	2.10	4.75	2.65	57.35
15_013	657386.0	9231916.0	54.40	24.00	0.50	5.10	4.60	49.80
15_016	657126.0	9232821.0	54.80	17.10	0.36	5.30	4.94	49.86
15_020	657947.0	9230356.0	54.00	6.50	2.40	5.80	3.40	50.60
15_028	658036.0	9228950.0	54.30	14.00	0.58	5.20	4.62	49.68
15_033	655124.0	9231687.0	50.00	7.60	1.05	6.10	5.05	44.95
15_038	658013.0	9235151.0	54.20	3.60	0.63	1.15	0.52	53.68
15_039	655605.0	9240755.0	72.00	6.22	0.00	2.68	2.68	69.32
15_043	657106.0	9240769.0	88.00	9.87	0.50	8.65	8.15	79.85
15_045	658944.0	9231748.0	61.50	4.29	2.20	5.65	3.45	58.05
15_050	654571.0	9238654.0	63.30	13.27	0.00	3.26	3.26	60.04
15_069	655557.0	9236318.0	53.00	5.35	0.00	1.00	1.00	52.00
15_090	654878.0	9232700.0	51.70	38.50	0.69	5.60	4.91	46.79
15_092	658573.0	9233928.0	60.00	4.75	0.30	1.85	1.55	58.45
15_101	654325.0	9234394.0	54.30	7.93	0.00	2.13	2.13	52.17
15_104	653664.0	9233592.0	52.50	6.10	0.80	3.90	3.10	49.40
15_112	653676.0	9239806.0	70.70	5.25	-6.00	1.90	7.90	62.80
15_113	653358.0	9234882.0	63.00	16.00	0.00	12.70	12.70	50.30
15_115	653766.0	9236144.0	58.00	14.70	0.18	13.50	13.32	44.68
15_122	652714.0	9237357.0	59.00	25.00	0.00	23.20	23.20	35.80
15_129	655328.0	9239456.0	64.85	6.50	-1.40	0.45	1.85	63.00
15_134	656165.0	9240027.0	72.50	5.42	0.55	3.10	2.55	69.95
16_013	655911.0	9237446.0	58.00	5.75	0.00	1.08	1.08	56.92
16_018	667571.0	9236292.0	96.20	28.00	0.20	9.30	9.10	87.10

TABLA A.6
RESUMEN DE NIVELES DE AGUA (Mayo y Junio del 2005)

Pozo	Coordenadas			Prof. (m)	Stick-up (m)	Prof. de agua respecto Stick up (m)	Prof. De agua respecto terreno (m)	Cota de Agua Promedio (msnm)
	Este	Norte	Elevación					
16_026	665839.0	9236271.0	86.00	5.50	0.00	4.40	4.40	81.60
16_032	664638.0	9236633.0	79.00	30.40	0.20	5.00	4.80	74.20
16_037	664757.0	9237759.0	82.50	10.75	-0.75	3.70	4.45	78.05
16_050	665747.0	9237842.0	86.00	0.00	0.17	6.37	6.20	79.80
16_058	664770.0	9239201.0	97.00	11.95	0.23	10.60	10.37	86.63
16_060	663575.0	9239430.0	100.00	18.75	0.00	13.42	13.42	86.58
16_064	662233.0	9239418.0	97.00	11.58	0.92	10.37	9.45	87.55
16_067	663401.0	9237135.0	76.10	8.22	0.28	2.62	2.34	73.76
16_068	662375.0	9237892.0	72.30	1.32	0.23	0.73	0.50	71.80
16_069	661156.0	9237866.0	76.00	8.80	0.16	3.07	2.91	73.09
16_086	658566.0	9237166.0	63.10	3.38	0.00	1.60	1.60	61.50
16_089	659991.0	9237539.0	75.20	0.00	0.10	3.57	3.47	71.73
16_091	660982.0	9239248.0	84.00	10.53	0.00	1.10	1.10	82.90
16_092	659720.0	9238837.0	75.00	35.00	0.10	2.00	1.90	73.10
16_099	657410.0	9237922.0	60.00	4.43	0.85	1.50	0.65	59.35
16_121	660854.0	9236508.0	67.50	6.52	0.33	3.65	3.32	64.18
16_123	659948.0	9236474.0	64.00	9.20	0.09	3.72	3.63	60.37
16_124	659578.0	9239938.0	85.00	2.42	0.00	0.97	0.97	84.03
16_134	661047.0	9240249.0	98.00	5.98	0.00	5.52	5.52	92.48
16_146	657515.0	9239840.0	75.00	5.85	0.25	0.95	0.70	74.30
16_154	658471.0	9240294.0	90.00	7.32	0.00	4.75	4.75	85.25
16_172	658390.0	9236264.0	59.00	2.00	0.00	1.50	1.50	57.50
16_177	657160.0	9238908.0	67.00	12.00	1.30	2.10	0.80	66.20
16_184	658461.0	9239166.0	74.40	3.50	0.30	1.28	0.98	73.42

Anexo B: Secciones Geoelectricas



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DE ZAÑA 2006



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT

REVISADO POR: JKZ

FECHA: Enero 2009

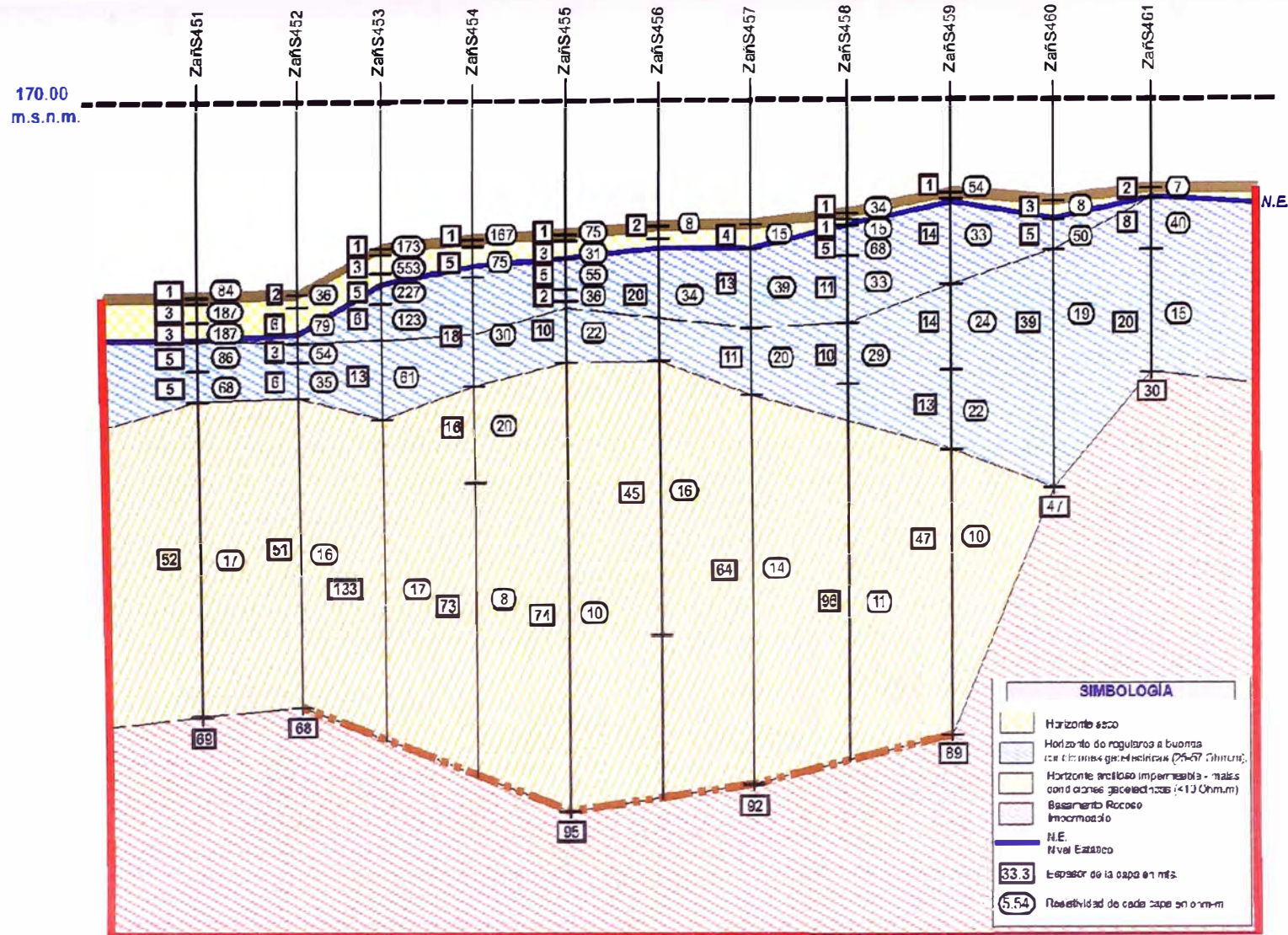
FILE: Figura B.1.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA

SECCION GEOELECTRICA A-A'

FIGURA N°

B.1



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DE ZAÑA 2006



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT

REVISADO POR: JKZ

FECHA: Enero 2009

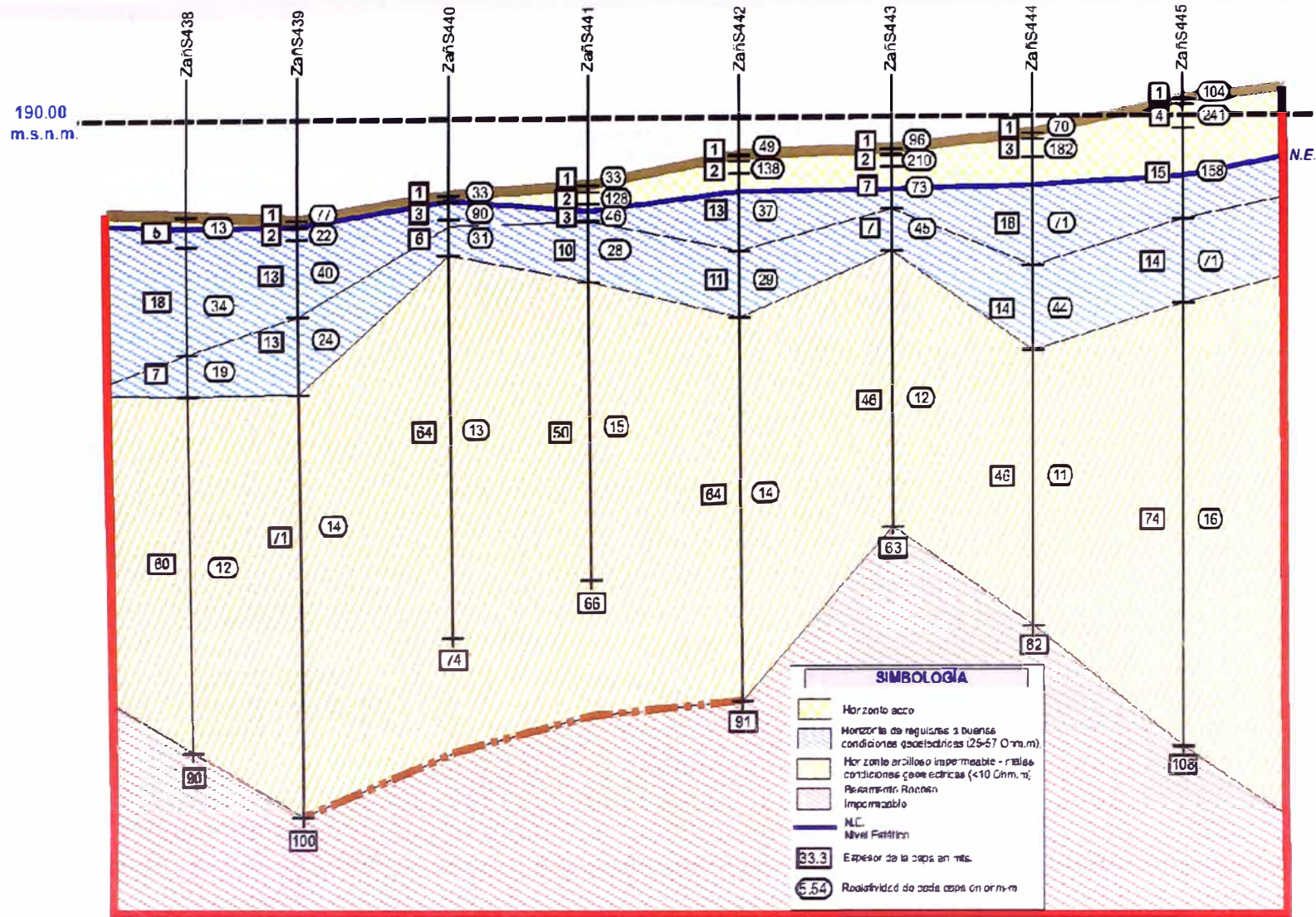
FILE: Figura B.2.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA

SECCION GEOELECTRICA B-B'

FIGURA N°

B.2



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DE ZAÑA 2006



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

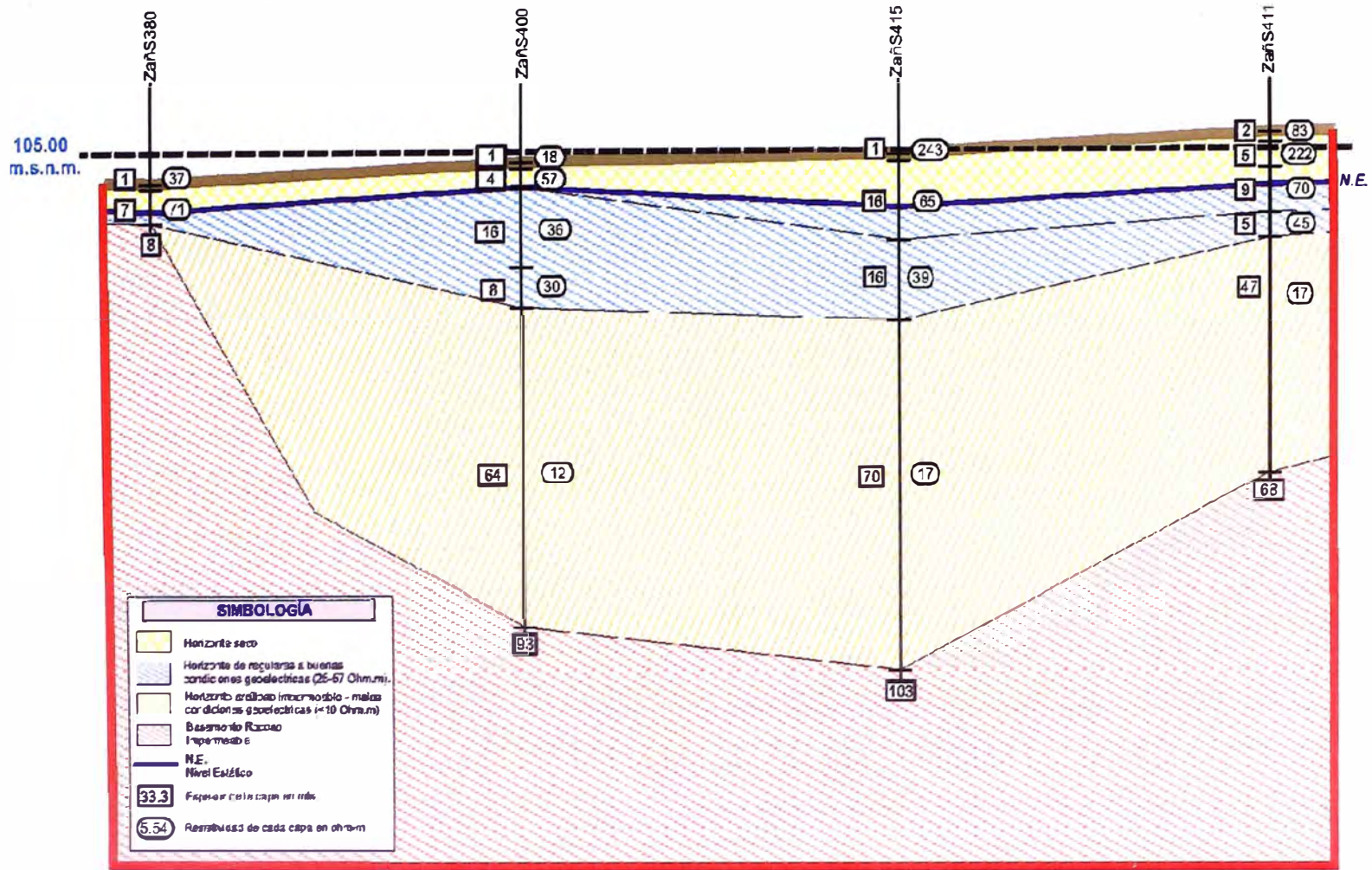
DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Enero 2009
FILE: Figura B.3.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLOGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA

SECCION GEOELECTRICA C-C'

FIGURA N°

B.3



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DE ZAÑA 2006



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

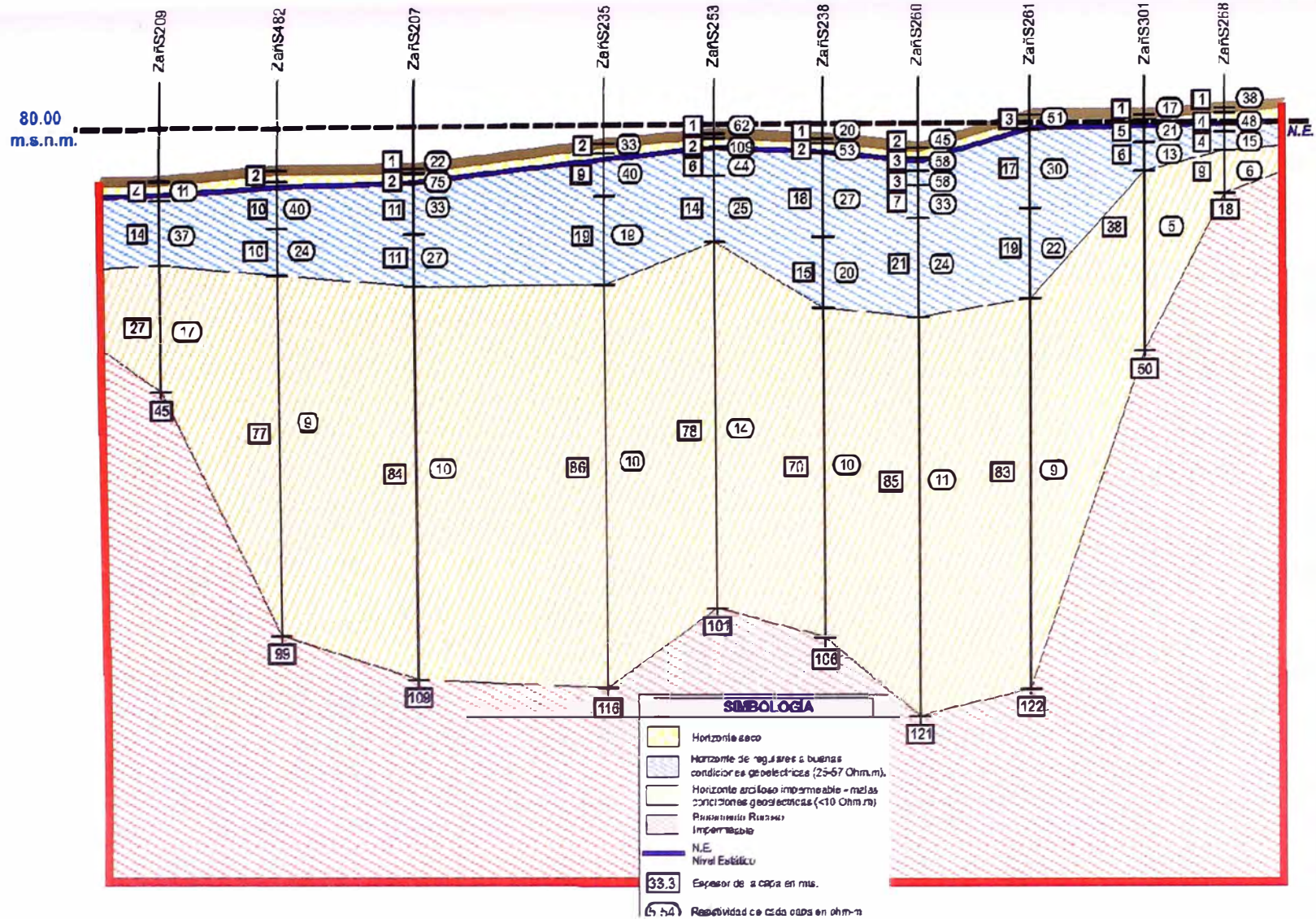
DIBUJADO POR:	MMT
REVISADO POR:	JKZ
FECHA:	Enero 2009
FILE:	Figura B.4.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLOGICO
 DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA

SECCION GEOELECTRICA D-D'

FIGURA N°

B.4



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DE ZAÑA 2006

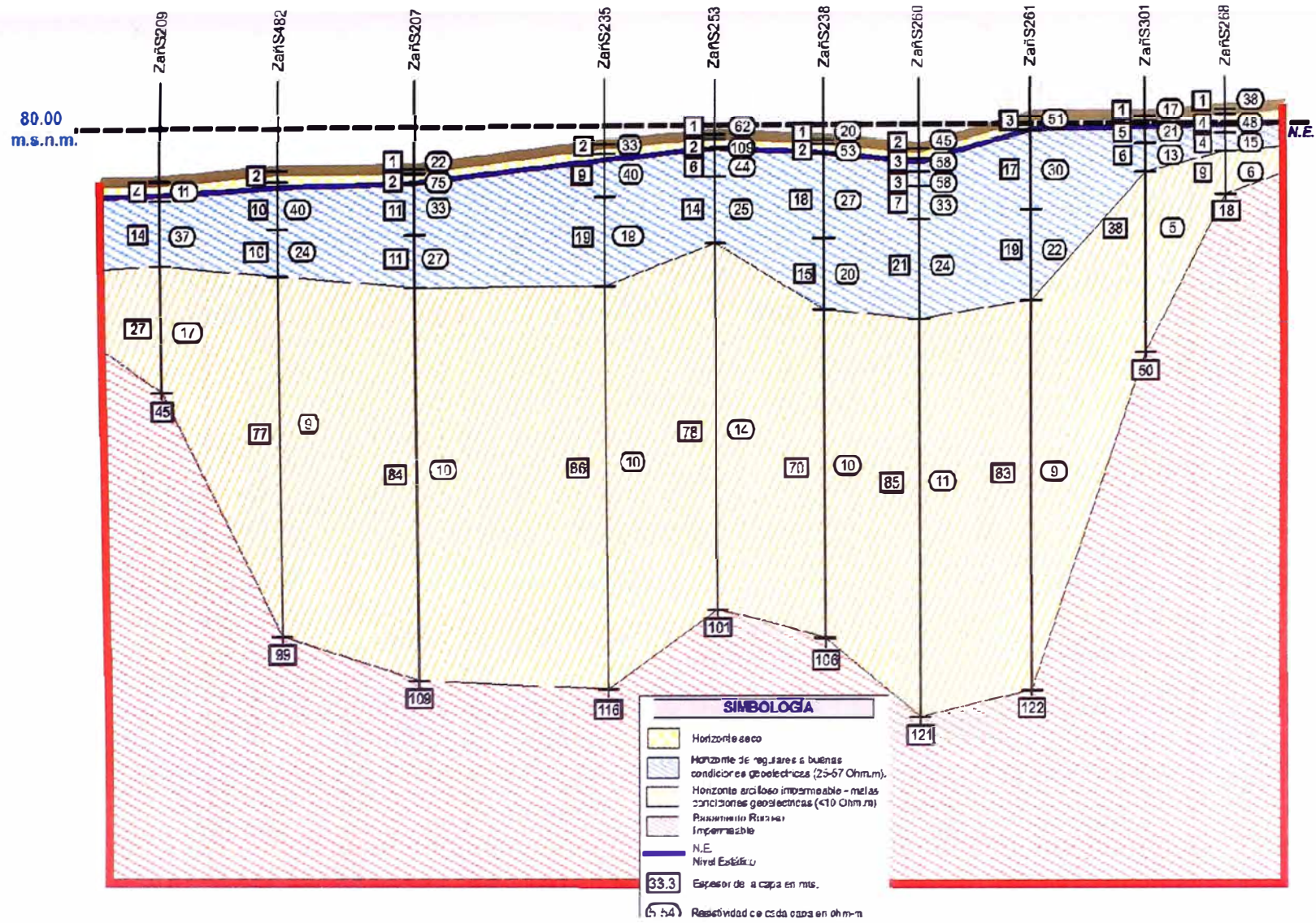


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Enero 2009
FILE: Figura B.5.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLOGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
SECCION GEOELECTRICA E-E'

FIGURA N°
B.5



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DE ZAÑA 2006



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA

DIBUJADO POR: MMT

REVISADO POR: JKZ

FECHA: Enero 2009

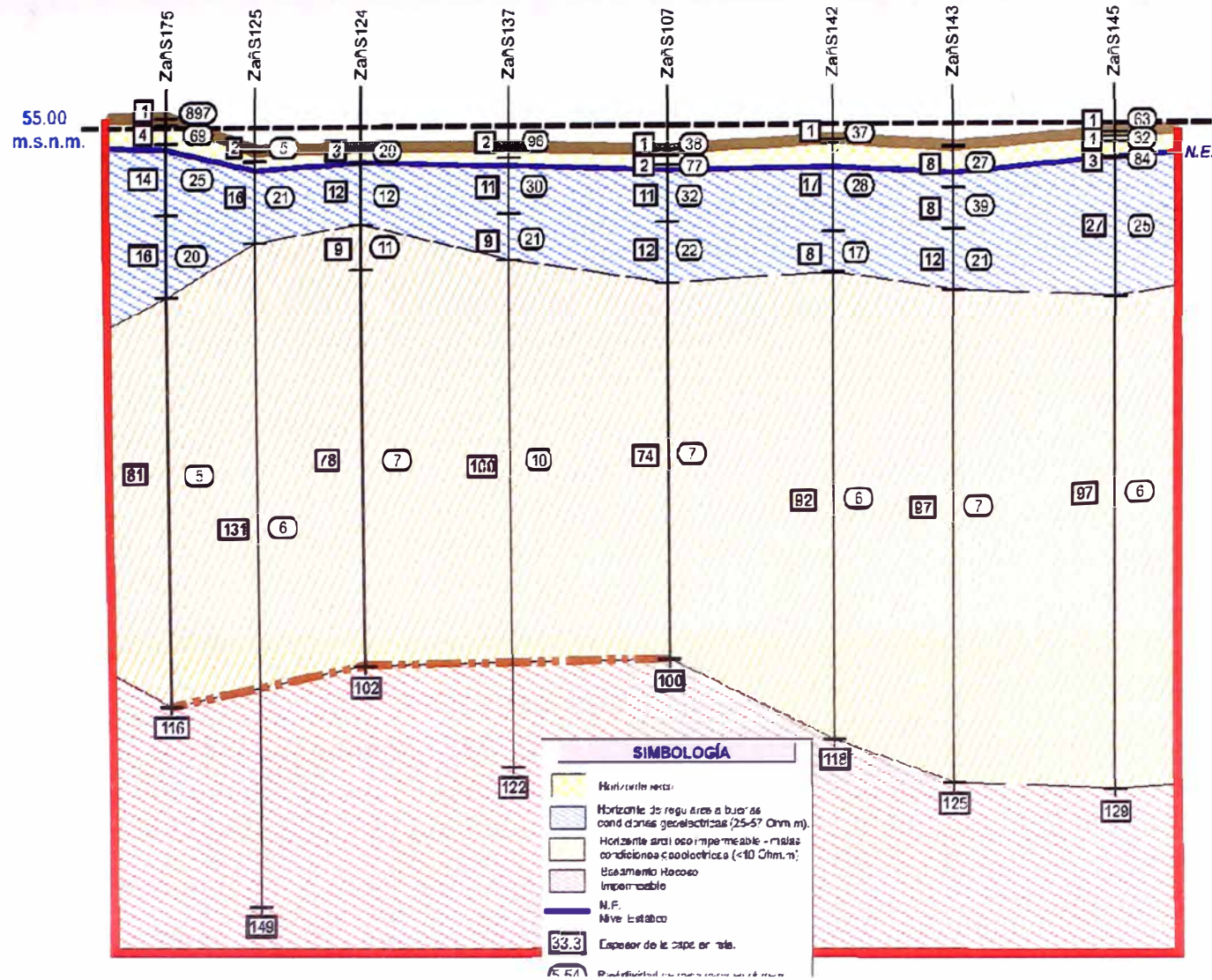
FILE: Figura B.6.dwg

MODELAMIENTO HIDROGEOLOGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA

SECCION GEOELECTRICA F-F'

FIGURA N°

B.6



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DE ZAÑA 2006

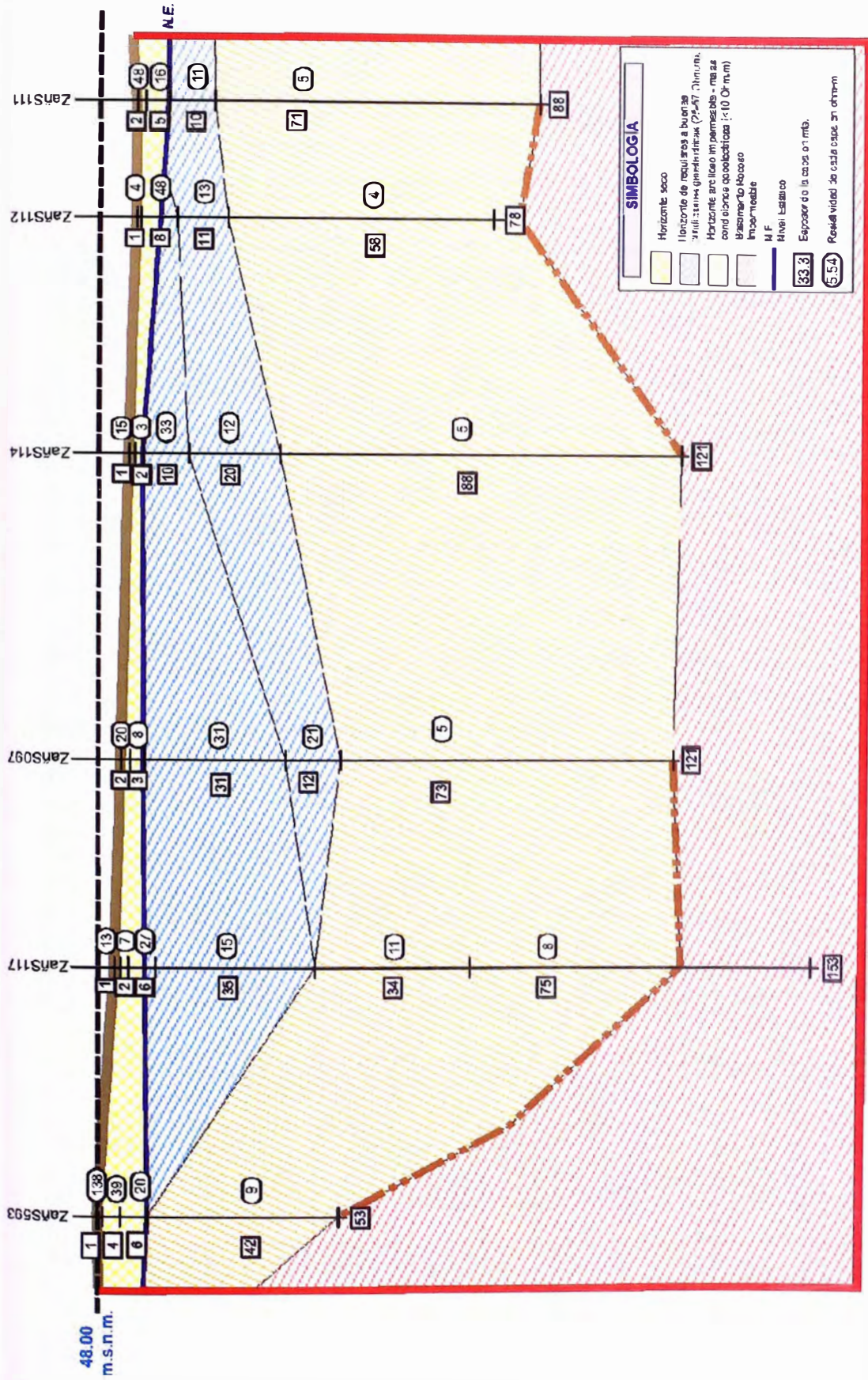


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA


DIBUJADO POR: MMT
REVISADO POR: JKZ
FECHA: Enero 2009
FILE: Figura B.7.dwg

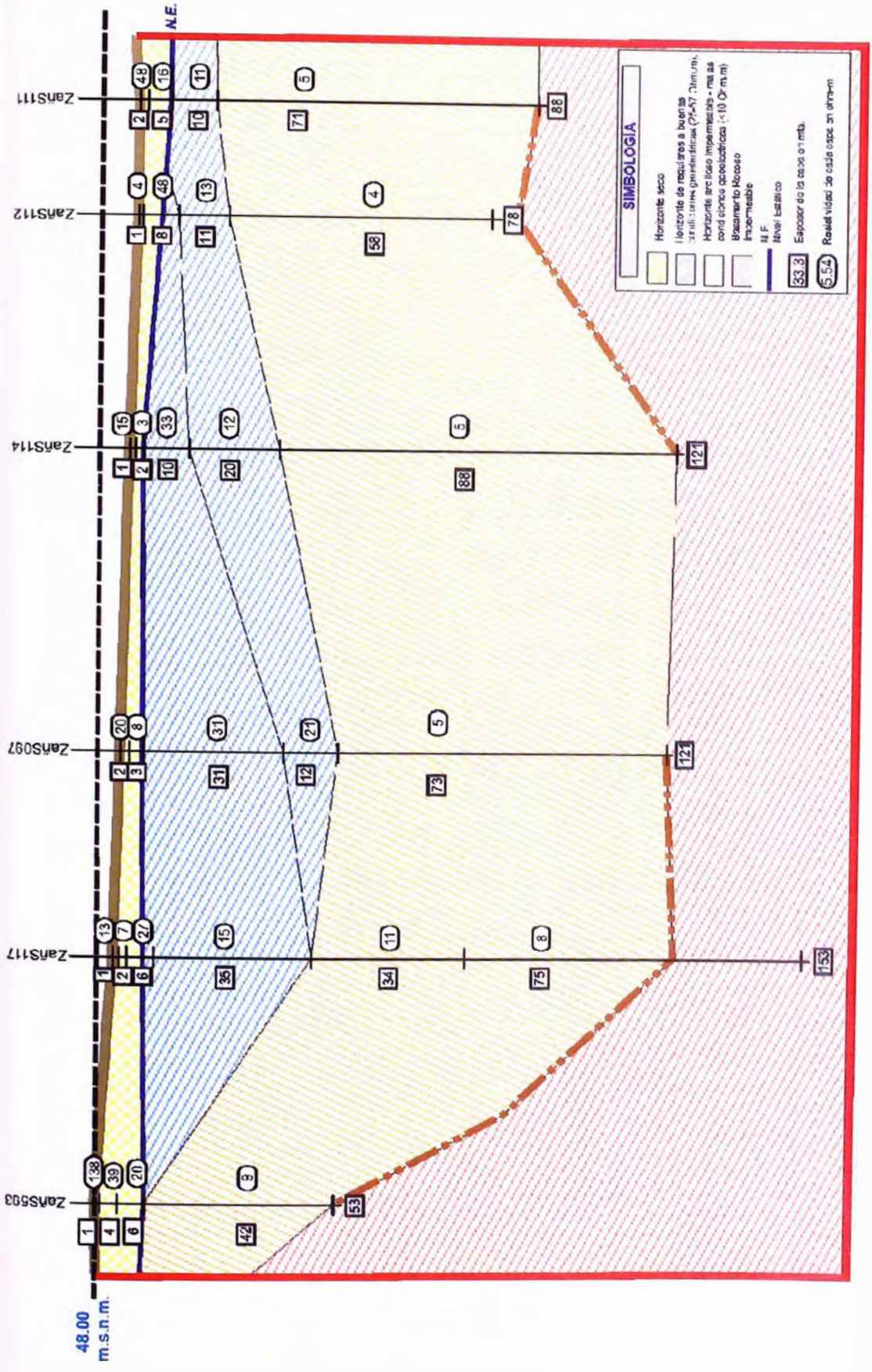
MODELAMIENTO HIDROGEOLOGICO
DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA
SECCION GEOELECTRICA G-G'

FIGURA N°
B.7



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DE ZAÑA 2006

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA</p>	DIBUJADO POR: MMT REVISADO POR: JKZ FECHA: Enero 2009 FILE: Figura B.8.dwg		MODELAMIENTO HIDROGEOLOGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA SECCION GEOELECTRICA H-H'	FIGURA N° B.8



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DE ZAÑA 2006

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA</p>	<p>DIBUJADO POR: MMT</p> <p>REVISADO POR: JKZ</p> <p>FECHA: Enero 2009</p> <p>FILE: Figura B.9.dwg</p>		<p>MODELAMIENTO HIDROGEOLOGICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ZAÑA</p>	<p>FIGURA N° B.9</p>
	<p>SECCION GEOELECTRICA I-I'</p>			

Anexo C: Parámetros Físicos de las Agua Subterráneas

TABLA C.1
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO EN POZOS DE LA RED HIDROGEOQUÍMICA DEL VALLE ZAÑA
DISTRITO DE LAGUNAS - 14/01/07

IRHS	PROPIETARIO	SECTOR	C.E. (mmhos/cm)	pH	STD (ppt - gr)
1	Gilberto Bazán Placencia	San Nicolás	3.95	7.2	1.05
7	Lucio Huacal Ruiz	El Carrizo	2.06	8.1	1.46
10	Francisco Vásquez Custodio	El Algodonal	1.67	7.1	0.80
12	Bartolo Rojas Zambrano	Grupo Campesino Tupac Amaru	1.78	7.5	0.90
25	Gilberto Pejerrey	El Huabo	2.05	7.4	1.10
29	Juan Sánchez Gálvez	La Manga	1.19	7.0	0.55
30	Victor Carhuajulca	San Manuel	0.84	7.5	0.60
34	Sr. Castro	Nuevo Mocupe	1.45	7.5	0.98
36	Nancy Chiquilín Sánchez	Coloche	1.50	7.5	1.30
40	Pedro Iriarte Sánchez	Manco Capac I	4.91	7.0	2.44
52	Juan Hoyos Campos	Centro Poblado Agropecuario	2.27	7.9	1.61
60	César Baca Quiñones	El Manco	0.58	7.8	0.41
69	Carlos Baca	Fundo San Juan	0.86	7.2	0.58
74	Manuel Semaque Silva	La Teodora	0.93	7.1	0.43
85	Familia Acuña Farfán	El Guabo	0.64	7.7	0.46
102	Corporación Agrícola Ucupe S.A	San Martín - I	0.52	7.2	0.37
105	Corporación Agrícola Ucupe S.A	Santa Rosa	0.35	7.6	0.24
107	Corporación Agrícola Ucupe S.A	Santa Rosa	0.56	7.6	0.4
109	José Bereche	La Esperanza	13.62	7.3	9.67
111	Sector San Manuel II - Chaquiras	San Manuel II - Chaquiras	5.86	7.6	4.11
113	Juan Ferreñán	San Manuel II	11.38	7.6	8.08
116	Corporación Agrícola Ucupe S.A	Manco Capac II	0.76	7.3	0.53
121	Familia Campos Bustamante	Pueblo Libre	1.56	7.4	0.56
122	Raúl Caspos	Pueblo Libre	1.65	7.6	1.17
127	Sector Pueblo Libre	Pueblo Libre	6.15	8.0	4.36
128	Vicente Sanchez Merino	Pueblo Libre	3.95	7.6	2.37
129	Sr. Gerardo	Mocupe Nuevo	5.71	7.2	4.05
132	Agroindustria San Pedro Nolasco S.A (Ex C.A.T Rafan # 1)	Sector # 1 - Rafan	0.72	7.4	0.51
134	Agroindustria San Pedro Nolasco S.A (Ex C.A.T Rafan # 4)	Lconera	0.84	7.5	0.60
136	Comunidad Lagunas	Peroles II	1.22	7.3	0.87
138	Comunidad Lagunas	El Puente	1.01	7.7	0.71
139	Juan Aguinaga Aguinaga	Monte Cruz	3.59	7.4	2.32
142	Pueblo Rafan	Pueblo Rafan	2.09	7.9	1.52
148	César Augusto Cruz Gómez	San Martín IV	1.86	7.4	1.52
157	Maruja Horna	Carrizal	0.58	7.4	0.41
162	Segundo Delgado Torres	Scnasa	1.59	8.1	1.13
164	Dionisio Maguiña	La libertad	1.32	8.0	0.88
166	Cooperativa Juan XXIII	Carrizal	12.68	7.4	9.08
168	Rogelio Demetrio Zamora	San Luis	1.44	8.0	0.97
169	Humberto Perez Cotrina	Chirinos Fdo San Jorge	0.76	8.3	0.53
195	Maria Vera Urquiza	San Rafael	1.09	7.2	0.63
196	Rafael Chiroque Sandoval	La Paleria	0.78	7.4	0.42

TABLA C.2
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO EN POZOS DE LA RED HIDROGEOQUÍMICA DEL VALLE ZAÑA
DISTRITO DE ZAÑA - 14 / 01 / 15

IRHS	PROPIETARIO	SECTOR	C.E. (mmhos/cm)	pH	STD (ppt - gr)
1	Arsenio Terrones	Popan Alto	0.90	7.7	0.65
2	Sector Popan Alto	Popan Alto	3.57	7.4	2.38
3	Pedro Colchado	Popan Alto	0.55	7.6	0.38
7	Julia Salazar Casas	Porvenir Alto - Tres Compuetas	0.73	7.2	0.46
9	Empresa Agroindustrial Cayalti S. A. A	Lcviche	0.49	7.4	0.34
17	Carmen Sandoval Gamarra	El Limón - La Otra Banda	0.86	7.1	0.58
21	Humberto Eneque Arenas	La Otra Banda - La Parra	0.79	7.4	0.47
24	Empresa Agroindustrial Cayalti S. A. A	Centro Poblado La Otra Banda	0.45	7.5	0.31
26	Mauro Ayala Juarez	Porvenir Alto - La Otra Banda	1.09	8.1	0.77
32	Isauro Rodriguez Rivas	Fundo Laguna	1.73	8.4	1.12
33	Segundo Ramos Salazar	San Rafael	0.83	7.8	0.58
38	Segundo Copia Burga	Salitral	1.65	7.6	1.17
39	Percila Vega Santa Cruz	Popan Alto	4.22	7.7	2.98
45	Santos Zapata	Porvenir Bajo	0.57	8.2	0.40
52	Samuel Chuquitin	Naylamp	2.74	7.0	1.21
56	Sr. Huertas	Naylamp	3.06	7.0	2.17
63	Sector Inverna Amazonas	Inverna Amazonas	1.16	7.4	0.78
69	Claudio Delgado	San Nicolás	1.68	7.4	0.89
74	Segundo Delgado Centurión	Naylamp	4.53	7.5	3.22
78	Abel Vallejos	San Nicolás	0.87	7.0	0.27
80	Juan Verastegui Mejia	Santiago de Miraflores	1.06	7.9	0.75
86	César Vallejos Salinas	Huabal	1.98	7.5	0.63
88	Victoriano Bautista	San Nicolás	1.93	7.6	1.37
90	Empresa Agroindustrial Cayalti S. A. A - P102	Palomino III	1.03	7.3	0.72
92	Anibal Romero Reaño	Salitral	1.50	7.5	1.15
101	Rosalía Melendres Acuña	San Nicolás	1.63	7.5	1.16
104	Pelayo Peralta Acuña	San Nicolás	1.05	7.3	0.74
106	Angel Muñoz Peralta	San Nicolás	7.03	7.6	4.84
112	Fernando Pizarro García	Popan Bajo	0.60	7.4	0.44
115	Matilde Mezones de Rivera	Popan Bajo	1.21	7.7	0.86
119	Percy Amado Cosio	Popan Bajo	3.23	8.0	2.15
129	Sector Popan Bajo	Popan Bajo	1.00	7.7	0.71
134	Reymundo Chávez	Santa Rosa Baja	0.63	7.3	0.44
137	Sector Saltur	Sector Saltur	0.75	7.4	0.45

TABLA C.3
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO EN POZOS DE LA RED HIDROGEOQUÍMICA DEL VALLE ZAÑA
DISTRITO DE CAYALTÍ - 14 / 01 / 16

IRHS	PROPIETARIO	SECTOR	C.E. (mmhos/cm)	pH	STD (ppt - gr)
1	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A - P39	La Curva	1.50	7.1	1.06
8	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A	Mataindio	0.91	7.8	0.64
10	César Cumpa Suyón	Cerro León	4.13	8.1	2.93
13	Emilio Acuña Estela	San Nicolás	1.10	7.6	0.76
18	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A - P34	Centro Poblado Guayaquil	1.00	5.4	0.71
26	Carmen Ugaz Quiroz	Anexo Guayaquil	0.60	7.2	0.39
32	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A - P34	La Curva	0.61	7.6	0.43
35	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A - P37	Cojal Alto	0.66	6.6	0.38
37	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A - 13-S	Cojal	0.47	7.3	0.33
51	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A - 4-S	San Mateo	0.49	7.0	0.34
58	Gilberto Saucedo Medina	Nueva Esperanza	0.72	7.0	0.40
61	Alejandro Moste	Cafetal	0.54	7.0	0.41
63	Segundo Cruzado Ruiz	Cafetal	0.43	7.3	0.30
66	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A - 20 - S	Ana María	1.91	7.6	1.18
68	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A - 24 - P	Corral de Palo	1.05	8.3	0.74
69	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A - 67 - P	Campo Progreso	0.55	7.3	0.39
86	Sector Nuevo Mexico	Centro Poblado Nuevo Mexico	1.02	7.8	0.72
89	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A - 74 - P	Progreso	0.68	7.5	0.48
91	Empresa Agroindustrial Cayalti S A A	Tahuantinsuyo	0.54	7.6	0.38
92	Municipalidad Distrital Cayalti	Tahuantinsuyo	0.82	7.2	0.55
99	Nicolás Goicochea Garay	Santa Rosa Baja	0.98	7.0	0.53
116	Centro Poblado Santa Rosa Bajo	Santa Rosa Baja	0.63	7.9	0.44
122	Centro Poblado Aviación	Aviación	0.67	7.6	0.48
123	Caserío Santa Sofía	Santa Sofía	0.87	7.0	0.43
124	Gustavo Calderón Oblitas	Santa Rosa Alta	0.60	7.8	0.42
134	Pepe Echevarría	Cojal Bajo	0.51	7.2	0.31
154	Jose Eladio Peralta Rojas	Cerro Leon	1.04	7.7	0.63
164	Yolanda Ortiz Zorrilla	Santa Rosa Alta	1.34	7.3	0.95
169	María Gallardo Goicochea	Popan Bajo	0.78	7.5	0.54
172	Irene Atalaya Chacon	Chacarilla	1.23	7.3	0.88
177	Avelino Rojas	Santa Rosa Baja	4.65	8.1	3.32

TABLA C.4
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO EN POZOS DE LA RED HIDROGEOQUÍMICA DEL VALLE ZAÑA
DISTRITO DE NUEVA ARICA - 14 / 01 / 09

IRHS	PROPIETARIO	SECTOR	C.E. (mmhos/cm)	pH	STD (ppt - gr)
2	Centro Poblado Culpón	Centro Poblado Culpón	0.95	7.2	0.67
4	José Domingo Santa María Chapoñan	Caccrio Dos Corrales	1.76	7.5	1.26
8	Asociación Ganadera JJAB	Pampas de Nueva Arica	3.86	7.6	2.73
9	Manuel Cabrera Bautista	Viña de Zarrapo	7.86	7.4	3.50
13	Santos Cruzado	Zapotal	0.68	7.1	0.48
16	Jose Irene Silva Galvez	Collao - lote 15	2.40	7.5	0.65
19	Asociación Ganadera JJAB	Nueva Arica	2.50	7.0	1.23
22	Pueblo de Nueva Arica	Nueva Arica	3.50	7.4	2.20
33	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	Viña Segunda	0.86	7.4	0.61
34	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	Viña Tercera	0.72	7.3	0.37
35	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	Guayaquil Bajo	0.56	7.7	0.39

TABLA C.5
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO EN POZOS DE LA RED HIDROGEOQUÍMICA DEL VALLE ZAÑA
DISTRITO DE OYOTUN - 14 / 01 / 10

IRHS	PROPIETARIO	SECTOR	C.E. (mmhos/cm)	pH	STD (ppt - gr)
1	EPSEL S.A	Palmo Alto	0.36	6.6	0.28
5	Oscar Ugaz Colmenares	Collao	0.75	6.6	0.54
6	Vicente Malca Millan	Huaca el Toro Bajo	0.50	7.3	0.35
7	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A - P42	Anexo La Compuerta	0.66	7.0	0.4
9	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	Laguna La Compuerta	1.55	7.0	0.89
10	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	Huerta de Chumbenique	0.64	7.4	0.46
11	Empresa Agroindustrial Cayalti S.A.A	San Carlos Chumbenique	5.12	7.0	3.45

Anexo D: Pruebas de Bombeo

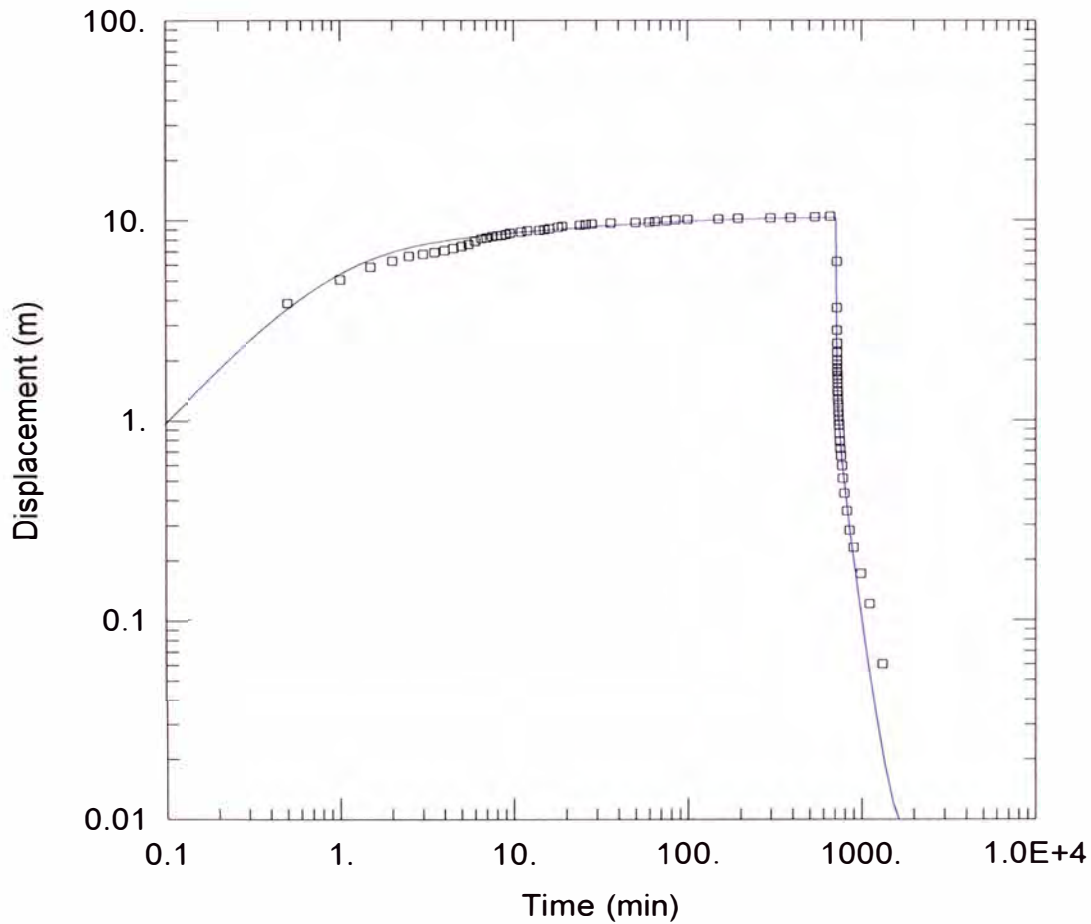
Anexo D.1
Resumen de Resultados de Pruebas de Bombeo

Prueba	Pozo	Espesor Saturado (m)	Tope	Base	Prof prom (m)	Long. Intervalo (m)	Trasmisividad (m ² /sec)		Cond. hidráulica K (cm/s)	Coef. de Almacenamiento S
							Descenso	Recuperación		
1	15_029	26.59	33.4	60.00	46.71	26.59	1.10E-02		4.14E-02	
2	15_031	12.70	37.3	50.00	43.65	12.70	8.30E-02	4.40E-02	4.76E-01	
3	16_007	24.25	35.8	60.00	47.88	24.25	3.00E-02	4.60E-02	1.53E-01	
4	16_017	14.72	35.3	50.00	42.64	14.72	4.00E-02	1.90E-02	1.87E-01	
5	16_032	24.70	5.7	30.40	18.05	24.70	1.20E-02	1.50E-02	5.43E-02	
6	16_051	31.16	8.8	40.00	24.42	31.16	1.20E-02	3.00E-02	6.09E-02	
	16_052 (P)	31.00	9.0	40.00	24.50	31.00	7.00E-02	6.00E-02	2.09E-01	
7	16_065 (P)	34.70	15.3	50.00	32.65	34.70		1.50E-02	4.32E-02	
	16_066	34.70	5.3	40.00	22.65	34.70	4.50E-02	2.00E-02	8.65E-02	
8	16_075	32.20	7.8	40.00	23.90	32.20		6.80E-02	2.11E-01	0.0120
	16_068 (P)	22.45	17.6	40.00	28.78	22.45		2.90E-02	1.29E-01	
9	16_094	28.30	1.7	30.00	15.85	28.30	2.00E-02	2.20E-02	7.41E-02	0.0900
10	07_098	30.00	0.0	30.00	15.00	30.00	2.60E-02		8.67E-02	0.0110
11	16_092	32.75	2.3	35.00	18.63	32.75		2.90E-03	8.85E-03	0.0002
12	07_095	30.64	4.4	35.00	19.68	30.64		1.83E-02	5.96E-02	0.1259
	07_096 (P)	25.62	4.4	30.00	17.19	25.62		5.68E-02	2.22E-01	0.0003
13	07_132	49.59	4.4	54.00	29.21	49.59		3.02E-03	6.10E-03	0.1294
14	07_138	26.79	1.2	28.00	14.61	26.79		1.57E-02	5.87E-02	0.0014
	07_137 (P)	8.47	1.0	9.45	5.22	8.47		2.59E-02	3.06E-01	0.0040

Notas:

1.- (P): Piezómetros en pruebas de bombeo

2.- Las pruebas 11, 12, 13 y 14 fueron ejecutadas en el año 2005 por INRENA, los restantes fueron ejecutados en años anteriores por la DGAS. Estas pruebas fueron analizadas en este estudio



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: E:\...\PB 16_092 No confinado.aqt

Date: 01/18/09

Time: 12:25:06

PROJECT INFORMATION

Company: UNI

Client: UNI

Project: Tesis

Location: Zaña

Test Well: 16_092

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 32.75 m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
07_092	0	0

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 07_092	0	0

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined

Solution Method: Moench

T = 0.002989 m²/sec

S = 0.0002413

Sy = 0.05813

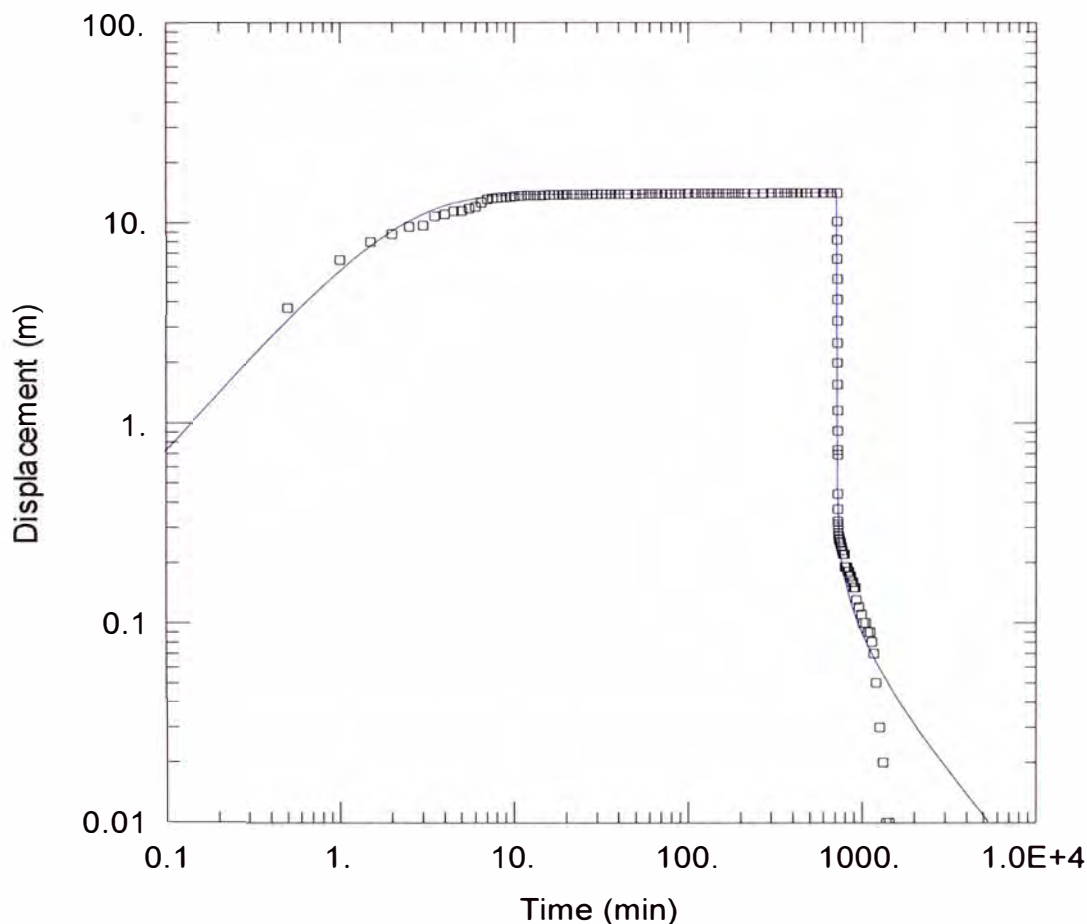
β = 5.266E-5

Sw = 1.092

r(w) = 0.2377 m

r(c) = 0.2 m

alpha = 1.722E-5 min⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: E:\...\PB 07_095 Moench Listo.aqt

Date: 01/15/09

Time: 00:51:49

PROJECT INFORMATION

Company: UNI

Client: UNI

Project: Tesis

Location: Lagunas

Test Well: 07_095

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 30.64 m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
07_095	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 07_095	0.205	0

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined

Solution Method: Moench

T = 0.01827 m²/sec

S = 0.1259

Sy = 0.04027

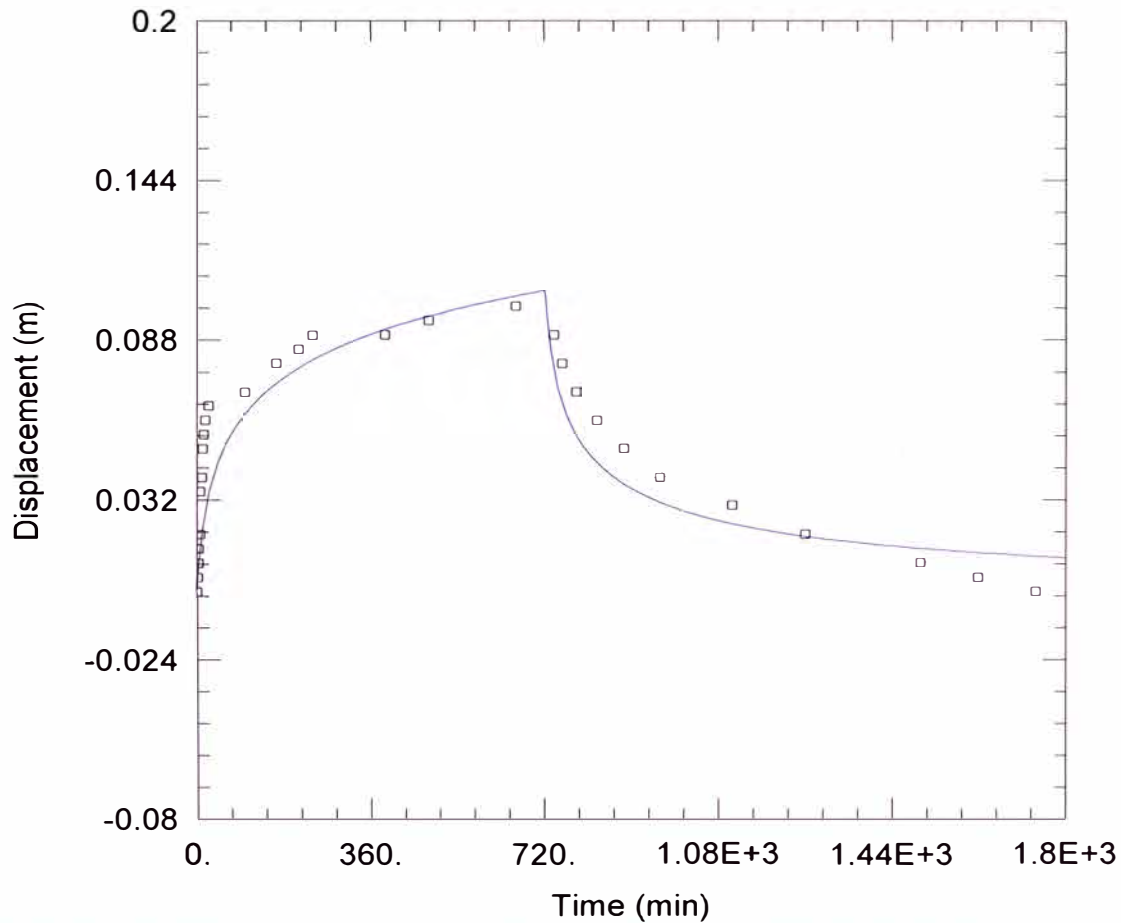
β = 4.476E-5

Sw = 94.23

r(w) = 0.205 m

r(c) = 0.205 m

alpha = 1.585E+8 min⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: E:\...\PB 07_096 Theis Piezometro de PB 07_095.aqt
 Date: 01/18/09 Time: 12:32:30

PROJECT INFORMATION

Company: UNI
 Client: UNI
 Project: Tesis
 Location: Lagunas
 Test Well: 07_096

WELL DATA

Pumping Wells

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
07_095	0	0

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 07_096	425.88	0

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined

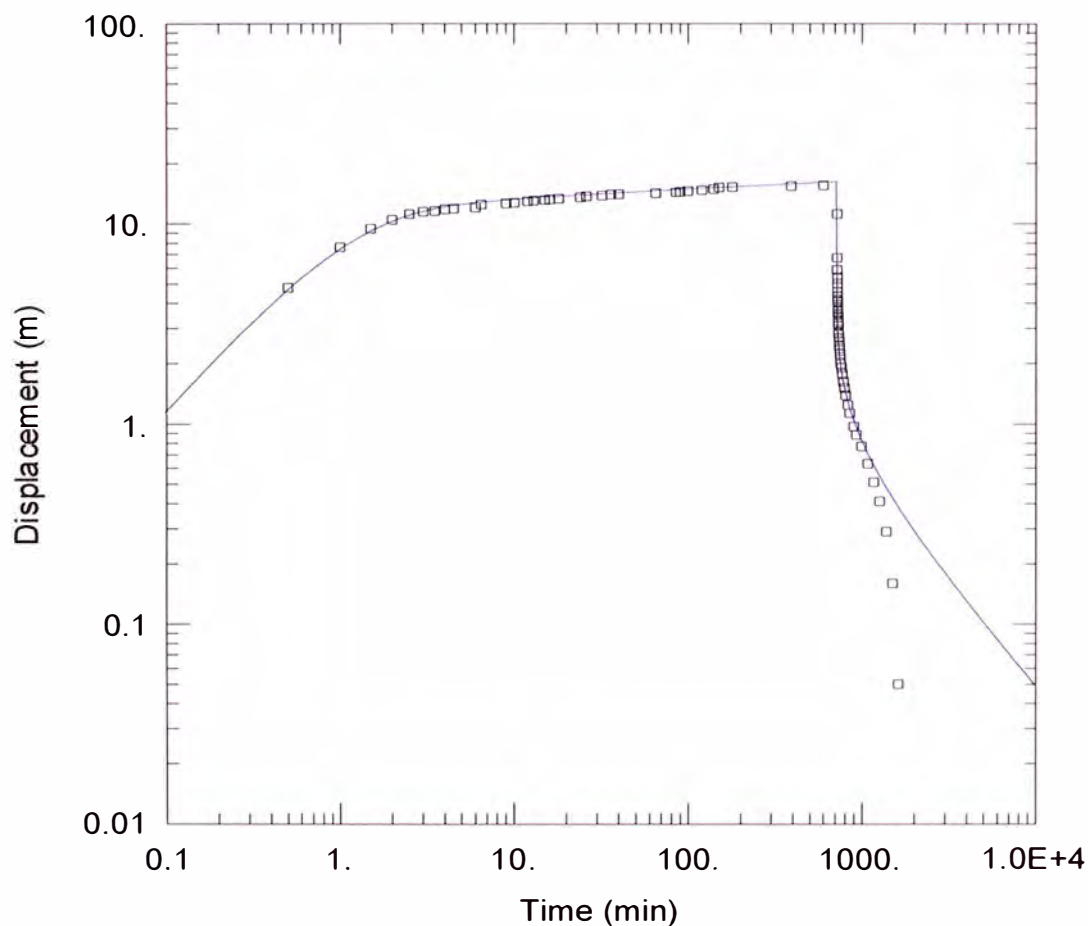
Solution Method: Theis

T = 0.05684 m²/sec

S = 0.0002815

Kz/Kr = 1.

b = 32. m



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: E:\...\PB 07 132 Moench Listo.aqt

Date: 01/15/09

Time: 00:56:29

PROJECT INFORMATION

Company: UNI

Client: UNI

Project: Tesis

Location: Lagunas

Test Well: 07 132

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 48.65 m

Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
07_132	0	0

Observation Wells

Wel. Name	X (m)	Y (m)
□ 07_132	0.2	0

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined

Solution Method: Moench

T = 0.003023 m²/sec

S = 0.1294

Sy = 0.02037

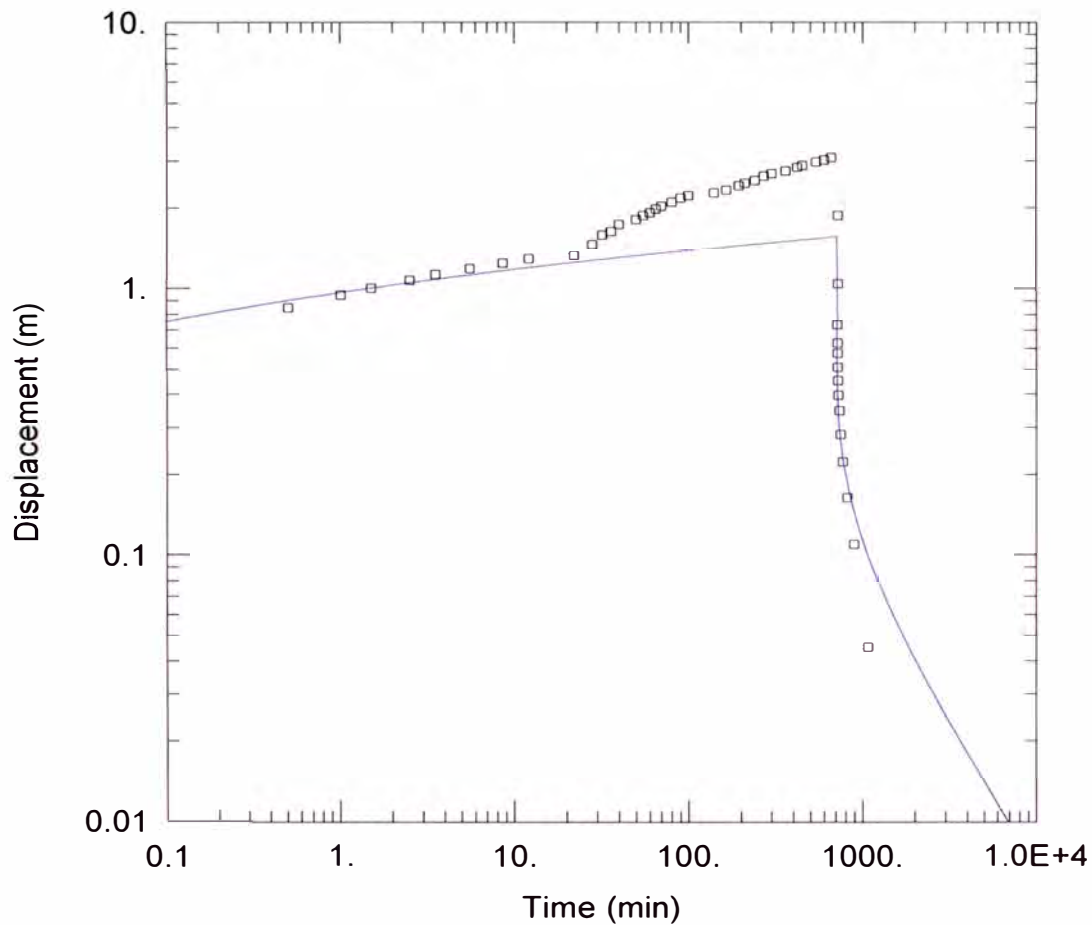
β = 1.69E-5

Sw = 6.781

r(w) = 0.2 m

r(c) = 0.2 m

alpha = 1.0E+30 min⁻¹



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: E:\...\IPB 07_138 Moench.aqt

Date: 01/18/09

Time: 12:34:04

PROJECT INFORMATION

Location: Lagunas

Test Well: 07_095

WELL DATA

Pumping Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
07_138	0	0

Observation Wells

Well Name	X (m)	Y (m)
□ 07_138	0	0

SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined

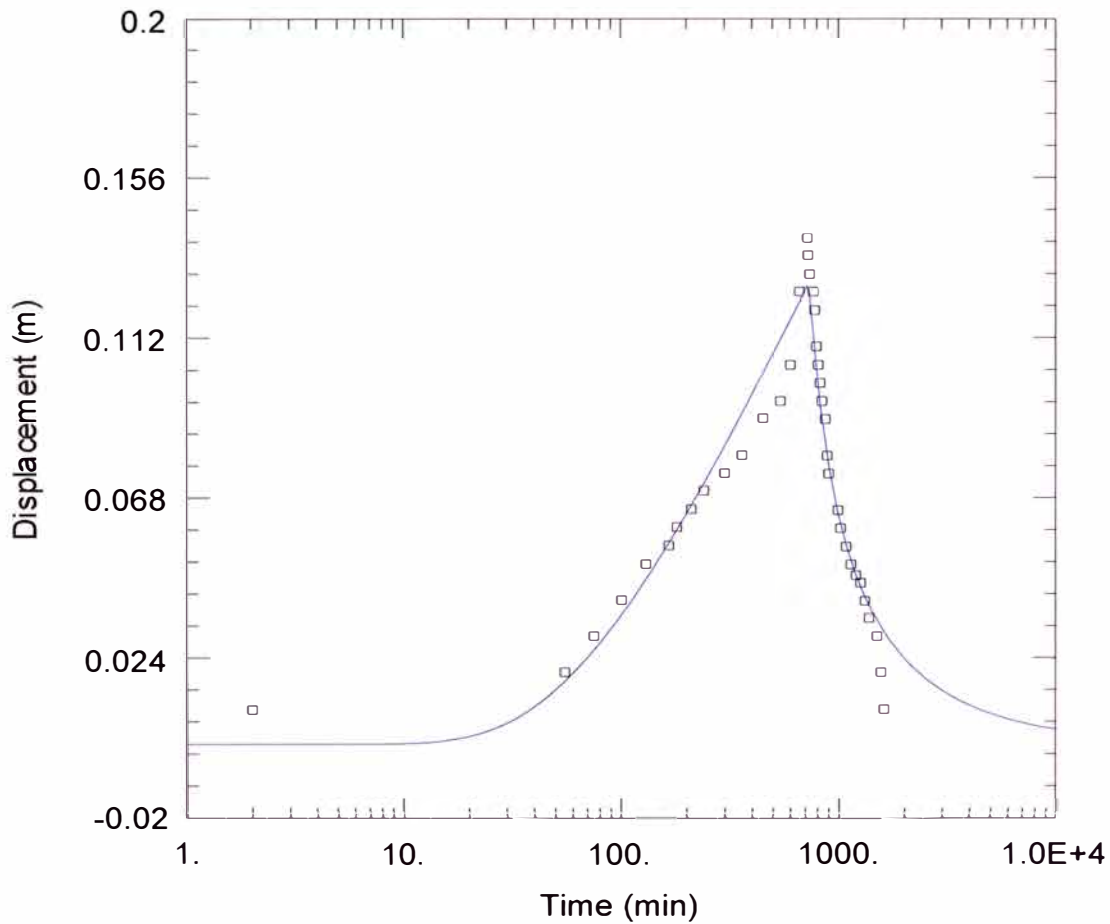
Solution Method: Theis

T = 0.01572 m²/sec

S = 0.001469

Kz/Kr = 1.

b = 26.79 m



WELL TEST ANALYSIS

Data Set: E:\...\PB 07 137 Piezometro de PB 07 138 Listo.agt
 Date: 01/15/09 Time: 00:57:56

PROJECT INFORMATION

Company: UNI
 Client: UNI
 Project: Tesis
 Location: Lagunas
 Test Well: 07_138

WELL DATA

Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
07_138	0	0	□ 07_138	261.5	0

SOLUTION

Aquifer Model: <u>Unconfined</u>	Solution Method: <u>Theis</u>
T = <u>0.02591 m²/sec</u>	S = <u>0.00403</u>
Kz/Kr = <u>0.1146</u>	b = <u>28. m</u>

Anexo E: Registro de Estaciones Meteorológicas

TABLA E.1
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) - ESTACION SIPAN

Latitud 06° 48'06 Sur
 Longitud 79° 36'1 Oeste
 Altitud 110 msnm

Dpto: Lambayeque
 Prov: Chiclayo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1998	79.1	225.8	250.5	30.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.2
1999	7.1	28.3	2.3	10.9	2.0	0.5	1.3	0.0	1.8	1.7	0.0	3.6
2000	0.5	0.2	15.4	5.5	0.8	2.1	0.0	0.0	5.9	0.0	0.2	14.6
2001	0.5	1.1	41.6	18.7	0.2	0.5	0.0	0.0	1.7	0.0	1.5	4.1
2002	0.0	26.2	25.7	31.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	6.7
2003	2.0	16.8	0.0	4.2	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	5.5
2004	1.1	0.4	9.9									
MÁX	79.1	225.8	250.5	31.4	2.0	2.3	1.3	0.0	5.9	1.7	5.3	14.6
MÍN	0.0	0.2	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
MEDIA	12.9	42.7	49.3	16.9	0.8	0.9	0.2	0.0	1.6	0.5	1.4	6.0
DES.STD	55.7	44.4	34.8	29.3	9.2	10.4	4.5	10.7	16.1	33.2	41.8	40.5
C. ASIM	0.30	0.44	0.03	1.12	0.87	3.34	3.02	2.15	0.98	0.70	0.52	1.04

Fuente:
 SENAMHI

TABLA E.2
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) - ESTACION SIPAN

Latitud 06° 48'06 Sur
 Longitud 79° 36'1 Oeste
 Altitud 110 msnm

Dpto: Lambayeque
 Prov: Chiclayo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1998	27.8	28.1	27.6	26.4				20.1	20.9	21.7	21.9	22.6
1999	24.2	26.1	26.5	24.6	22.3	20.3	19.1	19.3	20.0	21.0	21.4	23.4
2000	24.4	26.0	25.9	25.1	22.7	20.3	19.6	20.6	20.6	21.4	21.3	23.4
2001	25.3	26.7	26.6	24.8	21.7	19.4	19.6	18.8	19.5	20.4	21.9	23.1
2002	24.7	26.5	27.2	25.8	24.2	21.2	19.9	19.8	20.2	21.9	22.6	24.1
2003	25.5	26.6	26.3	24.5	22.3	20.7	20.1	19.4	19.9	21.0	22.0	23.9
2004	25.4	26.9	27.1									
MÁX	27.8	28.1	27.6	26.4	24.2	21.2	20.1	20.6	20.9	21.9	22.6	24.1
MÍN	24.2	26.0	25.9	24.5	21.7	19.4	19.1	18.8	19.5	20.4	21.3	22.6
MEDIA	25.3	26.7	26.7	25.2	22.6	20.4	19.6	19.7	20.2	21.2	21.8	23.4
DES.STD	1.2	0.7	0.6	0.8	1.0	0.7	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
C. ASIM	1.61	1.57	0.06	0.94	1.40	-0.50	-0.53	0.24	0.05	-0.28	0.38	-0.34

Fuente:
 SENAMHI

TABLA E.3
TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C) - ESTACION SIPAN

Latitud 06° 48'06 Sur
 Longitud 79° 36'1 Oeste
 Altitud 110 msnm

Dpto: Lambayeque
 Prov: Chiclayo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1998	20.4	20.5	19.9	18.6				15.1	15.3	16.6	16.4	16.5
1999	18.8	22.0	20.8	19.4	17.3	15.2	14.3	13.7	15.1	15.7	15.6	17.9
2000	18.6	20.8	20.8	20.1	17.8	17.2	16.3	16.1	15.5	15.6	14.3	18.6
2001	20.2	21.5	22.0	20.5	17.3	16.5	15.6	15.1	14.9	15.4	16.7	17.8
2002	18.6	22.0	23.2	21.4	18.6	15.4	15.1	15.5	14.9	17.3	18.0	19.6
2003	21.0	22.1	20.9	19.0	17.3	15.8	14.4	14.4	15.4	15.6	17.1	19.0
2004	19.7	21.9	21.3									
MÁX	21.0	22.1	23.2	21.4	18.6	17.2	16.3	16.1	15.5	17.3	18.0	19.6
MÍN	18.6	20.5	19.9	18.6	17.3	15.2	14.3	13.7	14.9	15.4	14.3	16.5
MEDIA	19.6	21.5	21.3	19.8	17.6	16.0	15.1	15.0	15.2	16.0	16.3	18.2
DES.STD	1.0	0.6	1.1	1.0	0.6	0.8	0.8	0.8	0.2	0.8	1.3	1.1
C. ASIM	0.20	-0.96	0.82	0.41	1.47	0.71	0.54	-0.35	0.02	1.19	-0.53	-0.49

Fuente:
 SENAMHI

TABLA E.4
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL(°C) - ESTACION SIPAN

Latitud 06° 48'06 Sur
 Longitud 79° 36'1 Oeste
 Altitud 110 msnm

Dpto: Lambayeque
 Prov: Chiclayo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1998	32.3	32.4	31.9	31.4	30.1	29.6	28.1	26.9				
2001									26.5	27.5	28.9	29.9
2002	31.9	32.8	32.8	31.8	31.2	28.2	26.8	26.5	27.6	28.8	29.5	30.5
2003	31.8	32.5	33.4	31.8	29.4	27.8	27.1	26.7	26.5	28.4	28.8	30.8
2004	32.6	33.5	34.2									
MÁX	32.6	33.5	34.2	31.8	31.2	29.6	28.1	26.9	27.6	28.8	29.5	30.8
MÍN	31.8	32.4	31.9	31.4	29.4	27.8	26.8	26.5	26.5	27.5	28.8	29.9
MEDIA	32.2	32.8	33.1	31.7	30.2	28.5	27.3	26.7	26.9	28.2	29.0	30.4
DES.STD	0.4	0.5	1.0	0.2	0.9	1.0	0.6	0.2	0.6	0.7	0.4	0.5
C. ASIM	0.31	1.39	-0.03	-1.72	0.65	1.38	1.42	-0.08	1.73	-1.12	1.56	-0.72

Fuente:
 SENAMHI

TABLA E.5
EVAPORACION TOTAL MENSUAL (mm) - ESTACION SIPAN

Latitud 06° 48'06 Sur
 Longitud 79° 36'1 Oeste
 Altitud 110 msnm

Dpto: Lambayeque
 Prov: Chiclayo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1999									106.1	148.4	149.4	156.1
2000	159.2	156.9	136.4	139.7	123.4	63.4	69.5	92.2	127.0	150.7	136.8	138.0
2001	156.4	121.9	122.4	108.1	95.4	56.2	71.0	83.9	105.9	123.3	130.8	137.0
2002	148.1	105.8	106.7	109.5	122.0	101.4	93.5	90.4	124.3	133.8	140.9	133.0
2003	134.3	123.5	172.2	148.5	112.8	91.9	103.4	105.7	110.8	144.0	135.9	128.1
2004	157.0	149.3	179.3									
MÁX	159.2	156.9	179.3	148.5	123.4	101.4	103.4	105.7	127.0	150.7	149.4	156.1
MÍN	134.3	105.8	106.7	108.1	95.4	56.2	69.5	83.9	105.9	123.3	130.8	128.1
MEDIA	151.0	131.5	143.4	126.5	113.4	78.2	84.4	93.1	114.8	140.0	138.8	138.4
DES.STD	55.7	44.4	34.8	29.3	9.2	10.4	4.5	10.7	16.1	33.2	41.8	40.5
C. ASIM	0.30	0.44	0.03	1.12	0.87	3.34	3.02	2.15	0.98	0.70	0.52	1.04

Fuente:
 SENAMHI

TABLA E.6
PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) - ESTACION CHERREPE

Latitud 07° 07'25 Sur
 Longitud 79° 31'31 Oeste
 Altitud 63 msnm

Dpto: La Libertad
 Prov: Chepén

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1998	146.9	227.1	160.3	59.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1999	34.0	49.2	0.0	0.0	20.7	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	42.9
2000	2.9	30.2	59.7	62.1	22.5	12.0	8.0	0.0	0.0	0.0	30.0	
2001	19.0	17.5	107.0	67.8	11.0	18.8	6.0	2.8	7.1	24.7	0.0	44.4
2002	16.5	70.0	89.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	50.1	16.2
2003	16.6	48.6	1.0	0.0	10.5	8.6	2.0	0.0	0.0	4.0	15.5	11.5
2004	3.5	56.8										
MÁX	146.9	227.1	160.3	67.8	22.5	18.8	8.0	2.8	7.1	24.7	50.1	44.4
MÍN	2.9	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MEDIA	34.2	71.3	69.6	31.6	10.8	6.6	3.9	0.5	1.2	6.5	15.9	23.0
DES.STD	55.7	44.4	34.8	29.3	9.2	10.4	4.5	10.7	16.1	33.2	41.8	40.5
C. ASIM	0.30	0.44	0.03	1.12	0.87	3.34	3.02	2.15	0.98	0.70	0.52	1.04

Fuente:
 SENAMHI

TABLA E.7
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) - ESTACION CHERREPE

Latitud 07° 07'25 Sur
 Longitud 79° 31'31 Oeste
 Altitud 63 msnm

Dpto: La Libertad
 Prov: Chepén

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1997												27.0
1998	28.1	28.1	28.0	27.0	25.1	23.0	21.3	20.0	20.4	21.2	21.5	22.3
1999	23.9	25.7	25.3	24.0	21.6	19.8	19.1	19.1	19.1	20.2	21.1	22.7
2000	24.0	25.2	24.9	24.0	21.7	20.3	19.1	19.6	19.7	20.3	20.1	
2001	24.1	25.6	25.9	24.0	21.4	19.1	19.0	18.8	19.0	19.3	20.9	22.0
2002	23.5	25.6	26.8	25.6	23.5	20.4	19.6	18.6	19.5	20.6	21.7	23.2
2003	24.6	25.3	25.5	24.0	21.5	20.6	19.6	19.2	19.3	20.5	21.3	23.4
2004	24.8	26.0										
MÁX	28.1	28.1	28.0	27.0	25.1	23.0	21.3	20.0	20.4	21.2	21.7	27.0
MÍN	23.5	25.2	24.9	24.0	21.4	19.1	19.0	18.6	19.0	19.3	20.1	22.0
MEDIA	24.7	25.9	26.1	24.8	22.5	20.5	19.6	19.2	19.5	20.4	21.1	23.4
DES.STD	1.7	1.1	1.1	1.3	1.5	1.3	0.9	0.5	0.5	0.6	0.6	1.8
C. ASIM	2.22	2.24	1.00	1.45	1.41	1.46	1.95	0.53	1.36	-0.77	-0.97	2.01

Fuente:
 SENAMHI

TABLA E.8
TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C) - ESTACION CHERREPE

Latitud 07° 07'25 Sur
 Longitud 79° 31'31 Oeste
 Altitud 63 msnm

Dpto: La Libertad
 Prov: Chepén

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2003			20.7	18.9	16.9	16.2	14.8	14.2	15.2	15.7	16.3	18.5
2004	19.3	21.6										
MÁX	19.3	21.6	20.7	18.9	16.9	16.2	14.8	14.2	15.2	15.7	16.3	18.5
MÍN	19.3	21.6	20.7	18.9	16.9	16.2	14.8	14.2	15.2	15.7	16.3	18.5
MEDIA	19.3	21.6	20.7	18.9	16.9	16.2	14.8	14.2	15.2	15.7	16.3	18.5
DES.STD												
C. ASIM												

Fuente:
 SENAMHI

TABLA E.9
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C) - ESTACION CHERREPE

Latitud 07° 07'25 Sur
 Longitud 79° 31'31 Oeste
 Altitud 63 msnm

Dpto: La Libertad
 Prov: Chepén

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1997												31.0
1998	32.4	32.0	32.2	31.6	29.6	27.7	26.6	25.2	25.6	26.4	27.3	28.5
1999	29.6	30.7	30.8	29.4	27.0	24.8	23.5	24.0	24.5	25.6	26.5	28.4
2000	29.9	30.9	31.2	30.0	27.5	24.8	23.5	24.5	25.6	26.2	26.1	
2001	30.3	32.1	31.7	29.8	27.1	23.8	24.3	23.5	24.6	25.2	26.4	28.2
2002	29.7	32.0	32.7	32.1	30.6	27.0	25.4	24.8	25.2	26.7	27.5	29.2
2003	30.4	31.9	31.7	30.3	28.1	26.5	25.5	24.7	24.6	26.6	27.2	30.1
2004	31.4	32.4										
MÁX	32.4	32.1	32.2	31.6	29.6	27.7	26.6	25.2	25.6	26.4	27.3	31.0
MÍN	29.6	30.7	30.8	29.4	27.0	23.8	23.5	23.5	24.5	25.2	26.1	28.2
MEDIA	30.5	31.4	31.5	30.2	27.8	25.3	24.5	24.3	25.0	25.8	26.6	29.0
DES.STD	1.3	0.7	0.6	0.9	1.2	1.7	1.5	0.7	0.6	0.6	0.5	1.3
C. ASIM	1.69	-0.06	0.34	1.65	1.81	1.57	1.63	0.25	-0.02	-0.31	1.61	1.95

Fuente:
 SENAMHI

TABLA E.10
EVAPORACION TOTAL MENSUAL (mm) - ESTACION CHERREPE

Latitud 07° 07'25 Sur
 Longitud 79° 31'31 Oeste
 Altitud 63 msnm

Dpto: La Libertad
 Prov: Chepén

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000				144.7	138.5	91.0	84.6	90.6	124.7	169.6	168.8	
2001	187.3	166.4	172.2	164.8	144.8	92.8	94.5	91.9	136.7	158.9	167.8	172.4
2002	201.6	178.8	149.0	177.3	161.6	127.0	114.5	103.2	145.5	155.5	151.1	166.0
2003	170.7	149.2	154.5	159.4	138.9	122.8	123.2	120.2	107.2	136.5	137.7	155.7
2004	181.1	182.5										
MÁX	201.6	182.5	172.2	177.3	161.6	127.0	123.2	120.2	145.5	169.6	168.8	172.4
MÍN	170.7	149.2	149.0	144.7	138.5	91.0	84.6	90.6	107.2	136.5	137.7	155.7
MEDIA	185.2	169.2	158.6	161.6	146.0	108.4	104.2	101.5	128.5	155.1	156.4	164.7
DES.STD	55.7	44.4	34.8	29.3	9.2	10.4	4.5	10.7	16.1	33.2	41.8	40.5
C. ASIM	0.30	0.44	0.03	1.12	0.87	3.34	3.02	2.15	0.98	0.70	0.52	1.04

Fuente:
 SENAMHI

Anexo F: Cálculo de Evapotranspiración

TABLA F.1
CALCULO DE LA EVAPOTRASPIRACIÓN POTENCIAL METODO HARGREAVES

Estacion: Sipan
 Longitud Oeste 79° 36'1
 Latitud Sur 6.80167 06° 48'6
 Altitud 110

Variable / Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL (mm/año)
Temp Media Mensual	25.32	26.69	26.75	25.20	22.64	20.38	19.64	19.66	20.17	21.23	21.84	23.39	
Indice de Calor Mensual (i)	11.66	12.62	12.67	11.57	9.84	8.39	7.93	7.95	8.26	8.93	9.32	10.34	
Indice de calor Anual (I)	119.491												
a	2.684												
ETP mensual sin corregir	120.2	138.3	139.2	118.6	89.0	67.1	60.7	60.9	65.2	74.8	80.8	97.1	
nº dias del mes	31	28.25	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
nº Horas de luz	11.5	11.7	12.0	12.4	12.8	12.9	12.8	12.5	12.1	11.7	11.4	11.3	
ETP mensual corregida	118.71	127.37	143.82	122.15	97.99	72.08	66.88	65.39	65.78	75.22	76.81	94.54	1126.74



FOTO N° 01 Pozo tubular 07_187 No utilizable ubicado en el sector santa Rosa, Distrito de Lagunas (INRENA, 2006)

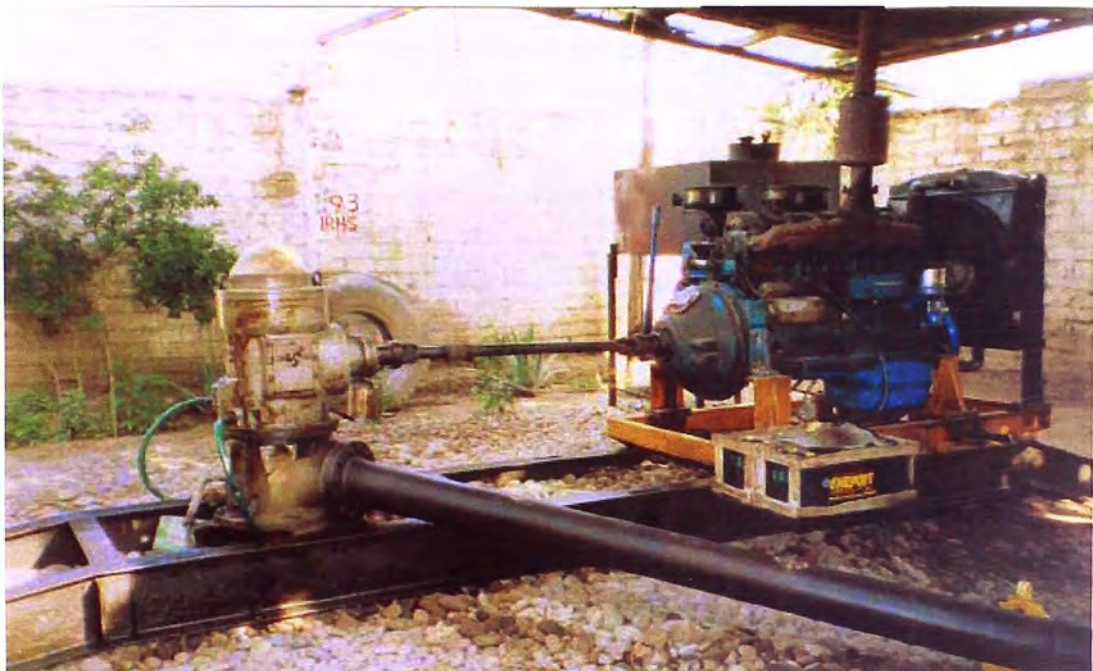


FOTO N° 02 Pozo tubular equipado con motor y con bomba 16_093 ubicado en el sector de Melchora del distrito de Cayaltí. (INRENA, 2006)



FOTO N° 03 Pozo a Tajo abierto 16_055 ubicado en el sector Cojal del distrito de Cayaltí. INRENA, 2006.



FOTO N° 04 Afloramientos rocosos en el valle Zaña. Se aprecia el cerro Corbacho, conformado por rocas del Volcánico Llama (Ti – VII). INRENA, 2006.



FOTO N° 05. Apréciense al fondo, los afloramientos rocosos que delimitan el acuífero. Sector La Viña I, distrito de Nueva Arica. INRENA, 2006.



FOTO N° 06 Obsérvese la primera terraza, conformada por finos (limo – arcilla). Sector Chumbenique, distrito de Nueva Arica (margen derecha del río Zaña). INRENA, 2006



FOTO N° 07 Obsérvese el perfil de la segunda terraza (Q – T2) ubicada en el sector Puente Úcupe distrito de Lagunas, (márgen izquierda del río zaña). INRENA, 2006.



FOTO N° 08 Obsérvese depósitos eólicos ubicados en el sector de Pampas Los Medanos, distrito de Lagunas, nótese la presencia de material fino arenoso conformando pequeñas ondulaciones (dunas). INRENA, 2006.