



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



ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

DE LA QUEBRADA CASITAS

INFORME FINAL

TUMBES, DICIEMBRE 2006





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



PERSONAL DIRECTIVO

Dr. Isaac Roberto Ángeles Lazo	Jefe del INRENA
Ing°. Enrique Salazar Salazar	Intendente de Recursos Hídricos
Ing°. Mario Aguirre Núñez	Director de Recursos Hídricos
Ing°. William Salas La Madrid	Administrador Técnico del Distrito de Riego Tumbes

PERSONAL EJECUTOR

Ing°. Edwin Zenteno Tupiño	Especialista en Hidrogeología – Geofísica
Ing°. José Sifuentes Gallardo	Profesional en Hidrogeología

PERSONAL DE APOYO

Ing°. Manuel Ayasta Cornejo	Profesional en Hidrogeología
Sr. Julio Chunga Tapia	Técnico en computación e informática
Sr. Jorge Laura Vallejos	Técnico operador equipo geofísico
Sr. Arturo Fernández Alvarado	Técnico de campo
Sr. José Granados Durand	Técnico de campo
Sr. Alan Requejo Cóndor	Técnico de campo
Sr. Juan Yamunaque Incio	Técnico de campo

ÍNDICE

1.0.0	INTRODUCCIÓN	1
1.1.0	Objetivos	1
1.1.1	Objetivo general	1
1.1.2	Objetivos específicos	1
1.2.0	Ámbito de estudio	2
2.0.0	ESTUDIOS REALIZADOS	3
3.0.0	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
3.1.0	Ubicación	4
3.2.0	Vías de comunicación	4
3.3.0	Demografía	4
3.3.1	Población de la cuenca	4
3.3.2	Población económicamente activa	6
3.4.0	Recursos agropecuarios e industriales	6
3.5.0	Recursos pecuarios	7
4.0.0	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS	9
4.1.0	Afloramientos rocosos	9
4.1.1	Formación Salinas (T - s)	10
4.2.0	Depósitos aluviales (Q - al)	10
4.2.1	Cauce mayor o lecho actual del río (Q - t ₀)	11
4.2.2	Primera terraza aluvial (Q - t ₁)	11
4.3.0	Glacís coluviales (Q - c)	12
5.0.0	PROSPECCIÓN GEOFÍSICA	13
5.1.0	Introducción	13
5.2.0	Objetivos	13
5.3.0	Fundamento del método	13
5.3.1	Particularidades del sondeo eléctrico vertical (SEV)	14
5.4.0	Trabajo de campo	14

5.5.0	Equipos utilizados	16
5.6.0	Trabajo de gabinete	16
5.6.1	Secciones geoelectricas	19
5.6.1.1	Sección geoelectrica A – A’	19
5.6.1.2	Sección geoelectrica B – B’	19
5.6.1.3	Sección geoelectrica C – C’	22
5.6.1.4	Sección geoelectrica D – D’	22
5.6.1.5	Sección geoelectrica E – E’	25
5.6.1.6	Sección geoelectrica F – F’	25
5.6.1.7	Sección geoelectrica G – G’	25
5.6.1.8	Sección geoelectrica H – H’	29
5.6.1.9	Sección geoelectrica I – I’	29
5.6.1.10	Sección geoelectrica J – J’	32
5.6.1.11	Sección geoelectrica K – K’	32
5.6.1.12	Sección geoelectrica L – L’	35
5.6.2	Planos geofísicos	35
5.6.2.1	Resistividades del horizonte saturado	35
5.6.2.2	Espesores del horizonte saturado	39
5.6.2.3	Espesores totales de los depósitos sueltos	41
5.6.2.4	Condiciones geoelectricas del acuífero Casitas	44
6.0.0	INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA	48
6.1.0	Inventario de pozos	48
6.1.1	Inventario de 1997	48
6.1.2	Inventario en el 2006	49
6.2.0	Clave para identificar los pozos	49
6.3.0	Tipo de pozos inventariados	51
6.3.1	Pozos tubulares	51
6.3.2	Pozos mixtos	51
6.3.3	Pozos a tajo abierto	53
6.4.0	Estado de los pozos inventariados	53
6.4.1	Pozos utilizados	53
6.4.2	Pozos utilizables	53
6.4.3	Pozos no utilizables	54
6.5.0	Uso de los pozos	55
6.5.1	Pozos de uso agrícola	55
6.5.2	Pozos de uso doméstico	55
6.5.3	Pozos de uso pecuario	56
6.5.4	Pozos de uso industrial	56

6.6.0	Rendimiento de los pozos	56
6.7.0	Explotación del acuífero mediante pozos	57
6.7.1	Explotación en 1997	57
6.7.2	Explotación en el 2006	57
6.8.0	Características técnicas de los pozos	59
6.8.1	Profundidad de los pozos	59
6.8.2	Diámetro de los pozos	59
6.8.3	Equipos de bombeo	59
	6.8.3.1 Motores	60
	6.8.3.2 Bombas	60
6.9.0	Explotación actual de las aguas subterráneas	62
7.0.0	RESERVORIO ACUÍFERO	65
7.1.0	Geometría del reservorio	65
7.1.1	Forma y límites	65
7.1.2	Dimensiones	66
7.2.0	El medio poroso	66
7.2.1	Litología	66
7.3.0	La napa freática	66
7.3.1	Morfología del techo de la napa	66
7.3.2	Profundidad del techo de la napa	69
	7.3.2.1 Isoprofundidad de la napa	69
7.3.3	Fluctuaciones del nivel freático	71
8.0.0	HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA	74
8.1.0	Introducción	74
8.2.0	Pruebas de bombeo	74
8.3.0	Parámetros hidráulicos	75
8.3.1	Zona I : Pitayal – Cherrelisque – Tacna Libre	75
8.3.2	Zona II : Cañaverál – Huaquillas – Tamarindo	76
8.3.3	Zona III : Averías – Pueblo Nuevo – Trigal	76
8.4.0	Radios de influencia	76

9.0.0	HIDROGEOQUÍMICA	78
9.1.0	Recolección de muestras de agua subterránea	78
9.2.0	Resultado de los análisis físico - químicos	78
9.2.1	Conductividad eléctrica	79
9.2.1.1	Zona I : Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre	79
9.2.1.2	Zona II : Cañaverall – Huaquillas – Tamarindo	79
9.2.1.3	Zona III : Averías – Pueblo Nuevo – Trigall	81
9.2.2	Dureza total	81
9.2.3	pH	83
9.3.0	Representación gráfica	84
9.3.1	Diagrama de Schoeller	84
9.3.2	Familias hidrogeoquímicas de las aguas subterráneas	84
9.4.0	Aptitud de las aguas para el riego	85
9.4.1	Clases de agua según la conductividad eléctrica	85
9.4.2	Clases de agua según el RAS y la conductividad eléctrica	87
9.5.0	Potabilidad de las aguas	88
9.5.1	Análisis bacteriológico	89
9.5.1.1	Características biológicas del agua subterránea	91
9.5.2	Niveles de concentración de iones Cloruro, Sulfato y Magnesio	92
9.5.3	Nivel de sólidos totales disueltos	94
9.5.4	Niveles de dureza y pH	95
9.5.5	Calificación de las aguas subterráneas	95
10.0.0	INGENIERÍA DE POZOS	97
10.1.0	Condiciones hidrogeológicas en la Quebrada Casitas	97
10.2.0	Ubicación de los sectores favorables para la perforación de pozos	97
10.3.0	Diseño preliminar de los pozos	98
10.3.1	Diseño físico	100
10.3.1.1	Profundidad y diámetro de los pozos	100

11.0.0 RESERVAS TOTALES Y EXPLOTABLES	102
11.1.0 Reservas totales	102
11.2.0 Reservas explotables	103
12.0.0 RESUMEN DE RESULTADOS	104
13.0.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
13.1.0 Conclusiones	118
13.2.0 Recomendaciones	125
14.0.0 BIBLIOGRAFÍA	127

ANEXOS

ANEXO I PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

Cuadros de Interpretación Cuantitativa de los sondeos eléctricos verticales – SEV
Gráficos de las curvas de los Sondeos Eléctricos Verticales-SEVs
(Figuras N°s 001 al 204)

ANEXO II INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA

Cuadros de Características Técnicas, Mediciones realizadas y Volúmenes de Explotación
Quebrada Casitas

ANEXO III RESERVORIO ACUÍFERO SUBTERRÁNEO

Cuadros de la Red Piezométrica
Quebrada Casitas

ANEXO IV HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA

Gráficos de las pruebas de bombeo (Del N° 8.1 al 8.7)
Quebrada Casitas

ANEXO V HIDROGEOQUÍMICA

Cuadros de la red hidrogeoquímica
Cuadros de resultados de los análisis físico – químicos

Diagramas de los resultados obtenidos en los análisis físico – químicos:
Diagramas de análisis de agua tipo Schoeller (Figuras N°s 9.1 al 9.3)
Diagramas de clasificación de agua para riego (Figuras N°s 9.4 al 9.6)
Diagramas de potabilidad de agua (Figuras N°s 9.7 al 9.9)

Resultados de los análisis químicos emitidos por laboratorio
Resultados de los análisis microbiológicos emitidos por laboratorio.

ANEXO VI RESERVAS TOTALES

Cuadro de Reservas Totales de la Quebrada Casitas.

RELACIÓN DE CUADROS

DESCRIPCIÓN

- 3.1 Población total por área urbana y rural según distrito. Quebrada Casitas.
- 3.2 Población total proyectada en la Quebrada Casitas.
- 3.3 Población económicamente activa de 6 a más años. Quebrada Casitas.
- 3.4 Principales cultivos de la Quebrada Casitas. Áreas y porcentajes - campaña agrícola 2005 – 2006.
- 3.5 Principales tipos ganaderos de la Quebrada Casitas. Tipo y Cantidad – Campaña ganadera 2005 – 2006.
- 5.1 Variación de las resistividades del horizonte saturado – Zona I. Quebrada Casitas 2006.
- 5.2 Variación de las resistividades del horizonte saturado – Zona II. Quebrada Casitas 2006.
- 5.3 Variación de las resistividades del horizonte saturado – Zona III. Quebrada Casitas 2006.
- 5.4 Variación de los espesores del horizonte superior saturado – Zona I. Quebrada Casitas 2006.
- 5.5 Variación de los espesores del horizonte superior saturado – Zona II. Quebrada Casitas 2006.
- 5.6 Variación de los espesores del horizonte superior saturado – Zona III. Quebrada Casitas 2006.
- 5.7 Variación de los espesores totales de los depósitos sueltos – Zona I. Quebrada Casitas 2006.
- 5.8 Variación de los espesores totales de los depósitos sueltos – Zona II. Quebrada Casitas 2006.
- 5.9 Variación de los espesores totales de los depósitos sueltos – Zona III. Quebrada Casitas 2006.
- 6.1 Distribución de los pozos por distrito político. Quebrada Casitas 2006.
- 6.2 Código de identificación de los pozos por distrito político. Quebrada Casitas 2006.
- 6.3 Distribución de los pozos, según su tipo. Quebrada Casitas 2006.
- 6.4 Distribución de los pozos según su estado. Quebrada Casitas 2006.
- 6.4.1 Distribución de los pozos utilizados según su tipo. Quebrada Casitas 2006.
- 6.4.2 Distribución de los pozos utilizables según su tipo. Quebrada Casitas 2006.
- 6.5 Distribución de los pozos utilizados según su uso. Quebrada Casitas 2006.
- 6.6 Variación de los rendimientos (l/s) según el tipo de pozo. Quebrada Casitas 2006.
- 6.7 Volumen de explotación anual (m³) por uso en la Quebrada Casitas 1997.
- 6.8 Volumen de explotación anual (m³), según su uso. Quebrada Casitas 2006.
- 6.9 Volumen de explotación (m³) por tipo de pozo. Quebrada Casitas 2006
- 6.10 Profundidades actuales máximas y mínimas, según el tipo de pozo. Quebrada Casitas 2006.
- 6.11 Distribución del equipamiento de los pozos. Quebrada Casitas 2006.
- 6.12 Motores y bombas predominantes. Quebrada Casitas 2006.
- 6.13 Variación de los volúmenes de explotación (m³) por zonas y sectores. Quebrada Casitas 2006.
- 7.1 Características de la morfología de la napa freática. Quebrada Casitas 2006.
- 7.2 Profundidad de los niveles estáticos. Quebrada Casitas 2006.
- 8.1 Distribución de las pruebas de bombeo. Quebrada Casitas 2006.
- 8.2 Resultado de la prueba de bombeo - zona I
- 8.3 Resultado de las pruebas de bombeo - zona II

- 8.4 Radios de influencia en el área de estudio.
- 9.1 Conductividad eléctrica. Quebrada Casitas 2006.
- 9.2 Rangos de calidad de las aguas.
- 9.3 Dureza obtenida en la Quebrada Casitas 2006.
- 9.4 Clasificación del agua subterránea según el pH.
- 9.5 Familias hidrogeoquímicas predominantes. Quebrada Casitas 2006.
- 9.6 Clasificación del agua para riego según Wilcox.
- 9.7 Clasificación del agua según la C.E. - zona I.
- 9.8 Clasificación del agua según la C.E. - zona II.
- 9.9 Clasificación del agua según la C.E. - zona III.
- 9.10 Clases de agua para riego según la C.E. (Wilcox). Quebrada Casitas 2006.
- 9.11 Clases de agua según el RAS y la C.E. Quebrada Casitas 2006
- 9.12 Límite máximo tolerable.
- 9.13 Resultados de los análisis microbiológicos de las aguas subterráneas. Quebrada Casitas – 2006.
- 9.14 Variación de los sólidos totales disueltos. Quebrada Casitas – 2006.
- 9.15 Potabilidad de aguas subterráneas. Quebrada Casitas - 2006.
- 10.1 Pozos a perforar por centros poblados y sectores. Quebrada Casitas – 2006.
- 10.2 Profundidades de los filtros por sectores. Quebradas Casitas – 2006.

RELACIÓN DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Nº	DESCRIPCIÓN
3.1	Ubicación del área de estudio.
5.1	Sección geoelectrica transversal A – A'
5.2	Sección geoelectrica transversal B – B'
5.3	Sección geoelectrica transversal C – C'
5.4	Sección geoelectrica transversal D – D'
5.5	Sección geoelectrica transversal E – E'
5.6	Sección geoelectrica transversal F – F'
5.7	Sección geoelectrica transversal G – G'
5.8	Sección geoelectrica transversal H – H'
5.9	Sección geoelectrica transversal I – I'
5.10	Sección geoelectrica transversal J – J'
5.11	Sección geoelectrica transversal K – K'
5.12	Sección geoelectrica transversal L – L'
8.1	Gráfico de la prueba de bombeo del Pozo Nº IRHS 24/02/02 – 018 / Fase de descenso. Distrito de Casitas.
8.2	Gráfico de la prueba de bombeo del Pozo Nº IRHS 24/02/02 – 018 / Fase de recuperación. Distrito de Casitas.
8.3	Gráfico de la prueba de bombeo del Pozo Nº IRHS 24/02/02 – 051 / Fase de descenso. Distrito de Casitas.
8.4	Gráfico de la prueba de bombeo del Pozo Nº IRHS 24/02/02 – 051 / Fase de recuperación. Distrito de Casitas.
8.5	Gráfico de la prueba de bombeo del Pozo Nº IRHS 24/02/02 – 064 / Fase de descenso. Distrito de Casitas.
8.6	Gráfico de la prueba de bombeo del Pozo Nº IRHS 24/02/02 – 064 / Fase de recuperación. Distrito de Casitas.
8.7	Gráfico de la prueba de bombeo del Piezómetro del Pozo Nº IRHS 24/02/02 – 064 / Fase de descenso. Distrito de Casitas.
9.1	Diagrama de análisis de agua tipo Schoeller IRHS Nºs 24/02/02 – 01, 08, 15 y 18. Distrito Casitas.
9.2	Diagrama de análisis de agua tipo Schoeller IRHS Nºs 24/02/02 – 25, 28, 35 y 43. Distrito Casitas.
9.3	Diagrama de análisis de agua tipo Schoeller IRHS Nºs 24/02/02 – 60, 74 y 86. Distrito Casitas.
9.4	Diagrama de clasificación de agua para riego IRHS Nºs 24/02/02 – 01, 08, 15 y 18. Distrito Casitas.
9.5	Diagrama de clasificación de agua para riego IRHS Nºs 24/02/02 – 25, 28, 35 y 43. Distrito Casitas.
9.6	Diagrama de clasificación de agua para riego IRHS Nºs 24/02/02 – 60, 74 y 86. Distrito Casitas.
9.7	Diagrama de potabilidad de agua IRHS Nºs 24/02/02 – 01, 08, 15 y 18. Distrito Casitas.
9.8	Diagrama de potabilidad de agua IRHS Nºs 24/02/02 – 25, 28, 35 y 43. Distrito Casitas.
9.9	Diagrama de potabilidad de agua IRHS Nºs 24/02/02 – 60, 74 y 86. Distrito Casitas.
10.1	Diseño preliminar del pozo.

RELACIÓN DE LÁMINAS

N°	DESCRIPCIÓN
4.1	Geología – geomorfología
5.1	Ubicación de sondeos eléctricos verticales y secciones geoeléctricas
5.2	Resistividades del horizonte saturado
5.3	Espesores del horizonte saturado
5.4	Espesores totales de los depósitos cuaternarios
5.5	Condiciones geoeléctricas del acuífero
6.1	Ubicación de fuentes de agua subterránea
7.1	Hidroisohipsas
7.2	Isoprofundidad de la napa
8.1	Permeabilidades y volúmenes de explotación
9.1	Isoconductividad eléctrica
9.2	Clasificación del agua subterránea según el RAS y la C.E.
10.1	Condiciones hidrogeológicas
11.1	Reservas totales
13.1	Carta hidrogeológica

RELACIÓN DE FOTOGRAFÍAS

N°	DESCRIPCIÓN
01	Vista panorámica de la parte superior del área de estudio, sector El Trigal.
02	Vista fotográfica en donde se muestra una zona agrícola en la quebrada Casitas.
03	Vista panorámica del área de estudio. Obsérvese al fondo los afloramientos rocosos que sirven de límite del acuífero.
04	Vista fotográfica del sector Cañaverl, tramo de la quebrada (lecho actual) por donde se realiza el paso a los caseríos La Choz, Cherrelique y El Ciénego.
05	Obsérvese la primera terraza en el área de estudio en el sector Huaquillas – La Rinconada.
06	Quebrada Casitas, sector Cherrelique, ejecución de un SEV, en plena lluvia, por lo que tuvo que utilizarse una cubierta plástica.
07	Equipo geofísico georesistivimetro digital, utilizado en la quebrada Casitas para la ejecución de los sondeos eléctricos verticales – SEVs.
08	Obsérvese la ejecución de un sondeo eléctrico vertical – SEV, en terrenos preparados para la siembra del cultivo de noni, en el sector Tacna Libre.
09	Ejecución de un sondeo eléctrico vertical – SEV, en el sector Gramadal, nótese la vegetación seca.
10	Vista fotográfica en donde se observa al personal técnico en la instalación y ejecución de un SEV en el sector Cardalitos.
11	Personal técnico ejecutando un SEV en el sector Casitas, área dedicada a la siembra del cultivo de plátano.
12	Pozo IRHS – 60 a tajo abierto, ubicado en el sector Casitas, equipado, estado utilizado para riego.
13	Pozo a tajo abierto IRHS - 86, ubicado en el sector El Trigal (en el lecho de la quebrada), estado de pozo utilizado.
14	Sector Cherrelique – La Choz, pozo tubular IRHS – 16, en estado utilizable en reserva sin equipo.
15	Sector Isla del Gallo – La Choz pozo a tajo abierto equipado IRHS – 15, utilizado para uso agrícola.
16	Pozo a tajo abierto IRHS – 88, no utilizable, pozo ubicado en el sector Trigal en el distrito de Casitas.
17	Quebrada Casitas, sector Huaquillas, momentos en que los técnicos de campo aforan un pozo a tajo abierto para determinar el caudal del mismo.
18	Pozo tubular tipo pistón (RADA BARNER), ubicado en el sector Tacna Libre, equipado, utilizado para uso doméstico.
19	Pozo a tajo abierto IRHS – 18, utilizado, equipado con motobomba. Ubicado en el sector Tamarindo.
20	Pozo a tajo abierto IRHS – 10, equipado, utilizado, con motor gasolinero y bomba centrífuga de succión, pozo ubicado en el sector El Palmo.
21	Sector Charanal de topografía de terreno inclinada, en algunos tramos así se muestra el terreno con poca área de cultivo.
22	Sector Tamarindo nótese la topografía del terreno, en algunos tramos se observa poca área de cultivo y elevación del terreno.
23	Personal técnico tomando los valores de profundidad y nivel estático, en un pozo ubicado en el sector Bellavista.
24	Momentos en que el técnico de campo toma el valor de punto de referencia (Pr), del pozo IRHS – 14 en el sector Cherrelique.

- 25 Vista fotográfica que muestra el laboratorio en donde se realizaron los análisis físico – químicos de las muestras de agua de la quebrada Casitas.
- 26 Vista fotográfica que muestra al técnico de campo en momentos que procede a recoger una muestra de agua del pozo.
- 27 Quebrada Casitas, sector Bellavista, momentos en que se extrae una muestra de agua para su respectivo análisis físico – químico.
- 28 Obsérvese al técnico laboratorista procediendo a tomar los valores del pH y conductividad eléctrica de las muestras de agua.
- 29 Vista fotográfica que muestra al técnico del laboratorio tomando los análisis físico – químicos de las muestras de agua de pozos en la quebrada Casitas
- 30 Quebrada Casitas, nótese el pozo a tajo abierto recién destapado y en pleno bombeo para limpiar el mismo, momentos en que se tomo una muestra de agua
- 31 Vista fotográfica en donde se muestra los cantos rodados en el lecho de la quebrada en la parte superior del área de estudio (Pitayal).
- 32 Quebrada Casitas, sector El Palmo, momentos en que los técnicos de campo aforan un pozo a tajo abierto para determinar su caudal.

INTRODUCCIÓN



1.1.0 **Objetivos**

1.2.0 **Ámbito de estudio**

1.0.0 INTRODUCCIÓN

Actualmente la quebrada Casitas, soporta sequías por tiempos prolongados, por lo que el recurso hídrico es uno de los elementos indispensables para el desarrollo y mantenimiento de los seres vivos cumpliendo la función de satisfacer las necesidades de consumo vital; por todo ello a través del tiempo se han invertido esfuerzos en la investigación y determinación de los recursos hídricos, de manera que estos puedan ser aprovechados en la forma más efectiva y económica posible.

Por la importancia agrícola que representa esta quebrada en el desarrollo de la Región, la Administración Técnica del Distrito de Riego Tumbes bajo el asesoramiento de la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA ejecutaron el presente estudio, cuyo resultado permitirá ampliar el conocimiento hidrogeológico del acuífero de la Qda. Casitas.

1.1.0 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el estado actual del recurso hídrico almacenado en el acuífero de la Qda. Casitas.

1.1.2 Objetivos específicos

Son los siguientes:

- Identificar las fuentes de agua subterránea
- Cuantificar el volumen explotado del acuífero.
- Determinar la geometría del acuífero tanto lateral como vertical.
- Determinar la profundidad del techo del basamento impermeable.
- Distinguir las capas del subsuelo según sus resistividades eléctricas y espesores.
- Determinar el comportamiento de la napa freática.
- Zonificar el acuífero de acuerdo a sus condiciones hidráulicas.
- Determinar la calidad del recurso hídrico subterráneo.
- Zonificar el acuífero de acuerdo a sus condiciones hidrogeológicas.
- Calcular la reserva total de agua almacenada en el acuífero.

1.2.0 **Ámbito de estudio**

El estudio se localiza a lo largo de la cuenca de la Qda. Casitas, entre las localidades de Papayal y Pitayal en la parte alta de la quebrada y entre los sectores Averías, Pueblo Nuevo y El Trigal que limitan con los sectores Suárez y Pedregal que pertenecen al distrito de Zorritos.

El ámbito del estudio está comprendido dentro del Distrito de Riego Tumbes.

Políticamente pertenece a la provincia de Contralmirante Villar y departamento de Tumbes y comprende el distrito de Casitas.

ESTUDIOS REALIZADOS



2.0.0 ESTUDIOS REALIZADOS

Son escasos los estudios realizados con fines de explorar las aguas subterráneas en esta quebrada, tal como se indica a continuación:

- “Reconocimiento Hidrogeológico en la Asociación de Pequeños Agricultores San Leonardo del Rosario” - Pampa Galarza que fue realizado por AFATER en 1988.
- “Estudio Hidrogeológico de Localización y Diseño de Pozos Tubulares con Fines de Riego en el departamento de Tumbes”. Estudio efectuado por PRONADRET-DAS/004 en 1992.
- “Estudio Hidrogeológico para el Abastecimiento de Agua a los Poblados de la Quebrada Casitas”- Tumbes- 1996 -Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS) del INRENA.
- La Administración Técnica de Distrito de Riego Tumbes, realizó “Recopilación de niveles estáticos en pozos de la Quebrada Casitas” en el año de 2005.



FOTO N° 01

Vista panorámica de la parte superior del área de estudio, sector El Trigal.



CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

- 3.1.0 Ubicación**
- 3.2.0 Vías de comunicación**
- 3.3.0 Demografía**
- 3.4.0 Recursos agropecuarios e industriales**

3.0.0 CARACTERÍSTICAS GENERALES

3.1.0 Ubicación

El área de estudio, que corresponde a la totalidad de la cuenca de la quebrada Casitas, está ubicado en la costa norte del Perú, habiéndose investigado principalmente mediante la geofísica un área de 3,847.27 has. Ver figura N° 3.1

Políticamente pertenece a la provincia de Contralmirante Villar y departamento de Tumbes y comprende al distrito de Casitas.

Geográficamente, el área está comprendida entre las coordenadas UTM siguientes.

Este	:	534,000 m y	548,000 m
Norte	:	9'554,000 m y	9'582,000 m

3.2.0 Vías de comunicación

La infraestructura vial del valle en estudio, está constituida por 3 redes fundamentales:

- Una red primaria (Panamericana Norte - enlace entre los departamentos de Tumbes por el norte y Piura por el sur), que es el acceso directo hasta el sector Cancas en donde se ubica el cruce hacia el área de estudio.
- Una red secundaria, comprendida por un camino carrozable, que en su recorrido cruza a la quebrada Casitas en varios puntos para finalmente comunicarse con los pueblos existentes en ambas márgenes de la quebrada.
- De esta carretera hay trochas o caminos carrozables que nos conducen a las zonas agrícolas del área estudio.

Para acceder a los sectores Pitayal y Papayal (parte alta del área en estudio), se desprende un camino carrozable a la altura del sector La Choza, con el cual se comunica con el sector Máncora.

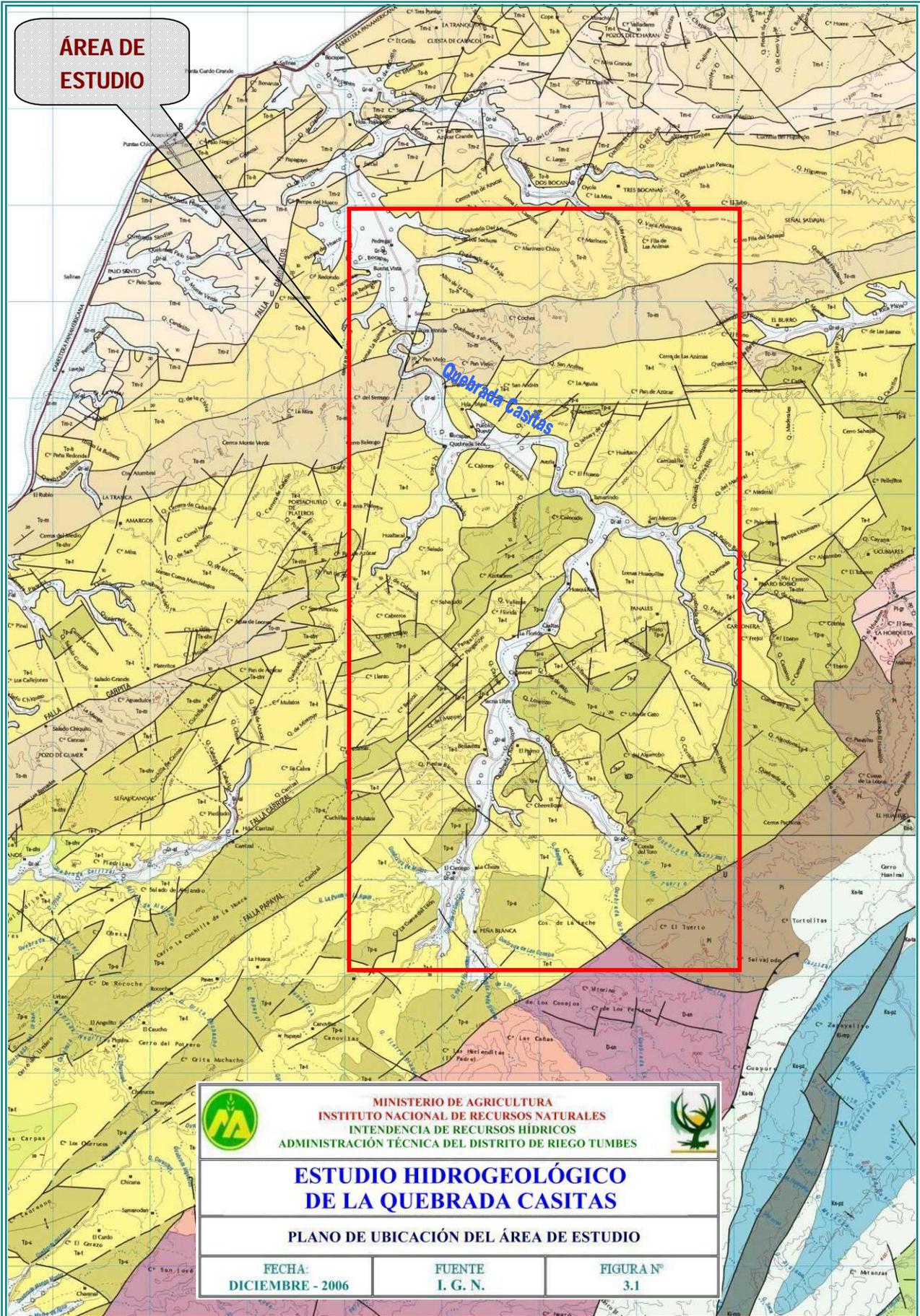
3.3.0 Demografía

3.3.1 Población de la cuenca

El cuadro N° 3.1 muestra los resultados del XI Censo Nacional de Población realizado en 1993, en donde se aprecia que la población total del distrito de Casitas es de 2,659 habitantes, de estos 480 habitantes (18,05%) pertenecen a la zona urbana y 2,179 habitantes (81,95%) a la zona rural.

520,000 524,000 528,000 532,000 536,000 540,000 544,000 548,000 552,000

9°592,000
9°588,000
9°584,000
9°580,000
9°576,000
9°572,000
9°568,000
9°564,000
9°560,000
9°556,000
9°552,000
9°548,000
9°544,000
9°540,000



**CUADRO N° 3.1
POBLACIÓN TOTAL POR ÁREA URBANA Y RURAL, SEGÚN DISTRITO
QUEBRADA CASITAS**

DISTRITO	POBLACIÓN			URBANA			RURAL		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Casitas	2659	1451	1208	480	269	211	2179	1182	997

Resultados Definitivos de los Censos Nacional IX de Población y IV de Vivienda.

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática I.N.E.I.

En el cuadro N° 3.2, se observa la población total proyectada al 2002 por el INEI.

**CUADRO N° 3.2
POBLACIÓN TOTAL PROYECTADA EN LA QUEBRADA CASITAS**

DEPARTAMENTO : TUMBES		RURAL		
		TOTAL	HOMBRES	MUJERES
PROVINCIA	Contralmirante Villar	15648	8369	7279
DISTRITO	Zorritos	13059	6961	6098
	Casitas	2589	1408	1181

Resultados Definitivos de los Censos Nacional IX de Población y IV de Vivienda.

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática I.N.E.I.

3.3.2 Población económicamente activa

En el cuadro N° 3.3 se muestra la población de la quebrada Casitas por distrito político, observándose que el 41,82 % de la población total del valle corresponde a la población económicamente activa (P.E.A.) y el 58,18 % a la población económicamente no activa (P.E.N.A.).

**CUADRO N° 3.3
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE 6 A MÁS AÑOS
QUEBRADA CASITAS**

DESCRIPCIÓN	TOTAL	6 -14 años	15 -29 años	30-44 años	45- 64 años	65 a más
Distrito Tumbes	2322	549	734	406	406	227
P.E.A	971	16	369	251	225	110
P.E.N.A	1351	533	365	155	181	117

Resultados Definitivos de los Censos Nacional: IX de Población y IV de Vivienda.

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática I.N.E.I.

3.4.0 Recursos agropecuarios e industriales

En el valle de la quebrada Casitas se ha declarado 306,50 Hás para la campaña agrícola 2005 – 2006; destacando como cultivos principales el plátano con 168 Has (54,81 %), el maíz con 54.5 Has (17,78 %), el mango con 23.8 Has (7,67 %) y la papaya con 17.5 Has (5,71 %). En menores áreas y por lo tanto en importancia se cultivan la sandía, pasto sudán, tomate, cebolla e introduciendo en parcelas demostrativas el noni, entre otros. Ver cuadro N° 3.4

Cabe señalar que dependiendo del año hidrológico, si no hay escasez de agua superficial se cultivan grandes extensiones de pasto tipo elefante y sudán proporcionando áreas nuevas, las que son complementadas sus riegos con agua del subsuelo.

Por otro lado debe indicarse en Casitas. existen tres tipos de cultivos, los permanentes como los frutales, el limón, el mango, la papaya, entre otros, los semi permanentes como el plátano de seda y el plátano dominico y los cultivos transitorios como maíz amarillo duro, frijol caupi, yuca, pimiento, páprika, sandía y otros.

CUADRO N° 3.4
PRINCIPALES CULTIVOS DE LA QUEBRADA CASITAS
ÁREAS Y PORCENTAJES – CAMPAÑA AGRÍCOLA 2005 - 2006

N°	Cultivo	Hás	%
1	Plátano	168,0	54,81
2	Maíz Amarillo Duro	54,5	17,78
3	Mango	23,5	7,67
4	Papaya	17,5	5,71
5	Limón	16,0	5,22
6	Noni	10,0	3,26
7	Yuca	10,0	3,26
8	Sandía	3,0	0,98
9	Pasto Sudán	2,0	0,65
10	Cebolla	1,0	0,33
11	Tomate	1,0	0,33
TOTAL		306,50	100,00

Fuente: ATDR Tumbes - campaña 2005 - 2006

3.5.0 Recursos pecuarios

En el área de estudio otra actividad importante que se realiza es la ganadería (crianza del ganado vacuno, ovino, caprino y en menor cantidad porcino) y a la comercialización del queso de cabra, la cual se realiza en los sectores como Fernández, El Cardo y Chicama ubicados en la parte superior del área de estudio, en donde carece de agricultura y por ende se dedican a la actividad pecuaria.

En la Qda. Casitas, los centros poblados que tienen mayor incidencia en dicha actividad son Cherrelique, Bellavista, Tacna Libre, Cañaverál, Rinconada, Tamarindo, Averías – Pueblo Nuevo y Trigal. Ver cuadro N° 3.5.

CUADRO N° 3.5
PRINCIPALES TIPOS GANADEROS DE LA QUEBRADA CASITAS
TIPO Y CANTIDAD – CAMPAÑA GANADERA 2005 - 2006

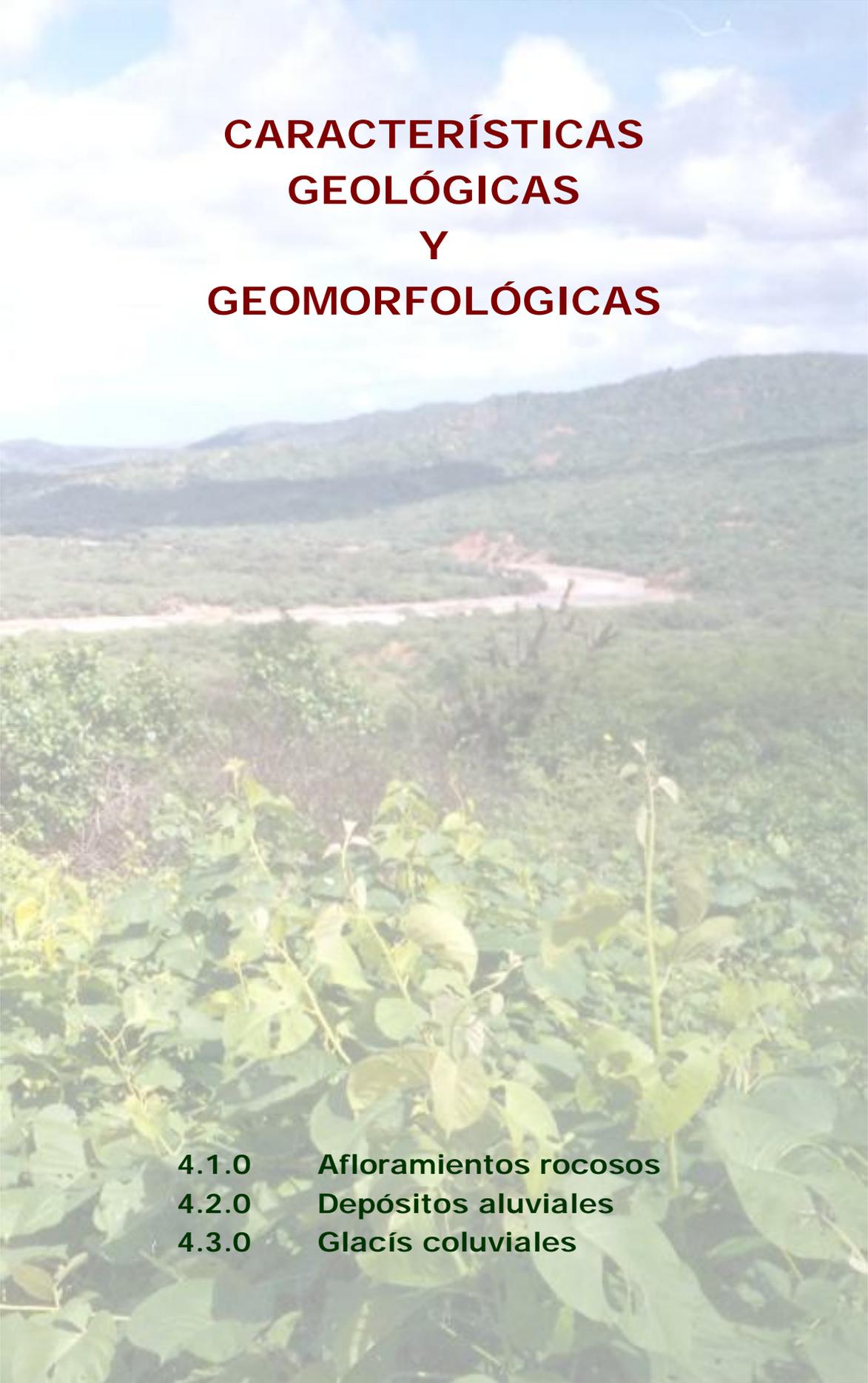
Sector	Tipo de Ganado		
	Vacuno	Ovino	Caprino
Fernández	62	149	697
El Cardo	132	-	1780
Chicama	291	-	1755
Papayal	144	-	1710
El Ciénego	179	-	1835
La Choza	311	-	2497
Cherrelisque	303	125	3675
Bellavista	365	157	2164
El Palmo	324	-	1365
Tacna Libre	300	70	2285
Cañaverál	147	65	1877
Casitas	355	-	1333
La Rinconada	173	23	966
Huaquillas	61	-	1066
Tamarindo	36	13	2120
Averías – Pueblo Nuevo	190	154	2093
Trigal	184	184	184
TOTAL	3557	940	29402

Fuente: Agencia Agraria - Comisión Regantes Contralmirante Villar – Casitas - Campaña 2005 - 2006



FOTO N° 02

Vista fotográfica en donde se muestra una zona agrícola en la quebrada Casitas.

A landscape photograph showing a wide river valley with green hills in the background under a cloudy sky. The foreground is filled with dense green vegetation.

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

- 4.1.0 Afloramientos rocosos**
- 4.2.0 Depósitos aluviales**
- 4.3.0 Glacís coluviales**

4.0.0 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

En una investigación hidrogeológica es importante tener conocimiento de la estructura geológica de la zona investigada, principalmente lo que se refiere a la naturaleza de los materiales existentes y a su distribución sean estos permeables (terrazas) como impermeables (afloramientos rocosos) así como también las fallas y otro tipo de estructuras, debido a que estas características; condicionan el funcionamiento del acuífero y el desplazamiento de las aguas subterráneas.

Como resultado del levantamiento geológico y de las apreciaciones realizadas en campo, se ha determinado que el acuífero del área investigada, está constituido principalmente por depósitos aluviales ubicados en el curso bajo de la Quebrada Casitas; desde la localidad de Papayal, La Chozza y El Ciénego, hasta las proximidades del sector Pedregal. El resultado del levantamiento geológico – geomorfológico del área investigada se muestra en la Lámina N° 4.1

En el área de estudio se ha identificado tres (03) unidades hidrogeológicas:

- Afloramientos rocosos
- Depósitos aluviales
- Glacís coluviales

4.1.0 Afloramiento rocosos

Esta unidad, se encuentra ubicada en ambas márgenes de la quebrada Casitas y en la parte inferior (Qda. Bocapán), constituyendo los flancos del valle en este sector y dando lugar al paisaje más accidentado dentro de la zona de estudio.



FOTO N° 03

Vista panorámica del área de estudio. Obsérvese al fondo los afloramientos rocosos que sirven de límite del acuífero.

Esta unidad hidrogeológica comprende una (01) unidad estratigráfica o litológica: Formación Salinas.

4.1.1 Formación Salinas (T - s).

Esta unidad del Terciario–Cenozoico, estratigráficamente subyace a la formación Talara. Aflora por el sector Averías y se ubica desde la localidad El Ciénego hasta el caserío Huaquillas.

Aflora en los flancos del valle, tal como se observa en los sectores Casitas, Cañaverál, Tacna Libre, Cherrelique, Rompal y El Palmo.

Litológicamente esta constituido por lutitas intercalados con estratos de areniscas blanco verdosos de grano fino y resistente, en algunos sectores con intercalaciones de conglomerados en una matriz arenosa bien cementada y dura.

En el sector Cañaverál se observa en un corte vertical una secuencia de arriba hacia debajo de conglomerados, areniscas y en su base, de areniscas interestrificadas con lentes de conglomerados.

Por otro lado, en los sectores el Palmo y Huaquillas se observan estratos de areniscas de 0.20 m. a 0.50 m. de espesor, con rumbo y buzamiento generalizado N 30° – 50° E y de 20° NO respectivamente.

Hidrogeológicamente, esta unidad por su capacidad representa al basamento impermeable. Este horizonte potente de material poco o nada permeable, ha sido corroborado con los resultados de la perforación de pozos en la zona de estudio.

4.2.0 Depósitos aluviales

Esta unidad está compuesta por todo el material arrastrado por avenidas de agua a través de su historia geológica.

Por las observaciones de campo efectuados en toda esta área, se puede afirmar que han existido dos etapas de depositación y posterior erosión de los sedimentos, estos dos (02) ciclos han sido responsables del entallamiento de los niveles antiguos dentro del valle, los cuales han sido clasificados como:

- **Cauce mayor o lecho actual (Q - t₀)**
- **Primera terraza aluvial (Q - t₁)**

4.2.1 Cauce mayor o lecho actual del río ($Q - t_0$)

Es el área por donde discurren y divagan las aguas en sus épocas de mayor descarga, observándose en su superficie sedimentos inconsolidados constituidos por gravas, arenas gruesas y bloques o balones y en menos proporción por arenas finas.

Así en el sector La Choza se observa pequeños bolones con arenas gruesas; aguas abajo entre los sectores La Choza y Tacna Libre, prevalece clastos de gravas con arenas gruesas y entre Tacna Libre y Huaquillas no se observa grava, sólo arena gruesa.



FOTO N° 04

Vista fotográfica del sector Cañaveral, tramo de la quebrada (lecho actual) por donde se realiza el paso a los caseríos La Choza, Cherrelique y El Ciénego.

4.2.2 Primera terraza aluvial ($Q - t_1$)

Esta terraza se encuentra delimitada en el área de estudio por escarpas que varían entre 1.80 m y 2.20 m. de altura sobre el nivel del lecho actual ($Q - t_0$).

En el sector Huaquillas se observa un corte vertical de esta terraza, que de arriba hacia abajo se observa lo siguiente:

- | | |
|------------------|---|
| 0,00 – 1,50 m. : | Material limo arcillosos de color pardo amarillento y seco. |
| 1,50 – 1,80 m. : | Material arcilloso y seco. |



FOTO N° 05

Obsérvese la primera terraza en el área de estudio en el sector Huaquillas – La Rinconada.

También en el sector La Choza, se observa terrazas conformadas mayormente por materiales gruesos de arenas y guijarros con inclusiones de cantos.

Hidrogeológicamente, estos depósitos son donde se almacenan las aguas, siendo importantes para la exploración y explotación de sus aguas.

4.3.0 Glacís coluviales (Q - c)

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

Esta unidad por ocupar pequeñas áreas y ser de espesores muy reducidos carece de importancia para la búsqueda de aguas subterráneas.

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA



- 5.1.0 Introducción
- 5.2.0 Objetivos
- 5.3.0 Fundamento del método
- 5.4.0 Trabajo de campo
- 5.5.0 Equipos utilizados
- 5.6.0 Trabajo de gabinete
- 5.7.0 Resultados

5.0.0 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

5.1.0 Introducción

El método utilizado en la prospección geofísica ha sido el eléctrico a través de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) con configuración Schlumberger, cuyo resultado ha permitido investigar el subsuelo (acuífero) en el área de estudio.

Entre el 15 de octubre y el 22 de diciembre del 2006, fueron tomados los datos de campo de los 204 sondeos eléctricos verticales- SEV efectuados en la quebrada Casitas; cuyas ubicaciones se muestran en el plano de la Lámina N° 5.1. Las curvas SEV con su interpretación se presentan en el Anexo I: Prospección Geofísica.

Dicho método permite conocer a partir de la superficie del terreno, la distribución de las distintas capas geoelectricas en dirección vertical que conforman el subsuelo; cuya interpretación y posterior análisis determinará la resistividad verdadera y espesor de cada capa.

5.2.0 Objetivos

Son los siguientes:

- Distinguir las capas del subsuelo, según sus resistividades eléctricas, consecuentemente de acuerdo a la granulometría predominante y permeabilidad de cada capa.
- Determinar los espesores de las capas antes mencionadas.
- Determinar la profundidad del techo del basamento impermeable.
- Evaluar en primera aproximación la calidad del agua en relación a su grado de mineralización o salinidad.

5.3.0 Fundamento del método

Las rocas presentan resistividades eléctricas que varían en un amplio rango, dependiendo de diversos factores, como la litología, el grado de conservación, humedad y principalmente el grado de mineralización del agua contenida en los poros y fracturas. Las rocas de una misma génesis presentan valores de resistividad que varían dentro de ciertos rangos típicos, que permite caracterizarlas.

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

5.3.1 Particularidades del sondeo eléctrico vertical - SEV

Para la ejecución de un SEV, se introduce corriente continua al terreno mediante un par de electrodos llamados de emisión o de corriente A y B, y se mide la diferencia de potencial producido por el campo eléctrico así formado, entre otro par de electrodos llamados electrodos de recepción o de potencial M y N.

Es posible calcular la resistividad del medio según:

$$\rho = K \cdot \Delta V / I$$

Donde:

- ρ = Resistividad del medio, Ohm-m.
- ΔV = Diferencia de potencial, mV. medida en los electrodos M y N.
- I = Intensidad de corriente, mA. medida en los electrodos A y B.
- K = Constante geométrica que depende de la distribución de los electrodos.

La resistividad así calculada, sería la resistividad verdadera del medio si fuera éste un semi-espacio homogéneo e isótropo y no cambiaría de valor aún cuando se cambie la disposición de los electrodos. Sin embargo, debido a que el subsuelo presenta cambios en profundidad (diferentes capas), la resistividad calculada con la fórmula anterior cambia al variar la disposición de los electrodos, por lo cual se le denomina resistividad aparente.

En el SEV con configuración Schlumberger, los electrodos están alineados y conservan simetría con respecto al punto central o punto SEV, debiendo cumplirse que MN sea menor que 1/3 AB. Al aumentar la distancia entre los electrodos de emisión de corriente, aumenta su profundidad de penetración y también va cambiando las resistividades aparentes.

5.4.0 Trabajo de campo

En el área de estudio se han efectuado 204 sondeos eléctricos verticales – SEV; para lo cual se empleo la configuración Schlumberger, y con tendidos de línea de emisión AB hasta de 500 m.

La ubicación de los SEVs se muestra en la Lámina N° 5.1, mientras que las curvas con su interpretación en el Anexo I: Prospección Geofísica.



FOTO N° 06

Quebrada Casitas, sector Cherrelique, ejecución de un SEV, en plena lluvia, por lo que tuvo que utilizarse una cubierta plástica.



FOTO N° 07

Equipo geofísico georesistivímetro digital, utilizado en la quebrada Casitas para la ejecución de los sondeos eléctricos verticales – SEVs.

5.5.0 Equipo utilizado

Para la ejecución de los SEV, se utilizó un **Georesistivímetro digital GTR-2**, constituido por:

- Dos multímetros marca Fluye 189, que funcionan como receptores digitales y que tienen una resolución máxima de 10 microvoltios. Ambos anulan el potencial natural y la polarización de los electrodos.
- Un transmisor convertidor DC – 25 – 600 v / 200 w con corriente continua. Su potencia y voltaje de salida es de 200 watts y de 25 a 600 voltios DC respectivamente.

Accesorios:

- 02 carretes de 500 m de cable de sondeo AB.
- 02 carretes de 30 m de cable de sondeo M – N.
- 10 electrodos de acero inoxidable: 6 de emisión y 4 de corriente.
- 01 GPS
- 01 brújula brunton
- 03 radios portátiles
- Combas
- Camioneta 4 x 4

5.6.0 Trabajo de gabinete

La información de campo obtenida de los SEVs se ha procesado de acuerdo a las técnicas establecidas para la exploración eléctrica en aguas subterráneas. Para la interpretación cuantitativa de los SEVs se utilizó el software y/o programa IPI2WIN, de origen ruso que fue desarrollado por la Universidad Nacional de Moscú.

Los resultados podrían tener errores hasta de ± 10 % de las determinaciones realizadas, debido al principio de equivalencia de los métodos eléctricos de prospección.

Los resultados de la interpretación cuantitativa de los SEVs, se muestran en los cuadros del Anexo I: Prospección Geofísica.

La interpretación de los SEVs, permitirá elaborar lo siguiente:

- Secciones geoeléctricas
- Planos geofísicos:
 - ✓ Resistividades del horizonte superior saturado
 - ✓ Espesores del horizonte superior saturado
 - ✓ Espesores totales de los depósitos cuaternarios
 - ✓ Condiciones geoeléctricas del acuífero.



FOTO N° 08

Obsérvese la ejecución de un sondeo eléctrico vertical – SEV, en terrenos preparados para la siembra del cultivo de noni, en el sector Tacna Libre.



FOTO N° 09

Ejecución de un sondeo eléctrico vertical – SEV, en el sector Gramadal, nótese la vegetación seca.

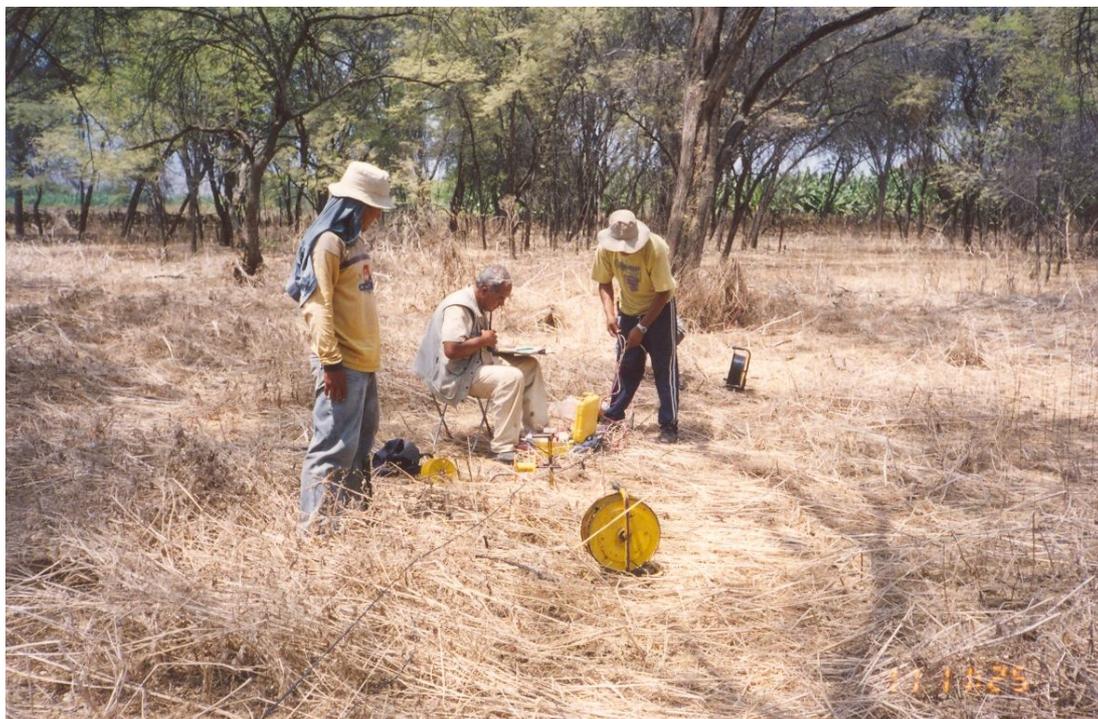


FOTO N° 10

Vista fotográfica en donde se observa al personal técnico en la instalación y ejecución de un SEV en el sector Cardalitos.



FOTO N° 11

Personal técnico ejecutando un SEV en el sector Casitas, área dedicada a la siembra del cultivo de plátano.

5.6.1 Secciones geoelectricas

Las secciones elaboradas, muestran la secuencia de las capas u horizontes del subsuelo indicando las resistividades de cada capa geoelectrica y sus espesores. Además estas secciones muestran las capas no saturadas o secas, saturadas (acuifero en explotación) y el basamento rocoso impermeable.

5.6.1.1 Sección geoelectrica A – A'. Ver Fig. N° 5.1

Sección ubicada en el sector Pitayal. Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos bien definidos.

El Primer horizonte, superficial y se encuentra en estado seco.

El Segundo horizonte, subyace al anterior y está conformada por dos capas, el superior con resistividades que varían de 142 a 254 Ohm-m (clastos muy gruesos, permeables y saturados), el inferior con resistividades que varían de 83 a 103 Ohm-m que representan a clastos gruesos, buena permeabilidad y en estado saturado, su espesor varía entre 11.00 y 56.00 m y se presenta a partir de los 8.00 a 22.00 m de profundidad.

El Tercer horizonte, de gran potencia (55.00 – 68.00 m), infrayace al anterior y se presenta a partir de los 34 – 52 m de profundidad. Sus resistividades varían de 11 a 14 Ohm-m que representan a clastos mayormente de tamaño fino, baja permeabilidad pero semisaturado.

El Cuarto horizonte, el más profundo y por sus resistividades representan al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.2 Sección geoelectrica B – B'. Ver Fig. N° 5.2

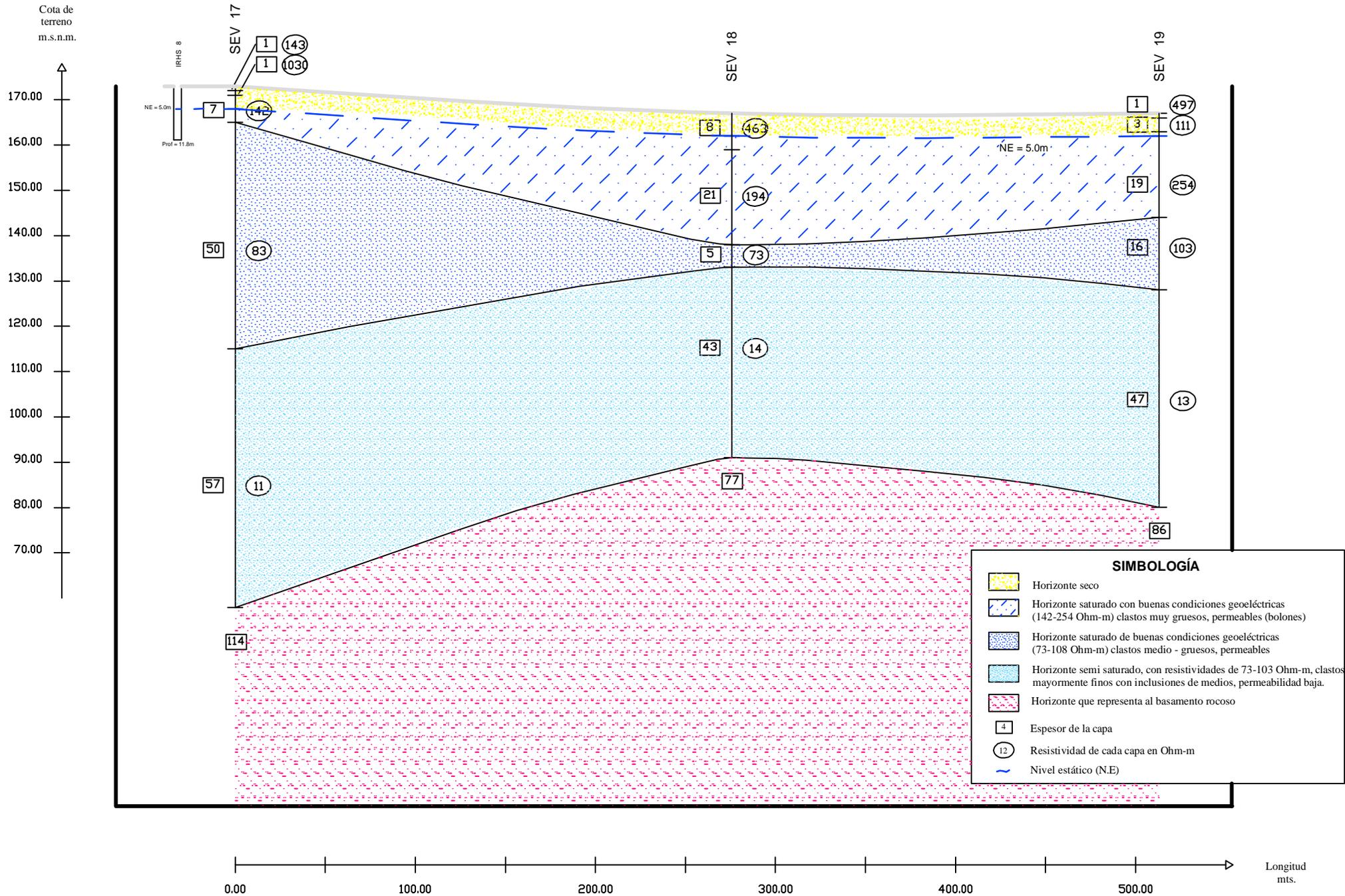
Sección ubicada en el sector El Ciénego.

Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos.

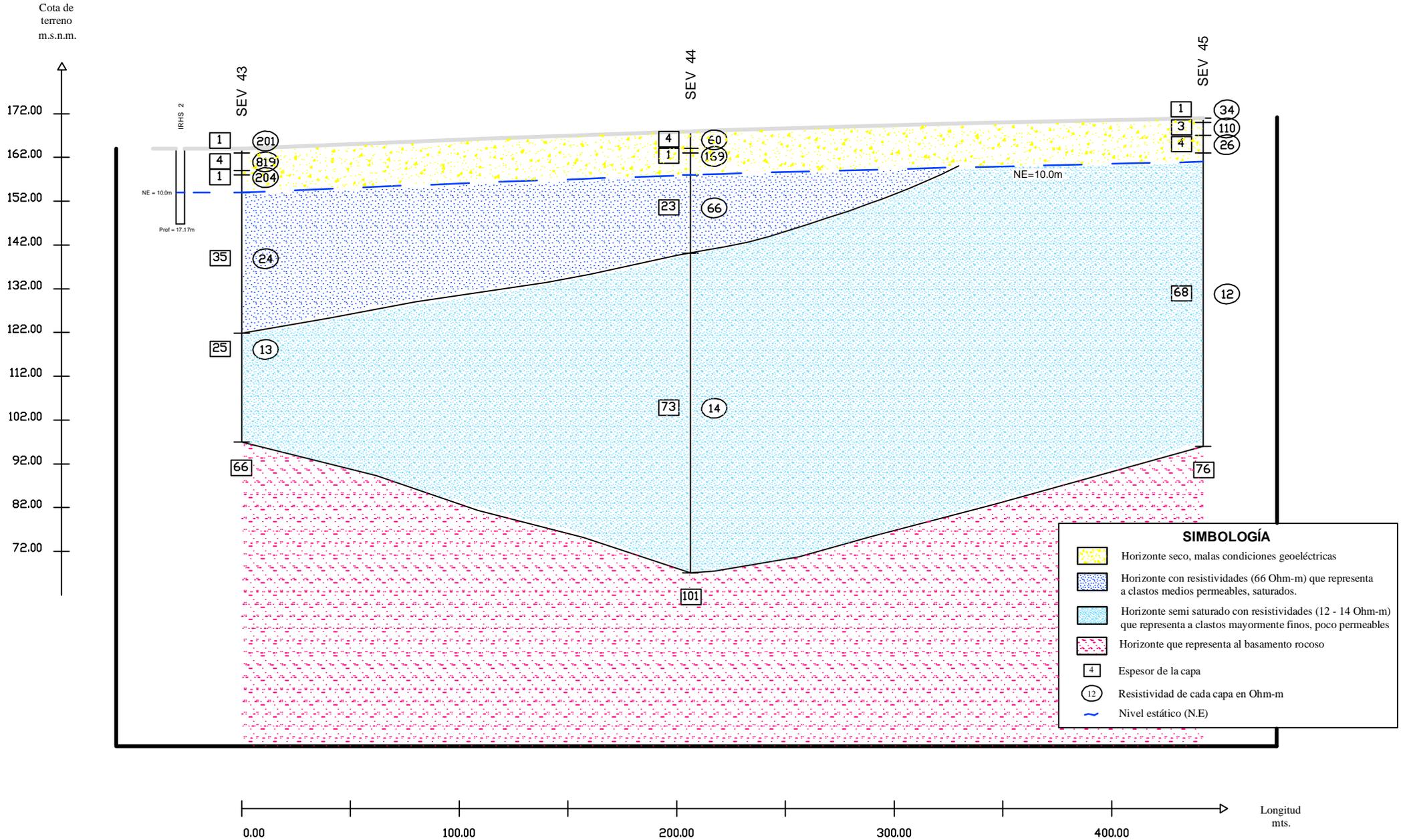
El primer horizonte, el más superficial y se encuentra en estado seco.

El segundo horizonte, subyace al anterior se observa a partir del SEV 44 hacia el SEV 43, con espesores que varían de 23.00 a 35.00 m. No se observa en el SEV 45, y sus resistividades (24 – 665 Ohm-m) indican que están conformados por clastos mayormente medios, permeables y saturados.

SECCIÓN GEOELÉCTRICA A - A'
 SECTOR: PITAYAL
 (Figura N° 5.1)



SECCIÓN GEOELÉCTRICA B - B'
 SECTOR : EL CIÉNEGO
 (Figura N° 5.2)



El tercer horizonte, subyace al segundo, con resistividades de 12 – 14 Ohm-m que representan clastos mayormente finos, de baja permeabilidad y poco saturado. El espesor varía de 25.00 a 73.00 m.

El cuarto horizonte el más profundo representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.3 Sección geoelectrica C – C'. Ver Fig. N° 5.3

Sección que está ubicada en el sector Ciénego Sur.

Presenta tres (03) horizontes geoelectricos.

El primer horizonte, superficial con resistividades que varían de 23 a 37 Ohm-m (clastos medios a finos) pero en estado seco.

El segundo horizonte conformado por varias capas con resistividades muy bajas (1 – 5 Ohm-m) que indica que los componentes de este horizonte serían clastos muy finos y/o aguas muy mineralizadas. Su espesor varía de 17.00 a 22.00 m.

El tercer horizonte, el más profundo, representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.4 Sección geoelectrica D – D'. Ver Fig. N° 5.4

Ubicado en el sector Cherrelique

Comprende cuatro (04) horizontes geoelectricos.

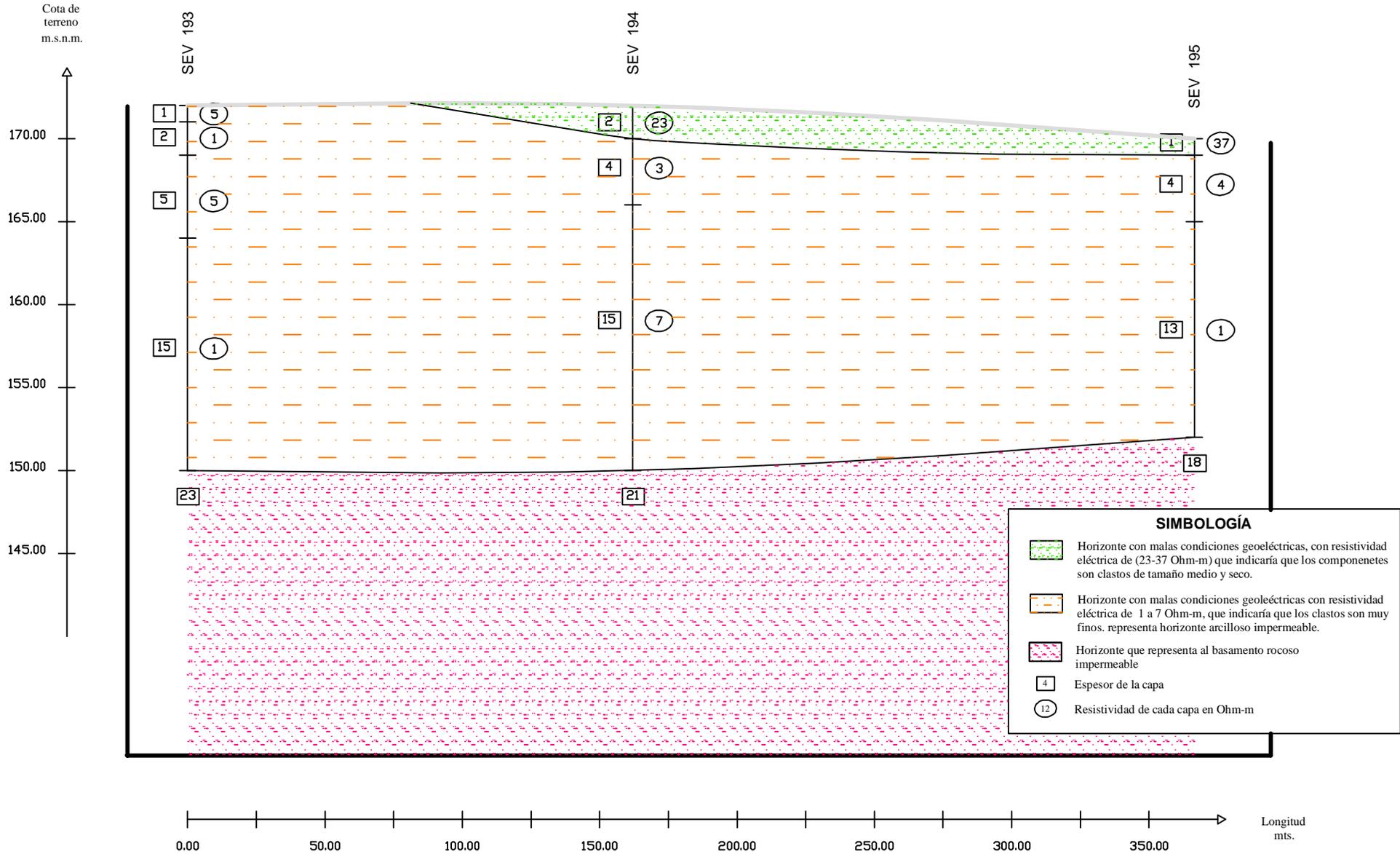
El primer horizonte, superficial en estado seco.

El segundo horizonte, subyace al anterior, cuyo espesor varía de 13.00 a 52.00 m. Presenta 2 capas, la **superficial** tiene resistividades que varía de 32 a 72 Ohm-m (clastos mayormente medios, permeables y saturado), el **inferior**, subyace al anterior decrecen sus resistividades (11 – 24 Ohm-m) e indican que mayormente los clastos son finos con inclusiones de medios. Sus espesores varían de 7.00 a 40.00 m.

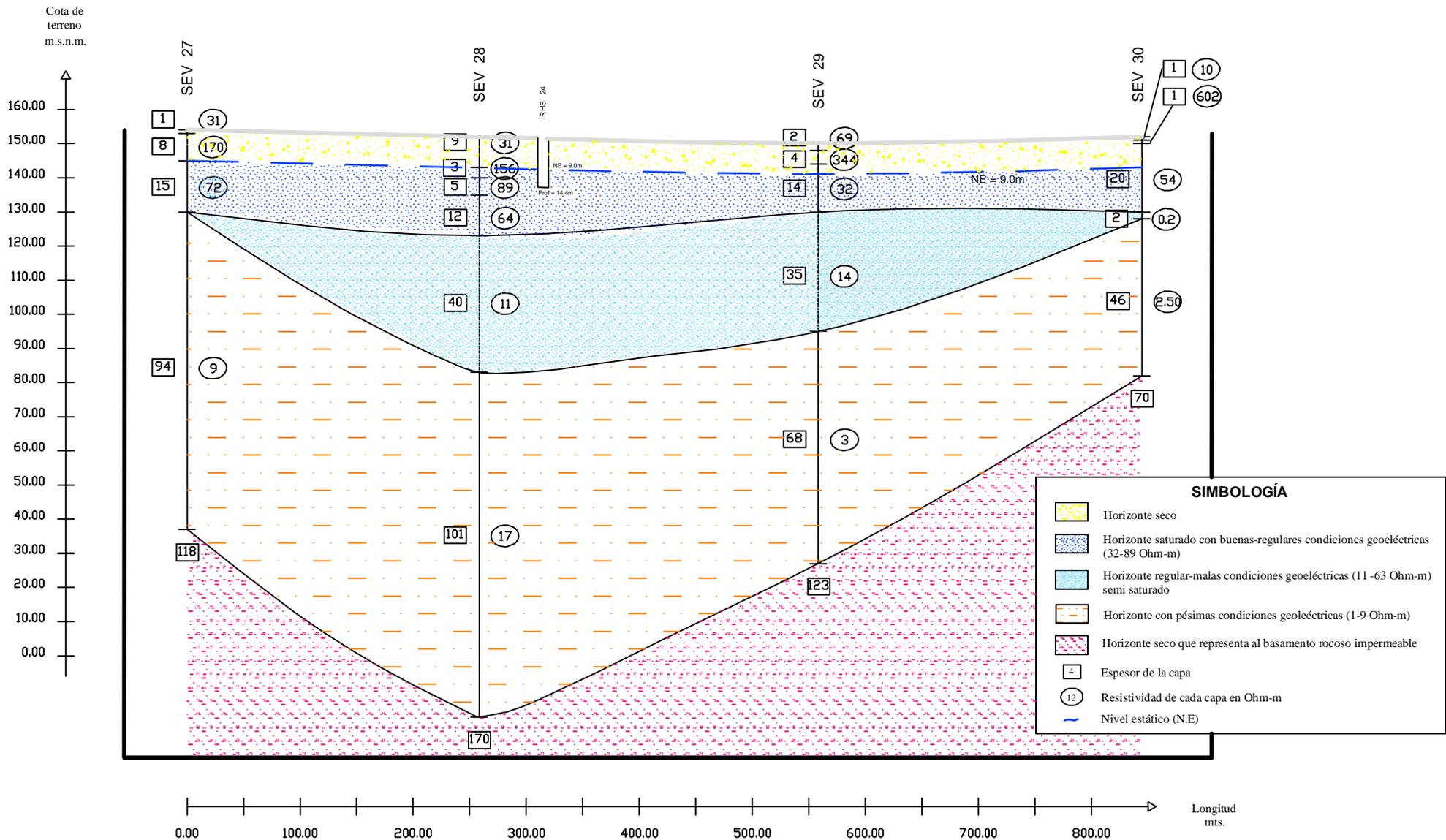
El tercer horizonte, de gran potencia (41.00 a 101.00 m) se observa a partir de los 24.00 a 69.00 m de profundidad.

Sus resistividades muy bajas (1 – 3 Ohm-m a 4 Ohm-m) indican que mayormente están conformados por clastos muy finos a finos poca o nula permeabilidad.

SECCIÓN GEOELÉCTRICA C - C'
 SECTOR : CIÉNEGO SUR
 (Figura N° 5.3)



SECCIÓN GEOELÉCTRICA D - D'
 SECTOR : CHERRELIQUE
 (Figura N° 5.4)



El cuarto horizonte el más profundo, seco y representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.5 Sección geoelectrica E – E'. Ver Fig. N° 5.5

Ubicado en el sector Cherrelique. Se observa tres (03) horizontes geoelectricos.

El primer horizonte superficial, conformado por varias capas, todas en estado seco.

El segundo horizonte, subyace al anterior está constituido por varias capas con resistividades muy bajas (1 – 8 Ohm-m), que representan a clastos muy finos, poco o nula permeabilidad. Hacia el SEV 228, presenta resistividades de 19 Ohm-m, que indicaría el incremento de clastos medios y posiblemente saturado (espesor de 60.00 m).

El tercer horizonte, el más profundo, seco y representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.6 Sección geoelectrica F – F'. Ver Fig. N° 5.6

Ubicado en el sector Bellavista.

Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos.

El primer horizonte el más superficial conformado por varias capas pero todas en estado seco.

El segundo horizonte, subyace al anterior, incrementándose su espesor del SEV 62 (62.00 m) hacia el SEV 57 (24.00 m). Sus resistividades (12 – 16 Ohm-m) indican que estaría conformado por clastos finos, poco permeables, semisaturado.

El tercer horizonte se presenta a partir de 13.00 a 32.00 m de profundidad cuyas resistividades bajas (3 – 4 Ohm-m) indicaría lo poco probable que esté saturado, debido a su poca o nula permeabilidad.

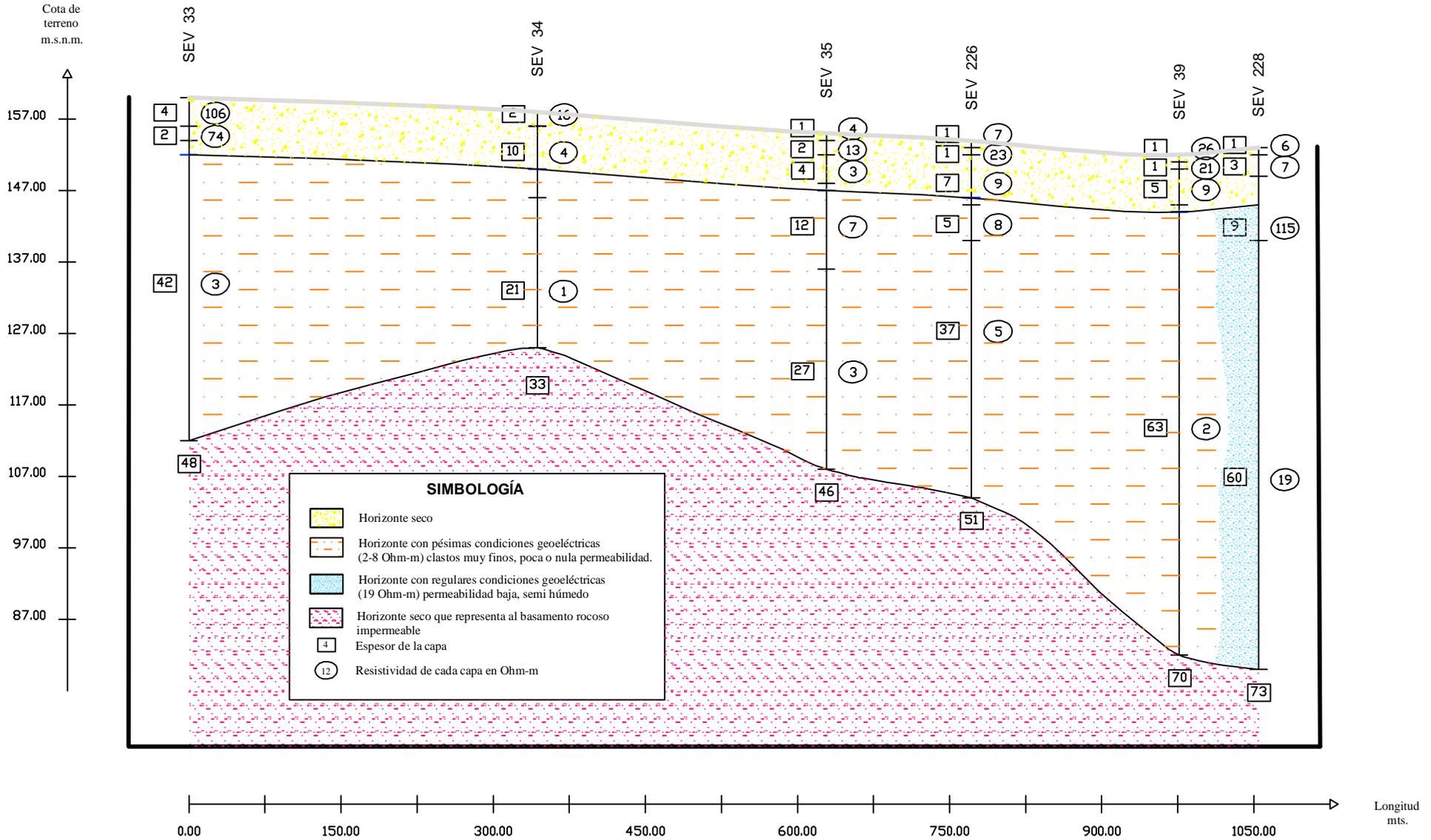
El cuarto horizonte el más profundo, seco y representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.7 Sección geoelectrica G – G'. Ver Fig. N° 5.7

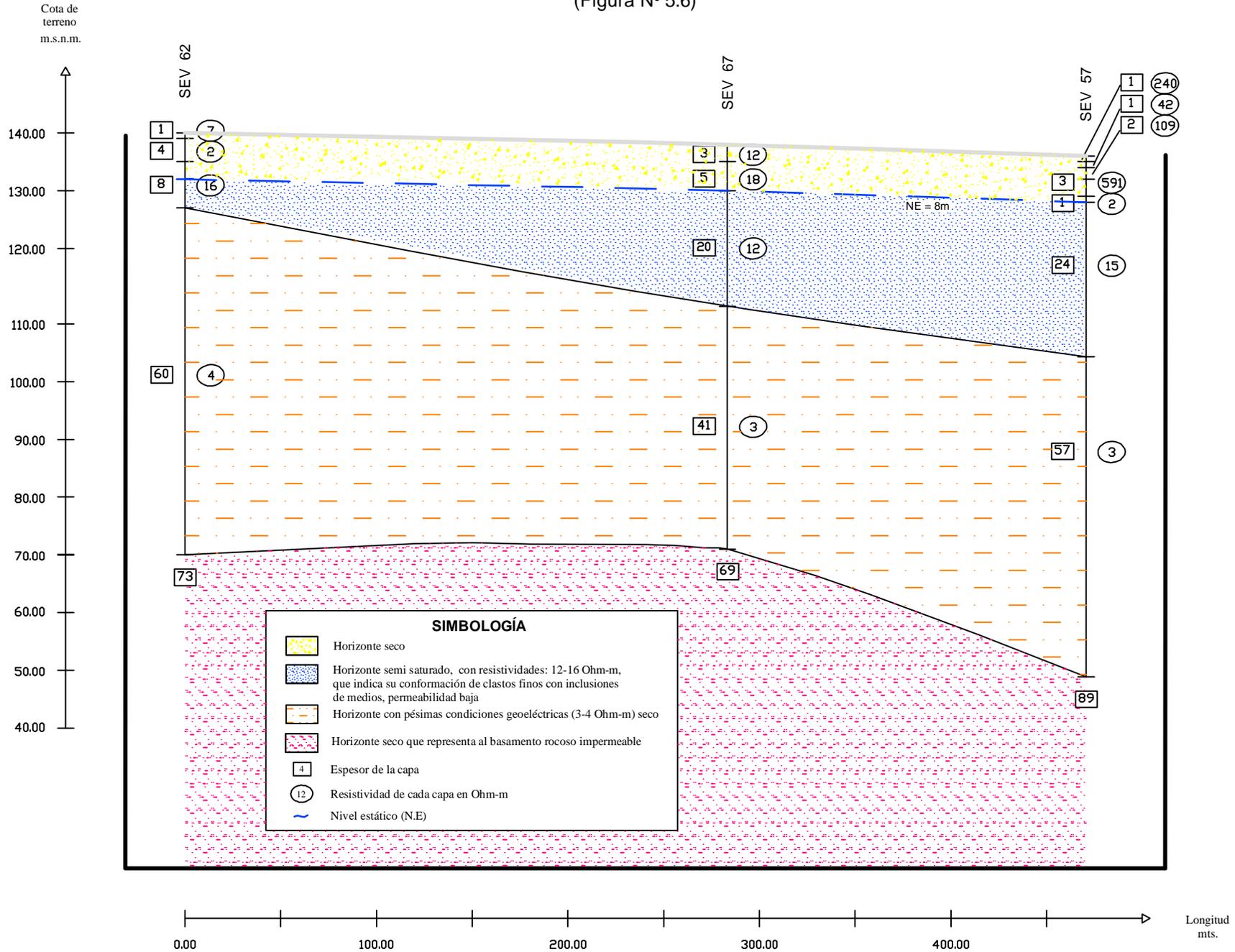
Ubicada en los sectores Huaquillas y Charanal.

Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos.

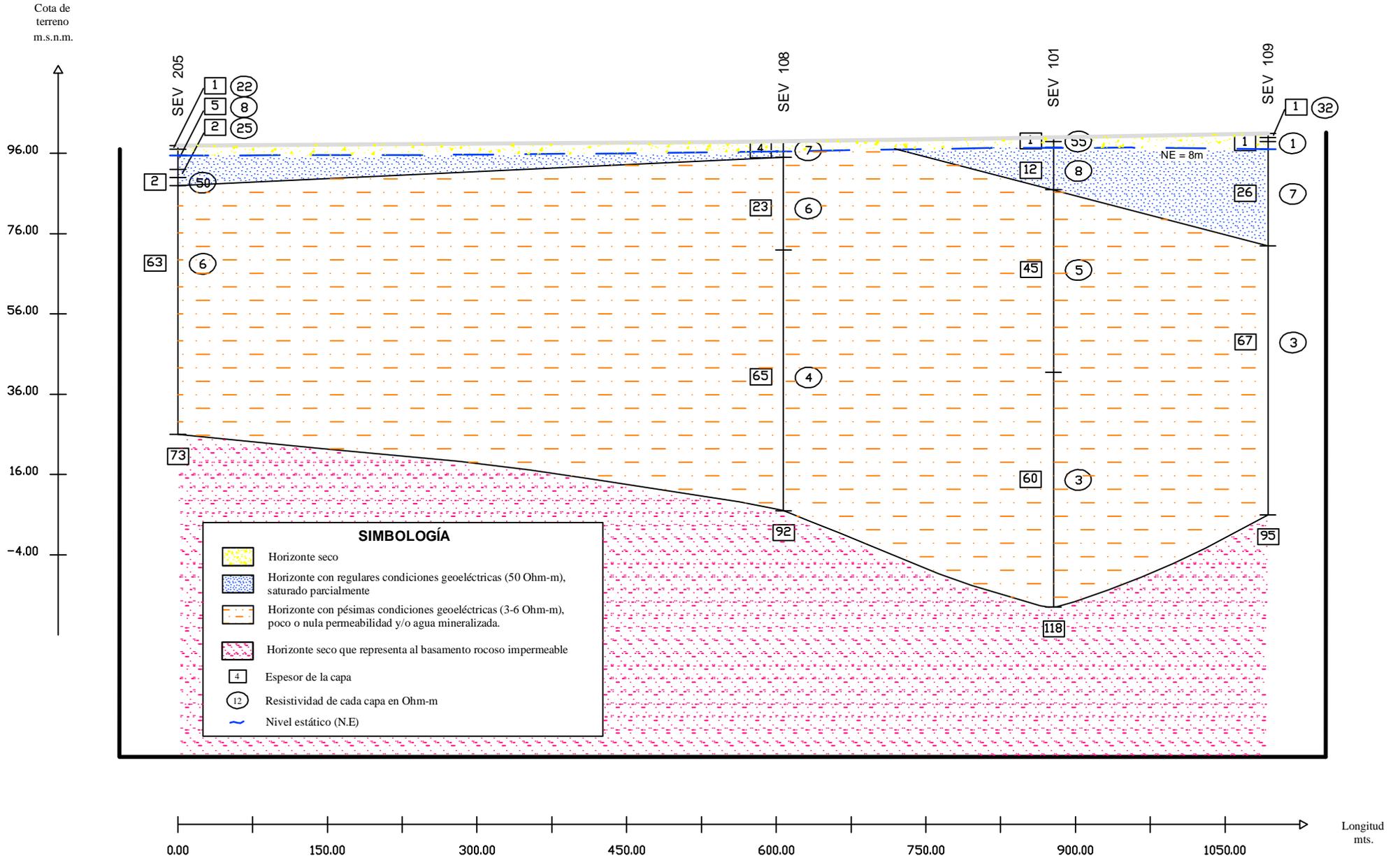
SECCIÓN GEOELÉCTRICA E - E'
 SECTOR : CHERRELIQUE
 (Figura N° 5.5)



SECCIÓN GEOELÉCTRICA F - F'
 SECTOR : BELLAVISTA
 (Figura N° 5.6)



SECCIÓN GEOELÉCTRICA G - G'
 SECTORES : HUAQUILLAS - CHARANAL
 (Figura N° 5.7)



El primer horizonte, el más superficial de espesor reducido (1.00 – 2.00 m) y en estado seco.

El segundo horizonte subyace al anterior observándose sólo entre los SEV 108 y 205, sus resistividades bajas – medias (25 – 50 Ohm-m) indicarían que los clastos son medianos, permeables y saturado.

El tercer horizonte es de gran potencia (63.00 – 105.00 m), de pésimas condiciones geoelectricas (3 – 6 Ohm-m), clastos muy finos, de poca o nula permeabilidad y probablemente seco.

El cuarto horizonte, el más profundo, seco y representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.8 Sección geoelectrica H – H'. Ver Fig. N° 5.8

Sección que abarca el sector Tamarindo.

Presenta tres (03) horizontes geoelectricos.

El primer horizonte, superficial y en estado seco. No se observa hacia el SEV 162.

El segundo horizonte, infrayace al anterior, con espesores que varían de 18.00 a 30.00 m y con resistividades bajas (2 – 4 Ohm-m) que indican sus pésimas condiciones geoelectricas. Horizonte de poco o nula permeabilidad que indicaría la escasa probabilidad de que esté saturado.

El tercer horizonte el más profundo, seco y representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.9 Sección geoelectrica I – I'. Ver Fig. N° 5.9

Abarca el sector Averías.

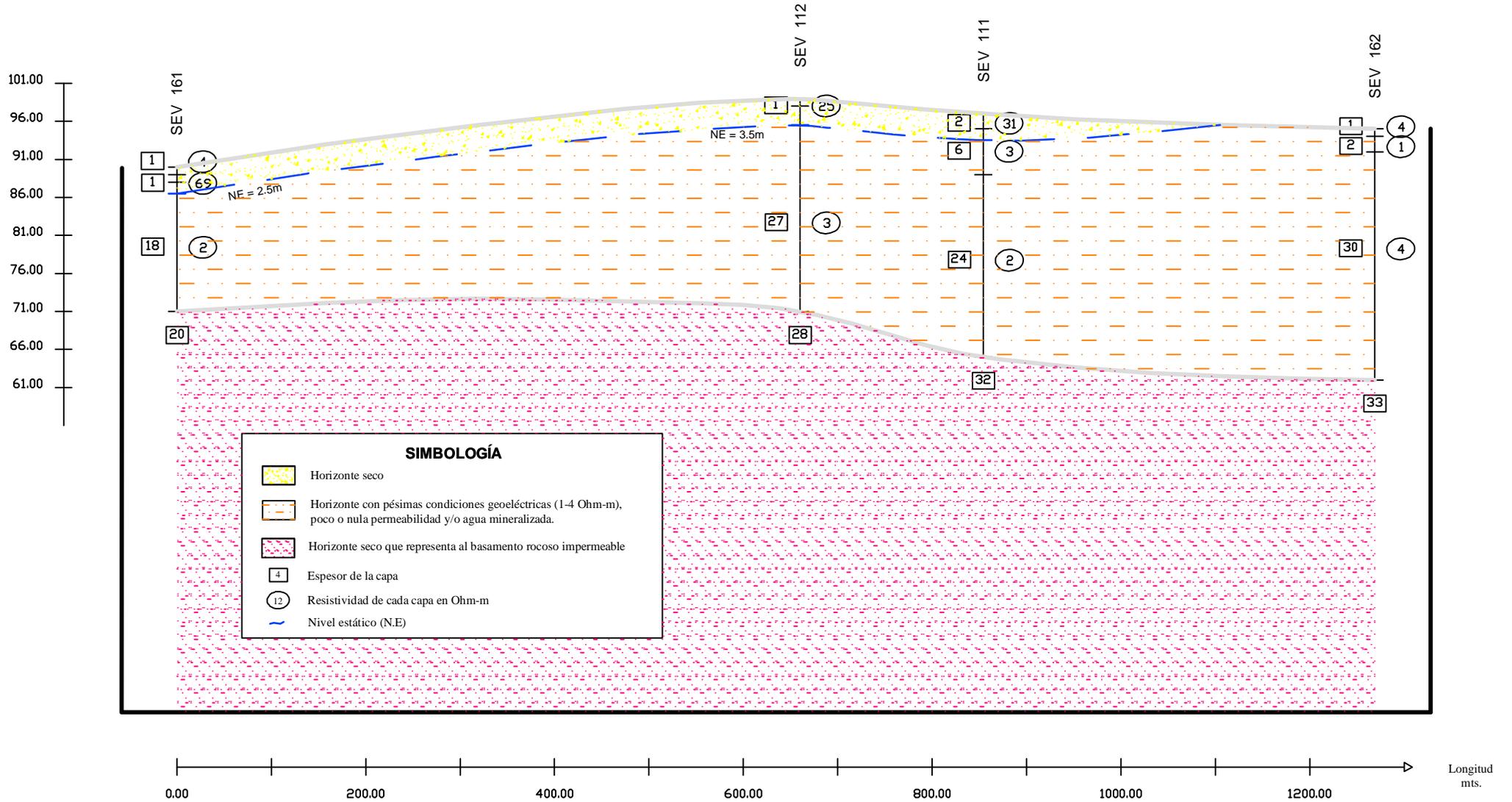
Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos.

El primer horizonte el más superficial, está conformado de hasta por dos capas, todos en estado seco.

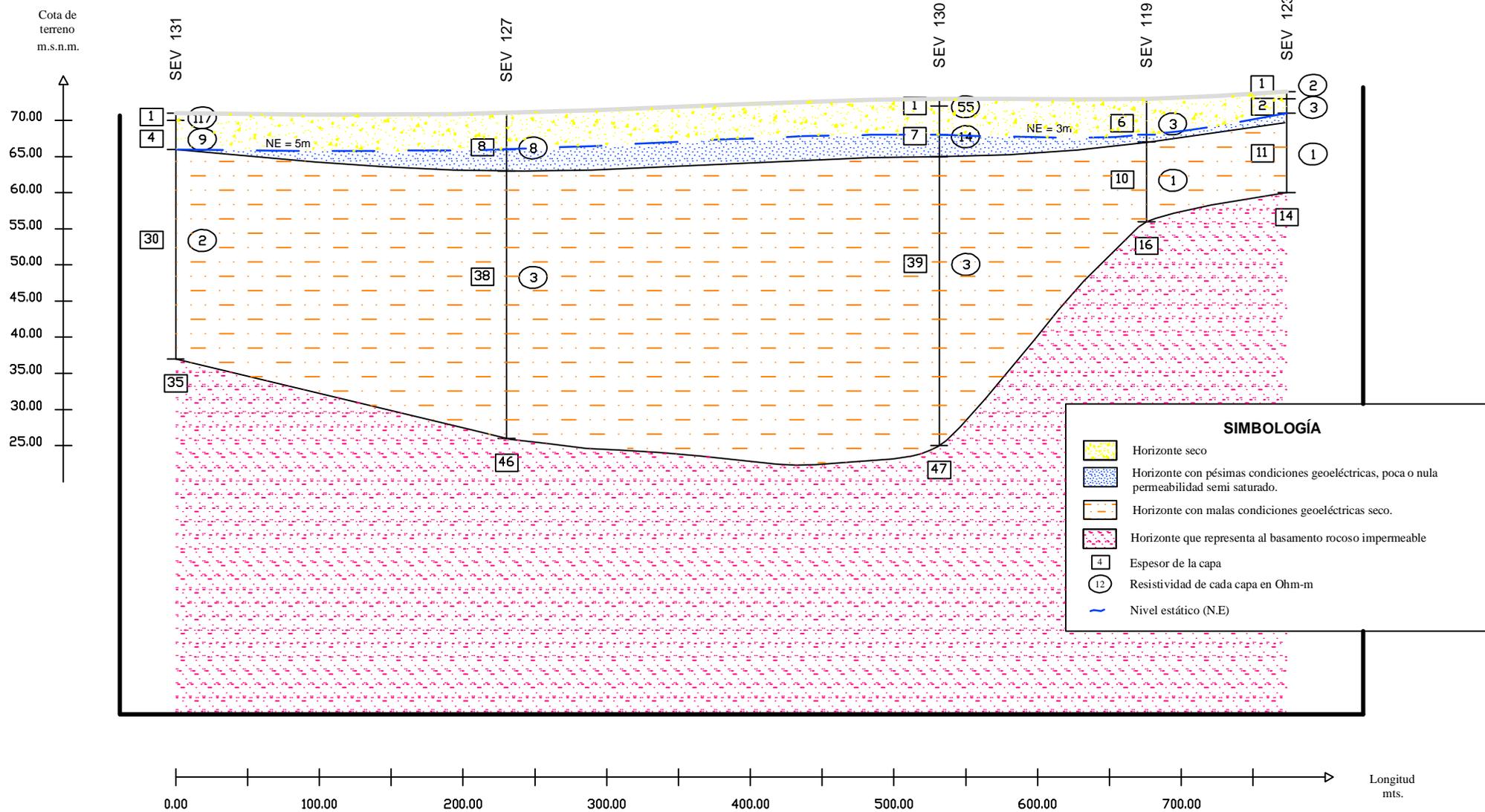
El segundo horizonte, subyace al anterior, de espesor muy reducido, y solo se observa entre los SEVs N°s 131 y 130.

El tercer horizonte, de mayor potencia que el anterior (11.00 – 39.00 m) de pésimas condiciones geoelectricas (1 – 3 ohm.m) que indicaría que esta conformado por clastos muy finos de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada es muy mineralizada.

SECCIÓN GEOELÉCTRICA H - H'
 SECTOR : TAMARINDO
 (Figura N° 5.8)



SECCIÓN GEOELÉCTRICA I - I'
 SECTOR : AVERÍAS
 (Figura N° 5.9)



El cuarto horizonte, seco y representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.10 Sección geoelectrica J – J'. Ver Fig. N° 5.10

Sección ubicada entre los sectores Pueblo Nuevo y Pampas El Trigal.

Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos.

El primer horizonte, superficial de poco espesor y en estado seco.

El segundo horizonte, subyace al anterior, esta conformado por dos capas, todas en estado saturado, el **superior** se observa en toda la sección con resistividades que varían de 31 – 171 ohm.m, que indicaría que los componentes son mayormente clastos medios-gruesos de buena permeabilidad; el **inferior** solo se observa en los SEVs N°s 152 y 153, decrece su resistividad (25 – 37 ohm.m) y por lo tanto la calidad del acuífero (clastos mayormente medios – finos, permeables y saturados).

El tercer horizonte, subyace al anterior, de mayor potencia (64.00 – 113.00 m), de pésimas condiciones geoelectricas con resistividades muy bajas (3 – 5 ohm.m) que representan a clastos muy finos, poco o nada permeables y/o el agua es muy mineralizada.

El cuarto horizonte, es el más profundo, representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.11 Sección geoelectrica K – K'. Ver Fig. N° 5.11

Sección ubicada entre los sectores Cañaveral y La Peña.

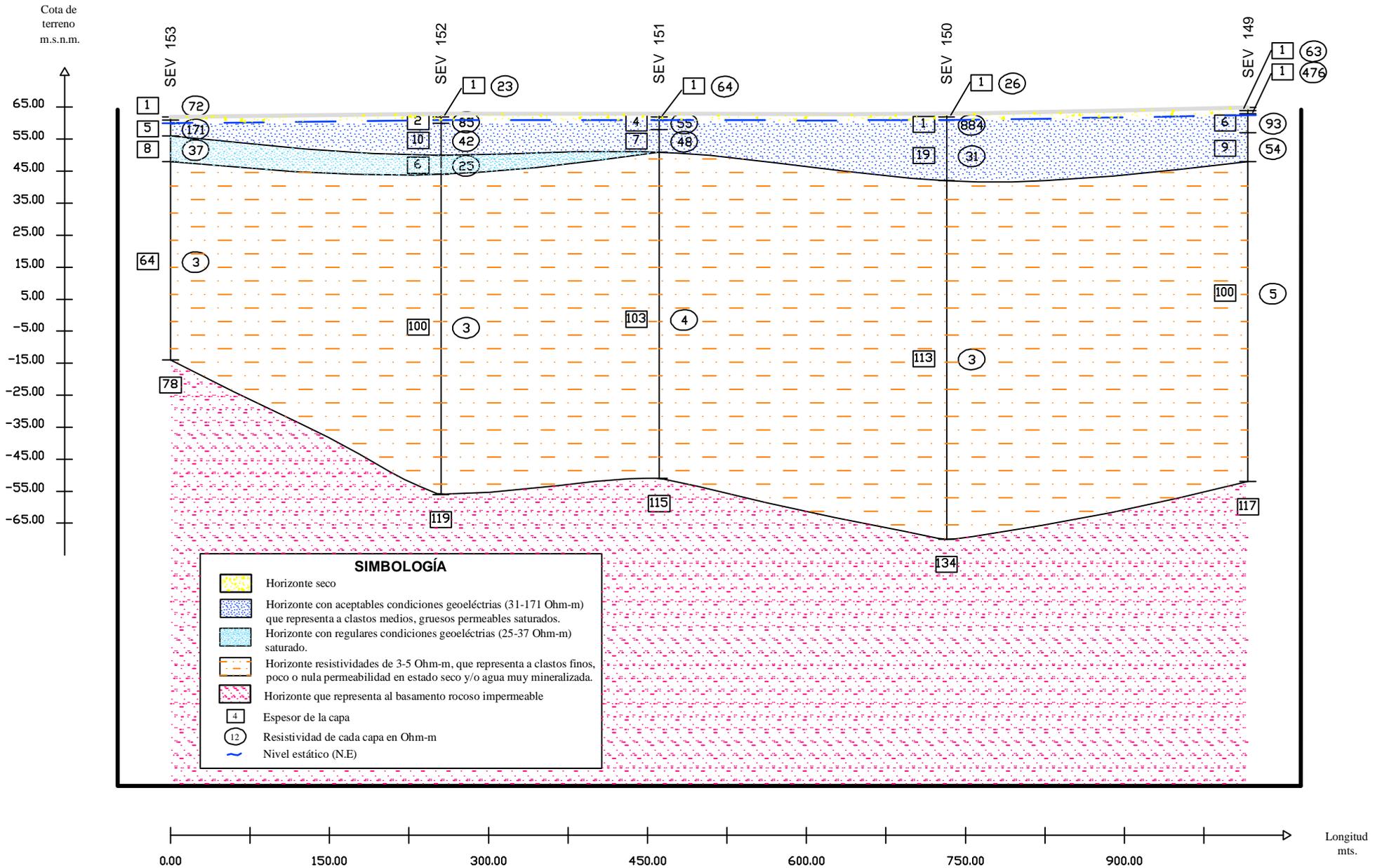
Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos.

El primer horizonte, el más superficial, conformado por varias capas pero todas en estados eco.

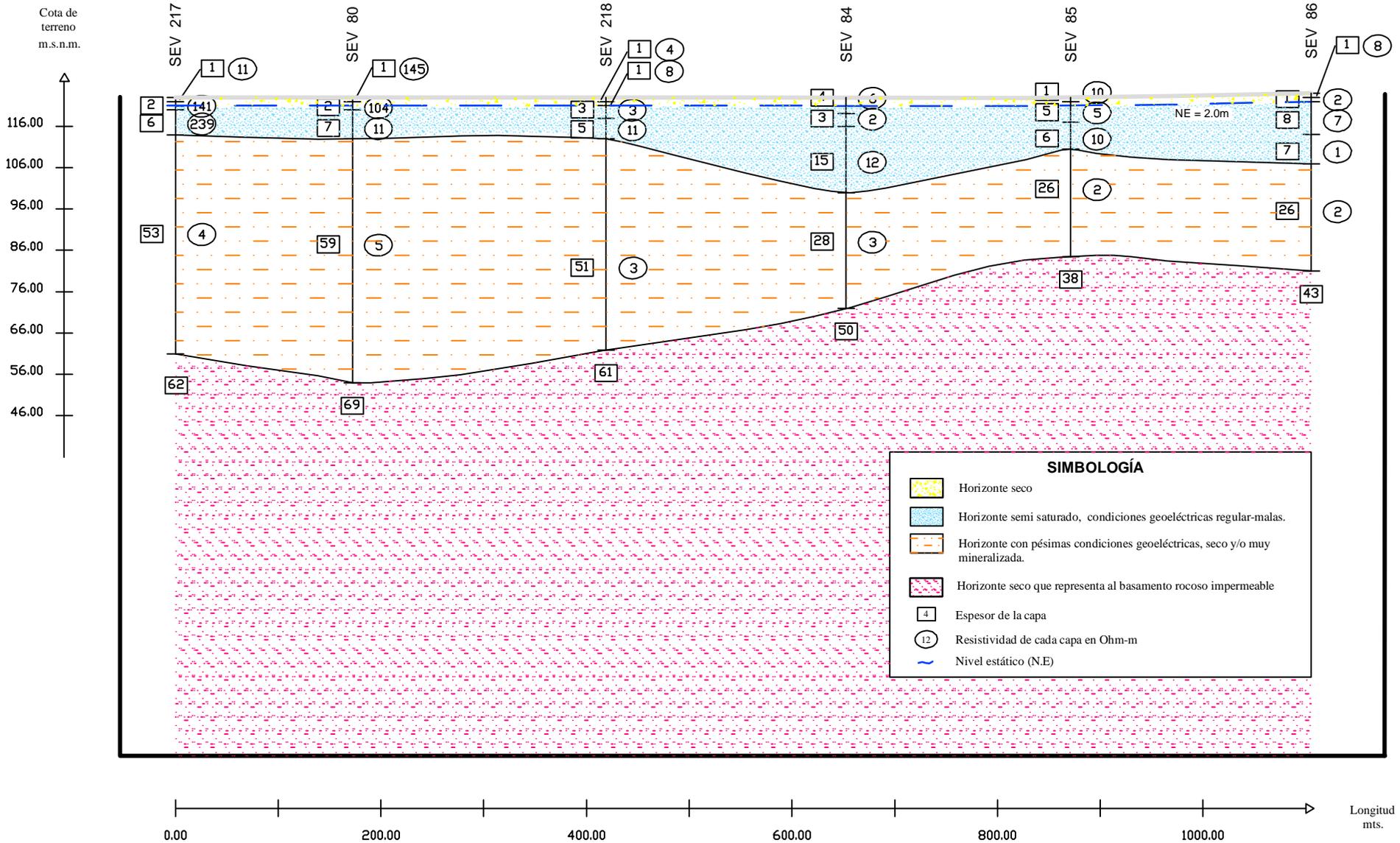
El segundo horizonte, subyace al anterior, probablemente saturado, y con agua mineralizada y/o cuyos componentes son clastos muy finos de poca o nula permeabilidad.

El tercer horizonte, de mayor potencia que el anterior (25.00 – 53.00 m) de pésimas condiciones geoelectricas (2 – 5 ohm.m) cuyos componentes serían clastos muy finos, de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada es muy mineralizada.

SECCIÓN GEOELÉCTRICA J - J'
 SECTORES : PUEBLO NUEVO - PAMPAS DE TRIGAL
 (Figura Nº 6.0)



SECCIÓN GEOELÉCTRICA K - K'
 SECTOR : CAÑAVERAL - LA PEÑA
 (Figura N° 6.1)



El cuarto horizonte, es muy profundo, seco y representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.1.12 Sección geoelectrica L – L'. Ver Fig. N° 5.12

Sección ubicada en el sector Tacna Libre.

Presenta cuatro (04) horizontes geoelectricos.

El primer horizonte, el mas superficial y en estado seco.

El segundo horizonte, subyace al anterior, de espesor reducido (7.00 – 11.00 m) con resistividades que varían de 27 – 34 ohm.m a 14 – 19 ohm.m, que representa a clastos medios-finos, permeables y en estado saturado.

El tercer horizonte, de gran espesor (66.00 – 115.00 m), de pésimas condiciones geoelectricas (3 – 4 ohm.m), cuyos componentes serían clastos muy finos, de poca o nula permeabilidad y/o el agua es de pésima calidad.

El cuarto horizonte, es el más profundo, representa al basamento rocoso impermeable.

5.6.2 Planos geofísicos

5.6.2.1 Resistividades del horizonte saturado

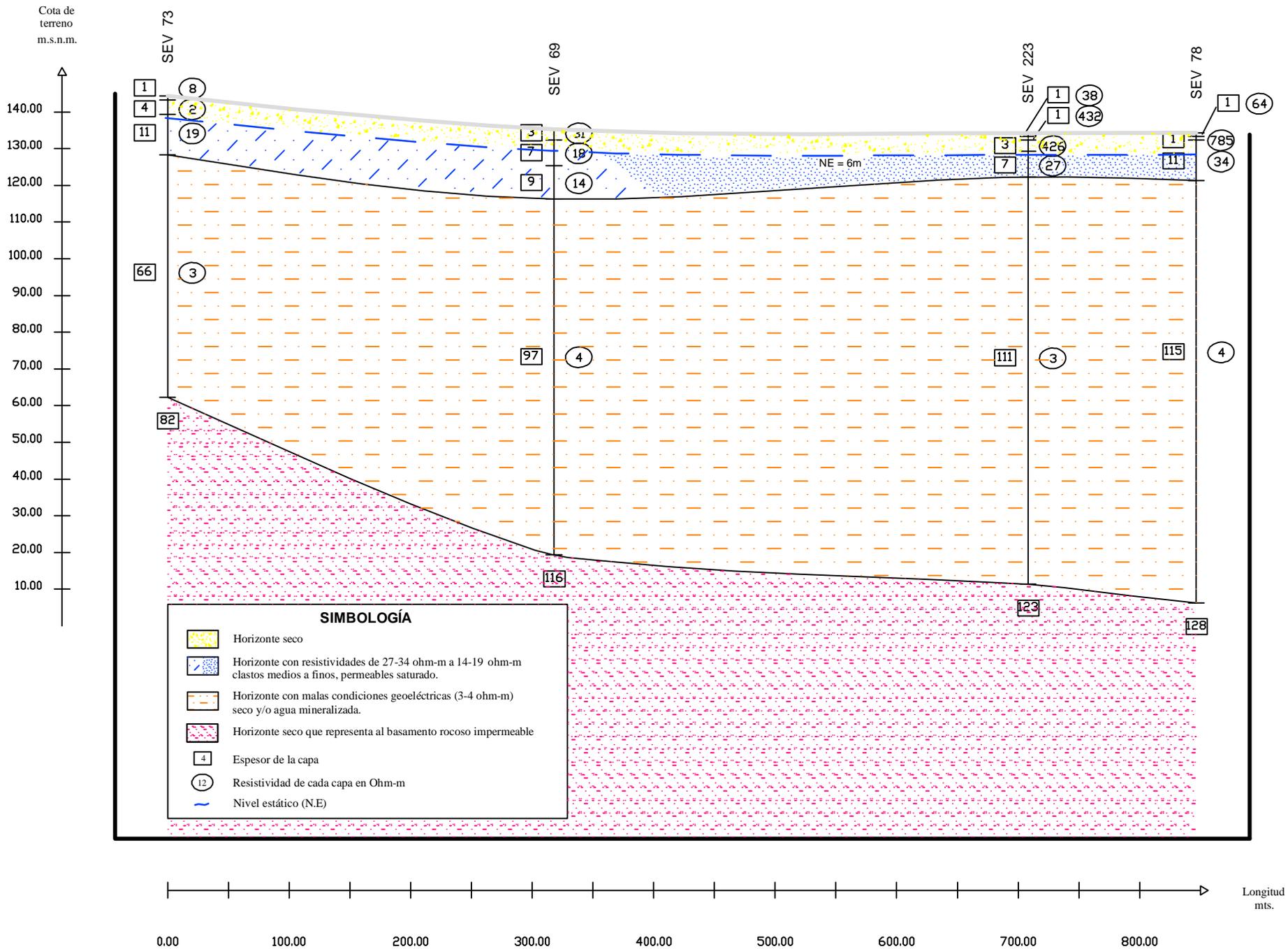
La Lámina N° 5.2 muestra el **Plano de resistividades del horizonte saturado en el acuífero Casitas**, observándose en la zona I, varios sectores con aceptables condiciones geoelectricas para la prospección y posterior explotación de las aguas subterráneas.

ZONA I : Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre

Ubicada en la parte alta del área de estudio, conformada por los centros poblados Bellavista, Cherrelique, Ciénego, El Palmo, La Choza, Pitayal y Tacna Libre.

Así, en la Qda. El Ciénego y centros poblados Pitayal y Ciénego las resistividades eléctricas varían de 16 a 18 ohm.m, valores que indican que las componentes del subsuelo son mayormente clastos finos con inclusiones de clastos medios, de baja permeabilidad y semi saturado, mientras que entre los centros poblados La Choza y Cherrelique, las resistividades eléctricas varían de 12 a 16 ohm.m, valores similares con los anteriores, es decir, los componentes continúan siendo mayormente clastos finos con inclusiones de clastos medios, de baja permeabilidad y semi saturado.

SECCIÓN GEOELÉCTRICA L - L'
 SECTOR : TACNA LIBRE
 (Figura Nº 6.2)



Continuando con la descripción se observa que en el sector Cherrelique el subsuelo presenta resistividades eléctricas de 60.00 ohm.m, valores que estarían indicando que el subsuelo mayormente esta conformado por clastos gruesos, permeables y saturados. Por otro lado, en parte del centro poblado, las resistividades eléctricas varían de 40 a 50 ohm.m indicando que estaría formado por clastos medio – gruesos, permeable y saturado. Lo contrario sucede en el centro poblado Cherrelique donde las resistividades eléctricas son muy bajas que representarían a clastos finos de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada en el acuífero muy mineralizado.

En los sectores El Palmo y parte superior de Bellavista las resistividades se incrementan a 50 - 70 ohm.m, valores que representan a clastos gruesos, permeables y saturados. En parte de los sectores Bellavista Baja, Bellavista y de centro poblado Tacna Libre, las resistividades eléctricas varían de 12 a 15 ohm.m que representan a clastos mayormente finos con inclusiones de clastos medios, de baja permeabilidad y poco saturado. En parte del centro poblado Tacna Libre, las resistividades son muy bajas que indicarían que está conformado por clastos finos, pero de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada muy mineralizado.

Entre los sectores Bellavista y Tacna Libre las resistividades eléctricas varían de 20 a 30 ohm.m, que representan a clastos mayormente finos con inclusiones de medios a gruesos permeables y en estado saturado, lo mismo sucede entre los sectores Bellavista y Cardalitos donde las resistividades fluctúan entre 30 y 50 ohm.m, que indicaría que está conformado mayormente por clastos medios a gruesos, permeables y saturados, en el sector Bellavista las resistividades fluctúan de 50 a 60 ohm.m, (clastos gruesos, permeables y saturados). Ver cuadro N° 5.1

CUADRO N° 5.1
VARIACIÓN DE LAS RESISTIVIDADES DEL HORIZONTE SATURADO
ZONA I – QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Resistividades verdaderas (ohm.m)
I	Qda. El Ciénego – Pitayal – El Ciénego	16 – 18
	La Choza – Cherrelique	12 – 16
	Cherrelique	60
	Cherrelique	40 – 50
	El Palmo – Bellavista	50 – 70
	Bellavista Baja – Bellavista	12 – 15
	Bellavista – Tacna Libre	20 – 30
	Poblado Bellavista	50 – 60

ZONA II : Cañaverál – Huaquillas – Tamarindo

Zona ubicada en la parte media del área de estudio, constituida por los centros poblados Cañaverál, Huaquillas y La Florida.

Así entre los centros poblados Cañaverál y La Florida, las resistividades eléctricas son muy bajas, que indicarían que está conformada por clastos finos de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada muy mineralizada, mientras que entre los sectores La Peña y La Florida, las resistividades eléctricas se incrementan ligeramente de 15 a 20 ohm.m que indicaría que estaría conformado por clastos finos con inclusiones de clastos medios y de baja permeabilidad y poco saturado.

En parte del centro poblado La Rinconada y El poblado Casitas las resistividades eléctricas también son muy bajas, que indicaría que el subsuelo está conformado por clastos finos de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada muy mineralizado. Lo mismo sucede entre los centros poblados Huaquillas y Charanal donde presentan resistividades muy bajas que representan a clastos finos de poco o nula permeabilidad y/o el agua almacenada muy mineralizado. Ver cuadro N° 5.2

CUADRO N° 5.2
VARIACIÓN DE LAS RESISTIVIDADES DEL HORIZONTE SATURADO
ZONA II – QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Resistividades verdaderas (ohm.m)
II	La Peña – La Florida	15 - 20

ZONA III: Averías – Pueblo Nuevo - Trigal

Zona ubicada en la parte baja de estudio, que colinda con el distrito de Zorritos a la cual pertenecen los centros poblados de Tamarindo, Averías, Pueblo Nuevo y Trigal.

Así entre el centro poblado Averías, quebradas Salada y Aguita, las resistividades eléctricas son muy bajas, que representan a clastos finos, poco o nada permeable y/o el agua almacenada muy mineralizado.

Entre Pueblo Nuevo y Pampa de Trigal, presentan resistividades eléctricas que indican que el subsuelo estaría conformado por clastos finos, de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada muy mineralizado.

Entre el centro poblado Pueblo Nuevo y Pampas del Trigal las resistividades se incrementan: 30 – 40 ohm.m que indicaría que el subsuelo está conformado mayormente por clastos medios a gruesos, permeables y en estado saturado.

Entre el centro poblado Suárez, Pedregal y Qda. Bocapán las resistividades que indicarían que el subsuelo está conformado por clastos finos de poco o nula permeabilidad y/o el agua almacenada muy mineralizado. Ver cuadro N° 5.3

CUADRO N° 5.3
VARIACIÓN DE LAS RESISTIVIDADES DEL HORIZONTE SATURADO-
ZONA III – QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Resistividades verdaderas (m)
III	Poblado Pueblo Nuevo – Pampas de Trigal	30 – 40

5.6.2.2 Espesores del horizonte saturado

ZONA I: Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre

Ubicada en la parte superior del área de estudio y está conformada por los centros poblados Bellavista, Cherrelique, Ciénego, El Palmo, La Choza, Pitayal y Tacna Libre. Ver Lámina N° 5.3. A continuación se describen los espesores que presenta el horizonte saturado en todo el área de estudio.

Así, en el sector El Pitayal, los espesores varían de 30.00 a 50.00 m, mientras que en el sector El Ciénego, fluctúa de 10.00 a 20.00 m.

Por otro lado, en el sector El Ciénego Sur y cerca a la Qda. Mulatos el espesor llega a 10.00 m. Asimismo cerca al SEV 46 y el sector La Choza, los espesores varían de 35.00 a 45.00 m, mientras que entre los sectores cercanos a los SEVs N°s 224, 02, 03 y 22 fluctúan entre 30.00 y 45.00 m.

Continuando aguas abajo se observa que en los sectores La Choza Pueblo, Cherrelique Alto y en los SEVs 04 y 05, los espesores fluctúan de 10.00 a 40.00 m, mientras en el sector Cherrelique varían de 10.00 a 30.00 m. Se ha observado espesores que fluctúan de 35.00 a 70.00 m, en lugares cercanos a los SEVs N°s 41, 42 y 39, por otro lado, en la Qda. Cherrelique, el poblado Bellavista y el sector El Palmo los espesores varían de 10.00 a 40.00 m.

Finalmente cerca a los SEVs N°s 58, 78 y 223 ubicados en los poblados Bellavista y Cardalitos, los espesores varían de 5.00 a 25.00 m. mientras que en los poblados Tacna Libre y Cardalitos de 20.00 a 60.00 m, respectivamente. Ver cuadro N° 5.4

CUADRO N° 5.4
VARIACIÓN DE LOS ESPESORES DEL HORIZONTE SUPERIOR SATURADO. ZONA I – QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Espesor Total (m)
I	El Pitayal	30 – 50
	El Ciénego	10 – 20
	El Ciénego Sur – Quebrada Mulatos	10
	Cercanos a los SEVs-224, 02,03 y 22	30 – 45
	Chozas Pueblo – Cherrelique – Alto (SEVs-04 y 05)	10 – 40
	Cherrelique	10 – 30
	Cercanos a los SEVs-41, 42 y 39	35 – 70
	Bellavista - Qda. Cherrelique - El Palmo	10 – 40
	Bellavista – Cordalitos	5 – 25
	Tacna Libre – Capillas Cardalitos	20 – 60

ZONA II : Cañaverl – Huaquillas - Tamarindo

Zona ubicada en la parte media del área de estudio, constituida por los centros poblados Cañaverl, Huaquillas y La Florida.

Así entre los centros poblados Cañaverl y La Florida el espesor del horizonte saturado varía de 10.00 a 35.00 m, mientras que en lugares cercanos a los SEVs N°s 84, 85 y 86 ubicados en el sector La Peña; fluctúan de 15.00 a 40.00 m.

Por otro lado, en el centro poblado La Florida y lugares cercanos a los SEVs N°s 89, 91, 92, 93, 199, 221 y 212, los espesores varían de 10.00 a 70.00 m, mientras que entre los poblados Casitas y La Rinconada fluctúa de 10.00 a 40.00 m.

En los sectores Rinconada y Pampa Las Varas donde se ejecutaron los SEVs N°s 15, 16 y 203 los espesores varían de 10.00 a 26.00 m, mientras que en la Qda. Casitas, Poblado Huaquilla y La Capilla Charanal, los espesores fluctúan de 10.00 a 60.00 m.

Por último en el centro poblado Tamarindo, el espesor fluctúa de 14.00 a 26.00 m. Ver cuadro N° 5.5

CUADRO N° 5.5
VARIACIÓN DE LOS ESPESORES DEL HORIZONTE SUPERIOR
SATURADO-ZONA II – QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Espesor Total (m)
II	Cañaverál – Florida	10 – 35
	La Peña (SEVs N°s 84, 85 y 86)	15 – 40
	C. P La Florida (SEVs N°s 89, 91, 92, 93, 211 y 212)	10 – 70
	C.P. Casitas y Rinconada	10 – 40
	Rinconada y Pampa La Vara SEVs N°s 15, 16 y 203	10 – 26
	C.P. Huaquillas, Qda. Casitas, La Capilla y Charanal	10 – 60
	C.P. Tamarindo	10 – 26

ZONA III: Averías – Pueblo Nuevo - Trigal

Zona ubicada en la parte baja del área de estudio y que colinda con el distrito de Zorritos a la cual pertenecen los centros poblados de Tamarindo, Averías, Pueblo Nuevo y Trigal.

El espesor del horizonte saturado en los centros poblados Averías, Averías Baja, Averías Alta y Pueblo Nuevo varía de 2.00 a 60.00 m, mientras que en el sector Pueblo Nuevo; fluctúa de 15.00 a 20.00 m.

Por otro lado, entre el poblado Pueblo Nuevo y Poblado Pampas El Trigal los espesores del horizonte saturado varían de 10.00 a 30.00 m.

Por último en la zona baja del área de estudio, que comprende el poblado El Trigal, Pampas El Trigal y Quebrada Bocapán, presenta espesores que varían de 30.00 a 50.00 m. Ver cuadro N° 5.6

CUADRO N° 5.6
VARIACIÓN DE LOS ESPESORES DEL HORIZONTE SUPERIOR
SATURADO.-ZONA III – QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Espesor Total (m)
III	Averías, Averías Baja, Averías Alta y Pueblo Nuevo	2 – 60
	Pueblo Nuevo	15 – 20
	Poblado Pueblo Nuevo y Poblado Pampas de del Trigal	10 – 30
	Poblado El Trigal, Pampas El Trigal y Quebrada Bocapán	30 – 50

5.6.2.3 Espesores totales de los depósitos sueltos

Basado en los resultados de la interpretación cuantitativa de los sondeos eléctricos SEVs se ha elaborado el **Plano de Espesores Totales de los Depósitos Suelos** en la Qda. Casitas. Ver Lámina N° 5.4 cuya descripción por zonas se realiza a continuación.

ZONA I: Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre

Zona ubicada en la parte superior del área de estudio.

En el sector El Pitayal, el espesor total de depósitos sueltos varía de 72.00 a 86.00 m, llegando incluso hasta 114.00 m, mientras que en el sector El Ciénego, fluctúa de 76.00 a 81.00 m y cerca al SEV N° 44 llega a 101.00 m.

Por otro lado, en el sector El Ciénego Sur y cerca a la Qda. Mulatos el espesor total varía de 18.00 a 23.00 m, mientras que en el poblado La Chozza varía de 33.00 a 55.00 m. En sectores cercanos a los SEVs N°s 224, 02, 03 y 22 el espesor llega a 113.00 m.

Continuando aguas abajo se puede indicar que en los sectores La Chozza Pueblo, Cherrelique Alto, lugares donde se efectuó los SEVs N°s 04 y 05, presenta espesores de 115.00 a 116.00 m, mientras en el poblado Cherrelique fluctúa de 37.00 a 40.00 m. Por otro lado en los poblados Cherrelique y Bellavista, los SEVs N°s 27 y 29 indican que los depósitos sueltos tienen espesores de 94.00 a 123.00 m, mientras que en el poblado Cherrelique varía de 30.00 a 48.00 m.

Asimismo en los poblados Bellavista, Tacna libre y Cardalitos el acuífero tiene espesores que varían entre 90.00 y 128.00 m, aunque también se observan espesores de 64.00 a 82.00 m.

Cerca a los poblados Tacna Libre, Cardalitos y Zapotal, los espesores totales de los depósitos sueltos fluctúan de 60.00 a 80.00 m. Ver cuadro N° 5.7

CUADRO N° 5.7
VARIACIÓN DE LOS ESPESORES TOTALES DE LOS DEPÓSITOS SUELTOS
ZONA I – QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Espesor Total (m)
II	El Pitayal	72 – 68
	El Pitayal	114
	El Ciénego	76 – 81
	Cerca al SEVs-44	101
	El Ciénego Sur – Qda. Mulatos	18 – 23
	Poblado La Chozza	33 – 55
	Cerca de los SEVs N°s 224, 02, 03 y 22	113
	Chozza Pueblo – Cherrelique Alto	37 – 40
	Cherrelique – Bellavista	94 – 123
	Cherrelique	30 – 48
	Bellavista – Tacna Libre	90 – 128
	Bellavista – Tacna Libre	64 – 82
	Tacna Libre – Cardalitos - Zapotal	60 – 80

ZONA II : Cañaveral – Huaquillas - Tamarindo

Zona ubicada en la parte media del área de estudio.

Entre los centros poblados Cañaveral y La Florida los espesores de los depósitos sueltos varían de 69.00 a 80.00 m, mientras que entre los sectores cercanos donde se efectuó los SEVs-N°s 84, 85, 86 y 215 (sector La Peña); fluctúan de 34.00 a 50.00 m.

Por otro lado, en el centro poblado La Florida cercanos a los SEVs N°s 89, 90, 92, 93, 199 y 212, los espesores varían de 49.00 a 60.00 m, mientras que entre los poblados Casitas y La Rinconada fluctúa entre 48.00 y 60.00 m.

En los sectores Rinconada y Pampa Las Varas donde se ejecutaron los SEVs N°s 15, 16 y 203 los espesores varían de 100.00 a 113.00 m, mientras que en la Qda. Casitas, Poblado Huaquillas y La Capilla Charanal, los espesores varían de 39.00 a 58.00 m. En la parte inferior de esta zona, en el centro poblado Tamarindo presenta espesores de 20.00 a 28.00 m, observándose que en el mismo poblado varía de 32.00 a 33.00 m. Ver cuadro N° 5.8

CUADRO N° 5.8
VARIACIÓN DE LOS ESPESORES TOTALES DE LOS DEPÓSITOS
SUELTOS. ZONA II – QUEBRADA CASITAS – 2006

Zona	Sector	Espesor Total (m)
II	Cañaveral - Florida	69 – 80
	SEVs N°s 84, 85, 86 y 215	34 – 50
	C. P La Florida (SEVs N°s 89, 91, 92, 93, 211 y 212)	49 – 60
	C.P. Casitas y Rinconada	48 – 60
	Rinconada y Pampa La Vara SEVs N°s 15, 16 y 203	100 – 113
	C.P. Huaquillas, Qda. Casitas, La Capilla y Charanal	39 – 58
	C.P. Tamarindo	20 – 28

ZONA III: Averías – Pueblo Nuevo - Trigal

Zona ubicada en la parte baja de estudio, que colinda con el distrito de Zorritos.

Así entre los centros poblados Averías, Qda. Salada y Qda. Casitas los espesores varían de 34.00 a 57.00 m, mientras que en el sector Pueblo Nuevo y sectores donde se ejecutó los SEVs-N°s 126, 128, 132 y 133, los espesores fluctúan de 95.00 a 118.00 m.

En el poblado Pueblo Nuevo presenta espesores de 15.00 a 26.00 m, mientras que en el poblado pampas de Trigal fluctúa de 93.00 a 134.00 m, asimismo en el poblado El Trigal y La Qda. Bocapán tienen espesores de 97.00 m.

Por último, en la zona baja del área de estudio, cerca de los poblados de Suárez y el cerro Altas La Dura los espesores varían de 17.00 a 28.00 m; mientras que cerca a la Qda. Bocapán los espesores fluctúan de 31.00 a 46.00 m. Ver cuadro N° 5.9

CUADRO N° 5.9
VARIACIÓN DE LOS ESPESORES TOTALES DE LOS DEPÓSITOS
SUELTOS. -ZONA III – QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Espesor Total (m)
III	Poblado Averías – Qda. Salada – Qda. Casitas	34 – 57
	Pueblo Nuevo (SEVs-126,128,12, 132 y 133)	95 – 118
	Pueblo Nuevo	15 – 26
	Poblado Pampas El Trigal	93 – 134
	Qda. Bocapán	97
	Centro poblado Suárez – Cerro Altas La Dura	17 – 28
	Qda. Bocapán	31 – 46

5.6.2.4 Condiciones geoelectricas del acuífero Casitas

Como resultado de la interpretación de los SEVs se obtuvieron espesores y resistividades verdaderas, de las diferentes capas que conforman el subsuelo en el área investigada.

El análisis de las resistividades eléctricas que se han registrado en el acuífero de la Quebrada Casitas ha permitido identificar áreas con buenas, regulares, malas y/o pésimas condiciones geoelectricas. Ver Lámina N° 5.5 cuya descripción por zonas se efectúa a continuación.

ZONA I: Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre

Zona ubicada en la parte alta del área de estudio.

Así, en la Qda. El Ciénego y centros poblados Pitayal y Ciénego, el subsuelo presenta malas condiciones geoelectricas con resistividades que varían entre 12 y 19 ohm.m, valores que indican que estaría conformada litológicamente por clastos finos con inclusiones de clastos medios, baja permeabilidad, poco saturado y/o con agua mineralizada; mientras entre los centros poblados La Chozza y Cherrelique también presenta malas condiciones geoelectricas cuyas resistividades varían de 11 a 18 ohm.m (clastos finos con inclusiones de medios, baja permeabilidad, poco saturado y/o agua mineralizada).

Por otro lado en el centro poblado Cherrelique, las condiciones geoelectricas mejoran con resistividades que varían de 64 a 72 ohm.m que indicaría que el acuífero estaría conformado por clastos gruesos, permeable y en estado saturado. En parte del centro poblado Cherrelique decrece la

calidad del acuífero (malas condiciones geoelectricas) variando sus resistividades de 2 a 6 ohm.m que indicarian que el acuífero estaria conformado por clastos finos de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada muy mineralizada.

Por otro lado, en el centro poblado Cherrelique la calidad del acuífero mejora presentando de regular a buenas condiciones geoelectricas con resistividades que varian de 32 a 50 ohm.m que indicaria que el acuífero estaria conformada por clastos mayormente de medios a gruesos, permeables y en estado saturado.

Entre los SEVs N°s 52, 55 y 58 las resistividades se incrementan y por ende la calidad del acuífero estaria indicando buenas condiciones geoelectricas, sus resistividades varian de 70 a 89 ohm.m (clastos gruesos, permeable y saturado. Por otro lado, en el sector El Palmo, y parte del Poblado Tacna Libre, presenta malas condiciones geoelectricas cuyas resistividades varian de 4 a 8 ohm.m estos valores decrecen por lo tanto presentan malas condiciones geoelectricas y que el subsuelo en ese sector estaria conformado por clastos finos de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada muy mineralizada.

Continuando con la descripción en el sector Cherrelique se observa que la resistividad eléctrica se incrementa a 60.00 ohm.m, valor que representa a clastos gruesos, permeables y saturados. Por otro lado en el mismo centro poblado tienen resistividades eléctricas de 40 a 50 ohm.m que indicaria que esta conformado por clastos medios a gruesos, permeable y saturado.

En el centro poblado Cherrelique las condiciones geoelectricas son pésimas debido a que las resistividades eléctricas varian de 2 a 5 ohm.m, valores que decrecen comparándolo con los anteriores y que representan a clastos finos de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada en el acuífero muy mineralizada.

En sectores cercanos a la Quebrada Cherrelique, Bellavista Baja y parte del poblado Tacna Libre las condiciones geoelectricas tampoco son de buena calidad, debido a que sus resistividades varian de 12 a 19 ohm.m que indicarian que mayormente el subsuelo en ese sector estaria conformado por clastos finos con inclusiones de medios, de baja permeabilidad y semi saturado. Entre los sectores Bellavista y Cardalitos, el subsuelo presenta regulares condiciones geoelectricas con resistividades entre 23 a 27 ohm.m (clastos mayormente finos con inclusiones de media a gruesos, permeable y saturado).

ZONA II : Cañaveral – Huaquillas - Tamarindo

Zona ubicada en la parte media del área de estudio.

Así entre los centros poblados Cañaveral y La Florida decrece la calidad del acuífero presentando malas condiciones geoeléctricas con resistividades que varían de 2 a 9 ohm.m que indican que estaría conformado por clastos finos de poca o nula permeabilidad, y/o el agua almacenada muy mineralizada. Por otro lado, en parte de los sectores La Peña y La Florida, presentan de regular a malas condiciones geoeléctricas con resistividades de 16 a 18 ohm.m que indicaría que está conformado por clastos finos con inclusiones de medios, baja permeabilidad y semi saturado y/o agua almacenado mineralizado..

En parte del centro poblado La Rinconada y el poblado Casitas presenta resistividades entre 14 y 16 ohm.m (clastos finos con inclusiones de medios, baja permeabilidad y poco saturado); que en su conjunto presenta malas condiciones geoeléctricas. Por otro lado, entre los poblados arriba indicados decrece la calidad del acuífero y presenta malas condiciones geoeléctricas con resistividades que varían de 2 a 7 ohm.m que indican que el subsuelo está conformado por clastos finos de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada muy mineralizada.

Entre los poblados Huaquillas y Choronal, las condiciones geoeléctricas siguen decreciendo y por ende la calidad del acuífero e indican malas condiciones geoeléctricas con resistividades que varían de 2 a 8 ohm.m (clastos finos de poca o nula permeabilidad) y/o el agua almacenada muy mineralizada.

ZONA III: Averías – Pueblo Nuevo - Trigal

Zona ubicada en la parte baja del área de estudio, que colinda con el distrito de Zorritos.

El centro poblado Tamarindo presenta malas condiciones geoeléctricas con resistividades eléctricas que varían de 2 a 4 ohm.m (clastos finos de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada muy mineralizada).

Entre centro poblado Averías y parte de Pueblo Nuevo las resistividades fluctúan entre 2 y 10 ohm.m (clastos finos, de poca o nula permeabilidad), que indican malas condiciones geoeléctricas.

El poblado Pueblo Nuevo, Pampa del Trigal y Qda. Bocapán, se incrementa las resistividades (31 – 50 ohm.m) prevaleciendo el segundo valor indicando que el acuífero mayormente esta conformado por clastos mayormente medios a gruesos, permeables y saturados, en consecuencia presenta de regular a buenas condiciones geoelectricas.

En el poblado Suárez, Pedregal y Qda. Bocapán, decrecen las resistividades (1 – 4 ohm.m) prevaleciendo el primero; valores que indican que el subsuelo, mayormente esta conformando por clastos finos de poca o nula permeabilidad y/o el agua almacenada es de pésima calidad, en consecuencia, todo en su conjunto esos sectores presentan malas condiciones geoelectricas.

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA

- 
- 6.1.0** **Inventario de pozos**
 - 6.2.0** **Clave para identificar los pozos**
 - 6.3.0** **Tipo de pozos inventariados**
 - 6.4.0** **Estado de los pozos inventariados**
 - 6.5.0** **Uso de los pozos**
 - 6.6.0** **Rendimiento de los pozos**
 - 6.7.0** **Explotación del acuífero mediante pozos**
 - 6.8.0** **Características técnicas de los pozos**
 - 6.9.0** **Explotación actual de las aguas subterráneas**

6.0.0 INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA

Esta actividad tiene como objetivo determinar la cantidad y situación actual de pozos. El resultado permitirá conocer la situación física y técnica de los pozos, así también; cuantificar el volumen de agua explotada del acuífero.

Dentro del área de estudio solo se registró un tipo de fuente de agua subterránea, que corresponde a los artificiales, representado por los pozos.

6.1.0 Inventario de pozos

El trabajo consistió en registrar toda la información técnica concerniente a los pozos, con el propósito de contar con la base de datos necesaria para cumplir con el objeto del estudio.

6.1.1 Inventario de 1997 Quebrada Casitas

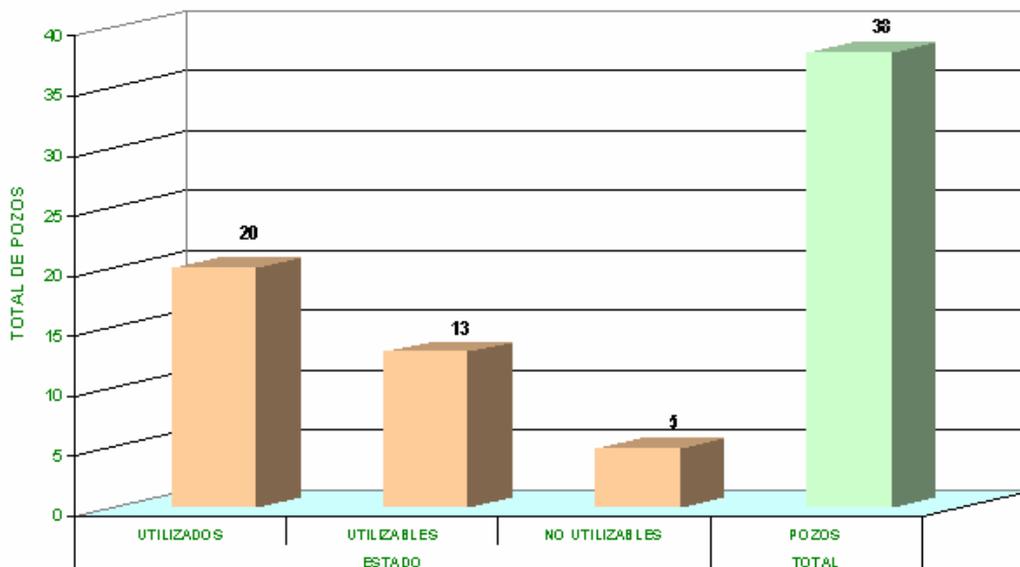
En noviembre de 1997 se realizó un primer inventario, desde Tacna Libre hasta Cañaverál, obteniéndose lo siguiente:

POZOS INVENTARIADOS EN 1997

Distrito	N de Pozos
Casitas	38
Total	38

Del total de pozos inventariados, 20 se encuentran en estado utilizado, 13 utilizables y 05 no utilizables. Ver gráfico adjunto.

**DISTRIBUCIÓN TOTAL DE POZOS EN 1997
QUEBRADA CASITAS**



La totalidad de pozos inventariados en 1997 fueron a tajo abierto, no existiendo tubulares ni mixtos, cuyas aguas fueron utilizadas para uso agrícola y doméstico. Su profundidad fluctúa entre 6.00 y 19.00 m.

Del total de pozos inventariados 20 tenían equipo de bombeo, mayormente motores a diesel, predominando la marca Deutz.

6.1.2 Inventario en el 2006

La actualización del inventario de los pozos se inició en el mes de septiembre del 2006, para ello fue necesario contar con personal de apoyo, una (01) brigada, para la recolección de información de campo.

El inventario ha registrado un total de **92** pozos.

La ubicación de los pozos se muestra en el plano de la Lámina N° 6.1; mientras que las características técnicas y las medidas realizadas en los pozos, en el Anexo II: Inventario de Fuentes de Agua Subterránea.

**CUADRO N° 6.1
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS POR DISTRITO POLÍTICO
QUEBRADA CASITAS 2006**

Distrito	N° de Pozos	%
Quebrada Casitas	92	100
Total	92	100,00

6.2.0 Clave para identificar los pozos

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

La base de la clave de los pozos en la Quebrada Casitas se muestra en el cuadro N° 6.2:

**CUADRO N° 6.2
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS POZOS POR DISTRITO POLÍTICO
QUEBRADA CASITAS - 2006**

Distrito	Código Base
Quebrada Casitas	24 / 02 / 02

Así por ejemplo, la clave del pozo 46 ubicado en el distrito de Casitas es el IRHS 24/02/02 – 46, en donde las siglas IRHS significa Inventario de Recursos Hídricos Subterráneos, el código 24 representa al departamento de Tumbes, el 02 a la provincia de Contralmirante Villar, 02 al distrito de Casitas y el cuarto código – 46 al número del pozo propiamente dicho.



FOTO N° 12

Pozo IRHS – 60 a tajo abierto, ubicado en el sector Casitas, equipado, estado utilizado para riego.



FOTO N° 13

Pozo a tajo abierto IRHS - 86, ubicado en el sector El Trigal (en el lecho de la quebrada), estado de pozo utilizado.

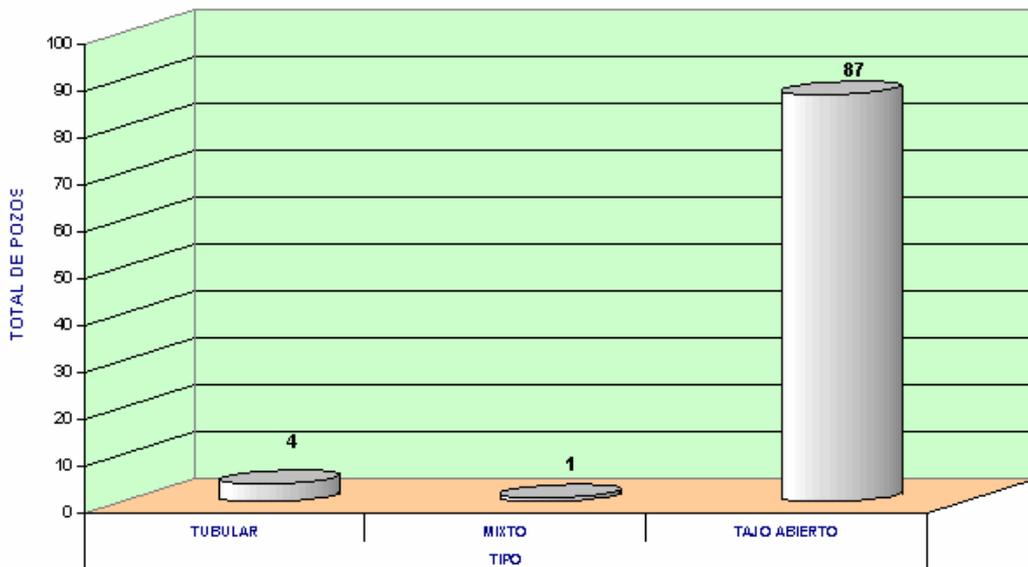
6.3.0 Tipo de pozos inventariados

En el área investigada se ha **inventariado 92 pozos**; de los cuales 04 (4,34 %) son tubulares, 01 (1,09 %) mixtos y 87 (94,57 %) a tajo abierto. En el cuadro N° 6.3 y en el gráfico adjunto, se muestra el número de pozos según su tipo. Ver fotografías N°s 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18.

**CUADRO N° 6.3
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS, SEGÚN SU TIPO
QUEBRADA CASITAS 2006**

Distrito	Estadística	Tipo de Pozo			
		Tubular	Mixto	Tajo Abierto	Total
Quebrada Casitas	N° de pozos	04	01	87	92
	%	4,34	1,09	94,57	100,00
Total	Total de pozos	04	01	87	92
	% Total	4,34	1,09	94,57	100,00

**DISTRIBUCIÓN TOTAL DE LOS POZOS POR SU TIPO
QUEBRADA CASITAS 2006**



6.3.1 Pozos tubulares

Se ha registrado 04 pozos, que representan el 4,34 % del total inventariado, encontrándose ubicados en los centros poblados de Cherrelique, Tacna Libre y Casitas. Ver cuadro N° 6.3.

6.3.2 Pozos mixtos

Se registró un solo pozo (01) que representan el 1,09 % del total inventariado, ubicándose en el centro poblado de Cañaverall. Ver cuadro N° 6.3



FOTO N° 14

Sector Cherrelique – La Choza, pozo tubular IRHS – 16, en estado utilizable en reserva sin equipo.



FOTO N° 15

Sector Isla del Gallo – La Choza pozo a tajo abierto equipado IRHS – 15, utilizado para uso agrícola.

6.3.3 Pozos a tajo abierto

Los pozos a tajo abierto, son los más utilizados en la Qda. Casitas habiéndose registrado un total de 87 pozos, que representan el 94,57 % del total inventariado.

La mayor densidad de pozos se observa en los sectores Cherrelique, La Chozza, Tacna Libre y Averías entre 4 y 6 pozos respectivamente. Ver cuadro N° 6.3

6.4.0 Estado de los pozos inventariados

6.4.1 Pozos utilizados

En el área investigada se ha registrado 36 pozos utilizados que representan el 39,14 % del total inventariado. Ver cuadro N° 6.4, fotografías N°s 12, 13 y 15 y gráfico adjunto.

**CUADRO N° 6.4
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS SEGÚN SU ESTADO
QUEBRADA CASITAS 2006**

Distrito	Utilizado		Utilizable		No Utilizable		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Quebrada Casitas	36	39,14	40	43,47	16	17,39	92	100,00
Total	36	39,14	40	43,47	16	17,39	92	100,00

Del total de pozos utilizados 36 son a tajo abierto. No se registró pozos tubulares utilizados en el área de estudio. En relación a los pozos a tajo abierto, el centro poblado de Cañaverl, Casitas y Cherrelique son los que se presentan con mayor densidad. Ver cuadro 6.4.1

**CUADRO N° 6.4.1
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZADOS SEGÚN SU TIPO
QUEBRADA CASITAS 2006**

Distrito	Tubular		Mixto		Tajo abierto		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Quebrada Casitas	0	0,00	0	0,00	36	100,00	36	100,00
Total	0	0,00	0	0,00	36	100,00	36	100,00

6.4.2 Pozos utilizables

En el valle se han registrado 40 pozos utilizables que representan el 43,47 % del total inventariado. A nivel distrital son los sectores Huaquillas, Averías y El Trigal los que presentan mayor densidad. Ver cuadro N° 6.4.2 y gráfico adjunto.

Con respecto al tipo de pozo, se registró 4 pozos tubulares, encontrándoseles en los sectores La Chozza, Cañaverl, Cherrelique y Tacna Libre con un solo pozo. Ver cuadro N° 6.4.2 y fotografía N° 14.

CUADRO N° 6.4.2
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZABLES SEGÚN SU TIPO
QUEBRADA CASITAS 2006

Distrito	Tubular		Mixto		Tajo abierto		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Quebrada Casitas	4	10,00	1	2,50	35	87,50	40	100,00
Total	4	10,00	1	2,50	35	87,50	40	100,00

6.4.3 Pozos no utilizables

En el inventario efectuado se registró 16 pozos que representan el 17,39 % del total inventariado, siendo en su mayoría a tajo abierto. Los sectores La Chocha y Averías son los que presentan mayor densidad de pozos. Ver cuadro N° 6.4, fotografía N° 16 y gráfico adjunto.

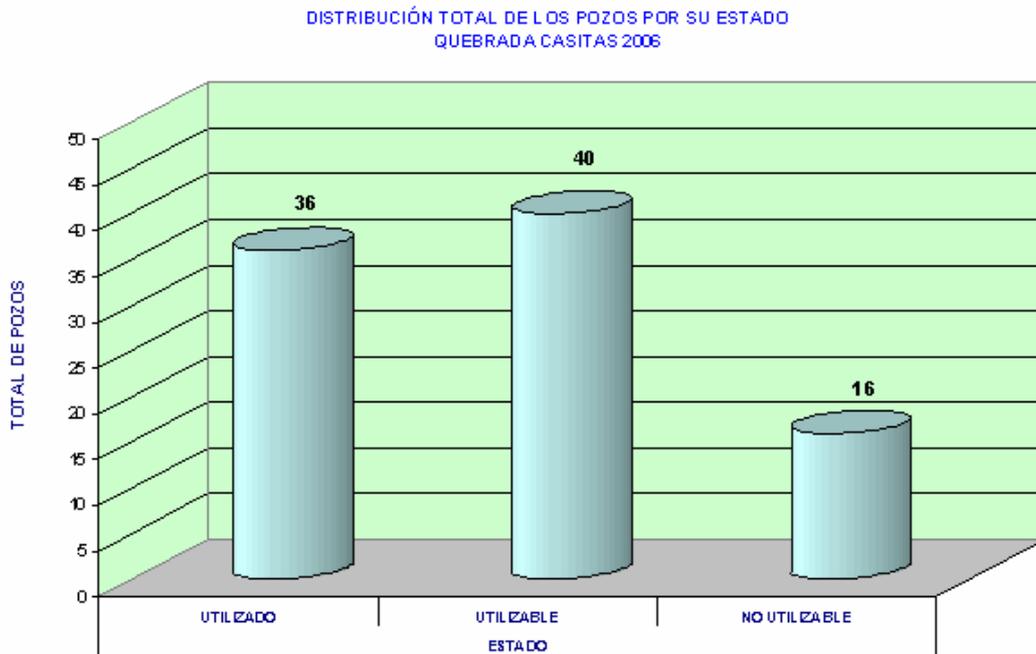


FOTO N° 16

Pozo a tajo abierto IRHS – 88, no utilizable, pozo ubicado en el sector Trigal en el distrito de Casitas.

6.5.0 Uso de los pozos

En el área de estudio se ha inventariado pozos que son utilizados con fines agrícola y doméstico.

La cantidad de pozos por distrito político se muestra en el cuadro N° 6.5 y gráfico adjunto, cuyo análisis es el siguiente:

6.5.1 Pozos de uso agrícola

De los 36 pozos utilizados registrados en el área de estudio, 30 son de uso agrícola siendo los sectores San Carlos y Las Peñas los que presentan mayor densidad. Debe indicarse que la totalidad de pozos en este uso son a tajo abierto Ver cuadro N° 6.5 y fotografías N°s 12, 13, 15, 19 y 20.

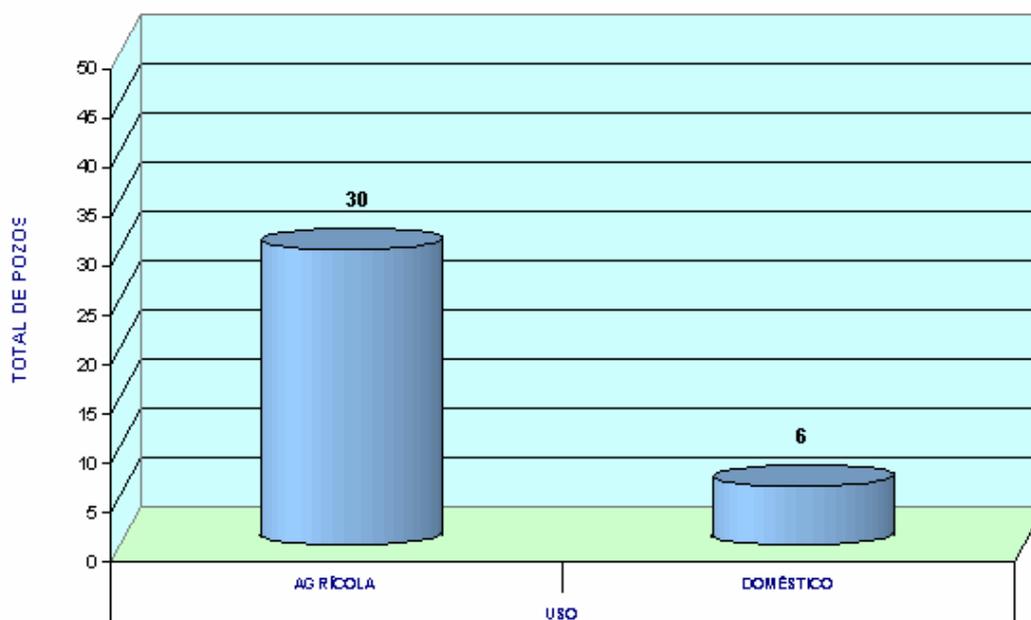
**CUADRO N° 6.5
DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZADOS SEGÚN SU USO
QUEBRADA CASITAS 2006**

Distrito	Tipo de Pozos según su Uso				Total
	Doméstico	Industrial	Agrícola	Pecuario	
Quebrada Casitas	6	0	30	0	36
Total	6	0	30	0	36

6.5.2 Pozos de uso doméstico

En el área de estudio se ha registrado 6 pozos de uso doméstico ubicados en los centros poblados de Casitas, Cañaveral, La Choza, Tamarindo y Averías, también la totalidad de estos pozos son a tajo abierto.

**DISTRIBUCIÓN TOTAL DE LOS POZOS POR SU USO
QUEBRADA CASITAS 2006**



6.5.3 Pozos de uso pecuario

No se registró pozos de este tipo en la Qda. Casitas.

6.5.4 Pozos de uso industrial

El inventario no registró pozos destinados a este uso.

6.6.0 Rendimiento de los pozos

Los rendimientos de pozos utilizados según su tipo; se muestra en los cuadros de características técnicas, medidas realizadas y volúmenes de explotación de pozos que se presentan en el Anexo II: Inventario de Fuentes de Agua Subterránea.

Analizando los cuadros antes mencionados, se ha determinado que sólo en los pozos a tajo abierto están siendo destapados y explotados para complementar el riego de los cultivos en la mayoría de los casos. Así tenemos que en relación a los pozos a tajo abierto, los máximos caudales explotados en la quebrada Casitas fluctúan entre 20 l/s y 35/s, caudales que comprenden a los pozos IRHS N°s 13 y 55 (Pitayal y La Florida) y 18 y 74 (Cherrelisque y Averías). Ver cuadro N° 6.6

Con respecto a los mínimos caudales de explotación, éstos varían de acuerdo al tipo de pozo, así en los tajos abiertos es de 2 l/s (IRHS – 23). Ver cuadro N° 6.6

**CUADRO N° 6.6
VARIACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS (l/s) SEGÚN EL TIPO DE POZO
QUEBRADA CASITAS - 2006**

Distrito		Tubular		Mixto		Tajo Abierto	
		Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Quebrada Casitas	Ubicación					Bellavista	Cherrelisque
	IRHS					28	23
	Caudal (l/s)					35.00	2.00



FOTO N° 17

Quebrada Casitas, sector Huaquillas, momentos en que los técnicos de campo aforan un pozo a tajo abierto para determinar el caudal del mismo.

6.7.0 Explotación del acuífero mediante pozos

6.7.1 Explotación en 1997

- Según su uso:

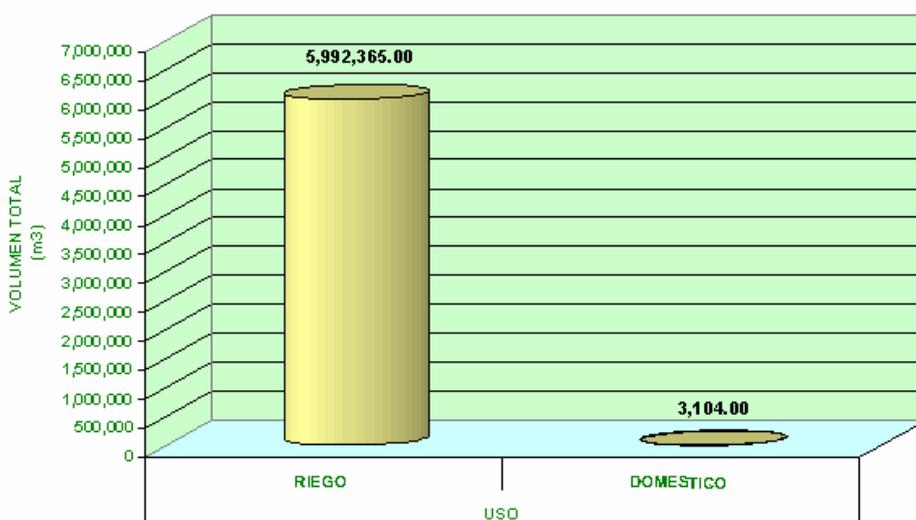
La explotación de las aguas subterráneas fue de 5'995,469.00 m³ (6.00 MMC) explotación que se realizó principalmente por pozos para uso agrícola (5'992365.00 m³); seguida del uso doméstico (3104.00 m³). Ver cuadro N° 6.7 y gráfico adjunto.

CUADRO N° 6.7
VOLÚMEN DE EXPLOTACIÓN ANUAL (m³) POR USO
EN LA QUEBRADA CASITAS - 1997

Distrito	Volumen (m ³) por usos			
	Riego	Domestico	Pecuario	Total
Quebrada Casitas	5992365,00	3104,00		5995469,00
Total	5992365,00	3104,00		5995469,00

Respecto a la distribución espacial de la explotación total, el centro poblado Cañaverál – Casitas, es el que presenta mayor explotación.

VOLUMEN EXPLOTADO POR USO DE POZOS
QUEBRADA CASITAS 1997



6.7.2 Explotación en el 2006

- Según su uso:

El presente estudio ha determinado que el volumen de agua explotada del acuífero fue de 4'531872,20 m³ (4,53 MMC), que equivale a un caudal continuo de 0,14 m³/s, siendo los sectores Grupo de riego Milagro de Jesús y San Carlos, los más explotados con 459900,00 m³ (0,45 MMC) y 262808.00 m³ (0,26 MMC) respectivamente.

Con relación al volumen explotado, mayormente son utilizados para uso agrícola (93,98 %) con 4 259135,80 m³ (4,25 MMC), seguido

por el uso doméstico (6,02 %) con 272736,40 m³, (0,27 MMC). Ver cuadro N° 6.8 y gráfico adjunto. Con relación al agua para riego, destacan los sectores Bellavista con 459900,00 m³ (0.45 MMC) y Cherrelique con 287437,50 m³ (0.28 MMC), donde se explotaban los mayores volúmenes de agua.

En relación al uso doméstico, el centro poblado de La Choza, es donde se explota el mayor volumen con 102122,40 m³ (0,10 MMC).

CUADRO N° 6.8
VOLUMEN DE EXPLOTACIÓN ANUAL (m³), SEGÚN SU USO
QUEBRADA CASITAS 2006

Distrito	Volumen de Explotación (m ³)				Total
	Agrícola	Doméstico	Pecuario	Industrial	
Quebrada Casitas	4259135,80	272736,40			4531872,20
Total	4259135,80	272736,40			4531872,20

- Según el tipo de pozo

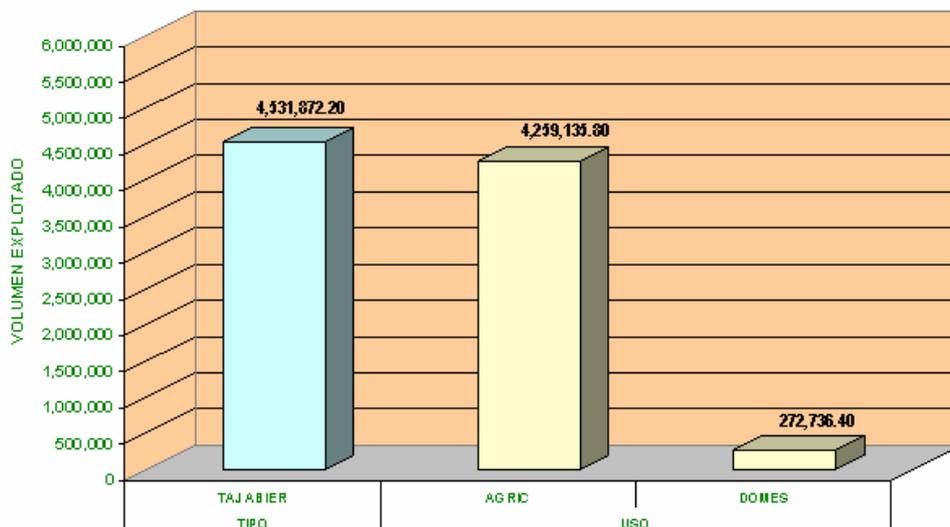
La explotación de las aguas subterráneas se ha realizado principalmente con pozos a tajo abierto, habiéndose extraído del acuífero 4'531872,20 m³ (4,53 MMC). En el cuadro N° 6.9 y gráfico adjunto se muestra la distribución de los volúmenes de explotación por tipo de pozo.

Debe indicarse que en el centro poblacional de Casitas es donde se explota el mayor volumen de agua con 0.38 MMC.

CUADRO N° 6.9
VOLUMEN DE EXPLOTACION (m³) POR TIPO DE POZO
QUEBRADA CASITAS 2006

Distrito	Volumen de explotación (m ³)			
	Tajo abierto	Tubular	Mixto	Total
Quebrada Casitas	4'531872,20			4'531872,20
Total	4'531872,20			4'531872,20

EXPLOTACIÓN TOTAL DE LOS POZOS POR TIPO Y USO (M3)
QUEBRADA CASITAS 2006



6.8.0 Características técnicas de los pozos

6.8.1 Profundidad de los pozos

La profundidad de los pozos en el área estudiada es variable, dependiendo principalmente del tipo y uso de los pozos.

En los tubulares, la mayor profundidad llega a 16,00 m. (IRHS 45, sector Tacna Libre), mientras que en los tajos abiertos fluctúan entre 10,03 m (IRHS 40, sector Bellavista) y 17,17 m (IRHS 02, sector El Ciénego).

Por otro lado, en relación a los pozos con menores profundidades, esto es variable, así en los tubulares llegan a 10,90 m. (IRHS 11, centro poblado de La Choza), mientras que en los tajos abiertos a 2,10 m (IRHS N° 28, sector Bellavista). Ver cuadro N° 6.10

CUADRO N° 6.10
PROFUNDIDADES ACTUALES MÁXIMAS Y MÍNIMAS SEGÚN EL TIPO DE POZO
QUEBRADA CASITAS 2006

Distrito		Tubular		Tajo Abierto		Mixto	
		Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Quebrada Casitas	IRHS	45	11	2	28	-	-
	Profundidad	16,00	10,90	17,17	2,10	-	-
	Sector	Tacna Libre	La Choza	El Ciénego	Bellavista	-	-

6.8.2 Diámetro de los pozos

El diámetro de los pozos varía de acuerdo al tipo de pozo, así en los tubulares fluctúa entre 0,15 m y 0,25, en los pozos a tajo abierto de 1,50 m a 2,80 m y en los mixtos 0,30 m.

6.8.3 Equipo de bombeo

De los 40 pozos equipados en la quebrada Casitas, los sectores La Choza y Cherrelique con 6 y 7 pozos respectivamente son los más densos; seguido por Tacna Libre y Cañaverl con 5 y 3 pozos. Ver fotografías N°s 12, 13, 15, 19 y 20.

Debe indicarse que solo dos (02) pozos, presentan bombas tipo pistón (centros poblados de La Choza y Cherrelique), las cuales son accionadas manualmente. Ver fotografía N° 18.

El cuadro N° 6.11 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 II: Inventario de Fuentes de Agua Subterránea.

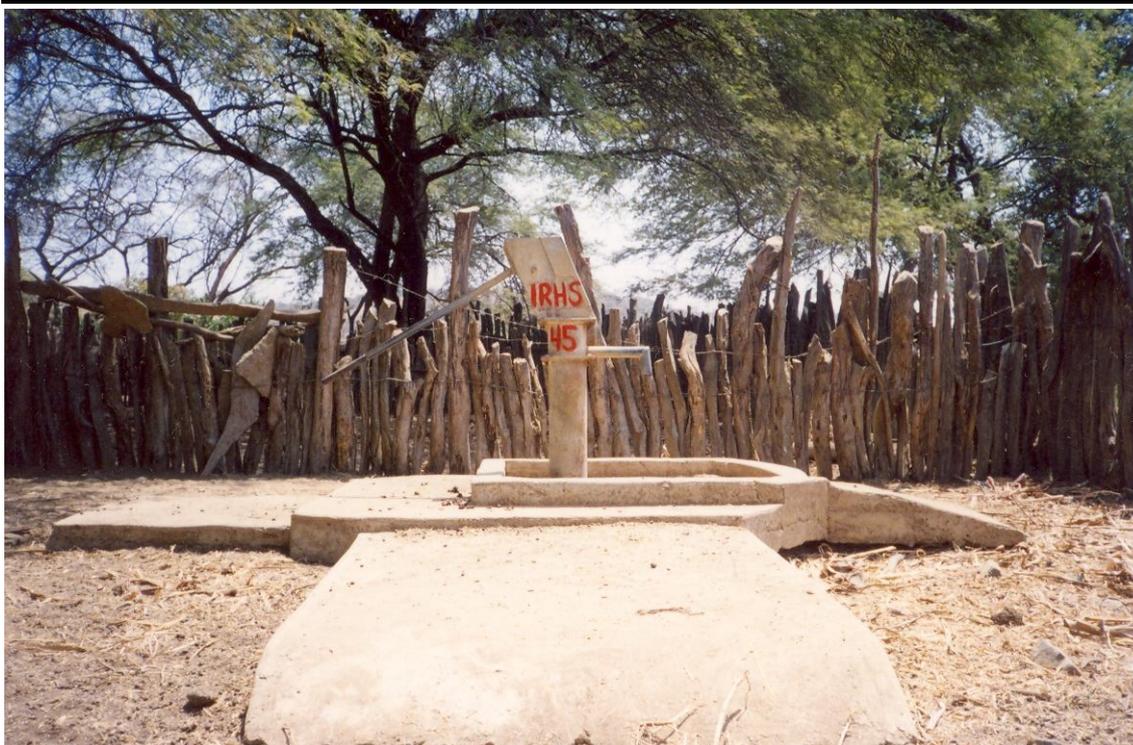


FOTO N° 18

Pozo tubular tipo pistón (RADA BARNER), ubicado en el sector Tacna Libre, equipado, utilizado para uso doméstico.

6.8.3.1 Motores

En el área de estudio predominan tres (03) tipos de motores: diesel, gasolinero y eléctrico; cuyas potencias oscilan entre 1.0 y 70.0 Hp. Ver Anexo II: Inventario de Fuentes de Agua Subterránea. Se ha inventariado 36 motores, de los cuales 28 son tipo diesel (77,78 %), 2 eléctricos (5,56 %) y 6 gasolineros (16,66 %). Ver fotografías N°s 12, 13, 15, 19 y 20.

La marca de los motores es variada, predominando en los tubulares y mixtos la marca Hidrostal y en los tajos abiertos, prevalece la Ruggerini, Nissan, Jiang Dong, Pedrollo, Chino, Honda, Shadong, Deutz, Yamaha y Bright Straton. Ver cuadro N° 6.12

6.8.3.2 Bombas

De las 40 bombas inventariadas, 02 pozos están equipados con bombas tipo turbina vertical (5,00 %), instaladas mayormente en pozos tubulares y mixtos, 35 centrífugas de succión (87,50 %) y 03 bombas tipo pistón, accionadas manualmente (7,50 %). Ver fotografías N°s 12, 13, 15, 19 y 20.

Al igual que los motores, la marca de las bombas es variada, predominando la Hidrostal, Bright Straton, Deutz, Yanmar, Halberg, Jopco, Honda, Hidrosan y Ruggerinni. Ver cuadro N° 6.12



FOTO N° 19

Pozo a tajo abierto IRHS – 18, utilizado, equipado con motobomba. Ubicado en el sector Tamarindo.



FOTO N° 20

Pozo a tajo abierto IRHS – 10, equipado, utilizado, con motor gasolinero y bomba centrífuga de succión, pozo ubicado en el sector El Palmo.

El estado de operación y conservación mayormente de los equipos de bombeo (motor y bomba) antes descrito, es regular, aunque en algunos casos los equipos se encuentran en pésimo estado.

Las características de las bombas se muestran en el Anexo II: Inventario de Fuentes de Agua Subterránea.

CUADRO N° 6.11
DISTRIBUCIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE LOS POZOS.
QUEBRADA CASITAS 2006

Distrito	Tipo de Pozo	Equipamiento		Total
		Con Equipo	Sin Equipo	
Quebrada Casitas	Tubular	3	1	4
	Mixto	1	0	1
	Tajo Abierto	36	51	87
Total		40	52	92

CUADRO N° 6.12
MOTORES Y BOMBAS PREDOMINANTES
QUEBRADA CASITAS 2006

Distrito	Marca de Motor			Marca de Bomba		
	Tajo Abierto	Tubular	Mixto	Tajo Abierto	Tubular	Mixto
Quebrada Casitas	Ruggerini			Hidrosan	Rada Barner	
	Nissan			Hidrostal		
	Jiang Dong			Ruggerini		
	Shadong			Chino		
	Pedrollo			Halberg		
	Chino			Jopco		
	Honda Deutz			Honda		
	Yamaha			Bright Straton		
	Honda					
	Bright Straton					

6.9.0 Explotación actual de las aguas subterráneas

Los aforos realizados en la fase del inventario de las fuentes de agua subterránea, ha permitido calcular el volumen total explotado de aguas subterráneas del acuífero Casitas.

Actualmente se explota del acuífero mediante pozos, un volumen de agua de **4'531872,20 m³ (4,53 MMC)**, que equivale a un caudal continuo de explotación de **0,14 m³/s**.

A continuación se hará una descripción de los volúmenes explotados del acuífero, que ha sido zonificado para tal fin.

▪ **Zona I : Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre**

Zona ubicada en la parte alta del área de estudio, conformada por los centros poblados de Bellavista, Cherrelique, Ciénego, El Palmo, La Choza, Pitayal y Tacna Libre.

En esta zona, el volumen de agua explotado fue de 2'772718,70 m³ (2.77 MMC), observándose la mayor explotación en los sectores Cherrelique con 847580,10 m³ (0.85 MMC), y Bellavista con 563524,20 m³.

Seguidamente se encuentran los sectores La Choza y Tacna Libre, donde explotan 417728.60 m³ y 327116.80 m³ respectivamente; mientras que en el sector El Palmo, 294401.00 m³.

En los sectores Pitayal y El Ciénego se explotan los menores volúmenes de agua (207239.20 m³ y 115128.80 m³ respectivamente).

▪ **Zona II : Cañaverál – Huaquillas - Tamarindo**

Zona ubicada en la parte media del área de estudio, constituida por los centros poblados de Cañaverál, Casitas, Huaquillas y La Florida, donde se ha explotado 892847,00 m³ de agua subterránea.

Destacan el sector Casitas con 380882,70 m³ como el más explotado, seguido del sector Cañaverál, con 181332,00 m³.

Los menores volúmenes de explotación se registran en el sector Huaquillas con 175196,00 m³, y en el centro poblado La Florida (sector ubicado a la margen izquierda de la quebrada Casitas) con 155436,30 m³.

▪ **Zona III : Averías – Pueblo Nuevo - Trigal**

Zona baja del área de estudio, que se encuentra colindando con el distrito de Zorritos a la cual pertenecen los centros poblados de Tamarindo, Averías, Pueblo Nuevo y Trigal.

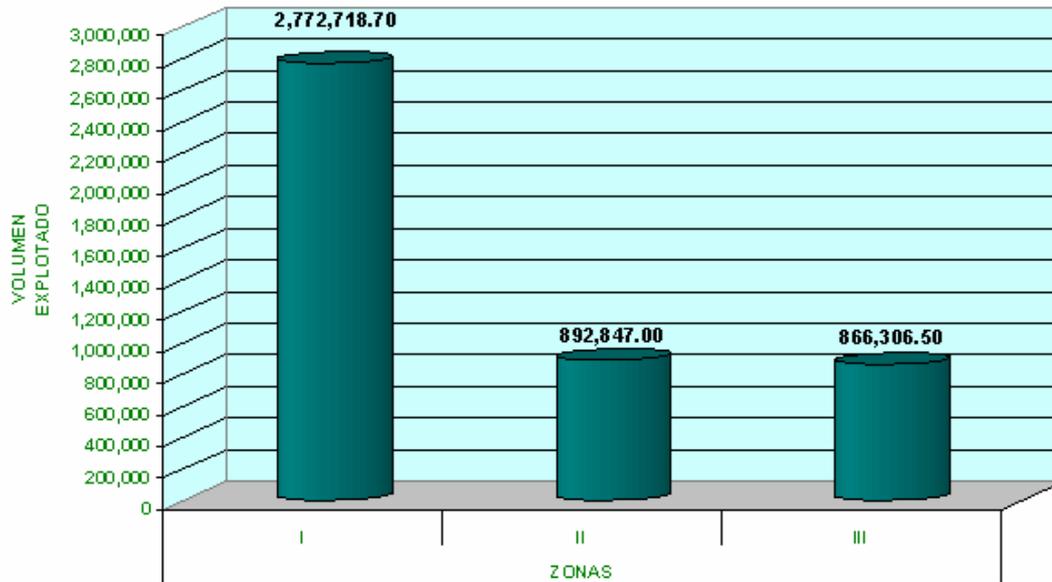
En esta zona se explota una masa anual de agua subterránea que asciende a 866306,50 m³, siendo el sector Averías con 264370,20 m³ el más explotado, seguido por el sector Tamarindo con 233262,40 m³. Los menores volúmenes explotados se encuentran en los sectores El Trigal con 213237,60 m³ y Pueblo Nuevo con 155436.30 m³.

En el cuadro N° 6.13 y gráfico adjunto, se muestra los volúmenes explotados del acuífero por zonas y sectores.

CUADRO N° 6.13
VARIACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN POR ZONAS Y SECTORES
QUEBRADA CASITAS 2006

Zonas	Sectores	Volúmenes de Explotación (m ³)	Volumen Total (m ³)
I	Ciénego	115,128.80	2'772,718.70
	Pitayal	207,239.20	
	La Choza	417,728.60	
	Cherrelique	847,580.10	
	Bellavista	563,524.20	
	El Palmo	294,401.00	
	Tacna Libre	327,116.80	
II	Cañaverl	181,332.00	892,847.00
	La Florida	155,436.30	
	Casitas	380,882.70	
	Huaquillas	175,196.00	
III	Tamarindo	233,262.40	866,306.50
	Averías	264,370.20	
	Pueblo Nuevo	155,436.30	
	Trigal	213,237.60	

VOLUMEN EXPLOTADO POR ZONAS (m³)
QUEBRADA CASITAS 2006



RESERVORIO ACUÍFERO



- 7.1.0 Geometría del reservorio
- 7.2.0 El medio poroso
- 7.3.0 La napa freática

7.0.0 RESERVORIO ACUÍFERO

Como resultado del levantamiento geológico- geomorfológico del lugar, de las observaciones realizadas en campo, se ha determinado que el acuífero de la Quebrada Casitas, está constituido principalmente por depósitos de origen aluvial y en forma secundaria por material fluvial, ambos de edad cuaternaria. Sus condiciones hidrogeológicas se describen en el ítem 10.0.0.

7.1.0 Geometría del reservorio

7.1.1 Forma y límites

Para describir la forma del acuífero del área en estudio, éste ha sido dividido en dos partes; que se detalla a continuación:

La primera tiene forma alargada y esta ubicada en la parte superior y comprende desde los sectores El Ciénego y Pitayal y se va ensanchando aguas abajo a ambas márgenes de la quebrada Casitas, terminando entre los cerros Casillas y Viña de Gato, hasta el sector Cañaverál. **La segunda** tiene forma cónica y comprende desde el sector Casitas ensanchándose progresivamente aguas abajo a ambas márgenes de la quebrada Casitas y bruscamente entre los sectores que limitan con los cerros Serrano y San Andrés, para angostarse entre los sectores Pan Viejo y Poza Honda, continuando hacia los sectores Suárez y Pedregal, ubicados en ambas márgenes de la quebrada Bocapán.

En relación a sus límites: el acuífero por el **norte**, limita lateralmente en ambas márgenes de la quebrada Cherrelique (Casitas) con afloramientos rocosos; aguas arriba se observa la presencia de los cerros la Cueva del León, Gramadal, Bejucal y Cherrelique, por el **sur**, limita con los afloramientos rocosos de los cerros Pangaruyo, Florida, Colorado y Cajones.



FOTO N° 21

Sector Charanal de topografía de terreno inclinada, en algunos tramos así se muestra el terreno con poca área de cultivo.

7.1.2 Dimensiones

El acuífero de la quebrada Casitas, en su parte superior se ensancha hasta 1 Km angostándose entre los cerros Gramadal y Pangaruyo hasta aproximadamente 500 m. El acuífero al pasar por el sector Cañaverál se ensancha progresivamente alcanzando dimensiones entre 800 m y 2 Km, decreciendo por los sectores Pan Viejo y Poza Honda hasta 200 m.

7.2.0 El medio poroso

7.2.1 Litología

Los resultados del estudio geológico efectuado en el área de estudio, así como el análisis de los perfiles litológicos de algunos pozos y observaciones “in situ” de campo, ha permitido determinar la litología del acuífero que es principalmente aluvial de edad cuaternaria.

Litológicamente está constituido por cantos rodados, gravas, arenas y limos intercalados en forma de capas y/o lentes.

7.3.0 La napa freática

La napa freática es predominantemente libre; siendo su fuente de alimentación, las aguas que se infiltran de la parte alta de la cuenca, así como también las que se infiltran a través del lecho de las quebradas adyacentes a ésta, de los canales de regadío sin revestir y, en las áreas de cultivo que se encuentran bajo riego. También son zonas de recarga al acuífero, las aguas que provienen de las quebradas Mulatos, Piedra Blanca, Gramadal, Lorenzo, Viña de Gato, Pangaruyo, Infiernillo, entre otros.

7.3.1 Morfología del techo de la napa

Con la finalidad de estudiar la morfología de la superficie piezométrica, determinar de manera general la dinámica de la napa y, estudiar las variaciones de las reservas totales almacenadas en el acuífero, se conformó la **Red Piezométrica**, que está constituida por **43 pozos** (red de observación pre establecida) todos ubicados en el distrito de Casitas, cuya ubicación se muestra en el plano de la Lámina N° 7.1; y los pozos que la conforman; en el Anexo III: Reservorio Acuífero Subterráneo.

En la Lámina N° 7.1 se aprecian las curvas de los niveles de agua de igual cota (hidroisohipsas) observándose una gran similitud morfológica de la napa freática, lo cual demuestra que el régimen de flujo es permanente.

Para el análisis de la morfología del techo de la napa, el valle en estudio fue dividido en tres (03) zonas:

▪ **Zona I : Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre**

Zona ubicada en la parte sureste del área de estudio (Parte Alta), y comprende los sectores El Ciénego, La Choza, Bellavista y Gramadal. Zona que se dedica en gran porcentaje al cultivo de plátano, noni y maíz amarillo. En el sector El Ciénego el flujo se orienta de **sureste a noroeste**; observándose una gradiente hidráulica promedio de 1.19 % con cotas de agua que fluctúan entre 156,00 y 170,00 m.s.n.m.

Por otro lado, en el sector Pitayal el sentido de flujo de las aguas subterráneas tiene una orientación de este a oeste, su gradiente hidráulica es de 1.43 % y las cotas de los niveles de agua varían de 162,00 a 168,00 m.s.n.m.

Además se observa que en el sector La Choza, el flujo subterráneo se orienta de **noroeste a sureste**, su gradiente hidráulica es de 0,35 % y sus cotas de agua varían de 159,00 a 162,00 m.s.n.m: mientras que en el sector Cherrelique la dirección de flujo subterráneo es de **sureste a noroeste**, las cotas de agua varían de 144,00 a 160,00 m.s.n.m presentando una gradiente hidráulica de 1,74 %.

Con una gradiente hidráulica de 1,00 %, cotas de agua que varían entre 135,00 a 145,00 m.s.n.m y una dirección de flujo subterráneo de **este a oeste** se encuentra el sector El Palmo.

En resumen diremos que en la zona I, el flujo presenta tres direcciones bien marcadas, así tenemos de **sureste a noroeste** (SE – NO), con cotas de agua que varían entre 144,00 a 170,00 m.s.n.m y una gradiente hidráulica promedio de 1,47 %. La segunda de **este a oeste**, con una gradiente hidráulica promedio de 1,14 % y cotas de agua que varían de 130,00 a 168,00 m.s.n.m y de **sureste a noroeste** con una gradiente hidráulica de 1,74 % y cotas de agua que fluctúan entre 144,00 a 160,00 m.s.n.m.

▪ **Zona II : Cañaverl – Huaquillas - Tamarindo**

Esta zona está ubicada en la parte intermedia del área de estudio y comprende además, los sectores La Florida, Casitas y La Rinconada. En esta zona presenta dos sentidos de flujo uno se orienta de este a oeste y el otro de norte a sur, con cotas de agua que varían entre 104,00 y 123,00 m.s.n.m; su gradiente hidráulica principal es de 1,14 a 1,29%.

En el sector denominado Cañaverl (distrito de Casitas), las aguas subterráneas fluyen con una orientación de **este a oeste**, su gradiente hidráulica promedio es de 1,14 %; mientras que sus cotas de agua varían de 115,00 a 123,00 m.s.n.m.

Entre los sectores Rinconada hasta Huaquillas, el flujo tiene una orientación de sureste a norte, una gradiente hidráulica de 0,31 % y las cotas de los niveles de agua varían de 104,00 a 106,00 m.s.n.m, mientras que entre el sector Casitas, el flujo tiene una orientación de sur a norte, su gradiente hidráulica es de 2,27 % y las cotas de agua varían de 100,00 a 120,00 m.s.n.m.



FOTO N° 22

Sector Tamarindo nótese la topografía del terreno, en algunos tramos se observa poca área de cultivo y elevación del terreno.

▪ **Zona III: Averías – Pueblo Nuevo - Trigal**

Zona ubicada en la parte baja del área de estudio. La orientación del flujo subterráneo es variable: de este a oeste, sur a norte y de noroeste a sureste, las cotas de los niveles de agua varían entre 66,00 y 95,00 m.s.n.m y una gradiente hidráulica promedio de 0,71 % a 1,25 % incluso llegando a 2,81%. En el sector Tamarindo, el sentido del flujo predominante de la napa es de **este a oeste**, su gradiente hidráulica promedio es de 0,71 %; mientras que sus cotas de agua varían de 90,00 a 95,00 m.s.n.m.

En el sector Averías, el flujo de agua subterránea tiene una orientación de **sur a norte**, presentando una gradiente hidráulica de 1,25 % y cuyas cotas de los niveles del agua varían de 75,00 a 85,00 m.s.n.m.

Finalmente en el sector Pueblo Nuevo, la gradiente hidráulica promedio es de 2,81 %, las cotas de los niveles de agua varían entre 66,00 y 75,00 m.s.n.m presentando una dirección del flujo subterráneo de **noroeste a sureste**.

Del análisis realizado en las tres zonas que conforman el área en estudio, se concluye que el sentido del flujo subterráneo mayormente es de este a oeste, con una gradiente hidráulica que varía de 0,71 % a 1,43 % y con cotas del nivel de agua que fluctúan entre 90,00 - 168,00 m.s.n.m; mientras que en la zona III, el flujo subterráneo se orienta en tres sentidos este a oeste – sur a norte y noroeste a sureste, con una gradiente hidráulica promedio de 1,59 % y con cotas del nivel de agua que varían de 66,00 a 95,00 m.s.n.m.

En el cuadro N° 7.1 se presenta el resumen de las características morfológicas de la napa freática en el área de estudio.

CUADRO N° 7.1
CARACTERÍSTICAS DE LA MORFOLOGÍA DE LA NAPA FREÁTICA
QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Distrito	Sector	Sentido Flujo	Gradiente Hidráulica (%)	Rango Cota (msnm)
I	Casitas	El Ciénego	SE – NO	1,19	156 – 170
		Pitayal	E – O	1,43	162 – 168
		La Choza	NO – SE	0,35	159 – 162
		Cherrelique	SE – NO	1,74	144 – 160
		El Palmo	E – O	1,00	135 – 145
		Tacna Libre	E – O	1,00	130 – 137
II		Cañaveral	E – O	1,14	115 – 123
		Casitas	S – N	2,27	110 – 120
		Rinconada – Huaquillas	S – N	0,31	104 – 106
III		Tamarindo	E – O	0,71	90 – 95
		Averías	S – N	1,25	75 – 85
		Pueblo Nuevo	NO - SE	2,81	66 – 75

7.3.2 Profundidad del techo de la napa

En el plano de la Lámina N° 7.2 se muestran las curvas de las Isopropundidades de la napa con datos de los niveles medidos en Mayo - 2006, cuyo análisis es el siguiente:

7.3.2.1 Isopropundidad

- En la zona I, que corresponde a los sectores Pitayal – Cherrelique y Tacna Libre, la profundidad del nivel del agua subterránea fluctúa entre **0,42** y **11,26 m**, encontrándose en los pozos IRHS 24/02/02 – 18 en el sector Cherrelique e IRHS 24/02/02 – 02 en el sector El Ciénego respectivamente.

Así en el sector El Ciénego, los niveles de agua se ubican entre 5,20 m y 11,26 m de profundidad; mientras que en el sector Pitayal se encuentra entre 5,00 y 6,00 m. de profundidad. En esta zona se encontró el nivel más profundo del área de estudio.

Entre el sector La Choza, la profundidad del agua subterránea se encuentra entre los 1,50 m y 9,11 m, de profundidad; mientras que en el sector Cherrelique entre 0,42 y 10,86 m de profundidad.

Finalmente en el sector El Palmo, la napa se encuentra entre 3,76 y 6,90 m de profundidad. Por otro lado, la profundidad del agua subterránea en el sector Tacna Libre está entre 2,60 y 8,95 m de profundidad.



FOTO N° 23

Personal técnico tomando los valores de profundidad y nivel estático, en un pozo ubicado en el sector Bellavista.

- En la **zona II**, que está integrada por los sectores Cañaverall, Huaquillas y Tamarindo, el nivel del agua fluctúa de 0,60 m a 7,25 m de profundidad, niveles ubicados en los pozos IRHS 24/02/02 – 55 (La Florida) y IRHS 24/02/02 – 54.(Cañaverall).

En el sector Cañaverall, la profundidad del agua se encuentra entre los 2,20 y 7,25 m, de profundidad.

Asimismo en el sector Casitas la profundidad del agua se encuentra entre los 0,80 m y 4,78 m, de profundidad.

De igual manera entre los sectores La Rinconada y Huaquillas, los niveles freáticos se encuentran entre 2,10 m y 2,50 m de profundidad. Por otro lado, en el sector La Florida se registro un pozo cuyo nivel de agua es de 0,60 m de profundidad.

- En la **zona III**, la profundidad del agua subterránea varía de 1,40 m a 5,80 m; niveles ubicados en los pozos IRHS 24/02/02 – 73 y 79 respectivamente, sector Averías.

En el sector denominado Tamarindo los niveles de agua fluctúan entre 2,23 y 4,26 m. de profundidad.

En el sector Pueblo Nuevo, la napa de agua se ubica entre 2,50 y 2,85 m. de profundidad; mientras que en el sector Trigal, los niveles de agua se encuentran entre 1,50 y 2,22 m. de profundidad.

Del análisis anterior se deduce que en el área de estudio, los niveles de agua mas profundos (5,00 y 11,26 m) se encuentran en los sectores Averías y El Ciénego – distrito de Casitas. Por otro lado los niveles menos profundos (0,42 – 0,60 m) se ubican en los sectores Cherrelique y La Florida respectivamente.

En el cuadro N° 7.2, se muestra el resumen de la variación de la profundidad de la napa freática en el área de estudio.

CUADRO N° 7.2
PROFUNDIDAD DE LOS NIVELES ESTÁTICOS
QUEBRADA CASITAS – 2006

Zona	Distrito	Sector	Profundidad del Nivel Freático (m)
I	Casitas	Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre	0,42 – 11,26
II		Cañaveral – Huaquillas – Tamarindo	0,60 – 7,25
III		Averías – Pueblo Nuevo - Trigal	1,40 – 5,80

7.3.3 Fluctuaciones del nivel freático

Con los controles piezométricos realizados en el presente estudio y la información obtenida en años anteriores, se analizó las variaciones de los niveles de agua ocurridas en el área de estudio.

Los niveles estáticos de la red piezométrica se muestran en el Anexo III: Reservoirio Acuífero Subterráneo.

Las variaciones de los niveles estáticos generalmente tienen comportamiento estacional; es decir, varían de acuerdo a la época del año; ascendiendo mayormente en los meses de verano (enero - marzo),

ocurriendo lo contrario en época de estiaje, donde el acuífero subterráneo va disminuyendo su recarga por efecto de la escasa precipitación en la parte alta de la cuenca, en consecuencia los niveles de agua descenden.

Para una mayor comprensión de la forma como fluctúan en promedio los niveles estáticos del agua en la quebrada Casitas se dividió este en tres (03) zonas:

- **Zona I: Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre**

En esta zona el descenso de la napa fue de 0,04 a 0,60 m/año (sectores Pitayal y La Choza respectivamente).

En relación al ascenso de la napa, fue de 0,05 y 0,46 m/año, observándose en el sector Cherrelique en los pozos IRHS – 23 y 24.



FOTO N° 24

Momentos en que el técnico de campo toma el valor de punto de referencia (Pr), del pozo IRHS – 14 en el sector Cherrelique.

- **Zona II: Cañaverl – Huaquillas - Tamarindo**

En esta zona el nivel estático de la napa decrece entre 0,12 y 0,60 m/año, llegando incluso hasta 0,80 m/año de profundidad. (Sector La Rinconada).

En el sector Casitas, la napa ha descendido entre 0,29 y 0,54 m/año, mientras que en el sector Huaquillas entre 0,10 y 0,38 m/año.

En relación a los ascensos, en el sector La Florida subió 0,30 m/año.

- **Zona III: Averías – Pueblo Nuevo - Trigal**

En esta zona con relación a las variaciones; hubo descensos del nivel freático entre 0,20 y 0,49 m/año.

Así observamos en el sector Tamarindo, que la napa ha bajado entre 0,31 y 0,40 m/año; mientras que en el sector Averías descendió 0,39 m/año.

Por otro lado, también en esta zona en ciertos lugares ascendió la napa freática entre 0,09 y 0,25 m/año principalmente en el sector Trigal.

Como una explicación a la variación (descensos y ascensos) de los niveles de agua, puede indicarse que en el primer caso (descenso de los niveles) se debe principalmente a que en esos sectores la explotación del acuífero se realiza en forma regular, indicándose que en la mayoría de los sectores los pozos están siendo reactivados. Por otro lado, el ascenso de los niveles se debe a efectos del riego en áreas agrícolas.

HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA

- 8.1.0** **Introducción**
- 8.2.0** **Pruebas de bombeo**
- 8.3.0** **Parámetros hidráulicos**
- 8.4.0** **Radios de influencia**



8.0.0 HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA

8.1.0 Introducción

Esta actividad debe ejecutarse en todo estudio hidrogeológico cuyo resultado permitirá determinar las características físicas y el funcionamiento del acuífero.

Uno de los componentes de la hidráulica subterránea es la Hidrodinámica, que estudia el funcionamiento del acuífero y el movimiento del agua en un medio poroso es decir, cuantifica la capacidad de almacenar y transmitir agua.

En la quebrada Casitas, se realizaron tres (03) pruebas de bombeo; metodología recomendable que permitirá conocer las características y condiciones hidráulicas del acuífero. Ver cuadro N° 8.1

8.2.0 Pruebas de bombeo y/o acuífero

Los resultados de las pruebas de bombeo y/o acuífero, su interpretación y su posterior análisis permitirán determinar las condiciones hidráulicas del acuífero Casitas.

Respecto al acuífero, estas pruebas suministran datos sobre su transmisividad, almacenamiento, grado de comunicación entre la zona acuífera inmediata al pozo y las más alejadas; existencia de zonas impermeables o su inversa y las zonas de recarga.

En 1997 se ejecutaron e interpretaron **03 pruebas de bombeo**, cuya distribución por zonas es la siguiente:

CUADRO N° 8.1
DISTRIBUCIÓN DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO
QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Distritos	N° de Pruebas
I	Pitayal – Cherrelisque – Tacna Libre	01
II	Cañaverall – Huaquillas – Tamarindo	02
TOTAL		03

En el presente estudio (2006) no se ejecutaron pruebas de bombeo debido a la nula ubicación de pozos con mínimas condiciones técnicas.

8.3.0 Parámetros hidráulicos

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

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

La determinación de las condiciones hidráulicas del acuífero de la quebrada Casitas, se ha basado en los resultados de las pruebas de bombeo, cuya interpretación y análisis ha permitido elaborar en primer lugar el plano de permeabilidades (Lámina N° 8.1) y en segundo término, el tipo de acuífero (superficial o semi confinado).

Los parámetros obtenidos en la quebrada Casitas, se registran en los cuadros N° 8.2 y 8.3.

A continuación; se describen las condiciones hidráulicas en las diferentes zonas en que fue dividido el acuífero Casitas, pero todo basado en las pruebas de bombeo que se ejecutaron en los diferentes sectores.

8.3.1 Zona I : Pitayal – Cherrelique – Tacna libre

Zona ubicada en la parte superior del valle de la quebrada Casitas.

En esta zona solo se realizó una (01) prueba de bombeo, cuyos resultados se muestran en el cuadro N° 8.2 y en los gráficos N°s 8.1 y 8.2 del Anexo IV: Hidráulica subterránea. Los valores de los parámetros hidráulicos hallados son los siguientes:

Transmisividad (T) : $1,62 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

Conductividad hidráulica (K) : $5,15 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Analizando los resultados (parámetros hidráulicos) se deduce que el acuífero en esta zona presenta aceptables condiciones hidráulicas, cuyos valores (T, K y s) corresponden básicamente a un acuífero libre.

CUADRO N° 8.2
RESULTADO DE LA PRUEBA DE BOMBEO - ZONA I

Pozo IRHS	Transmisividad (T x 10 ⁻²)		Permeabilidad (K x 10 ⁻⁴)		s (%)
	Descenso (m ² /s)	Recuperación (m ² /s)	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)	
24/02/02 – 018 **	1,40	1,62	4,46	5,15	

** Prueba realizada por la DGAS - 1997

8.3.2 Zona II : Cañaverál – Huaquillas - Tamarindo

Zona donde se han registrado 38 pozos a tajo abierto.

En esta zona se han efectuado dos (02) pruebas de bombeo, cuyo resultado se muestra en el cuadro N° 8.3 y en los gráficos N°s 8.3 al 8.7 del Anexo IV: Hidráulica subterránea.

Los parámetros hidráulicos obtenidos son:

Transmisividad (T) : $2,20 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ a $3,66 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

Conductividad hidráulica (K) : $1,90 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ a $4,40 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Coefficiente de almacenamiento (s) : 4,00 %

El análisis de los parámetros hidráulicos obtenidos de las pruebas de bombeo indican que el acuífero en esta zona presenta condiciones hidráulicas aceptables y corresponde a un acuífero libre.

**CUADRO N° 8.3
RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO - ZONA II**

Pozo IRHS	Transmisividad ($T \times 10^{-2}$)		Permeabilidad ($K \times 10^{-4}$)		s (%)
	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)	Descenso (m/s)	Recuperación (m/s)	
24/02/02 – 51**	3,66	3,20	2,70	2,33	
24/02/02 – 64 **	9,45	1,90	2,20	4,40	
24/02/02 – 64 ** (P)	1,96		1,00		4,00

** Pruebas realizadas por la DGAS – 1997

8.3.3 Zona III : Averías – Pueblo Nuevo - Trigal

Zona ubicada en la parte baja del valle, en donde se han registrado un total de 16 pozos a tajo abierto. En esta zona no se registraron ni ejecutaron pruebas de bombeo.

8.4.0 Radios de influencia

Para el cálculo de los radios de influencia se utilizaron los parámetros hidráulicos obtenidos de las pruebas de bombeo, ejecutados en el acuífero Casitas los mismos que permitirán investigar la hondura y la amplitud del pozo en condiciones actuales de explotación y demostrar la existencia o no de interferencia de pozos.

La fórmula utilizada para el cálculo del radio de influencia fue deducida de la ecuación general de Theis-Jacob y está representada por la siguiente expresión:

$$R_a = 1.5 \sqrt{\frac{T \cdot t}{s}}$$

Donde :

- Ra** = Radio de influencia
- T** = Transmisividad en m^2/s
- t** = Tiempo de bombeo en segundos
- s** = Coeficiente de almacenamiento (%)

Los resultados obtenidos de los radios de influencia por zonas se describe a continuación:

Para el cálculo del radio de influencia en el área de estudio se ha considerado una transmisividad de $1,42 \times 10^{-2} m^2/s$ y un coeficiente de almacenamiento de 0,04.

Los radios de influencia calculados en base a dichos parámetros y para diferentes tiempos de bombeo. Obsérvese el cuadro siguiente:

CUADRO N° 8.4
RADIOS DE INFLUENCIA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

TIEMPOS DE BOMBEO (hr)	RADIOS DE INFLUENCIA (m)
3	93
6	131
8	152
10	169
12	186
14	201
16	214
18	227
20	240
22	251
24	263

A person wearing a white lab coat and a cap is working in a laboratory. They are leaning over a table with several clear plastic bottles with green and yellow caps. The person is holding a pipette and appears to be transferring liquid from one bottle to another. The background is slightly blurred, showing other laboratory equipment and a desk.

HIDROGEOQUÍMICA

- 9.1.0** **Recolección de muestras de agua**
- 9.2.0** **Resultados de los análisis físico - químicos**
- 9.3.0** **Representación gráfica**
- 9.4.0** **Aptitud de las aguas para el riego**
- 9.5.0** **Potabilidad de las aguas**

9.0.0 HIDROGEOQUÍMICA

Actividad importante en todo estudio hidrogeológico, cuyo resultado permitirá conocer las características químicas actuales del agua subterránea y su evolución en relación a la concentración salina.

9.1.0 Recolección de muestras de agua subterránea

En el inventario de pozos en forma simultánea se realizó la recolección de muestras de agua de pozo, seleccionando 43; las mismas que constituyen la **Red Hidrogeoquímica**. El resultado permitirá monitorear la calidad de las aguas subterráneas en todo el valle.

La red está distribuida en todo el distrito de Casitas. La red hidrogeoquímica se muestra en el plano de la Lámina N° 9.1 y los pozos que componen la red, en el Anexo V: Hidrogeoquímica.

Inicialmente, a las muestras recolectadas se le determinó la conductividad eléctrica, el pH y la temperatura (T °C); posteriormente se seleccionó **11 muestras**, enviándoles el análisis físico-químico completo al laboratorio de Aguas y Suelos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en Lambayeque, cuyo resultado permitirá evaluar la calidad del agua para sus diferentes usos.



FOTO N° 25

Vista fotográfica que muestra el laboratorio en donde se realizaron los análisis físico – químicos de las muestras de agua de la quebrada Casitas.

9.2.0 Resultados de los análisis físico - químicos

En el Anexo V: Hidrogeoquímica, se muestra los cuadros con los resultados de los análisis físico - químicos de las muestras de agua, que se recolectaron en todo el área de estudio.

9.2.1 Conductividad eléctrica (C.E.)

La **conductividad eléctrica** en el área de estudio fluctúa entre **0,41** y **3,91 mmhos/cm**, valores que representan aguas de baja (dulce) a excesiva mineralización (salobre) respectivamente. En ciertos sectores en forma puntual se han obtenido conductividades de 4,15, 5,96 y 10,68 mmhos/cm (03 pozos), que indican altísima mineralización de las aguas. Con los valores de la C.E se ha elaborado el Plano de Isoconductividad Eléctrica del área de estudio. Ver Lámina N° 9.1

Para visualizar la C.E de las aguas subterráneas en el valle, se ha analizado el plano de Isoconductividad, tal como se describe a continuación:

9.2.1.1 Zona I: Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre

En esta zona la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas fluctúa de **0,41** a **1,75 mmhos/cm**, valores que corresponden a aguas de baja a alta mineralización.

En el sector El Ciénego, la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas fluctúa de 0,91 a 1,75 mmhos/cm (medio a alta mineralización); mientras que en el sector Pitayal, fluctúa de 0,67 a 0,70 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas de baja mineralización (salinidad).

En el sector La Choza, la conductividad eléctrica fluctúa de 0,41 a 0,60 mmhos/cm (aguas de baja mineralización). En el sector Cherrelique, la C.E varía entre 0,55 a 0,93 mmhos/cm, valores que representan aguas de baja a mediana mineralización.

Por otro lado en el sector El Palmo, la conductividad eléctrica fluctúa de 1,20 a 1,70 mmhos/cm, valores que corresponden a aguas medianamente a alta mineralización.

Finalmente en el sector Tacna Libre, las aguas tienen baja mineralización, variando la C.E: de 0,64 a 0,91 mmhos/cm, observándose además un valor puntual de 2,66 mmhos/cm en este sector (aguas altamente mineralizadas – IRHS - 46).

9.2.1.2 Zona II: Cañaverl – Huaquillas - Tamarindo

En esta zona, la conductividad eléctrica de las aguas subterráneas fluctúa de **1,25** a **2,06 mmhos/cm**, valores que corresponden a aguas de media a alta mineralización (salobre).



FOTO N° 26

Vista fotográfica que muestra al técnico de campo en momentos que procede a recoger una muestra de agua del pozo.



FOTO N° 27

Quebrada Casitas, sector Bellavista, momentos en que se extrae una muestra de agua para su respectivo análisis físico – químico.

En el sector Cañaverl, la C.E. fluctúa de 1,25 a 1,26 mmhos/cm (medianamente mineralizados) mientras que entre el sector Casitas, varía de 1,75 a 2,06 mmhos/cm (aguas de alta mineralización).

Finalmente entre los sectores La Rinconada y Huaquillas la conductividad eléctrica fluctúa entre 1,79 y 1,83 mmhos/cm valores que representan aguas ligeramente de alta mineralización.

9.2.1.3 Zona III: Averías – Pueblo Nuevo – Trigal

En esta zona la conductividad eléctrica de las aguas fluctúa de **1,14 a 3,91 mmhos/cm**, valores que corresponden a aguas de media a alta mineralización respectivamente, encontrándose valores puntuales de 4,15, 5,96 y 10,68 mmhos/cm (altísima mineralización).

En el sector Tamarindo, la conductividad eléctrica fluctúa de 1,14 a 2,06 mmhos/cm (aguas de medio a alta mineralización), mientras que en el sector Averías mayormente fluctúa de 1,87 a 2,85 mmhos/cm valores que representan aguas de alta mineralización.

Por otro lado, en el sector Pueblo Nuevo, la conductividad eléctrica de las aguas fluctúa de 2,50 a 3,91 mmhos/cm (alta mineralización); mientras que en el sector El Trigal, varía de 3,19 a 3,62 mmhos/cm (salobres).

Resumiendo indicaremos que en la zona I, mayormente la C.E. es baja; mientras que los valores medianos a altos se ubican en las zonas II y III; aunque se encuentran valores puntuales de 2,66 mmhos/cm en la zona I, y 4,15, 5,96 y 10,68 mmhos/cm en la zona III.

En el cuadro N° 9.1, se muestra el resumen de las conductividades eléctricas obtenidas en la quebrada Casitas.

CUADRO N° 9.1
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)
I	0.41 – 1.75
II	1.25 – 2.06
III	1.14 – 3.91

9.2.2 Dureza total

La dureza es una medida del contenido de calcio y magnesio y se expresa generalmente como equivalente del calcio y carbonato

(CO₃). Los resultados obtenidos de este parámetro son interpretados teniendo en cuenta los rangos de dureza presentados en el cuadro N° 9.2

CUADRO N° 9.2
RANGOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS

Clasificación	Rangos	
	d° h (grados Franceses)	ppm de CaCO ₃
Agua muy blanda	< 3	< 30
Agua blanda	3 – 15	30 – 150
Agua dura	15 – 30	150 - 300
Agua muy dura	> 30	> 300

A continuación se describe la dureza de las aguas almacenadas en el acuífero de la Quebrada Casitas por zonas.

▪ **Zona I**

La dureza de las aguas subterráneas en la zona I varía de 48 a 197 ppm de CaCO₃, valores que representan aguas blandas a duras, aunque es necesario indicar que se han encontrado valores altos de dureza (mayores de 300 ppm de CaCO₃) en algunas muestras de agua.

En el sector El Ciénego, las aguas subterráneas mayormente son duras (184 ppm de CaCO₃), mientras que en el sector Pitayal, es de 62 ppm de CaCO₃ valores que representan aguas blandas.

Entre los sectores La Choza y Cherrelique, la dureza varía de 48 a 56 ppm de CaCO₃ (aguas blandas), mientras que entre los sectores Cherrelique Bajo y Bellavista fluctúa de 108 a 109 ppm de CaCO₃ valores que representan aguas blandas.

Finalmente entre los sectores El Palmo y Tacna Libre, la dureza de las aguas subterráneas fluctúan de 99 a 197 ppm de CaCO₃, valores que corresponden aguas blandas a duras respectivamente.

▪ **Zona II**

En esta zona, en el sector Casitas, la dureza de las aguas varía en 195 ppm de CaCO₃ valores que representan aguas duras.

▪ **Zona III**

La dureza de las aguas subterráneas en esta zona varía de 225 a 325 ppm de CaCO₃, valores que corresponden a aguas de duras a muy duras respectivamente.

Así tenemos que en el sector Averías, la dureza de las aguas es de 225 ppm de CaCO₃ (aguas duras); mientras que en el sector Trigal tiene 325 ppm de CaCO₃ (agua muy dura).

El cuadro N° 9.3, muestra el resumen de la dureza de las aguas en la quebrada Casitas.

**CUADRO N° 9.3
DUREZA OBTENIDA EN LA
QUEBRADA CASITAS - 2006**

Zona	Dureza (ppm)	Clasificación
I	48 – 197	Blanda – Dura
II	195	Dura
III	225 – 325	Dura – Muy Dura

9.2.3 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 la clasificación presentada en el cuadro N° 9.4, en la quebrada Casitas; el pH de las aguas subterráneas varía de 6,4 a 7,7 valores que corresponden a aguas medianamente ácidas a alcalinas respectivamente.

**CUADRO N° 9.4
CLASIFICACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN EL pH**

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

- En la **Zona I**, el pH varía de 6,5 a 7,7, observándose altos valores en el sector Cherrelique, que representan aguas ligeramente ácidas a alcalinas. También se observó valores neutros (7,0) en los sectores Pitayal, Cherrelique y Tacna Libre.
- En la **Zona II**, el pH fluctúa entre 6,9 y 7,4, observándose en el distrito de Casitas, valores que representan aguas ligeramente ácidas a ligeramente alcalinas respectivamente, observándose el mas alto valor en el pozo IRHS N° 24/02/02 – 60 y valores neutros, en los sectores Cañaverl y Casitas.
- En la **Zona III**, el pH varía de 6,4 a 7,6, valores que representan aguas ligeramente ácidas a ligeramente alcalinas (sectores Trigal y Averías respectivamente).



FOTO N° 28

Obsérvese al técnico laboratorista procediendo a tomar los valores del pH y conductividad eléctrica de las muestras de agua.

9.3.0 Representación gráfica

9.3.1 Diagrama de Schoeller

En la interpretación de los análisis, se utilizó los diagramas de Schoeller con el propósito de conocer los elementos predominantes; tanto de los aniones como de los cationes. Debe indicarse que este diagrama está constituido por ocho (08) escalas logarítmicas principales y equidistantes que corresponden a los principales iones. Los resultados de los análisis químicos se muestran en las Figs. del N° 9.1 al 9.3 del Anexo V: Hidrogeoquímica.

9.3.2 Familias hidrogeoquímicas de las aguas subterráneas

El análisis de los diagramas tipo Schoeller, ha permitido determinar las familias hidrogeoquímicas que predominan en el área de estudio.

- **Zona I : Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre**

En esta zona predomina las familias **Sulfatada cálcica y la Sulfatada sódica**.

En el sector El Ciénego predomina la familia Sulfatada sódica, mientras que en el sector El Palmo presentan la Sulfatada cálcica y entre los sectores La Choza y Cherrelique predomina la familia Bicarbonatada sódica. Ver figuras del Anexo V: Hidrogeoquímica.

▪ **Zona II : Cañaverál – Huaquillas – Tamarindo**

En esta zona la familia predominante es la Sulfatada cálcica, observándose en el sector Casitas. Ver figuras del Anexo V: Hidrogeoquímica.

▪ **Zona III : Averías – Pueblo Nuevo – Trigal**

En esta zona predomina la familia Sulfatada cálcica y la Sulfatada sódica. Se ubican en los sectores Averías y Trigal respectivamente. Ver figuras del Anexo V: Hidrogeoquímica.

El cuadro N° 9.5, muestra el resumen de las familias hidrogeoquímicas que predominan en el área de estudio.

CUADRO N° 9.5
FAMILIAS HIDROGEOQUÍMICAS PREDOMINANTES
QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Familia Hidrogeoquímica
I	Bicarbonatada sódica Sulfatada sódica Sulfatada cálcica
II	Sulfatada cálcica
III	Sulfatada cálcica Sulfatada sódica

9.4.0 Aptitud de las aguas para el riego

La calidad de las aguas subterráneas en la quebrada Casitas, con fines de riego es analizada según la conductividad eléctrica y la concentración relativa del sodio (Na^+) con respecto a los iones Ca^{++} y Mg^{++} (RAS), se describe a continuación:

9.4.1 Clases de agua para riego según la conductividad eléctrica

El agua de acuerdo a los valores que se obtienen en la conductividad eléctrica (C.E.) tienen una clasificación específica, que fue determinada por Wilcox. Ver cuadro N° 9.6.

CUADRO N° 9.6
CLASIFICACIÓN DEL AGUA PARA RIEGO SEGÚN WILCOX

Calidad de Agua	Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)
Excelente	< 0.25
Buena	0.25 - 0.85
Permisible	0.85 - 2.00
Dudosa	2.00 - 3.00
Inadecuada	> 3.00

La variación de la C.E en las distintas zonas del área en estudio, se detalla a continuación:

▪ **Zona I**

Esta zona presenta valores que varían entre **0,41** y **1,75 mmhos/cm**, que según la clasificación de Wilcox representan aguas de buena a permisible calidad.

En los sectores La Chozza y Tacna Libre las aguas son de buena a permisible calidad. Ver cuadro N° 9.7

CUADRO N° 9.7
CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
ZONA I

Sectores	Rango de C.E mmhos/cm	Calidad de las Aguas Subterráneas según Wilcox
El Ciénego	0,91 – 1,75	Permisible
Pitayal	0,67 – 0,70	Buena
La Chozza	0,41 – 0,60	Buena
Cherrelisque	0,55 – 0,93	Buena a Permisible
El Palmo	1,20 – 1,70	Permisible
Tacna Libre	0,64 – 0,91	Buena a Permisible

▪ **Zona II**

En esta zona la conductividad eléctrica varía de **1,25 mmhos/cm** a **2,06 mmhos/cm**, valores que según Wilcox, representan aguas de permisible calidad a dudosa respectivamente.

En los sectores Cañaverall y Casitas, las aguas son de permisible calidad a dudosa. Ver cuadro N° 9.8

CUADRO N° 9.8
CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
ZONA II

Sectores	Rango de C.E (mmhos/cm)	Calidad de las Aguas Subterráneas según Wilcox
Cañaverall	1,25 – 1,26	Permisible
Casitas	1,75 – 2,06	Permisible a Dudosa
La Rinconada - Huaquillaa	1,79 – 1,83	Permisible

▪ **Zona III**

Zona ubicada en la parte baja del área de estudio. En esta zona la conductividad eléctrica varía de **1,14** a **3,91 mmhos/cm**, valores que según Wilcox representan aguas de permisible calidad a inadecuada respectivamente. Ver cuadro N° 9.9

CUADRO N° 9.9
CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
ZONA III

Sectores	Rango de C.E (mmhos/cm)	Calidad de las Aguas Subterráneas según Wilcox
Tamarindo	1,14 – 2,06	Permisible a Dudosa
Averías	1,87 – 2,85	Permisible a Dudosa
Pueblo Nuevo	2,50 – 3,91	Dudosa a Inadecuada
Trigal	3,19 – 3,62	Inadecuada

Resumiendo indicaremos que en el área de estudio en la zona I las aguas varían de buena calidad a permisible con conductividades eléctricas que fluctúan entre 0,41 y 1,75 mmhos/cm; igualmente en la zona II presenta aguas de permisible calidad a dudosa con C.E. que varían de 1,25 a 2,06 mmhos/cm, mientras que en la zona III, las aguas fluctúan de permisible calidad a inadecuada, con C.E. de 1,14 a 3,91 mmhos/cm.

En el cuadro N° 9.10, se muestra un resumen de las clases de agua para riego según Wilcox que prevalecen en la Qda. Casitas.

CUADRO N° 9.10
CLASES DE AGUA PARA RIEGO SEGÚN LA C E (WILCOX)
QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)	Clases de Agua
I	0,41 – 1,75	Buena a permisible
II	1,25 – 2,06	Permisible a dudosa
III	1,14 – 3 91	Permisible a inadecuada

9.4.2 Clases de agua para riego según el RAS y la conductividad eléctrica

Las aguas almacenadas en el acuífero, también han sido clasificadas tomando como referencia la Relación de Absorción de Sodio (RAS) y la conductividad eléctrica (C.E.), cuyos resultados se describen a continuación:

Por otro lado, los gráficos de las clases de agua para riego se presentan en las figuras N°s 9.4 al 9.6 del Anexo V: Hidrogeoquímica.

▪ Zona I

En esta zona predomina el tipo C_3S_1 que son aguas que pueden ser utilizadas en la agricultura bajo ciertas restricciones y en segundo lugar C_2S_1 que son aguas de buena calidad y aptas para la agricultura, encontrándoseles en los sectores Pitayal, La Chozza y Cherrelisque.

En el sector El Ciénego, también predomina la C_3S_1 , que se caracteriza por su elevada salinidad y bajo contenido de sodio).

▪ **Zona II**

La clase de agua predominante en esta zona es la C₃S₁, aguas altamente salinas y con alto contenido de sodio. Se encuentran en el sector Casitas. Estas aguas pueden ser utilizadas en la agricultura, bajo ciertas condiciones.

▪ **Zona III**

En la parte baja del área de estudio, las clases de agua que más predominan son la C₃S₁ (elevada salinidad y bajo contenido de sodio) y C₄S₂, ambas altamente salinas y con alto contenido de sodio. Las mismas que se ubican en los sectores Averías y El Trigal respectivamente. Estas aguas pueden ser utilizadas en la agricultura pero bajo ciertas condiciones.

Los resultados de las clases de agua se muestran en el Anexo V: Hidrogeoquímica.

El cuadro N° 9.11 muestra el resumen de las clases de agua que prevalecen en la quebrada Casitas.

CUADRO N° 9.11
CLASES DE AGUA SEGÚN EL RAS Y LA C.E.
QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Clasificación según el RAS y la C. E.
I	C ₂ - S ₁ / C ₃ - S ₁
II	C ₃ - S ₁
III	C ₃ - S ₁ / C ₄ - S ₂

9.5.0 Potabilidad de las aguas

La potabilidad de las aguas subterráneas del acuífero de la Qda. Casitas, se ha analizado bajo dos aspectos:

- Análisis bacteriológico.
- Límites máximos tolerables establecidos por la Organización Mundial de la Salud en Ginebra 1982 (OMS). Ver cuadro N° 9.12

CUADRO N° 9.12
LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE

Elementos	Límite Máximo Tolerable *
pH	8 - 8.5
Dureza	250 - 500
Ca (mg/l)	85 - 200
Mg (mg/l)	125
Na (mg/l)	120
Cl (mg/l)	250
SO ₄ (mg/l)	250

*Límites establecidos por la Organización Mundial de Salud (OMS).



FOTO N° 29

Vista fotográfica que muestra al técnico del laboratorio, tomando los análisis físico – químicos de las muestras de agua de pozos en la quebrada Casitas.

9.5.1 Análisis bacteriológico

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

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

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

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

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

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

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

- **Escherichia coli**

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

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

- **Bacterias coliformes termoresistentes**

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

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

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

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

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

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

9.5.1.1 Características biológicas del agua subterránea

La importancia de los análisis microbiológicos radica en la rápida detección de la contaminación. Estos análisis son microscópicos, tanto cualitativa como cuantitativamente.

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

- En la **zona I**, que comprende por los sectores El Ciénego, La Choza, El Palmo y Tacna Libre, del total de muestras analizadas (05) se presenta valores de coliformes totales y fecales que se encuentran dentro de los límites permisibles y es calificada como agua potable, sólo se exige un tratamiento de desinfección y es apta para consumo humano.

En esta zona en lo que respecta a coliformes fecales los resultados se muestran como negativo (no presencia de unidades formadoras de colonias). Solamente en el sector La Choza (IRHS – 12) se presentaron valores de 3 NMP/100mL, pero que no representa mayor contaminante.

- En la **zona II**, el análisis microbiológico realizado a una muestra de agua para uso doméstico, se califica como agua potable, debido a que los valores de coliformes totales no sobrepasan los límites permisibles, mientras que los valores de coliformes fecales, en la muestras dio valor de cero, ubicado dentro de los límites permisibles.
- En la **zona III**, la mayor cantidad de muestras analizadas, se califican como aguas potables, debido a que los valores de coliformes totales no sobrepasan los límites permisibles (4,3 NMP/ml); mientras que los valores de coliformes fecales no se presentan en esta zona.

Cabe indicar que las muestras de agua para uso doméstico fueron tomadas directamente de la fuente de agua.

Resumiendo lo anterior, indicaremos que los análisis bacteriológicos en 05 muestras ubicadas en la zona I (sectores El Ciénego, La Choza y Cherrelique), zona II (Cañaverál) y zona III (Averías y El Trigal) presentan valores de los coliformes totales y fecales dentro de los límites permisibles y en consecuencia se califican como aguas potables.

En general, se recomienda el tratamiento de las aguas antes de ser consumidas, sobre todo en los pozos que abastecen a pequeñas poblaciones a través de una red domiciliaria. Ver cuadro N° 9.13

CUADRO N° 9.13
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS
AGUAS SUBTERRÁNEAS. QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Distrito	IRHS N°	Coliformes Totales (NMP/ml x muestra)	Coliformes Fecales (NMP/ml x muestra)
I	La Choza	Casitas	12	46	3
	Cherrelisque		27	0,4	0
	Huaquillas		64	2	0
	Tamarindo		70	0,4	0
	La Choza		90	2,8	0
II	Cañaveral		50	0,9	0
III	Trigal		87	4,3	0
	Averías	73	0	0	



FOTO N° 30

Quebrada Casitas, nótese el pozo a tajo abierto recién destapado y en pleno bombeo para limpiar el mismo, momentos en que se toma una muestra de agua.

9.5.2 Niveles de concentración de los iones cloruro, sulfato y magnesio

- **Ión cloruro (Cl⁻)**

Los cloruros presentes en las aguas son en general muy solubles, muy estables en disolución y difícilmente precipitables.

- En la **zona I**, los valores varían entre 71,00 y 205,90 mg/l, observándose los valores más altos en el sector El Palmo, en éste

último sobrepasa el límite máximo tolerable por consiguiente es de aceptable a pésima calidad para el consumo.

Entre los sectores Pitayal y Tacna Libre las aguas son de aceptable calidad (92,30 y 9,40 mg/l).

- En la **zona II**, el nivel es de 213,00 mg/l, observando dicho valor en el sector Casitas, valor que no sobrepasa los límites permisibles, por lo que se puede indicar que las aguas son de buena calidad para el consumo humano.
- En la **zona III**, los niveles fluctúan entre 262,70 y 596,40 mg/l, observando el máximo valor en el sector El Trigal, distrito de Casitas (pésima calidad).

- **Ion sulfato (SO_4^-)**

El sulfato es una sal moderadamente soluble a muy soluble y las aguas con concentraciones altas de este ión actúan como laxantes. Entre 2 y 150 ppm se consideran como aguas dulces.

Los valores de los niveles de concentración de los sulfatos en las aguas subterráneas del área en estudio, se observan en los cuadros del Anexo V: Hidrogeoquímica, cuyos rangos de variación se aprecian en el cuadro N° 9.12, del cual se concluye lo siguiente:

- En la **Zona I**, la mayor parte de los valores obtenidos se encuentran dentro del rango permisible; sin embargo en los sectores El Ciénego y El Palmo sobrepasan los valores tolerables (284,16 y 423,36 ppm)
- En la **Zona II**, en el sector Casitas se han obtenido el valor, 317,76 ppm el mismo que se encuentra fuera de los máximos valores permisibles establecidos por la Organización Mundial de La Salud (OMS.).
- En la **Zona III**, entre los sectores Averías y El Trigal los valores obtenidos sobrepasan los rangos tolerables, así tenemos 322,56 y 596,40 ppm.

- **Ión magnesio (Mg^{++})**

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

En toda el área de estudio, la concentración de magnesio en las aguas subterráneas; están muy por debajo del límite máximo tolerable establecidos por la Organización Mundial de Salud; por lo tanto no existe riesgo alguno en cuanto a la concentración de este elemento.

- En la **zona I**, los valores varían entre 7,56 y 66,00 ppm

Entre los sectores Pitayal y Tacna Libre las aguas son de aceptable calidad (11,40 y 16,32 ppm)

- En la **zona II**, el nivel es de 37,20 mg/l, observando dicho valor en el sector Casitas.
- En la **zona III**, los niveles fluctúan entre 45,00 y 81,60 ppm, observando el máximo valor en el sector El Trigal, distrito de Casitas.

9.5.3 Nivel de sólidos totales disueltos (STD)

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

Los valores de STD se aprecian en el Anexo V: Hidrogeoquímica.

- En la **Zona I**, los niveles de sólidos totales disueltos fluctúan de 234 a 835 ppm, que se encuentran dentro del rango permisible y corresponden a aguas de buena a mala potabilidad.

Entre los sectores La Choza y Cherrelique, los niveles de STD fluctúan de 234 a 274 ppm y se encuentran dentro del rango permisible de potabilidad.

- En la **Zona II**, el nivel de sólidos totales fluctúa en 875 ppm, observándose valor que se encuentran en el rango de mala potabilidad.
- En la **Zona III**, de la totalidad de muestras analizadas el mayor porcentaje presenta niveles de STD que fluctúan de 963 a 1812 ppm, valores que sobrepasan el rango permisible (aguas de mala calidad).

Resumiendo indicaremos que en la quebrada Casitas, la mayoría de sectores ubicados en las zonas I (El Ciénego, Pitayal, La Choza, Cherrelique, El Palmo y Tacna Libre), en la zona II (Casitas y Cañaverál), presentan niveles de sólidos totales disueltos – STD entre 234 ppm y 875 ppm, valores que corresponden a aguas de buena a regular calidad; mientras que en menor porcentaje en los sectores de la zona III, los niveles de STD sobrepasan los límites máximos permisibles (963 y 1812 ppm).

En el cuadro N° 9.14 se muestra el resumen de los valores de los sólidos totales disueltos obtenidos en toda el área de estudio.

CUADRO N° 9.14
VARIACIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS
QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	STD (ppm)
I	234 - 835
II	875
III	963 - 1812

9.5.4 Niveles de dureza y pH

- **Dureza**

Los niveles de dureza de las aguas subterráneas del valle en estudio por distrito político se presentan en el Anexo V: Hidrogeoquímica, del cual deducimos que en la mayor parte de los distritos los niveles o rangos de concentración que predominan, se encuentran dentro de los límites máximos tolerables establecidos por la Organización Mundial de la Salud, sin embargo, no se descarta la presencia de aguas muy blandas y muy duras; estos últimos se localizan generalmente cerca al mar.

Los efectos que originan su consumo son: Si las aguas son muy blandas, serían muy agresivas, y por consiguiente, no adecuadas para la bebida o si las aguas son muy duras, éstas pueden producir gran consumo de jabón, incrustaciones y dificultad para la cocción de los alimentos.

- **pH**

De manera general los rangos de variación del pH en el área de estudio (6.4 – 7.7), se encuentran dentro de los límites máximos tolerables.

9.5.5 Calificación de las aguas subterráneas

La calificación de las aguas subterráneas en el área de estudio se ha realizado teniendo como base los diagramas de potabilidad de las aguas. Ver figuras N° 9.7 al 9.9 del Anexo V: Hidrogeoquímica. En general, las aguas subterráneas presentan potabilidad que **varía de buena a mala**, aunque en algunos sectores las aguas son de mediocre calidad (sector Averías).

- **Zona I**

En esta zona predominan las aguas de potabilidad buena a pasable; mientras que en el sector El Palmo, las aguas son de mala potabilidad. Ver figuras del Anexo V: Hidrogeoquímica.

▪ **Zona II**

En esta zona entre los sectores Cañaverl, Huaquillas y Tamarindo, se observan que las aguas que más predominan son de calidad mediocre a mala. Ver figuras del Anexo V: Hidrogeoquímica.

▪ **Zona III**

En el distrito de Casitas (sectores Averías, Pueblo Nuevo y El Trigo) predominan las aguas de potabilidad mediocre apreciándose en algunos pozos agua de potabilidad mala (IRHS – 86). Ver figuras del Anexo V: Hidrogeoquímica.

En el cuadro N° 9.15, se muestra un resumen de la potabilidad de las aguas.

CUADRO N° 9.15
POTABILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Potabilidad
I	Buena – mediocre – pasable
II	Mediocre – mala
III	Mediocre – mala

INGENIERÍA DE POZOS



- 10.1.0 Condiciones hidrogeológicas de la Quebrada Casitas
- 10.2.0 Ubicación de los sectores favorables para la perforación de pozos
- 10.3.0 Diseño preliminar de los pozos

10.0.0 INGENIERÍA DE POZOS

10.1.0 Condiciones hidrogeológicas del acuífero en la Quebrada Casitas

El resultado del presente estudio a permitido definir que en el acuífero de la Quebrada Casitas, **NO** toda el agua almacenada es de buena calidad, en ese sentido se ha ubicado áreas con buenas, regulares y malas condiciones hidrogeológicas, en el primer caso (buenas) son depósitos conformados mayormente por clastos medios con inclusiones de clastos gruesos, permeables y saturados con agua poca o nada mineralizada, las regulares; son depósitos de permeabilidad media a baja y/o las aguas presentan cierta mineralización y las malas; son depósitos cuyas aguas almacenadas se encuentran mineralizadas (salobres) y/o con poca o nula permeabilidad (clastos muy finos). Ver Lámina N° 10.1

En ese sentido, el estudio ha demarcado en el valle 140 Has con buenas condiciones, 262 Has regulares y 767 Has con malas condiciones hidrogeológicas.

Por otro lado, debe indicarse que el subsuelo en la Quebrada Casitas presenta 04 horizontes:

- El primer horizonte, superficial y se encuentra en estado seco.
- El segundo horizonte, subyace al anterior y está conformada por dos capas, el **superior** constituido por clastos muy gruesos, permeables y saturados (resistividades que varían de 142 a 254 Ohm-m), el **inferior** conformado por clastos gruesos de buena permeabilidad y en estado saturado (resistividades que varían de 83 a 103 Ohm-m), su espesor varía entre 11.00 y 56.00 m y se presenta a partir de los 8.00 a 22.00 m de profundidad.
- El tercer horizonte, de gran potencia (55.00 – 68.00 m), infrayace al anterior y se presenta a partir de los 34.00 – 52.00 m de profundidad. Mayormente está constituido por clastos finos de baja permeabilidad pero semi saturado (resistividades de 11 a 14 ohm.m) y/o el agua almacenada es mineralizada.
- El cuarto horizonte, el más profundo y por sus resistividades representan al basamento rocoso impermeable.

En general el acuífero en la Qda. **NO** presenta grandes espesores, de allí que pierda calidad como acuífero.

10.2.0 Ubicación de los sectores favorables para la perforación de pozos

El estudio ha permitido delimitar en la Quebrada Casitas, sectores para la perforación de seis (06) pozos, existiendo la posibilidad de perforar adicionalmente un (01) pozo más (2da. Opción).

Los pozos a perforarse deben tener profundidades hasta de 30.00 m, tal como se indica en el cuadro N° 10.1

Por otro lado, su ubicación con respecto al más próximo será de 280.00 m, lo cual garantiza la ausencia de interferencia, aun cuando el pozo sea sometido a bombeos de 24 horas/día.

La distribución de los pozos a perforarse se muestra en el cuadro N° 10.1 y la ubicación de los sectores favorables para la perforación de nuevos pozos en la Lámina N° 10.1

CUADRO N° 10.1
POZOS A PERFORAR POR CENTROS POBLADOS Y SECTORES
QUEBRADA CASITAS - 2006

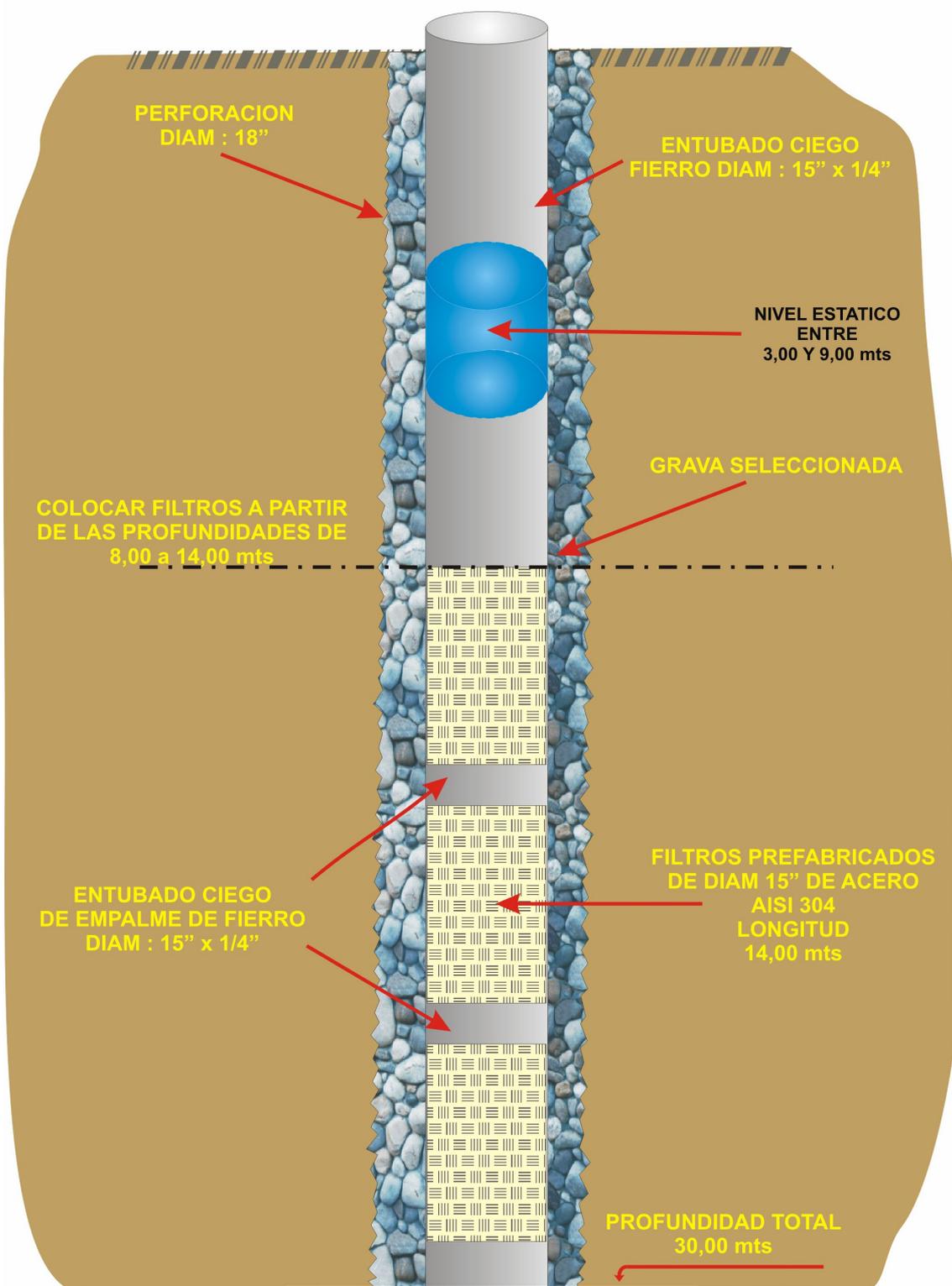
CENTROS POBLADOS	ZONA	SECTOR	NÚMERO DE POZOS A PERFORARSE	PROFUNDIDAD DE POZOS (m)	NIVELES ESTÁTICOS (m)
Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre	I	* 1ra Opción			
		Cherrelique SEV – 27	01	30	8.89
		Cherrelique SEV – 42	01	30	8.50
		Cherrelique SEV – 28	01	30	10.86
		Cherrelique SEV – 29	01	30	8.00
		El Palmo SEVs N°s 52 y 55	01	30	8.00
		Bellavista SEV – 59	01	30	8.00
		* 2ra Opción			
		Cañaveral de La Peña cerca de los SEVs N°s 79 y 196	01	30	2.20 – 2.30
TOTAL			07		

10.3.0 Diseño preliminar de los pozos

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se ha podido establecer el diseño preliminar tentativo de los pozos a perforarse en la Quebrada Casitas. (Fig. N° 10.1). Este diseño deberá ajustarse a otro definitivo de acuerdo a los resultados de la diagráfia o perfilaje eléctrico a efectuarse en el pozo, una vez concluida su perforación.

DISEÑO PRELIMINAR DEL POZO

ESCALA 1/500
(Fig. N° 10.1)



La ubicación definitiva de los tramos del filtro, quedará definida en base a los resultados de la diagráfia o perfilaje eléctrico a efectuarse en el pozo, una vez concluida la perforación.

10.3.1 Diseño físico

10.3.1.1 Profundidad y diámetro de los pozos

- **Profundidad**

Los pozos a perforarse tendrán profundidades máximas de 30.00 m

Las profundidades que deben tener los pozos y las ubicaciones donde se colocaran los filtros, se muestran en el cuadro N° 10.2, esta última depende directamente del nivel dinámico que tendrá cada pozo al cabo de 20 años, que es su vida útil.

- **Diámetro**

Los pozos tendrán diámetros uniformes de 18" en toda su longitud.

Entubado definitivo y área filtrante

0.00 m a + 0.30 m

Entubado ciego de fierro de 15" de diámetro.

0.00 m a 30.00 m

Tubería de fierro (ciego) de 15" de diámetro con tramos de filtros prefabricados de acero tipo AISI 304, ubicados frente a los estratos acuíferos de mejor permeabilidad, cuyos tramos serán determinados de acuerdo a los resultados de los análisis granulométricos de las muestras de la perforación y/o cuando se realiza una diagráfia o perfilaje eléctrico en el pozo una vez que éste haya sido perforado. La longitud de los filtros debe tener 14.00 m, los que permitirán obtener caudales hasta de 25 l/s.

Tentativamente los filtros deben colocarse tal como se indica en el cuadro N° 10.2:

CUADRO N° 10.2
PROFUNDIDADES DE LOS FILTROS POR SECTORES
QUEBRADA CASITAS - 2006

SECTOR	PROFUNDIDAD A COLOCARSE LOS FILTROS (m)	PROFUNDIDAD A PERFORARSE LOS POZOS (m)
* 1ra Opción		
Cherrelique SEV – 27	14	30
Cherrelique SEV – 42	14	30
Cherrelique SEV – 28	14	30
Cherrelique SEV – 29	14	30
El Palmo SEVs N°s 52 y 55	14	30
Bellavista SEV – 59	14	30
* 2ra Opción		
Cañaveral de La Peña cerca de los SEVs N°s 79 y 196	8	30

Pre Filtro o empaque de grava

El espacio anular que queda entre la perforación (18") y el entubado definitivo (15") debe ser rellenado con grava seleccionada, redondeada, limpia y libre de sedimentos, cuya granulometría será determinada en base al análisis de las muestras del terreno extraído del acuífero durante la perforación.

A photograph showing a large concrete pipe discharging water into a concrete channel. The water is turbulent and white with foam. The background shows a dry, grassy area with trees and a building. A digital timestamp '15:01' is visible in the upper right corner of the photo.

RESERVAS TOTALES Y EXPLOTABLES

11.1.0 Reservas totales

11.2.0 Reservas explotables

11.0.0 RESERVAS TOTALES Y EXPLOTABLES

11.1.0 Reservas totales

Uno de los aspectos de gran importancia, enmarcados dentro del presente estudio, es determinar los volúmenes de agua almacenados en el reservorio acuífero; en la medida que su conocimiento implica contar con los elementos suficientes acerca de la disponibilidad hídrica subterránea existente y sus posibilidades de explotación.

Con el propósito de tener menor error en el cálculo de las reservas totales, todo el área del acuífero fue discretizado en mallas cuadradas de 500 m de lado, haciendo un total de 146 (ver Lámina N° 11.1). El cálculo de agua almacenada se realizó en cada una de las 146 mallas cuadradas. Los resultados se presentan en el Anexo VI: Reservas Totales.

Cada malla cuadrada debe tener los siguientes datos:

- Espesor del acuífero (calculado en base a los sondeos eléctricos).
- Profundidad promedio del nivel estático.
- Superficie o área.
- Coeficiente de almacenamiento.

Para el cálculo de las reservas totales del acuífero se utilizó la siguiente expresión:

$$R_t = \sum [A_c \times e_c \times s]$$

donde:

- R_t = Reservas totales del acuífero en m^3 .
 A_c = Área de cada malla en m^2 .
 e_c = Espesor promedio del acuífero saturado de cada malla en m.
 s = Coeficiente de almacenamiento

El espesor del acuífero saturado es.

$$e_c = P_b - P_{ne}$$

donde:

- P_b = Profundidad promedio del basamento rocoso de cada malla en m.
 P_{ne} = Profundidad promedio del nivel estático en cada malla en m.

Las Reservas Totales almacenadas en el acuífero (2006), que corresponden íntegramente a la Quebrada Casitas, son de 29'273,681.020 m^3 (29,27 MMC).

11.2.0 Reservas explotables

Se define a las reservas explotables, como los volúmenes de agua subterránea disponible sobre los recursos regulados y las reservas permanentes. Una vez determinada la reserva explotable, se podrá tener un caudal promedio constante, que no perjudique al acuífero en cantidad ni en calidad.

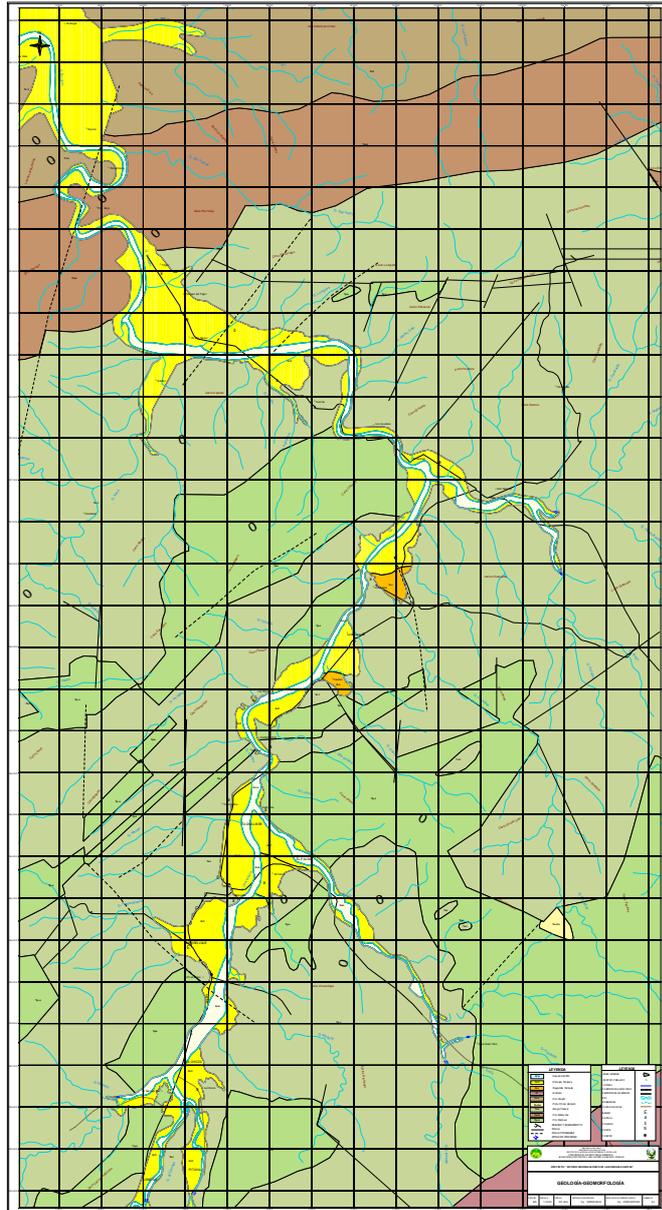
El cálculo de los recursos hídricos explotables es netamente estadístico, debiéndose basarse en un gran número de datos de base para un largo periodo de años. En relación al acuífero de la Qda. Casitas, esto no ha sucedido así, debido a que no se ha realizado controles piezométricos en consecuencia no se ha podido definir los años hidrológicos y por ende las piezometrías máximas y mínimas de cada año. Calcular las reservas en esas condiciones daría como resultado valores no confiables.

**RESUMEN
DE
RESULTADOS**



12.0.0 RESUMEN DE RESULTADOS

- El levantamiento geológico – geomorfológico ha permitido delimitar todo el acuífero Casitas en el área investigada, así como también, ha identificado tres (03) unidades hidrogeológicas: Afloramientos rocosos, depósitos aluviales y Glacis coluviales. Ver plano adjunto.



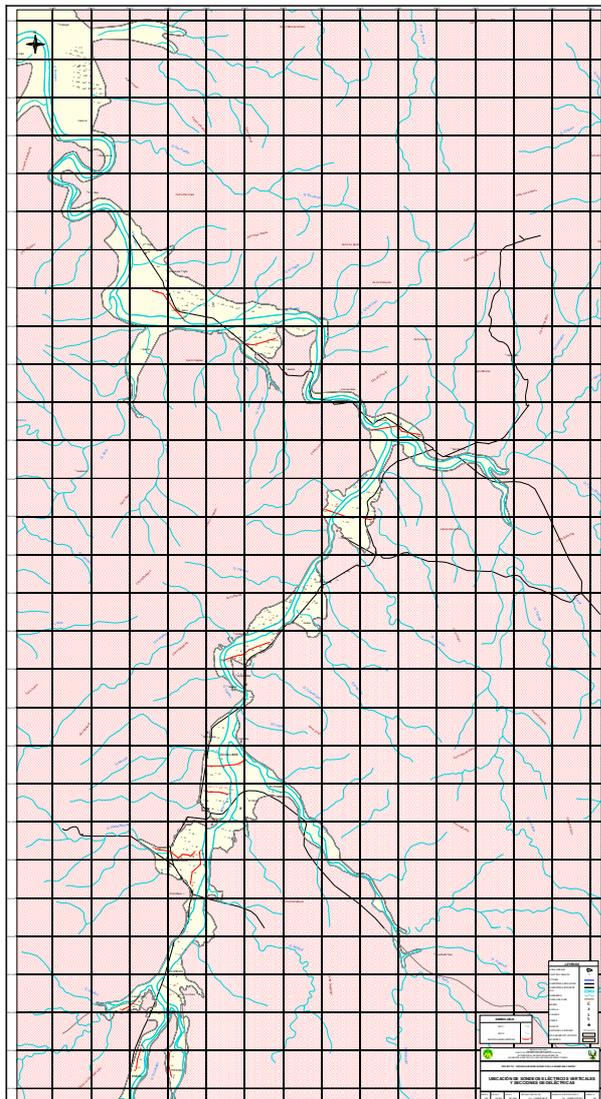
- Los afloramientos rocosos constituyen el basamento impermeable en el área de estudio y está formado por rocas ígneas intrusivas del batolito de la costa y por rocas volcánicas–sedimentarias de la formación Salinas.
- Los depósitos aluviales son los más importantes para la exploración y explotación de las aguas subterráneas, los que conjuntamente con los depósitos coluviales constituyen el acuífero Casitas. Debe indicarse que dentro de los depósitos aluviales están comprendidos las terrazas (un nivel) y el lecho actual de la quebrada. Ver foto N° 31



FOTO N° 31

Vista fotográfica en donde se muestra los cantos rodados en el lecho de la quebrada en la parte superior del área de estudio (Pitayal).

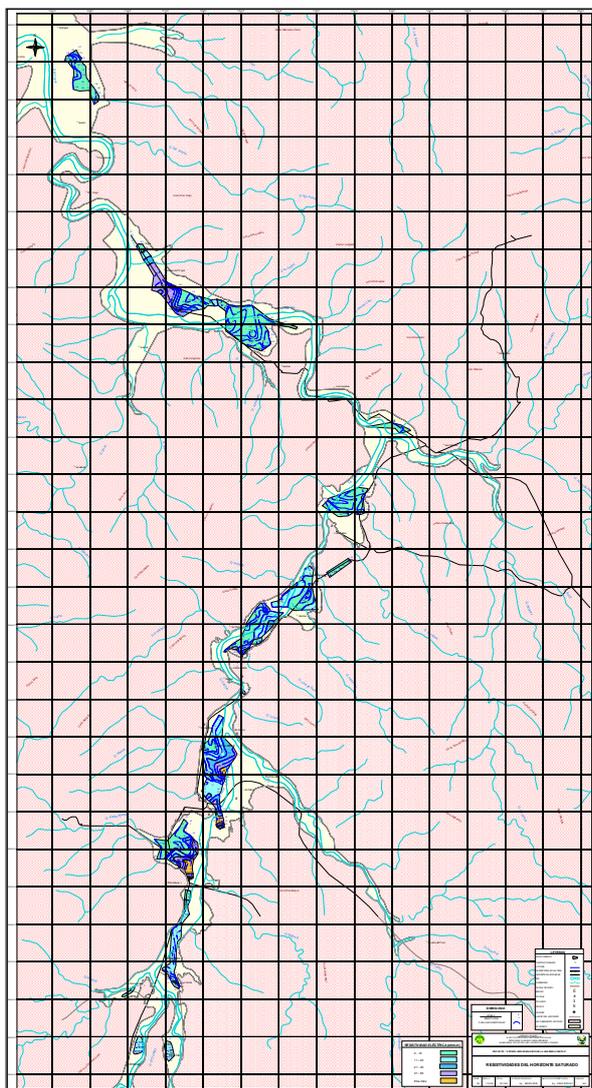
- En el área de estudio se han realizado 204 sondeos eléctricos verticales – SEV, cuya interpretación y posterior análisis ha determinado que los espesores de los materiales sueltos en la Quebrada Casitas varía de 15.00 m, en el sector Pueblo Nuevo a 134.00 m, en el centro poblado El Trigal, ambos espesores se encuentran en la zona III Ver plano adjunto.



- Las resistividades del horizonte saturado en la Qda. Casitas varían de 12 – 15 ohm.m, en el sector Bellavista Baja (zona I) a 70.00 ohm.m en el sector Bellavista (zona I). Así en la **zona I**, las resistividades varían de 12.00 a 70.00 ohm.m; en la **zona II** de 15.00 a 20.00 ohm.m; mientras que en la **zona III**, fluctúan de 30.00 a 40.00 ohm.m. Ver cuadro y plano adjuntos.

VARIACIÓN DE LAS RESISTIVIDADES DEL HORIZONTE SATURADO POR ZONAS QUEBRADA CASITAS - 2006

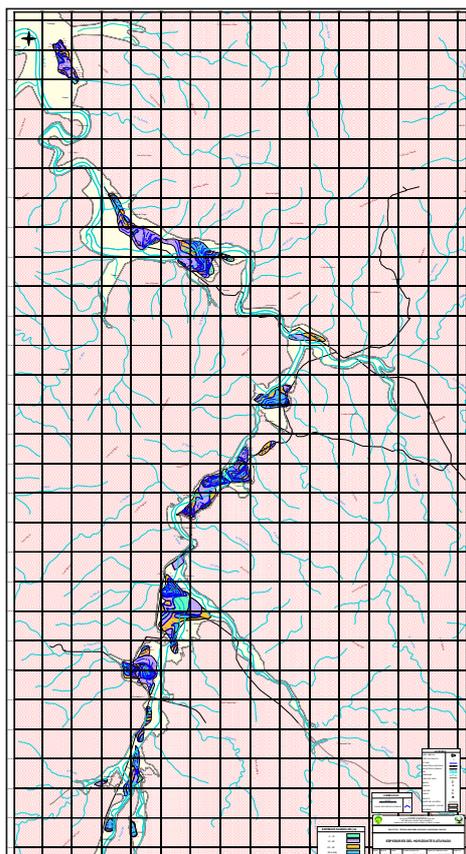
Zona	Sector	Resistividades verdaderas (Ohm.m)
I	Qda. El Ciénego – Pitayal – El Ciénego	16 – 18
	La Choza – Cherrelique	12 – 16
	Cherrelique	60
	Cherrelique	40 – 50
	El Palmo – Bellavista	50 – 70
	Bellavista Baja – Bellavista	12 – 15
	Bellavista – Tacna Libre	20 – 30
	Poblado Bellavista	50 – 60
II	La Peña – La Florida	15 - 20
III	Poblado Pueblo Nuevo – Pampas de Trigal	30 – 40



- Los espesores del horizonte superior saturado en la Qda. Casitas varía de 2.00 m en el sector Averías (zona III) a 70.00 m en el centro poblado La Florida (zona II) y en sectores cercanos a los SEVs 39 y 42 (zona I). Así observamos que en la **zona I**, los espesores del horizonte saturado varían de 5.00 a 70.00 m, en la **zona II** de 10.00 a 70.00 m; mientras que en la **zona III** fluctúan de 2.00 a 60.00 m. Ver cuadro y plano adjunto.

VARIACIÓN DE LOS ESPESORES DEL HORIZONTE SUPERIOR SATURADO POR ZONAS QUEBRADA CASITAS - 2006

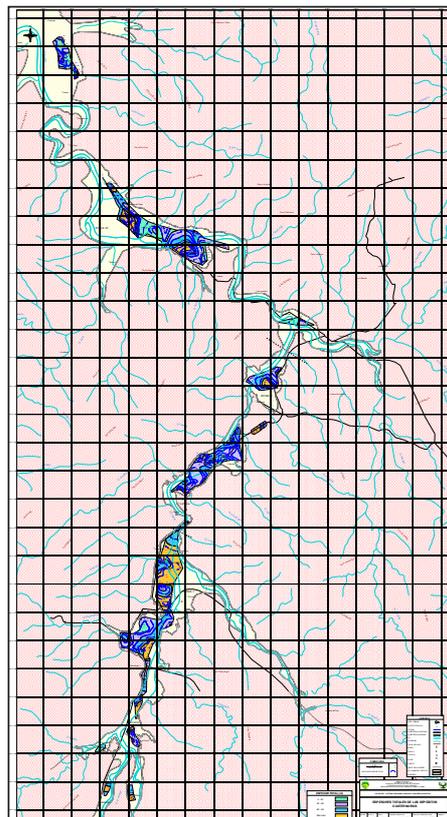
Zona	Sector	Espesor Total (m)
I	El Pitayal	30 – 50
	El Ciénego	10 – 20
	El Ciénego Sur – Quebrada Mulatos	10
	Cercanos a los SEVs-224, 02,03 y 22	30 – 45
	Choza Pueblo – Cherrelique – Alto (SEVs-04 y 05)	10 – 40
	Cherrelique	10 – 30
	Cercanos a los SEVs-41, 42 y 39	35 – 70
	Bellavista - Qda. Cherrelique - El Palmo	10 – 40
	Bellavista – Cordalitos	5 – 25
Tacna Libre – Capillas Cardalitos	20 – 60	
II	Cañaverál – Florida	10 – 35
	La Peña (SEVs N°s 84, 85 y 86)	15 – 40
	C.P. La Florida (SEVs N°s 89, 91, 92, 93, 211 y 212)	10 – 70
	C.P. Casitas y Rinconada	10 – 40
	Rinconada y Pampa La Vara SEVs N°s 15, 16 y 203	10 – 26
	C.P. Huaquillas, Qda. Casitas, La Capilla y Charanal	10 – 60
III	C.P. Tamarindo	10 – 26
	Averías, Averías Baja, Averías Alta y Pueblo Nuevo	2 – 60
	Pueblo Nuevo	15 – 20
	Poblado Pueblo Nuevo y Poblado Pampas El Trigal	10 – 30
	Poblado El Trigal, Pampas El Trigal y Qda. Bocapán	30 – 50



- Por otro lado, la prospección geoelectrica ha definido los espesores totales de los depósitos cuaternarios sueltos de la siguiente manera: En la **zona I**, los materiales sueltos tienen espesores que varían de 18.00 a 128.00 m, mientras que en la **zona II** los espesores sueltos varían de 20.00 a 113.00 m y finalmente en la **zona III** fluctúan de 15.00 a 134.00 m. Ver cuadro y plano adjunto.

VARIACIÓN DE LOS ESPESORES TOTALES DE LOS DEPOSITOS SUeltOS POR ZONAS QUEBRADA CASITAS - 2006

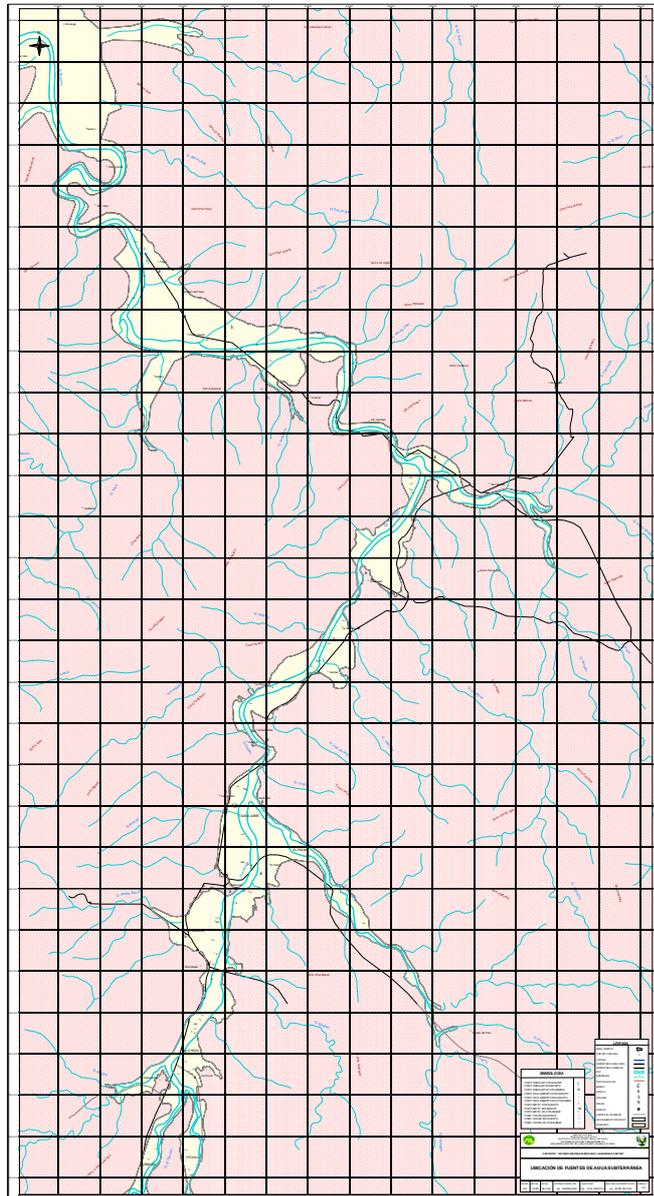
Zona	Sector	Espesor Total (m)
I	El Ciènego Sur – Qda. Mulatos	18 – 23
	Poblado La Choza	33 – 55
	Cerca de los SEVs N°s 224, 02, 03 y 22	113
	Choza Pueblo – Cherrelique Alto	37 – 40
	Cherrelique – Bellavista	94 – 123
	Cherrelique	30 – 48
	Bellavista – Tacna Libre	90 – 128
	Bellavista – Tacna Libre	64 – 82
	Tacna Libre – Cardalitos - Zapotal	60 – 80
II	Cañaveral - Florida	69 – 80
	SEVs N°s 84, 85, 86 y 215	34 – 50
	C. P La Florida (SEVs N°s 89, 91, 92, 93, 211 y 212)	49 – 60
	C.P. Casitas y Rinconada	48 – 60
	Rinconada y Pampa La Vara SEVs N°s 15, 16 y 203	100 – 113
	C.P. Huaquillas, Qda. Casitas, La Capilla y Charanal	39 – 58
	C.P Tamarindo	20 – 28
III	Poblado Averías – Qda. Salada – Qda. Casitas	34 – 57
	Pueblo Nuevo (SEVs-126,128,12, 132 y 133)	95 – 118
	Pueblo Nuevo	15 – 26
	Poblado Pampas El Trigal	93 – 134
	Qda. Bocapán	97
	Centro poblado Suárez – Cerro Altas La Dura	17 – 28
	Qda. Bocapán	31 – 46



- Se ha registrado un total de **92 pozos**; de los cuales 87 son a tajo abierto (94,57 %) 04 tubulares (4,34 %) y 01 mixto (1,09 %). Ver cuadro y plano adjunto.

**DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS, SEGÚN SU TIPO
QUEBRADA CASITAS 2006**

Distrito	Estadística	Tipo de Pozo			
		Tubular	Mixto	Tajo Abierto	Total
Quebrada Casitas	Nº de pozos	04	01	87	92
	%	4,34	1,09	94,57	100,00
Total	Total de pozos	04	01	87	92
	% Total	4,34	1,09	94,57	100,00



- En el área de estudio se ha registrado **36 pozos utilizados** (operativos), **40 utilizables** y **16 no utilizables**. Del total de pozos utilizados, 30 pozos son de uso agrícola y 06 domésticos, no encontrándose pozos de usos pecuario e industrial. Ver cuadros adjuntos.

**DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS SEGÚN SU ESTADO
QUEBRADA CASITAS 2006**

Distrito	Utilizado		Utilizable		No Utilizable		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Quebrada Casitas	36	39,14	40	43,47	16	17,39	92	100,00
Total	36	39,14	40	43,47	16	17,39	92	100,00

**DISTRIBUCIÓN DE LOS POZOS UTILIZADOS SEGÚN SU USO
QUEBRADA CASITAS 2006**

Distrito	Tipo de Pozos según su Uso				Total
	Doméstico	Industrial	Agrícola	Pecuario	
Quebrada Casitas	6	0	30	0	36
Total	6	0	30	0	36

- Las mayores profundidades en los tubulares, varían de 10,90 m (IRHS - 11) a 16,00 m (IRHS - 45), mientras que en los tajos abiertos fluctúan entre 9,20 m y 17,17 m (IRHS 2, sector El Ciénego).
- Las menores profundidades en los pozos es variable, así en los tubulares es de 10,90 m (IRHS 11, sector La Choza); mientras que en los tajos abiertos es de 2,10 m (IRHS N° 28, sector Bellavista) a 5,75 m.
- Del total de pozos equipados (40), 36 son a tajo abierto. Debe indicarse que sólo dos (02) pozos, tienen bombas tipo pistón.



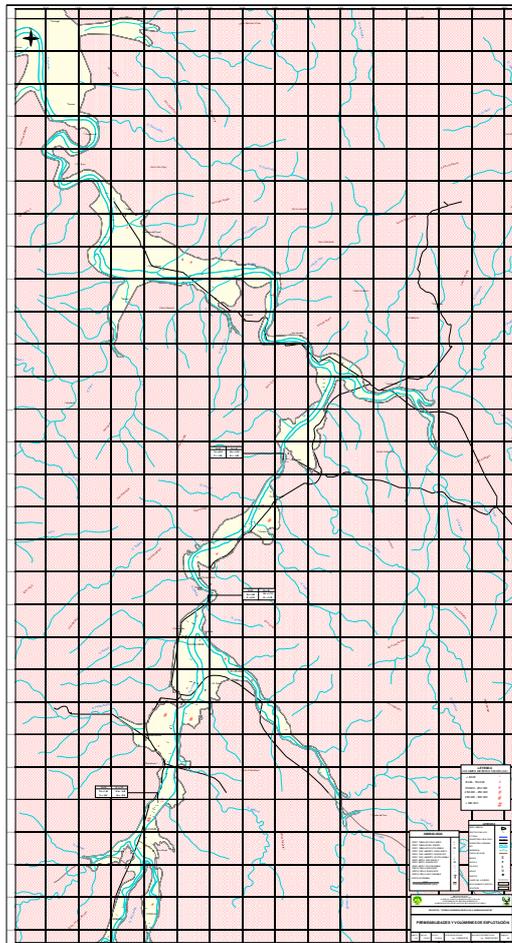
FOTO N° 32

Quebrada Casitas, sector El Palmo, momentos en que los técnicos de campo aforan un pozo a tajo abierto para determinar su caudal.

- El volumen total de las aguas subterráneas explotado del acuífero mediante pozos fue de **4'531872,20 m³ (4,53 MMC)** que equivale a un caudal continuo de 0,14 m³/s, siendo el sector Bellavista donde se registra la mayor explotación de agua con 563524.20 m³ (0,56 MMC). Ver cuadro y plano adjunto.

**DISTRIBUCIÓN DE LA EXPLOTACION POR TIPO DE POZO (m³)
QUEBRADA CASITAS - 2006**

Distrito	Volumen de explotación (m ³)			
	Tajo Abierto	Tubular	Mixto	Total
Quebrada Casitas	4531872,20			4531872,20
Total	4531872,20			4531872,20



- El volumen explotado del acuífero mayormente (93.98 %) es utilizado para fines agrícolas con **4'259135,80 m³ (4,25 MMC)** seguido por el doméstico con **272736,40 m³ (0,02 MMC)** que representa el 6,02 %. Ver cuadro adjunto.

**VOLUMEN DE EXPLOTACIÓN ANUAL (m³), SEGÚN SU USO
QUEBRADA CASITAS 2006**

Distrito	Volumen de Explotación (m ³)				Total
	Agrícola	Doméstico	Pecuario	Industrial	
Quebrada Casitas	4259135,80	272736,40			4531872,20
Total	4259135,80	272736,40			4531872,20

- En la quebrada Casitas, la zona I que comprende los sectores Pitayal, Cherrelique y Tacna Libre es la más explotada con 2,77 MMC, seguido en importancia por la II (Cañaverall, Huaquillas y Tamarindo) con 0,89 MMC y la III (Averías, Pueblo Nuevo y El Trigal) con 0,86 MMC. El sector menos explotado es El Ciénego (zona I) con 0,11 MMC. Ver cuadro adjunto.

VARIACIÓN DE LOS VOLUMENES DE EXPLOTACIÓN POR ZONAS QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Distrito	Volumen de Explotación (m ³)
I	Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre	2,772,718.70
II	Cañaverall – Huaquillas – Tamarindo	892,847.00
III	Averías – Pueblo Nuevo - Trigal	866,306.50

- El reservorio acuífero está conformado principalmente por depósitos aluviales y en forma secundaria por coluviales, siendo el más importante para la prospección y explotación de las aguas subterráneas, el primero de los nombrados.

Litológicamente los aluviales están constituidos por cantos rodados, gravas, guijarros, arenas, arcillas y limos entremezclados en diferentes proporciones, formando horizontes de espesores variables, que se presentan en forma alternada en sentido vertical.

- La napa freática es predominantemente libre, siendo su fuente de alimentación las aguas que se infiltran en la parte alta de la cuenca, así como también, las infiltraciones que se producen en las quebradas, por los canales de riego sin revestir y en las áreas que se encuentran bajo riego.
- La morfología de la napa presenta las siguientes características: el sentido del flujo subterráneo tiene mayormente dos orientaciones principales de este a oeste y de sur a norte, encontrándose gradientes hidráulicas mínimas de 0.31 % en los sectores La Rinconada Huaquillas (zona II) y gradientes máximas de 2.81 % en el sector Pueblo Nuevo (zona III), por otro lado la cota de nivel de agua mínima es de 66.00 m.s.n.m. ubicada en el sector Pueblo Nuevo (zona III); mientras que la cota máxima es de 170.00 m.s.n.m. en el sector El Ciénego Ver cuadro adjunto.

CARACTERÍSTICAS DE LA MORFOLOGÍA DE LA NAPA FREÁTICA QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Sentido Flujo	Gradiente Hidráulica (%)	Rango Cota (msnm)
I	El Ciénego	SE – NO	1,19	156 – 170
	Pitayal	E – O	1,43	162 – 168
	La Choza	NO – SE	0,35	159 – 162
	Cherrelique	SE – NO	1,74	144 – 160
	El Palmo	E – O	1,00	135 – 145
	Tacna Libre	E – O	1,00	130 – 137
II	Cañaverall	E – O	1,14	115 – 123
	Casitas	S – N	2,27	110 – 120
	Rinconada – Huaquillas	S – N	0,31	104 – 106
III	Tamarindo	E – O	0,71	90 – 95
	Averías	S – N	1,25	75 – 85
	Pueblo Nuevo	NO - SE	2,81	66 – 75

- La profundidad de la napa freática en el área investigada fluctúa entre **0,42 – 11,26 m**, observándose que las mayores profundidades de los niveles se encuentran entre 5,80 – 11,26 m (sectores Averías y El Ciénego – Distrito de Casitas); mientras que las mas superficiales (0,42 – 0,60 m) en los sectores Cherrelique y La Florida. Ver cuadro adjunto.

**PROFUNDIDAD DE LOS NIVELES ESTÁTICOS
QUEBRADA CASITAS - 2006**

Zona	Distrito	Sector	Profundidad del Nivel Freático (m)
I	Casitas	Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre	0,42 – 11,26
II		Cañaverall – Huaquillas – Tamarindo	0,60 – 7,25
III		Averías – Pueblo Nuevo - Trigal	1,40 – 5,80

- Las tres (03) pruebas de bombeo han permitido calcular los parámetros hidráulicos en parte de la quebrada Casitas, cuyo análisis permite deducir que el acuífero es libre y presenta de regulares a buenas condiciones hidráulicas. Ver cuadro adjunto.

**PARÁMETROS HIDRÁULICOS
QUEBRADA CASITAS - 2006**

Zona	Parámetros Hidráulicos	Valores
I	T (m ² /s)	1,62 x 10 ⁻²
	K (m/s)	5,15 x 10 ⁻⁴
II	T (m ² /s)	1,90 x 10 ⁻² a 3,66 x 10 ⁻²
	K (m/s)	3,20 10 ⁻⁴ a 4,40 10 ⁻⁴

- Los radios de influencia en Casitas fluctúan entre 93.00 y 263.00 m, observándose en ciertos sectores una marcada interferencia de pozos y por consiguiente descensos de los niveles de agua. Ver cuadro adjunto.

**RADIOS DE INFLUENCIA
EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

TIEMPOS DE BOMBEO (hr)	RADIOS DE INFLUENCIA (m)
3	93
6	131
8	152
10	169
12	186
14	201
16	214
18	227
20	240
22	251
24	263

- La **conductividad eléctrica** en el área de estudio fluctúa de 0,41 a 3,91 mmhos/cm, llegando incluso a 4,15 mmhos/cm, valores que representan aguas de baja a alta mineralización (dulces a salobres). Puntualmente en ciertos lugares las conductividades llegan a 5,96 y 10,68 mmhos/cm (zona III).

**VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
QUEBRADA CASITAS - 2006**

Sectores	Zona	Variación de la Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)
Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre	I	0,41 – 1,75
Cañaverl – Huaquillas – Tamarindo	II	1,25 – 2,06
Averías – Pueblo Nuevo - Trigal	III	1,14 – 3,91

- Las familias hidrogeoquímicas que predominan en el área de estudio, son la **Sulfatada cálcica** y en menor proporción la Sulfatada sódica. Ver cuadro adjunto.

**FAMILIAS HIDROGEOQUÍMICAS PREDOMINANTES
QUEBRADA CASITAS - 2006**

Sectores	Zona	Familia Hidrogeoquímica
Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre	I	Bicarbonatada cálcica Bicarbonatada sódica Sulfatada sódica Sulfatada cálcica
Cañaverl – Huaquillas - Tamarindo	II	Sulfatada cálcica
Averías – Pueblo Nuevo - Trigal	III	Sulfatada cálcica Sulfatada sódica

- La calidad de las aguas con fines de riego según la conductividad eléctrica, varía de **buena a dudosa**. Ver cuadro adjunto.

**CLASES DE AGUA PARA RIEGO
SEGÚN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (WILCOX)
QUEBRADA CASITAS - 2006**

Sectores	Zona	Conductividad Eléctrica (mmhos/cm)	Clases de Agua
Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre	I	0,41 – 1,75	Buena a permisible
Cañaverl – Huaquillas - Tamarindo	II	1,25 – 2,06	Permisible a dudosa
Averías – Pueblo Nuevo - Trigal	III	1,14 – 3,91	Permisible a inadecuada

- Las clases de aguas subterráneas para riego según el RAS y la C.E. es variada, prevaleciendo en la zona I (Pitayal a Tacna Libre) las clases **C₂ S₁** y **C₃ S₁**; en las zonas II (Cañaverl a Tamarindo) la clase **C₃ S₁**; finalmente en la zona III (Averías a Trigal) destacan las clases **C₃ S₁** y **C₄ S₂**, la primera de las nombradas (C₂ S₁) es de buena calidad y apta para la agricultura; mientras que todas las restantes pueden utilizarse para el riego pero bajo ciertas restricciones. Ver cuadro adjunto.

CLASES DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN EL RAS Y LA C.E.
QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Clasificación según el RAS y la C. E.
I	C ₂ - S ₁ / C ₃ - S ₁
II	C ₃ - S ₁
III	C ₃ - S ₁ / C ₄ - S ₂

- La potabilidad de las aguas en la quebrada Casitas varía de buena a mediocre, (diagramas de potabilidad) aunque en algunos lugares; las aguas son de mala calidad (sectores El Ciénego y El Palmo).
- Bacteriológicamente las aguas subterráneas en la zonas I, se califican como potables, debido a que los coliformes totales y fecales no sobrepasan los límites permisibles, mientras que en ciertos sectores (zona II y III), se precisa la aplicación de un tratamiento (coagulación, sedimentación, filtración y desinfección) para que sea apta para el consumo humano.

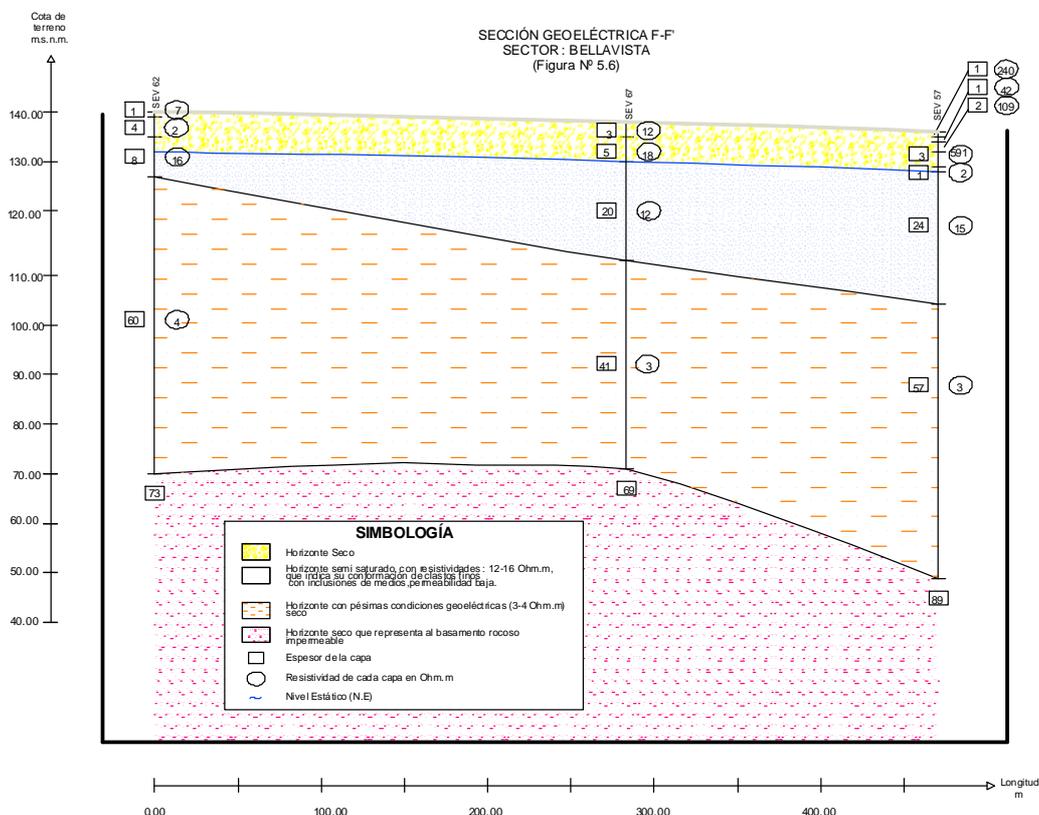
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS
AGUAS SUBTERRÁNEAS. QUEBRADA CASITAS - 2006

Zona	Sector	Distrito	IRHS N°	Coliformes Totales (NMP/ml x muestra)	Coliformes Fecales (NMP/ml x muestra)
I	La Choza	Casitas	12	46	3
	Cherrelisque		27	0,4	0
	Huaquillas		64	2	0
	Tamarindo		70	0,4	0
	La Choza		90	2,8	0
II	Cañaverl		50	0,9	0
III	Trigal		87	4,3	0
	Averías		73	0	0

- El presente estudio hidrogeológico, ha permitido ubicar áreas con buenas, regulares y malas condiciones hidrogeológicas, en el primer caso (buenas) son depósitos conformados mayormente por clastos medios con inclusiones de clastos gruesos, permeables y saturados con agua poco o nada mineralizada, las regulares son depósitos de permeabilidad media a baja y/o las aguas presentan cierta mineralización; y las malas son depósitos cuyas aguas almacenadas se encuentran mineralizadas (salobres) y/o con poca o nula permeabilidad (clastos muy finos).
- El área total que abarca el presente estudio es de 3847.27 has. habiéndose delimitado en la Qda. Casitas, 140.43 has con buenas condiciones hidrogeológicas, 262.11 has con regulares condiciones hidrogeológicas y 767.31 has con malas o pésimas condiciones hidrogeológicas.
- Como resultado del estudio hidrogeológico se ha determinado la estructura del subsuelo en la Qda. Casitas, la cual presenta 04 horizontes:
 - ✓ El primer horizonte, superficial y se encuentra en estado seco.

- ✓ El segundo horizonte, subyace al anterior y está conformada por dos capas, el **superior** constituido por clastos muy gruesos, permeables y saturados (resistividades de 142 a 254 Ohm.m), el **inferior** conformado por clastos gruesos de buena permeabilidad y en estado saturado (resistividades de 83 a 103 Ohm.m), su espesor varía entre 11.00 y 56.00 m y se observa a partir de los 8.00 a 22.00 m de profundidad.
- ✓ El tercer horizonte, de gran potencia (55.00 – 68.00 m), infrayace al anterior y se presenta a partir de los 34.00 – 52.00 m de profundidad, mayormente está constituido por clastos finos de baja permeabilidad pero semisaturado (resistividades de 11 a 14 ohm.m) y/o el agua almacenada es mineralizada.
- ✓ El cuarto horizonte, el más profundo y por sus resistividades representan al basamento rocoso impermeable.

En general, el acuífero en la Qda. **NO** presenta grandes espesores, de allí que éste pierda calidad como acuífero. Ver gráfico adjunto.



- Los resultados del presente estudio, ha permitido ubicar sectores donde se podría perforar hasta **07 pozos tubulares**. Ver cuadro adjunto.

**POZOS A PERFORAR POR CENTROS POBLADOS Y SECTORES
QUEBRADA CASITAS - 2006**

CENTROS POBLADOS	ZONA	SECTOR	NÚMERO DE POZOS A PERFORARSE	PROFUNDIDAD DE POZOS (m)	NIVELES ESTÁTICOS (m)
Pitayal – Cherrelique – Tacna Libre	I	* 1ra Opción			
		Cherrelique SEV – 27	01	30	8.89
		Cherrelique SEV – 42	01	30	8.50
		Cherrelique SEV – 28	01	30	10.86
		Cherrelique SEV – 29	01	30	8.00
		El Palmo SEVs N°s 52 y 55	01	30	8.00
		Bellavista SEV – 59	01	30	8.00
		* 2ra Opción			
Cañaveral de La Peña cerca de los SEVs N°s 79 y 196	01	30	2.20 – 2.30		
TOTAL			07		

- Se ha diseñado en forma preliminar y tentativamente los pozos tubulares a perforarse, los mismos que tendrán una profundidad máxima de 30.00 m y un diámetro uniforme de 18 pulgadas en toda su longitud.

Por otro lado, la ubicación de los filtros depende principalmente del nivel de agua que tendrá a cabo de 20 años (vida útil), en el cuadro adjunto se muestra la ubicación de éstos.

**PROFUNDIDADES DE LOS FILTROS POR SECTORES
QUEBRADA CASITAS - 2006**

SECTOR	PROFUNDIDAD A COLOCARSE LOS FILTROS (m)	PROFUNDIDAD A PERFORARSE LOS POZOS (m)
* 1ra Opción		
Cherrelique SEV – 27	14	30
Cherrelique SEV – 42	14	30
Cherrelique SEV – 28	14	30
Cherrelique SEV – 29	14	30
El Palmo SEVs N°s 52 y 55	14	30
Bellavista SEV – 59	14	30
* 2ra Opción		
Cañaveral de La Peña cerca de los SEVs N°s 79 y 196	8	30

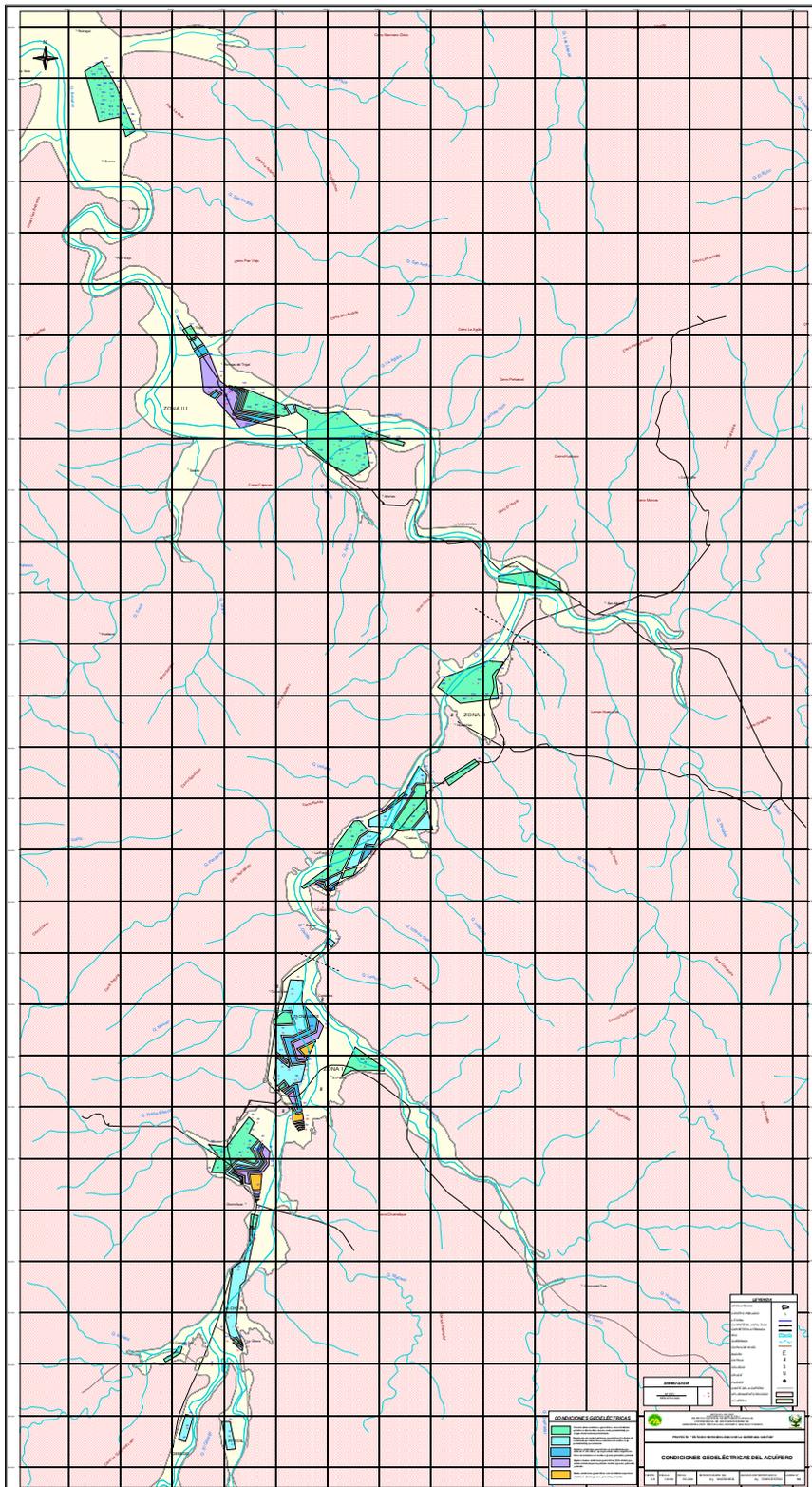
- Para el cálculo de la reserva total de agua almacenada en el acuífero, éste fue discretizado en 146 mallas cuadradas (500 m por lado) calculándose para el año 2006, una reserva total de 29'273681.020 m³ (29,27 MMC).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

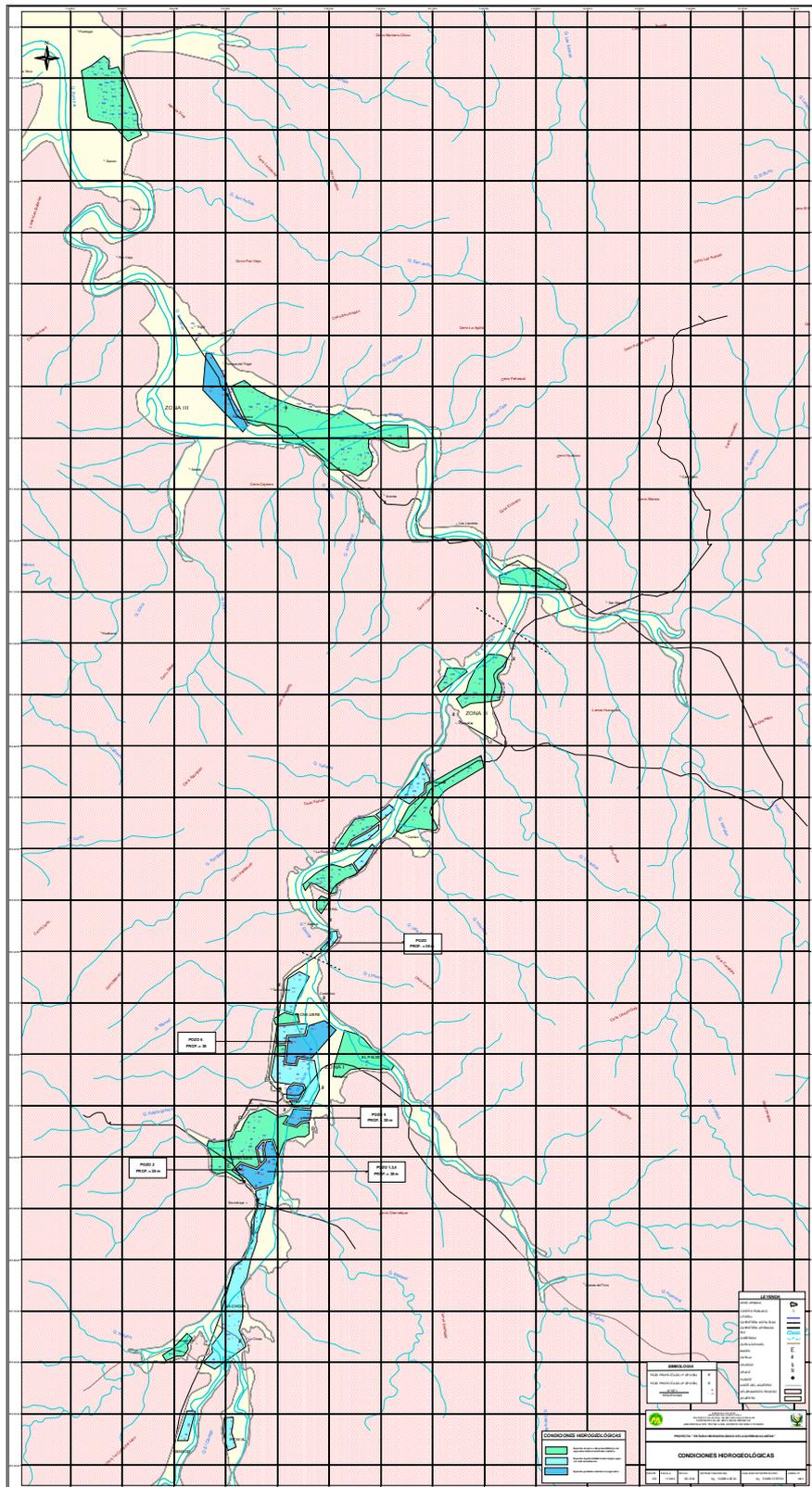
- 13.1.0 Conclusiones**
- 13.2.0 Recomendaciones**



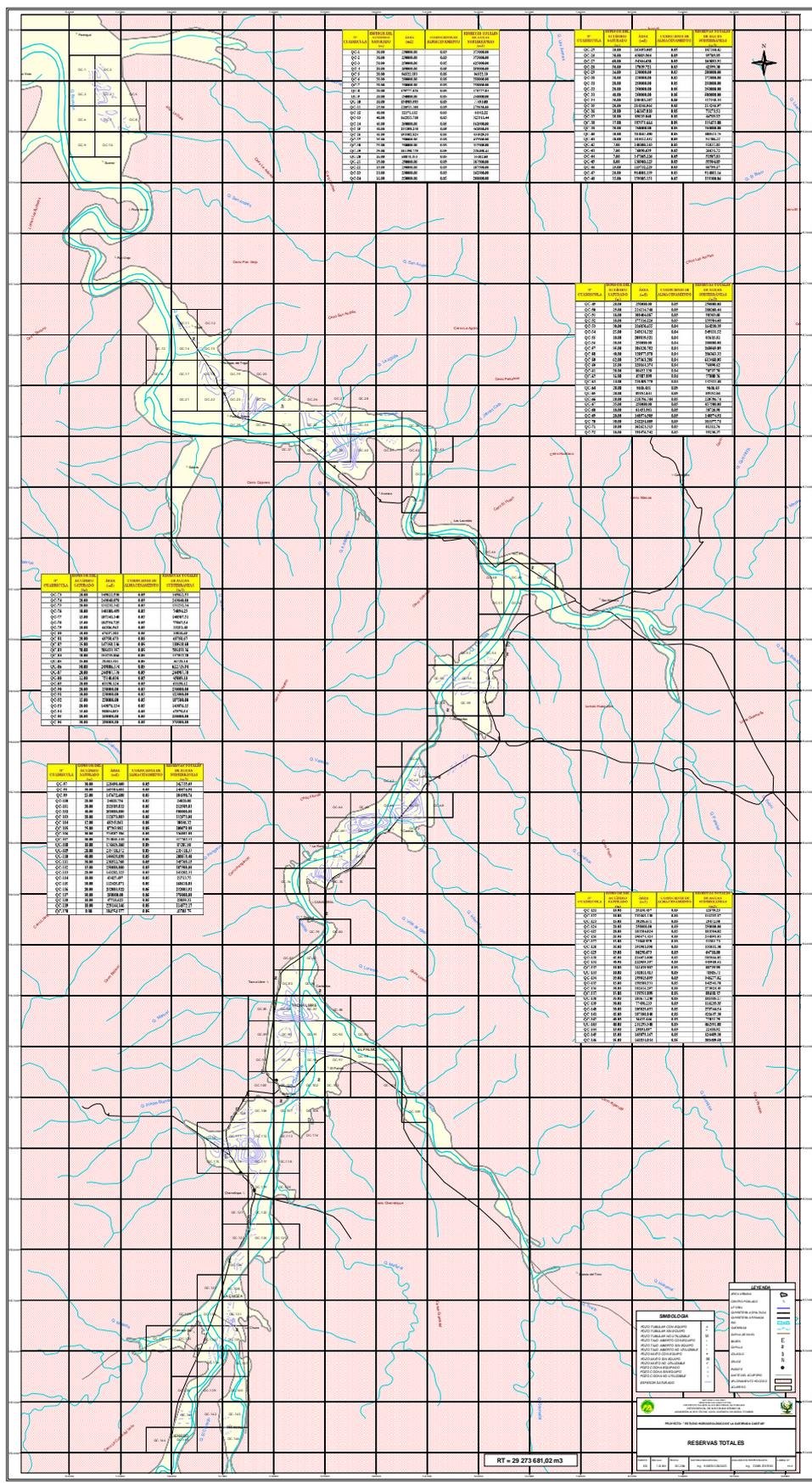
- El resultado del presente estudio ha permitido definir que en el acuífero del área estudiada (3847.27 has), **NO** todo el agua almacenado en el subsuelo es de buena calidad, habiéndose ubicado áreas con buenas, regulares y malas condiciones hidrogeológicas; existiendo 140.43 Has con buenas condiciones, 262.11 Has con regulares condiciones y 767.31 has con malas o pésimas condiciones hidrogeológicas. Las áreas restantes posiblemente o no están saturadas o se encuentran secas (2677.42 Has). Ver plano adjunto.



- El estudio ha ubicado sectores donde es factible la perforación de seis (06) pozos, existiendo la posibilidad de perforar adicionalmente un (01) pozo más (2da. opción). Por otro lado, la ubicación de los pozos con respecto al más próximo es de 280.00 m, lo cual garantizará la ausencia de interferencia con pozos vecinos, aún cuando el pozo sea sometido a bombeos de 24 horas/día. Ver plano adjunto.

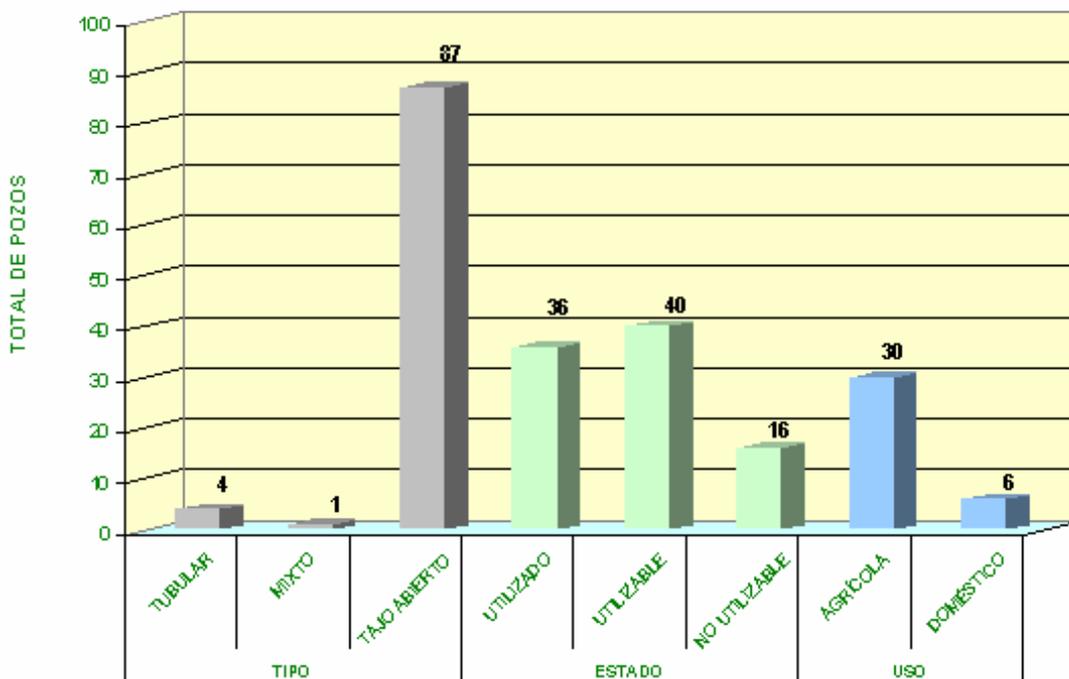


- El estudio determinó que la reserva total de agua almacenada en el acuífero de la Qda. Casitas fue de 29,27 MMC (2006). Ver plano adjunto.



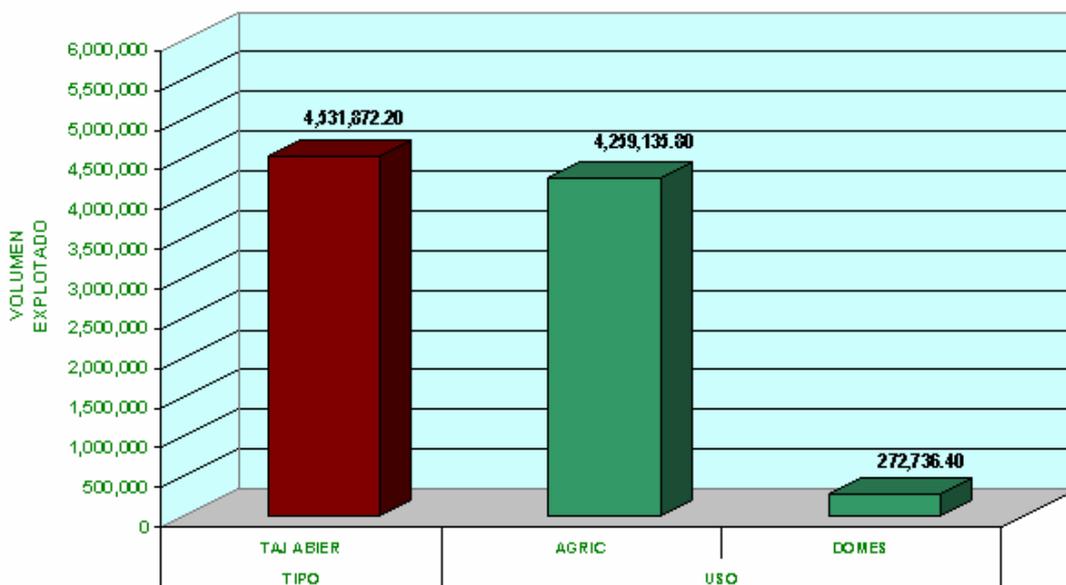
- Se actualizó el inventario de pozos, registrándose un total de 92, siendo mayormente a tajo abierto (87), así mismo del total de pozos, 36 se encuentran en estado utilizado, 40 utilizables y 16 pozos no utilizables.

DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LOS POZOS POR TIPO, ESTADO Y USO
QUEBRADA CASITAS 2006

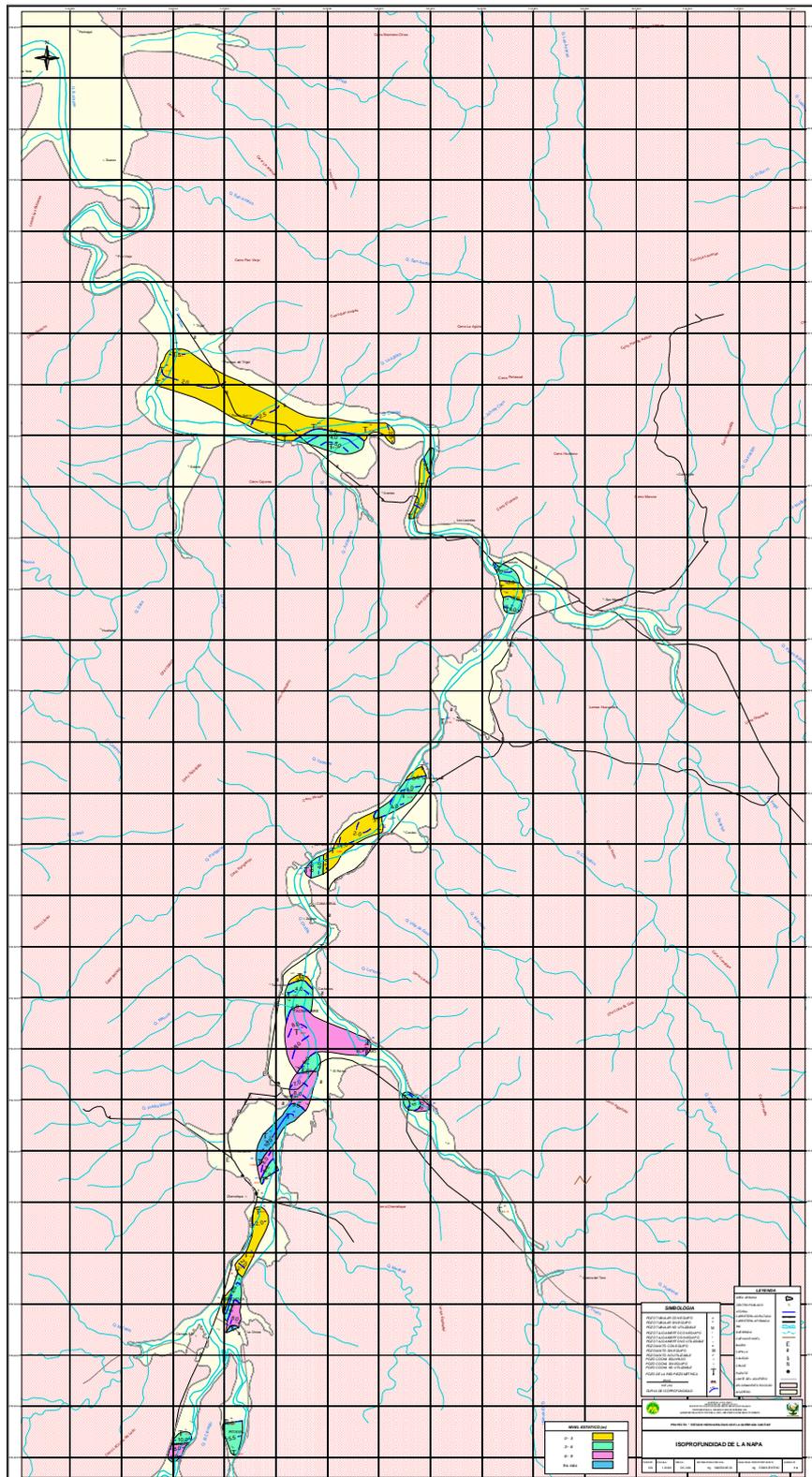


- El volumen total de agua explotado del acuífero fue de 4,53 MMC (0,14 m³/s), extraído en su totalidad mediante pozos a tajo abierto, cuyas aguas principalmente son utilizados en la agricultura y en forma mínima para uso doméstico (0,27 MMC).

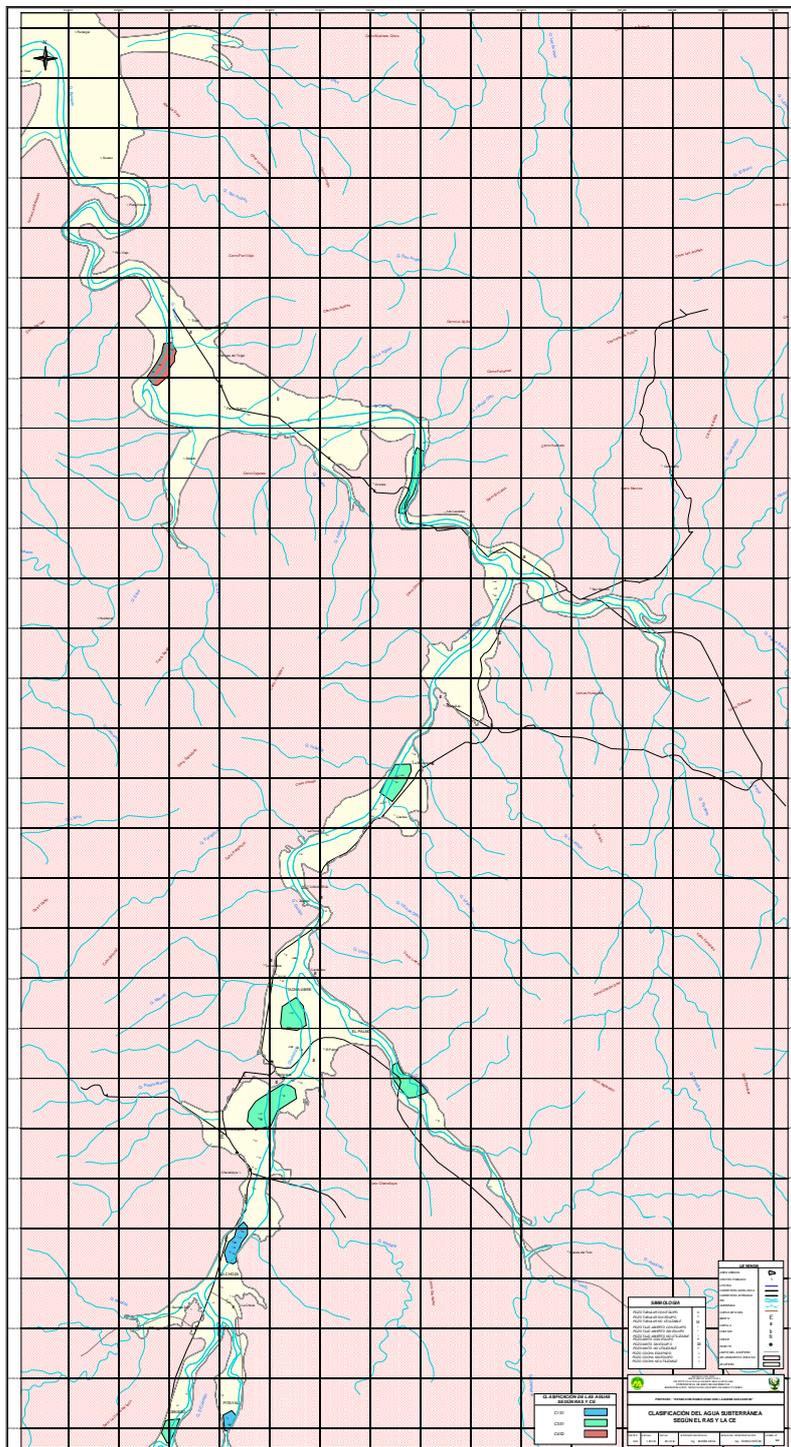
EXPLOTACIÓN TOTAL DE LOS POZOS POR TIPO Y USO (M3)
QUEBRADA CASITAS 2006



- Se ha conformado las redes de control tanto piezométrica (43 pozos), como hidrogeoquímica (43 pozos), los que permitirán realizar el seguimiento cuantitativo y cualitativo de las aguas almacenadas en el acuífero.
- En el área de estudio, el nivel del agua se encuentra entre 0,42 y 11,26 m de profundidad. Ver plano adjunto.



- El acuífero en toda el área de estudio es libre de origen aluvial y de edad cuaternaria. El flujo subterráneo en la quebrada Casitas, tiene varias orientaciones, prevaleciendo la de este a oeste y con una gradiente hidráulica de 0,31 % a 2,81 %.
- Las aguas para riego según el RAS y C.E. se clasifican mayormente como C₂S₁, C₃S₁ y C₄S₂ la primera es de buena calidad y apta para la agricultura, mientras que las dos restantes pueden ser utilizada en la agricultura pero bajo ciertas restricciones. Ver plano adjunto.



- Según la potabilidad de las aguas en Casitas, estas fluctúan de pasable a mediocre, aunque hay sectores que presentan buena calidad. Bacteriológicamente las aguas en ciertos lugares de los sectores I, II y III, se clasifican como potables debido a que los valores de los coliformes fecales y totales no sobrepasan los límites permisibles.

13.2.0 Recomendaciones

- Con los resultados del presente estudio y los monitoreos que se ejecutarán, debe elaborarse un modelo matemático de simulación del acuífero Casitas, el mismo que permitirá evaluar y minimizar los impactos potenciales que la explotación de las aguas subterráneas puede provocar en el régimen hidrológico. Asimismo, el modelo determinará los caudales seguros y sostenibles a largo plazo, de manera que garantice un manejo adecuado y técnico de los recursos hídricos.
- Realizar un estudio del balance hídrico, que permitirá determinar la recarga del acuífero.
- Continuar con el monitoreo del acuífero, tanto cuantitativo como cualitativo para lo cual deben utilizar las redes de control tanto piezométrico como hidrogeoquímico.
- Debido a la escasez de agua de buena calidad, debe utilizarse el recurso racionalmente mediante sistemas de riego tecnificado; implantando cultivos con alta rentabilidad y baja demanda de agua.
- Elaborar programas de suministro de agua para lo cual se debe tener en cuenta el comportamiento del reservorio acuífero.
- Ejecutar campañas de aforos a los pozos operativos dos veces al año, que permitirá tener actualizado y conocer el volumen de agua que se explota del acuífero.
- Se recomienda que en todos los pozos operativos, deben instalarse caudalímetros, que permitirá verificar el caudal explotado.
- Se recomienda realizar una campaña de prospección geofísica a través de TDEMs principalmente en áreas en donde es factible necesario para complementar la información obtenida a través de los SEVs.
- Debe actualizarse permanentemente los inventarios de fuentes de agua subterránea.
- En zonas rurales, las aguas subterráneas para uso poblacional deben ser tratadas antes de ser consumidas.
- Debe conformarse un área técnica de aguas subterráneas, con personal técnico permanente, para realizar el seguimiento y control del acuífero.

- Sólo debe otorgarse la renovación del derecho de uso a aquellos pozos que están funcionando o son operativos es decir, poseen la infraestructura y sus equipos de bombeo.

BIBLIOGRAFÍA



14.0.0 BIBLIOGRAFÍA

- **Cesar R. Vilela, 1970** : Hidrogeología. Universidad de Tucumán – Argentina.
- **S. N. Davis / R.S. de Wiest, 1971** : Hidrogeología. Ediciones Ariel – Barcelona.
- **Adolfo Factor, 1973** : Manual de Aguas Subterráneas. Universidad de Los Andes, Mérida – Venezuela.
- **Jean Louis Astier, 1975** : Geofísica aplicada a la Hidrogeología. Paraninfo – Madrid.
- **E. Custodio / M. Llamas, 1976** : Hidrogeología subterránea. Ediciones Omega S.A. Barcelona.
- **U. V. Iaruboskii / L.L. Liajov, 1980** : Exploración eléctrica. Editorial Reverte S.A.
- **P. P. Klimentov / V. M. Kónonov, 1982** : Metodología de las investigaciones hidrogeológicas. Editorial MIR - Moscú.
- **S. Foster / R. Hirata, 1991** : Determinación de riesgos de contaminación de las aguas subterráneas. CEPIS.
- **Harold C.** : “Explotación de Aguas Subterráneas en la Costa del Perú”.
- **Salignac M.** : “Investigación de las aguas subterráneas de la zona de la Costa y Sierra”.
- **Castany G.** : “Prospección y Exploración de las Aguas Subterráneas”.



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

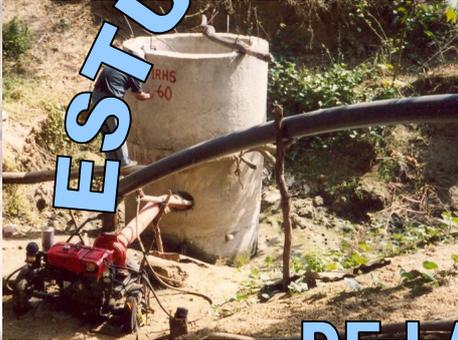


ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

DE LA QUEBRADA CASITAS

ANEXOS

TUMBES, DICIEMBRE 2006





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



PERSONAL DIRECTIVO

Dr. Isaac Roberto Ángeles Lazo	Jefe del INRENA
Ing°. Enrique Salazar Salazar	Intendente de Recursos Hídricos
Ing°. Mario Aguirre Núñez	Director de Recursos Hídricos
Ing°. William Salas La Madrid	Administrador Técnico del Distrito de Riego Tumbes

PERSONAL EJECUTOR

Ing°. Edwin Zenteno Tupiño	Especialista en Hidrogeología – Geofísica
Ing°. José Sifuentes Gallardo	Profesional en Hidrogeología

PERSONAL DE APOYO

Ing°. Manuel Ayasta Cornejo	Profesional en Hidrogeología
Sr. Julio Chunga Tapia	Técnico en computación e informática
Sr. Jorge Laura Vallejos	Técnico operador equipo geofísico
Sr. Arturo Fernández Alvarado	Técnico de campo
Sr. José Granados Durand	Técnico de campo
Sr. Alan Requejo Cóndor	Técnico de campo
Sr. Juan Yamunaque Incio	Técnico de campo

ANEXOS

ANEXO I PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

- Cuadros de interpretación cuantitativa de los Sondeos eléctricos verticales – SEV
- Gráficos de las curvas de los Sondeos eléctricos verticales - SEV



**CUADRO DE INTERPRETACIÓN
CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS
ELÉCTRICOS VERTICALES - SEV**

QUEBRADA CASITAS

**INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES –SEV
QUEBRADA CASITAS – 2006**

SEV N°	CAPA GEOELÉCTRICA								
	R ₁ h ₁	R ₂ h ₂	R ₃ h ₃	R ₄ h ₄	R ₅ h ₅	R ₆ h ₆	R ₇ h ₇	R ₈ H ₈	R ₉ H ₉
1	225.00 1.21	457.00 1.56	26.20 0.39	13.90 8.69	7.93 42.80	36.20			
2	189.00 2.95	784.00 4.66	58.40 0.89	18.30 48.80	5.02 55.40	45.10			
3	67.30 1.26	525.00 2.55	31.60 8.25	12.30 32.10	7.34 71.90	18.10			
4	39.50 0.90	267.00 4.42	129.00 3.09	81.00 3.48	6.65 85.70	8.41			
5	30.65 1.20	160.20 1.31	33.65 8.45	7.56 41.92	27.96				
6	121.00 1.00	30.70 2.75	7.73 36.00	70.70					
7	21.60 2.58	308.00 3.01	10.60 32.60	19.70					
8	38.50 1.43	83.00 1.19	30.70 1.41	5.94 70.60	29.10				
9	43.10 1.66	2.74 12.30	4.26 19.60	15.00					
10	9.68 1.54	4.60 48.10	12.60						
11	140.00 1.10	1,380.00 3.57	7.57 43.60	3.69 70.00	932.00				
12	119.00 1.51	18.50 3.22	5.10 57.40	9.14					
13	9.92 1.00	1.04 0.61	6.21 3.24	2.50 8.14	10.50				
14	10.50 0.92	157.00 2.85	19.30 0.85	3.85 38.80	31.80				
15	17.00 1.20	122.00 2.24	24.40 23.50	6.30 85.70	68.40				
16	33.80 1.35	12.20 4.17	4.85 34.10	5,676.00					
17	143.00 1.00	1,030.00 0.68	145.50 5.69	83.21 50.16	11.17 56.84	129.00			
18	319.70 1.00	462.80 7.63	194.10 20.72	73.01 4.60	13.52 42.74	66.13			
19	496.50 1.44	1,018.00 2.42	254.30 18.35	102.70 16.41	12.92 47.73	1,464.00			
20	553.00 2.06	1,123.00 1.80	99.60 8.52	8.78 31.20	18.00				
21	237.00 1.00	476.00 2.73	68.40 3.52	9.54 51.40	25.80				
22	693.00 2.15	200.00 6.10	81.00 4.61	13.70 43.20	6.50 58.70	70.40			
23	231.10 1.62	84.90 7.84	16.43 39.45	6.20 65.76	19.79				
24	92.40 1.00	883.00 1.14	44.80 9.45	11.70 53.60	24.10				

R = Resistividad de la capa en Ohm.m
h = Espesor de la capa en mts.

**INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES –SEV
QUEBRADA CASITAS – 2006**

SEV N°	CAPA GEOELÉCTRICA								
	R ₁ h ₁	R ₂ h ₂	R ₃ h ₃	R ₄ h ₄	R ₅ h ₅	R ₆ h ₆	R ₇ h ₇	R ₈ H ₈	R ₉ H ₉
25	34.80 1.25	26.50 3.81	13.80 10.00	26.50 21.40	8.37 48.20	45.20			
26	20.60 1.31	4.91 1.78	24.70 6.26	9.61 27.60	40.50				
27	31.62 1.00	170.30 8.04	71.86 14.20	8.68 95.04	604.60				
28	30.70 0.86	156.00 3.17	88.90 4.92	64.30 12.40	11.30 40.20	17.40 101.00	0.42		
29	69.00 2.32	344.00 3.78	31.60 14.20	14.00 35.00	3.41 68.20	11.30			
30	9.79 1.00	602.00 0.72	54.20 20.30	0.22 2.01	2.46 46.00	1,198.00			
31	21.20 2.14	1.28 1.43	4.73 36.00	9.31					
32	16.01 1.20	3.40 13.16	1.15 18.46	15.46					
33	106.00 4.31	74.30 1.71	2.82 42.30	5.32					
34	16.00 2.26	3.52 10.40	1.25 20.50	8.57					
35	3.54 1.20	12.84 1.54	2.94 3.53	6.84 11.83	3.44 27.58	5.46			
36	10.90 4.63	5.84 4.18	2.64 17.70	5.64					
37	1.64 1.00	4.06 0.94	1.71 25.33	4.96					
38	20.70 1.20	35.10 1.45	16.10 3.19	2.67 24.30	5.21				
39	25.10 1.00	144.00 0.43	8.73 5.13	2.47 63.60	3.40				
40	29.00 2.57	18.60 1.31	2.17 22.10	5.81					
41	6.42 1.03	251.00 3.45	8.35 89.70	12.90					
42	6.24 1.33	30.70 17.10	34.00 11.10	5.64 43.90	44.40				
43	201.00 1.34	819.00 3.35	128.00 0.33	24.20 35.00	12.60 25.10	29.40			
44	60.63 3.66	169.40 1.44	66.62 23.05	14.23 73.34	90.19				
45	34.80 0.85	9.90 1.32	112.00 2.83	26.30 3.81	12.40 67.20	32.30			
46	1,139.00 1.65	436.00 1.20	11.90 42.80	24.90					
47	12.00 3.61	1.32 32.00	7.02						
48	13.10 1.20	7.88 3.55	1.27 26.10	7.47					

*R = Resistividad de la capa en Ohm.m
h = Espesor de la capa en mts.*

**INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES –SEV
QUEBRADA CASITAS – 2006**

SEV N°	CAPA GEOELÉCTRICA								
	R ₁ h ₁	R ₂ h ₂	R ₃ h ₃	R ₄ h ₄	R ₅ h ₅	R ₆ h ₆	R ₇ h ₇	R ₈ H ₈	R ₉ H ₉
49	10.50	23.70	3.96	2.62	9.42				
	2.92	3.04	15.70	59.10					
50	8.86	53.10	10.20	2.18	11.40				
	1.10	2.25	2.02	35.50					
51	72.80	246.00	81.00	2.25	8.41				
	0.84	1.37	1.33	33.20					
52	61.60	1,238.00	185.00	88.80	7.89	21.40			
	1.00	0.51	7.69	11.70	39.20				
53	8.03	4.98	1.44	7.70	14.60				
	1.00	3.36	4.52	16.70					
54	116.30	1,322.00	14.92	24.40					
	1.13	1.42	51.97						
55	40.30	226.00	69.80	10.50	2,525.00				
	1.62	5.32	35.30	29.40					
56	92.60	361.00	156.00	21.40	4.52	11.70			
	1.88	1.47	5.56	29.30	62.70				
57	240.00	42.30	591.00	1.93	15.20	2.67	22.80		
	1.00	0.61	3.20	1.35	25.00	58.10			
58	29.70	432.00	69.00	5.73	21.00				
	1.12	1.82	6.82	91.50					
59	33.60	0.30	15.70	27.30	7.25	118.00			
	1.00	0.10	13.00	21.40	70.70				
60	9.78	0.15	4.16	14.40	2.73	45.70			
	1.00	0.19	6.91	16.60	76.30				
61	27.30	0.06	5.66	9.60	4.18	9.35			
	1.00	0.03	9.12	24.40	84.00				
62	6.87	2.33	16.30	3.91	11.00				
	1.00	3.48	8.24	59.90					
63	10.10	4.98	13.80	3.69	12.40				
	2.00	10.60	12.00	74.30					
64	11.70	6.20	8.95	5.14	8.99				
	1.70	7.08	23.60	80.20					
65	18.00	33.70	5.06	9.91					
	1.00	15.70	111.00						
66	9.11	278.00	2.40	12.00	3.67				
	1.93	3.28	16.40	63.30					
67	11.50	17.70	12.20	3.40	10.00				
	3.28	4.65	19.70	41.60					
68	26.96	7.84	19.95	1.75	5.09	6.76			
	1.10	3.06	9.17	4.77	84.30				
69	30.50	17.70	13.90	4.43	12.90				
	2.57	7.43	9.22	97.10					
70	18.20	8.27	3.52	12.50					
	12.00	18.00	62.90						
71	7.75	1.63	11.74	4.27	11.67				
	2.61	3.04	21.50	81.52					
72	71.40	7.67	0.90	3.43	8.07				
	1.20	1.31	2.73	45.70					

R = Resistividad de la capa en Ohm.m
h = Espesor de la capa en mts.

**INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES –SEV
QUEBRADA CASITAS – 2006**

SEV N°	CAPA GEOELÉCTRICA								
	R ₁ h ₁	R ₂ h ₂	R ₃ h ₃	R ₄ h ₄	R ₅ h ₅	R ₆ h ₆	R ₇ h ₇	R ₈ H ₈	R ₉ H ₉
73	8.31 1.46	2.05 4.12	18.60 10.40	3.15 65.70	8.02				
74	6.96 1.00	3.38 8.70	12.20 13.10	5.08 88.50	19.40				
75	5.96 1.09	65.50 2.01	11.70 21.30	5.02 65.50	24.60				
76	13.30 1.00	172.00 9.83	7.55 31.00	1.22 38.70	543.00				
77	13.30 1.00	172.00 9.83	7.55 31.00	1.22 38.70	543.00				
78	64.00 1.00	785.00 1.33	33.80 10.60	4.03 115.00	819.00				
79	17.90 2.65	224.00 4.03	33.60 5.56	3.02 35.10	15.50				
80	145.00 1.16	104.00 2.17	108.00 7.18	5.08 58.50	12.30				
81	6.23 7.21	11.80 16.80	3.85 49.20	21.70					
82	3.77 1.08	8.54 1.27	3.18 2.89	9.42 23.90	4.79 62.90	20.90			
83	12.63 1.20	5.63 4.33	10.00 6.22	3.77 39.75	13.66				
84	5.66 3.93	2.41 2.78	12.48 14.83	2.89 28.43	11.11				
85	10.16 1.06	4.96 6.83	9.73 6.61	1.82 23.01	12.56				
86	9.16 1.00	0.47 0.19	6.92 7.83	17.60 11.10	2.37 23.30	13.80			
87	7.88 1.20	3.87 4.12	8.50 80.39	33.56					
88	3.97 2.50	2.57 7.20	7.00 46.20	18.50					
89	10.20 1.17	1.62 3.44	9.90 10.30	2.96 38.10	26.00				
90	48.00 1.00	0.07 0.03	3.31 47.90	12.30					
91	45.30 1.12	2.37 6.13	11.90 13.20	3.41 43.20	14.70				
92	13.88 1.00	0.81 1.78	1.93 19.63	13.22					
93	5.96 1.20	32.10 6.81	16.40 7.09	5.52 44.90	27.40				
94	6.09 1.20	25.40 2.80	27.10 4.19	14.50 5.34	4.85 55.40	15.90			
95	9.49 1.09	43.90 1.82	15.90 20.40	2.47 55.60	24.60				
96	107.00 1.06	6.03 0.88	23.30 4.74	26.70 2.51	12.40 9.57	4.51 76.60	29.10		

*R = Resistividad de la capa en Ohm.m
h = Espesor de la capa en mts.*

**INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES –SEV
QUEBRADA CASITAS – 2006**

SEV N°	CAPA GEOELÉCTRICA								
	R ₁ h ₁	R ₂ h ₂	R ₃ h ₃	R ₄ h ₄	R ₅ h ₅	R ₆ h ₆	R ₇ h ₇	R ₈ H ₈	R ₉ H ₉
97	75.30	8.76	21.70	15.00	6.00	7.00	15.70		
	1.11	1.48	7.06	4.01	21.90	50.10			
98	8.99	31.80	14.80	7.78	22.80				
	2.00	4.36	8.00	95.10					
99	7.71	1.07	11.30	3.73	29.40				
	1.99	2.96	9.16	65.70					
100	43.60	1.39	4.69	10.70					
	1.68	1.74	40.80						
101	55.20	0.19	8.13	4.77	2.55	24.10			
	1.00	0.08	12.40	44.50	60.10				
102	8.39	3.16	8.17	5.46	11.00				
	1.80	2.16	32.81	60.88					
103	7.48	128.00	1.67	23.00					
	3.53	7.95	34.80						
104	6.73	155.00	1.39	1.36	1,071.00				
	2.55	9.69	11.80	43.50					
105	10.10	28.20	10.90	3.70	9.51				
	1.06	2.67	1.14	16.20					
106	215.00	9.13	3.36	18.80					
	2.44	4.46	48.30						
107	1.59	52.17	7.34	1.60	162.60				
	1.00	1.02	20.40	36.23					
108	7.33	6.02	4.41	11.80					
	4.22	23.40	64.50						
109	31.90	1.28	7.38	3.46	13.30				
	1.25	1.37	25.50	66.80					
110	4.40	9.35	5.13	10.70					
	1.00	1.94	26.30						
111	31.20	3.41	1.85	8.93					
	2.06	5.78	23.80						
112	25.00	0.01	2.83	6.33					
	1.00	0.03	26.90						
113	10.19	6.51	2.74	8.08					
	1.41	9.73	23.61						
114	3.78	45.10	2.94	12.00					
	2.34	3.26	28.80						
115	58.90	8.46	28.80	3.28	8.60				
	1.20	4.10	5.71	26.80					
116	43.20	8.50	32.50	3.39	21.70				
	2.51	2.73	5.71	37.40					
117	152.00	27.20	8.09	4.47	11.50				
	1.40	2.26	20.00	27.60					
118	9.77	17.80	6.42	1.92	11.40				
	1.20	1.31	8.51	15.40					
119	2.74	1.59	8.47						
	5.27	15.40							
120	28.40	8.70	1.39	6.52					
	2.53	8.08	15.50						

R = Resistividad de la capa en Ohm.m
h = Espesor de la capa en mts.

**INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES –SEV
QUEBRADA CASITAS – 2006**

SEV N°	CAPA GEOELÉCTRICA								
	R ₁ h ₁	R ₂ h ₂	R ₃ h ₃	R ₄ h ₄	R ₅ h ₅	R ₆ h ₆	R ₇ h ₇	R ₈ H ₈	R ₉ H ₉
121	95.40 1.27	33.80 5.25	19.00 1.09	10.90 8.47	2.41 46.10	11.40			
122	4.65 1.10	0.51 1.06	1.42 13.39	5.51					
123	1.60 0.98	3.02 1.73	1.46 10.70	4.91					
124	58.70 1.00	4.30 0.58	461.00 3.70	0.83 17.00	1,127.00				
125	35.90 3.62	145.00 5.67	4.06 47.80	12.10					
126	80.30 1.87	987.00 3.46	52.60 17.60	3.43 94.60	8.20				
127	7.94 8.14	2.50 37.40	11.30						
128	13.80 1.50	1.10 4.59	3.95 89.10	362.00					
129	19.20 1.90	3.18 3.15	5.83 14.00	3.39 82.10	13.30				
130	54.50 1.00	13.60 6.89	2.55 39.50	8.57					
131	117.00 1.28	9.45 4.21	2.38 29.40	7.28					
132	67.30 2.70	253.00 4.64	81.00 6.46	3.32 95.30	32.40				
133	132.00 2.21	262.00 4.77	81.00 5.99	6.14 40.10	1.49 43.60	344.00			
134	52.20 1.10	8.57 1.78	67.60 5.49	5.46 39.00	17.40				
135	58.30 3.13	88.80 3.40	40.60 3.36	3.73 31.70	14.40				
136	12.40 1.00	329.00 0.61	12.90 14.80	1.79 29.80	8.08				
137	15.60 1.20	6.11 4.11	1.28 20.20	8.35					
138	3.31 1.20	0.76 1.54	2.92 38.10	8.64					
139	0.99 2.52	1.51 16.60	5.30						
140	1.53 4.01	0.47 8.78	10.20						
141	3.35 1.13	0.87 1.77	1.30 18.60	6.05					
142	4.10 1.07	0.47 0.74	1.24 18.80	5.22					
143	4.32 0.89	0.39 0.38	1.19 22.90	7.44					
144	1.72 1.00	0.59 7.31	5.01						

R = Resistividad de la capa en Ohm.m
h = Espesor de la capa en mts.

**INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES –SEV
QUEBRADA CASITAS – 2006**

SEV N°	CAPA GEOELÉCTRICA								
	R ₁ h ₁	R ₂ h ₂	R ₃ h ₃	R ₄ h ₄	R ₅ h ₅	R ₆ h ₆	R ₇ h ₇	R ₈ H ₈	R ₉ H ₉
145	1.01 14.60	6.14							
146	2.86 1.87	1.04 18.30	6.79						
147	1.65 1.05	0.93 22.40	11.70						
148	10.30 1.00	9,846.00 0.25	0.51 21.90	312.00					
149	62.70 1.00	476.00 0.83	93.30 6.37	53.90 9.25	4.70 100.00	116.00			
150	25.80 1.00	884.00 0.53	31.20 19.20	3.03 114.00	230.00				
151	64.30 0.71	162.00 0.96	54.70 3.55	47.90 7.16	3.60 103.00	7.52			
152	23.20 1.00	84.70 2.12	41.50 10.10	25.80 6.19	2.74 100.00	7.09			
153	72.30 1.20	171.00 5.21	37.00 8.07	3.16 63.40	433.00				
154	2.81 1.00	18.90 12.30	44.60 21.20	1.57 58.60	811.00				
155	4.11 1.00	13.10 10.70	33.20 18.50	0.15 3.80	4.57 34.10	666.00			
156	27.08 5.26	6.85 18.26	10.65 24.45	1.68 48.11	119.60				
157	66.90 2.18	31.80 4.86	20.60 5.82	15.70 3.51	3.28 48.50	8.02			
158	3.74 1.00	1.95 18.60	18.30						
159	49.50 3.83	5.34 30.20	17.30						
160	19.00 1.31	29.50 8.93	113.00 19.20	4.51 65.90	997.00				
161	4.12 1.20	69.11 1.31	1.76 17.30	6.03					
162	4.03 1.20	0.82 1.54	3.73 30.07	5.66					
163	7.49 1.20	1.48 5.07	0.60 26.50	4.69					
164	11.10 1.00	1.61 5.51	0.66 21.60	9.21					
165	24.10 1.61	3.12 4.91	0.57 16.70	5.14					
166	9.96 1.99	1.29 18.90	3.82						
167	18.30 1.15	2.98 4.69	0.78 10.70	4.38					
168	5.06 1.00	88.90 0.29	1.00 34.20	6.66					

R = Resistividad de la capa en Ohm.m
h = Espesor de la capa en mts.

**INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES –SEV
QUEBRADA CASITAS – 2006**

SEV N°	CAPA GEOELÉCTRICA								
	R ₁ h ₁	R ₂ h ₂	R ₃ h ₃	R ₄ h ₄	R ₅ h ₅	R ₆ h ₆	R ₇ h ₇	R ₈ H ₈	R ₉ H ₉
169	14.02 2.30	3.26 13.77	1.70 27.69	2.98					
170	3.36 1.77	4.47 7.21	2.17 55.67	4.60					
171	22.30 1.11	6.70 4.36	1.11 10.30	2.98					
172	23.40 1.73	52.50 4.01	0.64 14.90	10.60					
173	26.50 5.19	0.49 17.00	4.68						
174	36.10 2.19	17.30 5.14	0.76 15.20	6.05					
175	39.00 1.16	17.80 6.62	1.60 16.50	3.40					
176	46.20 2.62	14.30 3.89	0.99 16.70	4.64					
177	37.60 1.00	22.10 3.39	1.64 40.70	3.31					
178	15.50 3.18	2.85 35.40	4.25						
179	10.50 1.00	50.70 0.54	7.57 4.77	1.45 24.70	5.66				
180	20.30 2.94	4.98 4.36	1.17 14.20	3.66					
181	26.00 2.25	1.92 7.46	0.29 12.20	9.57					
182	17.50 1.60	32.60 1.05	1.01 26.30	3.26					
183	9.22 1.79	2.26 6.14	0.36 9.34	4.38					
184	8.86 1.39	3.98 3.07	1.00 32.64	6.39					
185	2.91 5.15	1.42 28.40	3.89						
186	15.50 1.00	2.36 7.03	0.99 11.40	4.51					
187	49.20 1.86	5.71 6.45	0.86 22.50	4.24					
188	73.40 1.61	7.61 4.89	1.08 27.10	6.17					
189	41.90 1.32	2.99 5.91	0.40 11.60	5.15					
190	38.10 1.00	19.70 4.14	0.44 13.70	5.46					
191	85.07 1.45	13.60 11.85	4.09 38.98	0.78 43.91	499.10				
192	29.80 1.00	17.40 5.91	1.63 19.20	4.12					

R = Resistividad de la capa en Ohm.m
h = Espesor de la capa en mts.

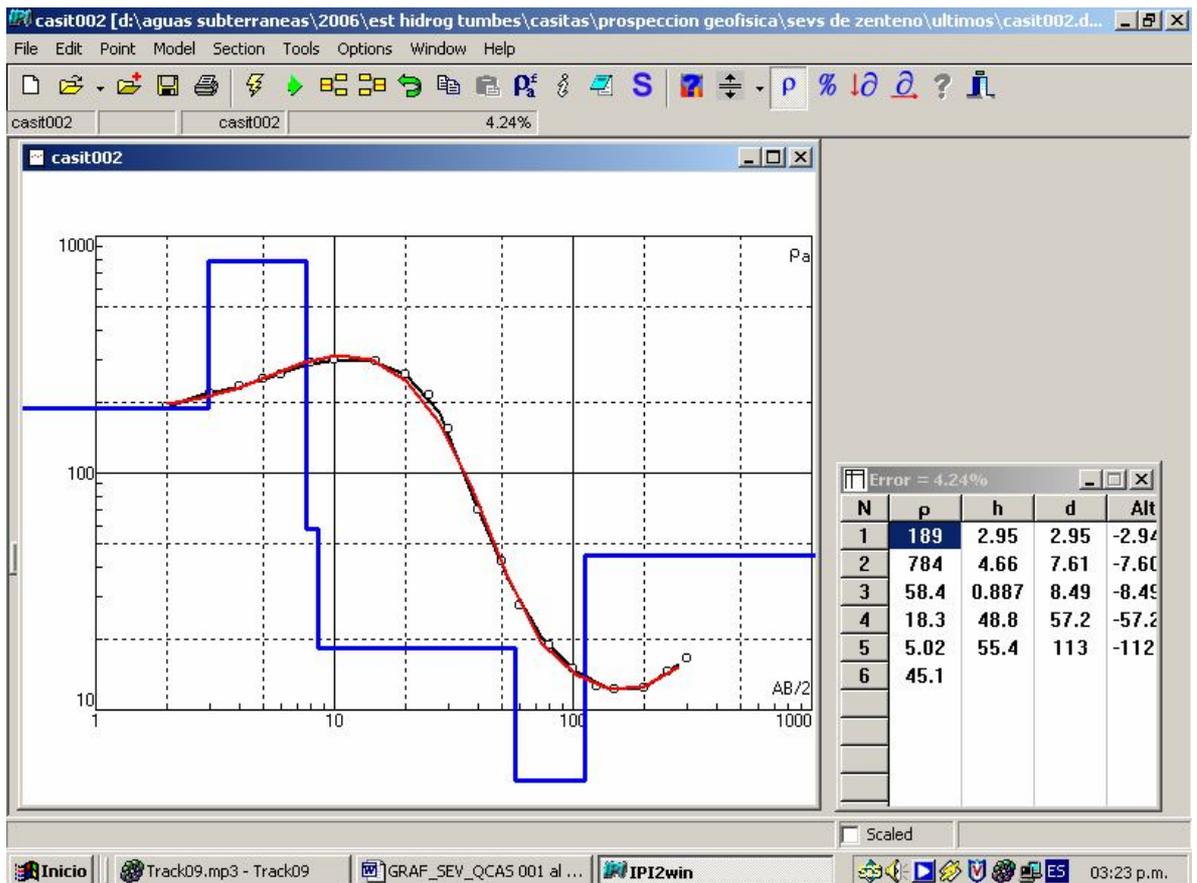
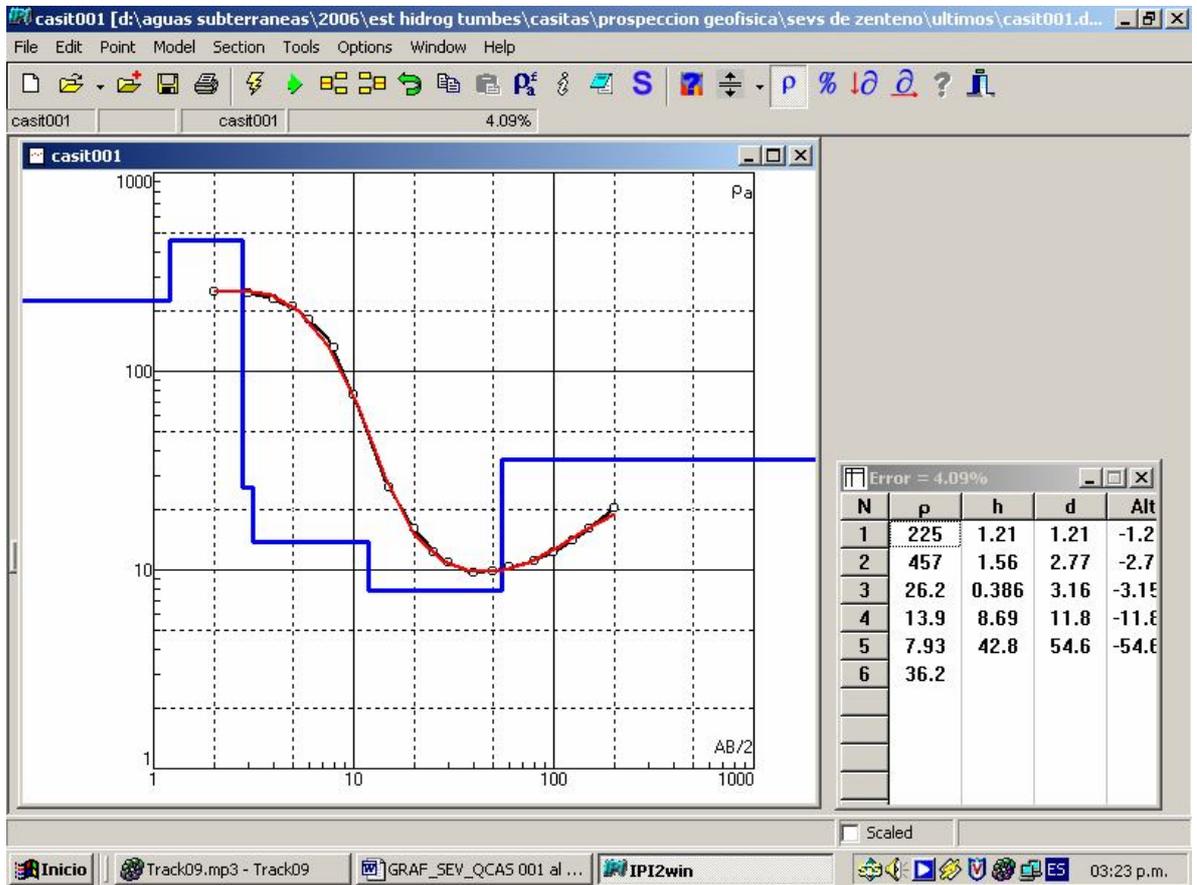
**INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES –SEV
QUEBRADA CASITAS – 2006**

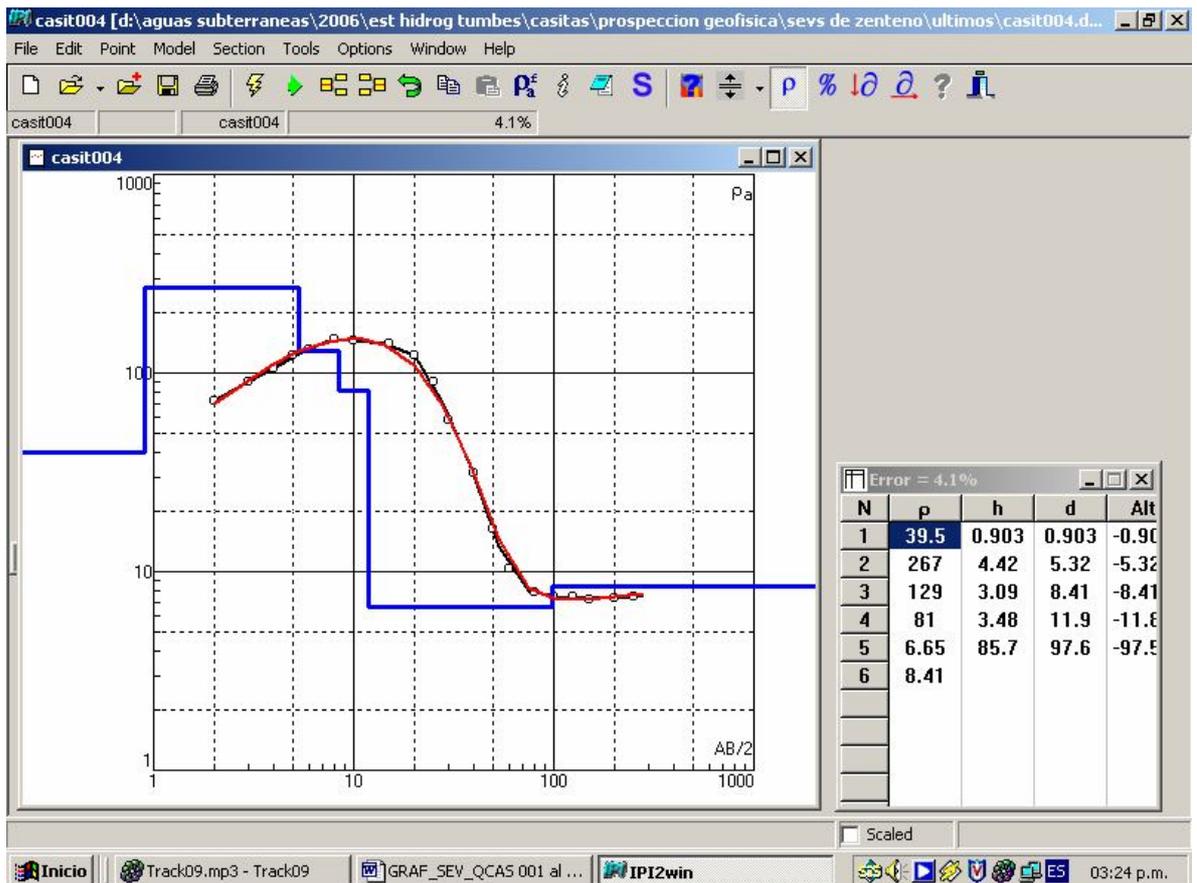
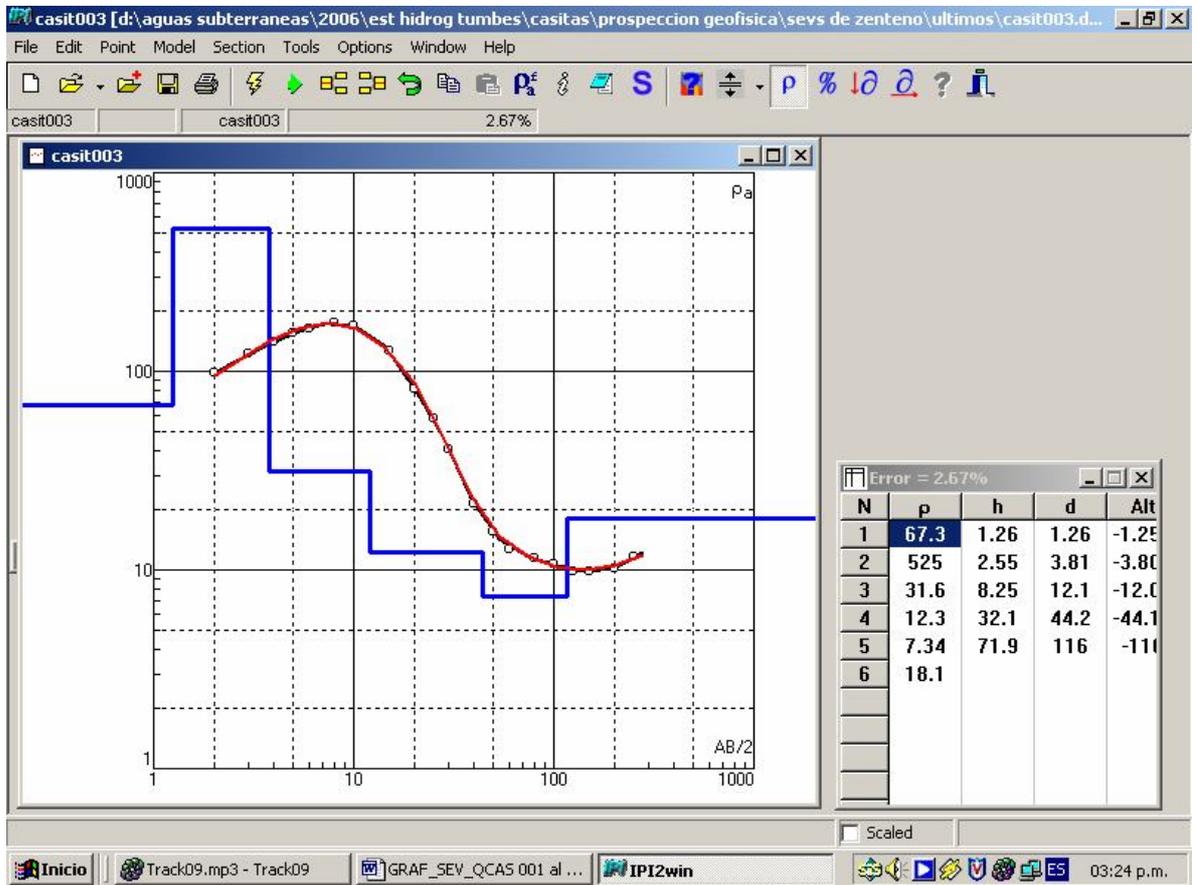
SEV N°	CAPA GEOELÉCTRICA								
	R ₁ h ₁	R ₂ h ₂	R ₃ h ₃	R ₄ h ₄	R ₅ h ₅	R ₆ h ₆	R ₇ h ₇	R ₈ H ₈	R ₉ H ₉
193	5.15	0.97	4.56	0.95	11.60				
	1.17	2.41	5.19	14.30					
194	22.80	3.24	1.30	6.55					
	1.69	3.62	15.90						
195	36.60	3.75	0.93	9.70					
	1.22	3.62	13.30						
196	10.70	187.00	26.80	6.74	3.30	145.00			
	1.69	4.01	7.69	46.90	57.30				
197	439.00	150.00	27.40	6.27	37.70				
	1.84	7.45	16.80	54.10					
198	3.95	1.11	6.30	2.36	45.70				
	1.22	1.97	17.90	25.30					
199	20.60	1.66	13.20						
	1.21	12.10							
200	4.94	42.02	6.28	3.87	29.80				
	1.81	3.37	17.92	42.91					
201	44.20	707.00	54.50	2.56	683.00				
	0.65	1.53	1.27	46.50					
202	11.20	3.05	14.50	4.01	14.30				
	1.44	3.47	8.22	54.50					
203	10.70	90.90	15.10	3.81	192.00				
	2.11	3.29	25.50	69.10					
204	235.00	2.56	8.13						
	1.00	10.10							

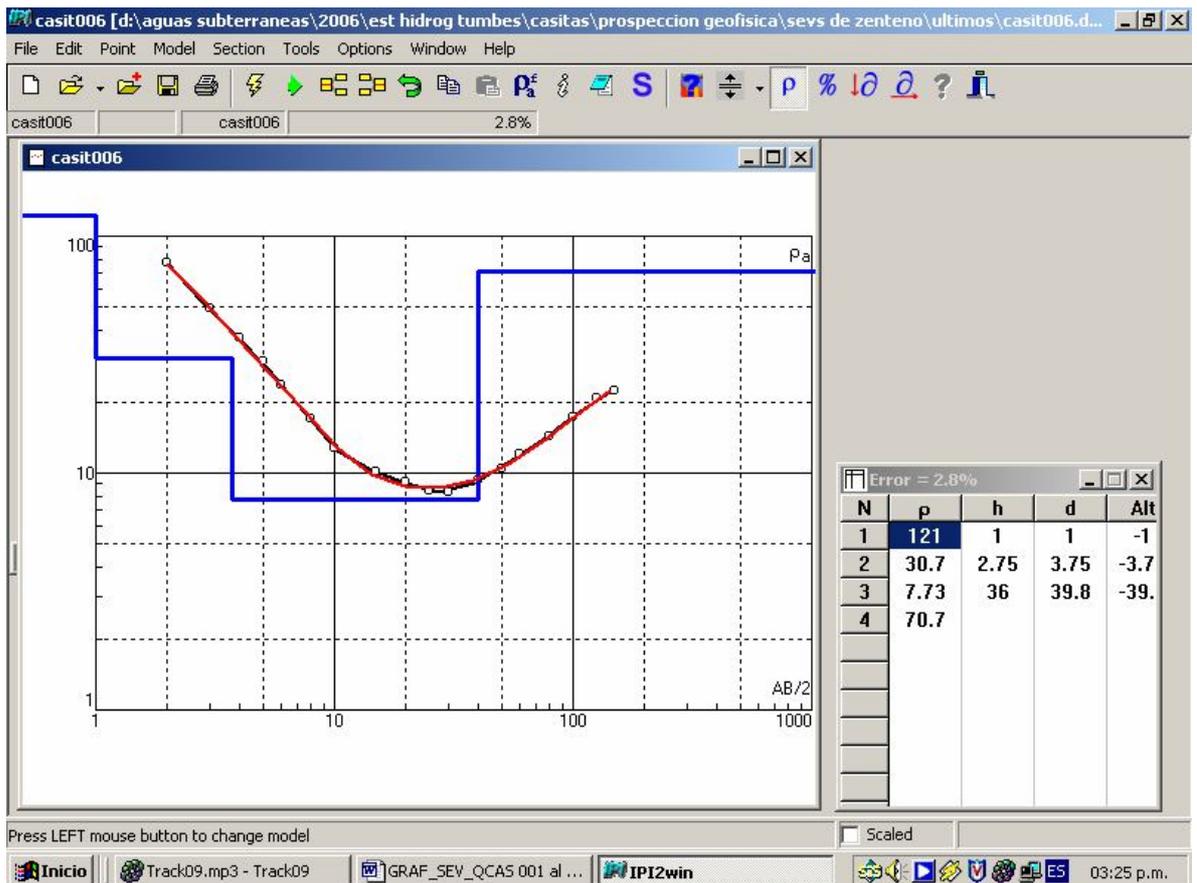
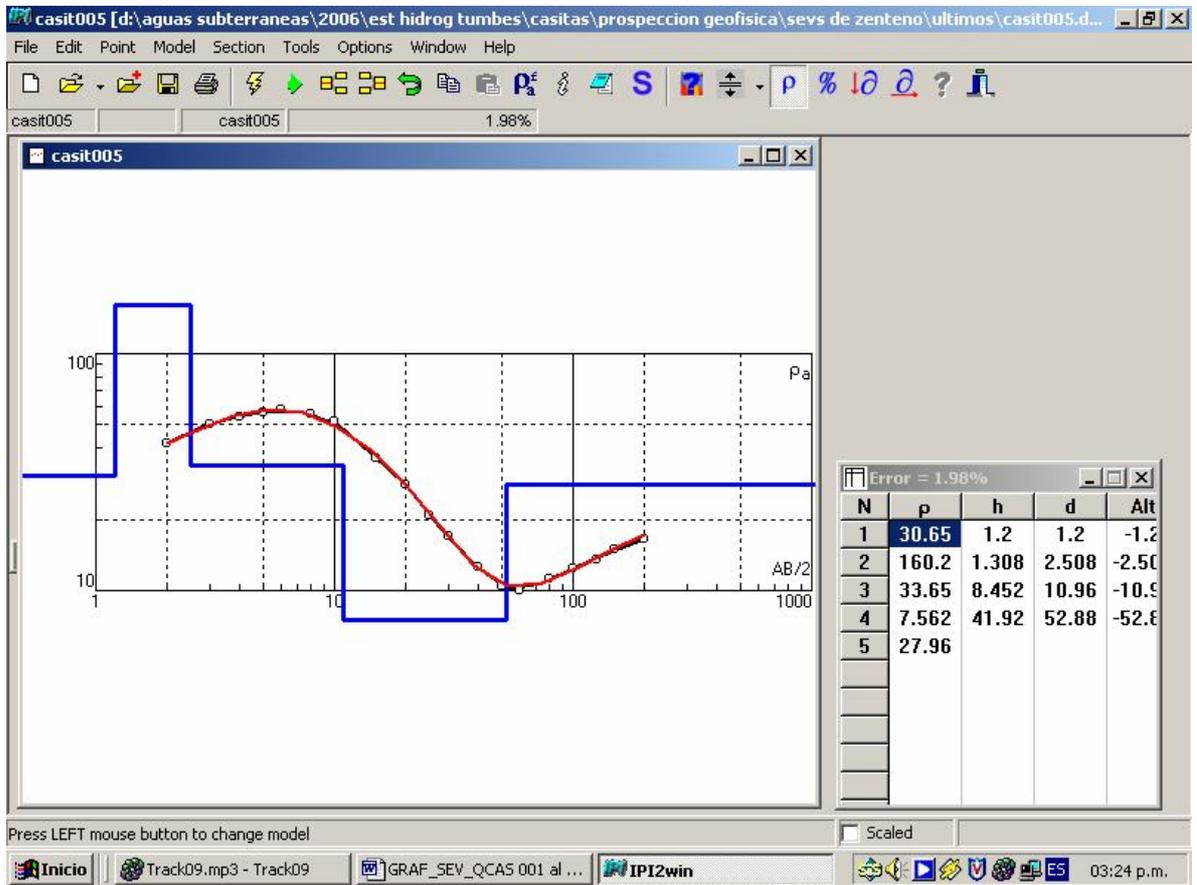
R = Resistividad de la capa en Ohm.m
h = Espesor de la capa en mts.

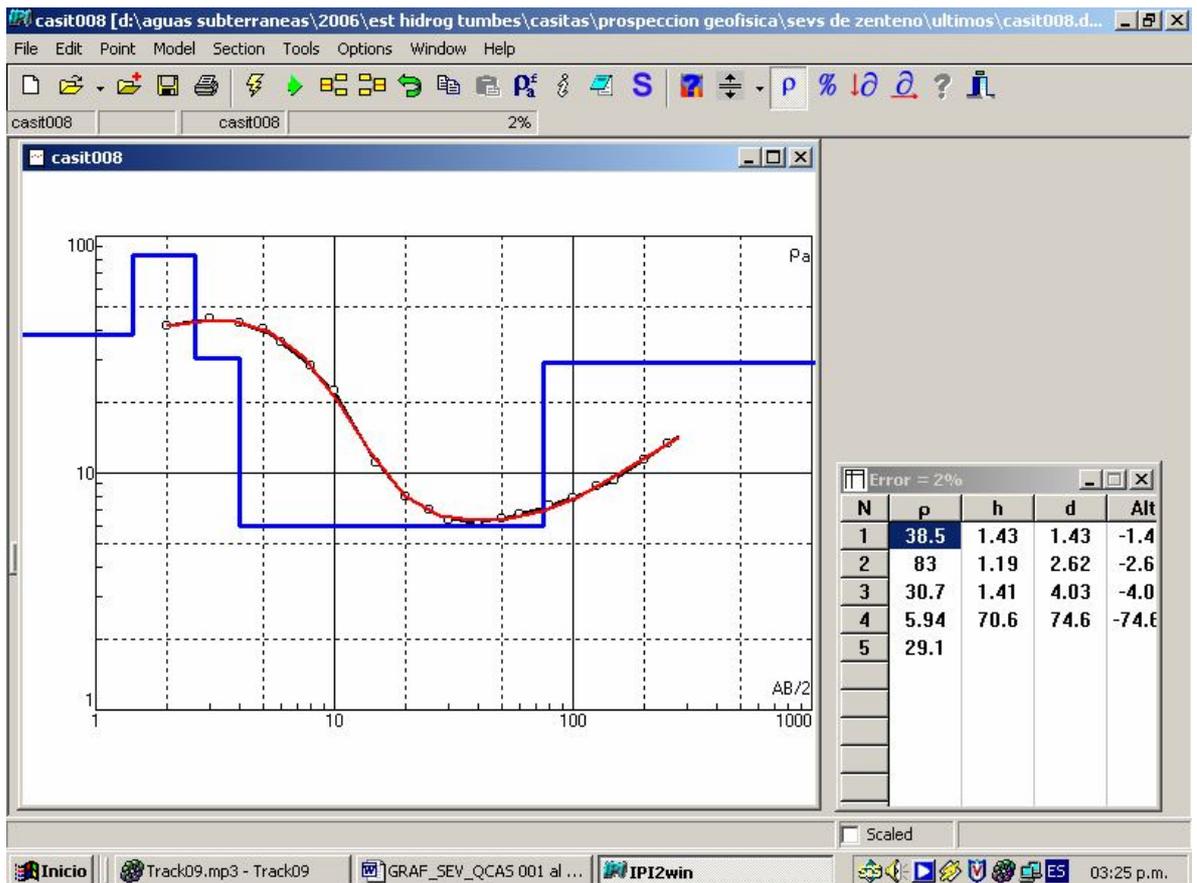
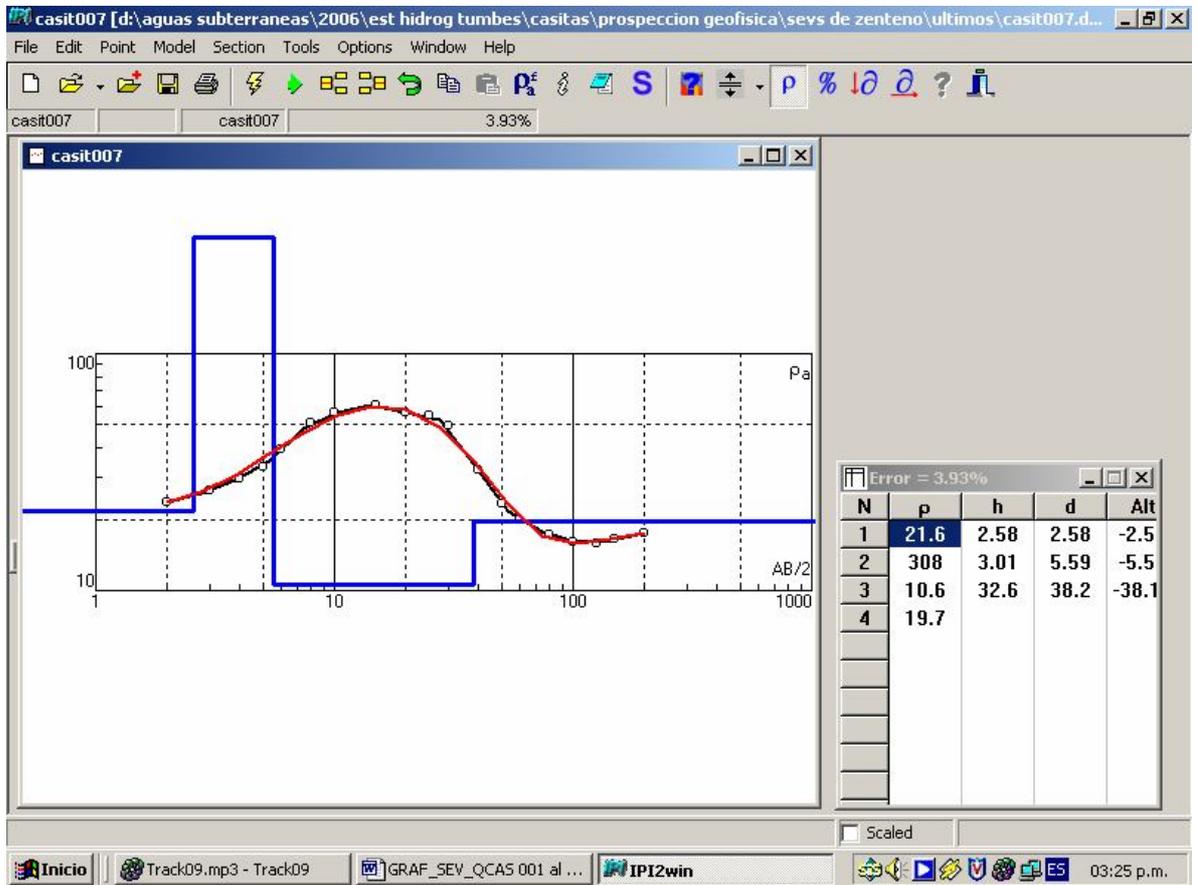
**GRÁFICOS DE LAS CURVAS
DE LOS
SONDEOS ELÉCTRICOS
VERTICALES - SEV**

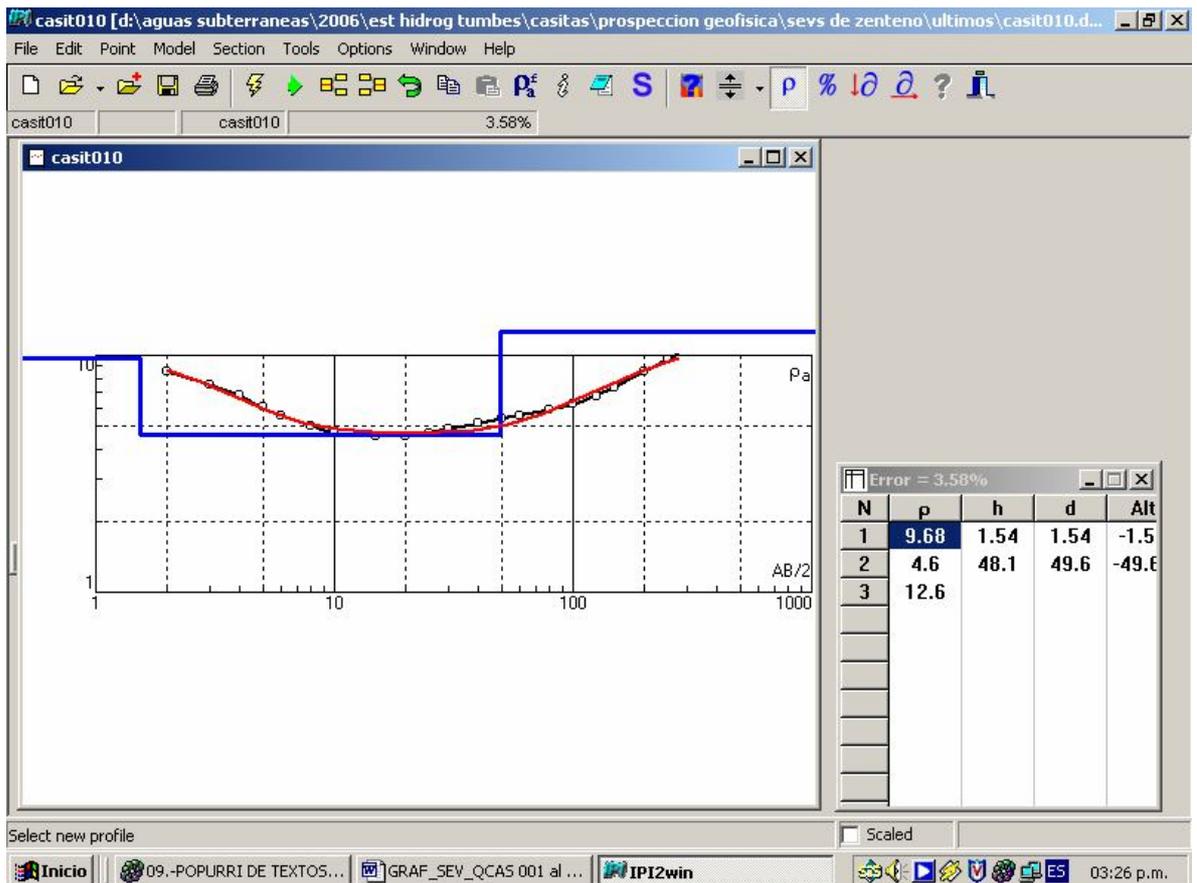
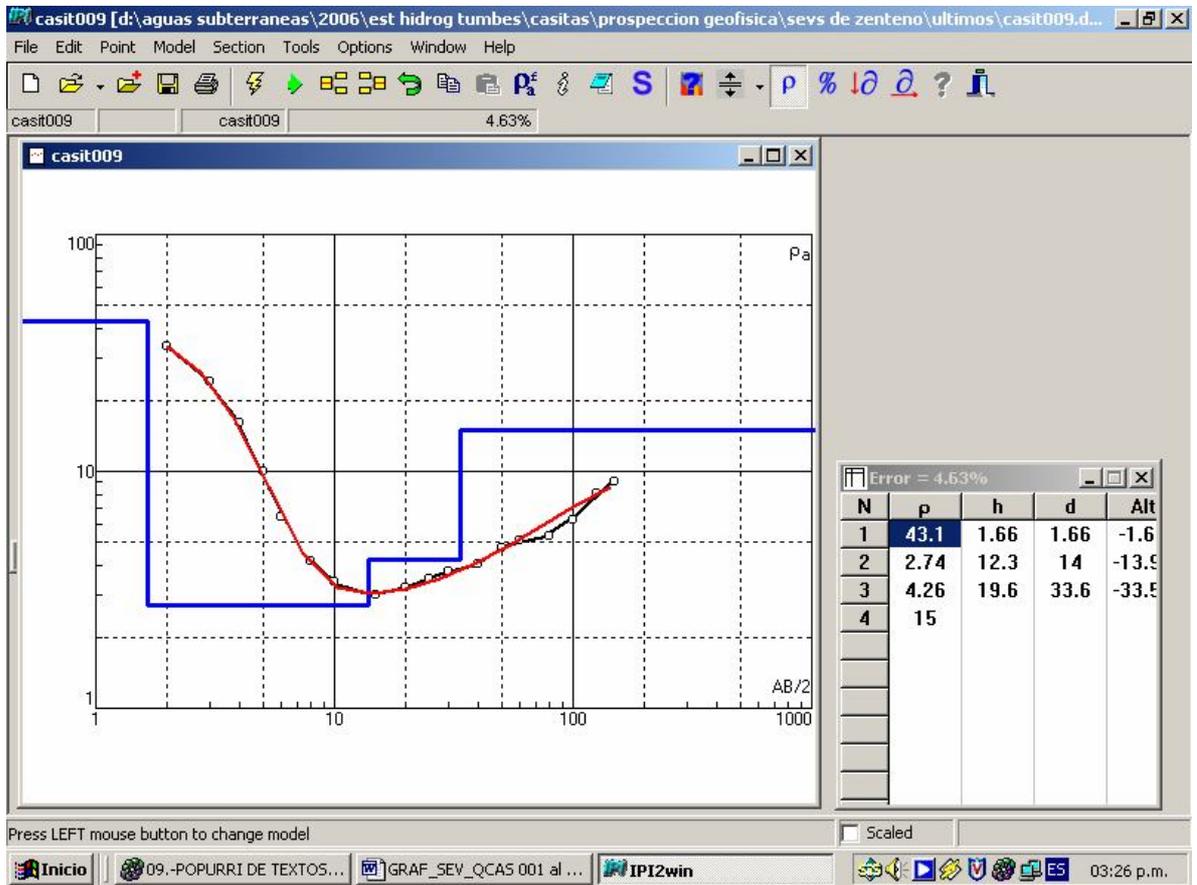
QUEBRADA CASITAS

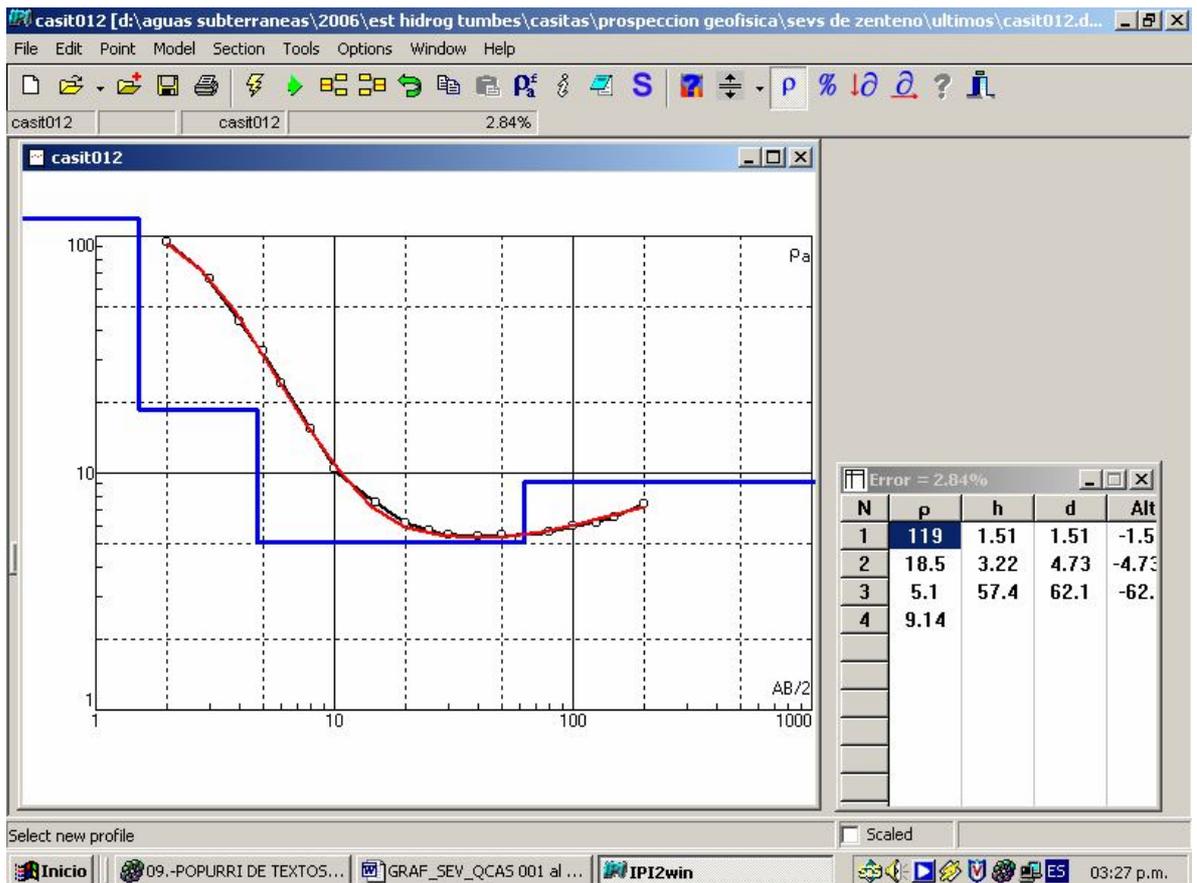
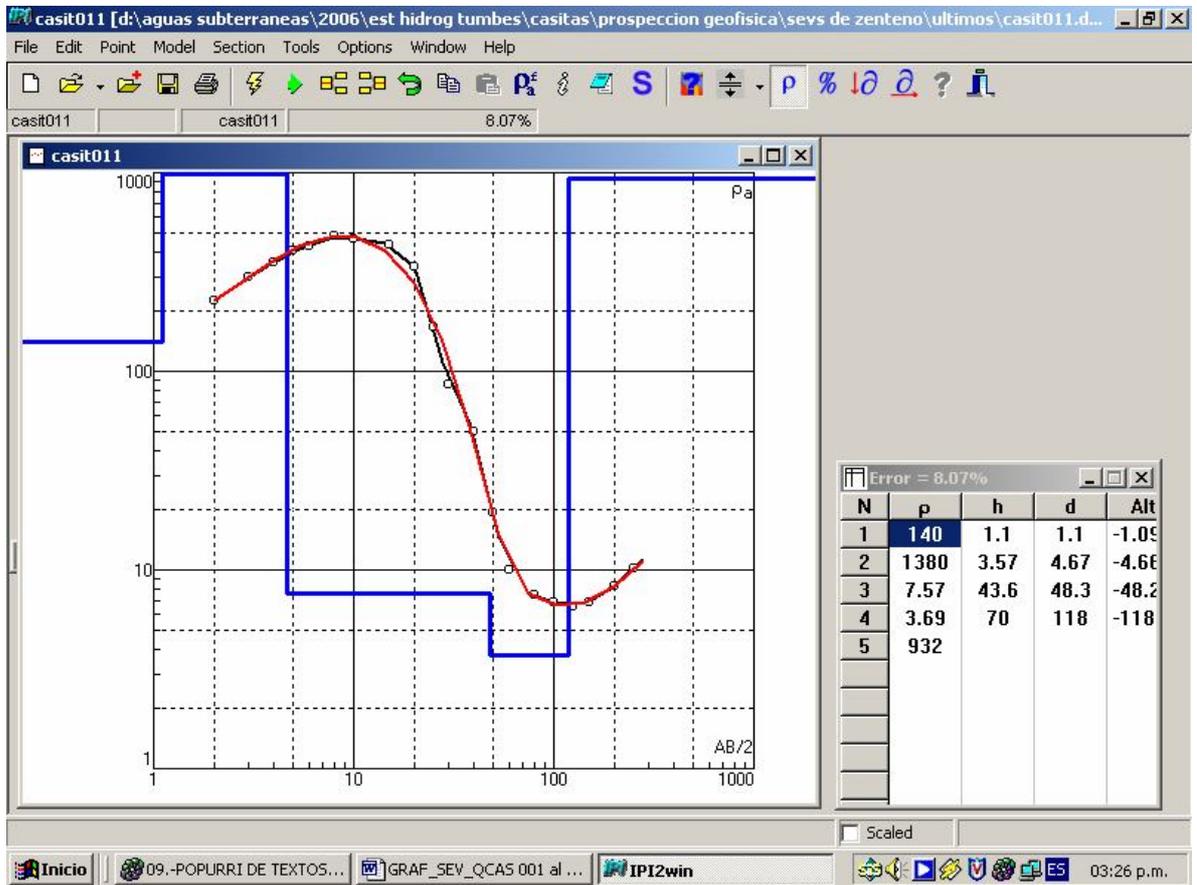


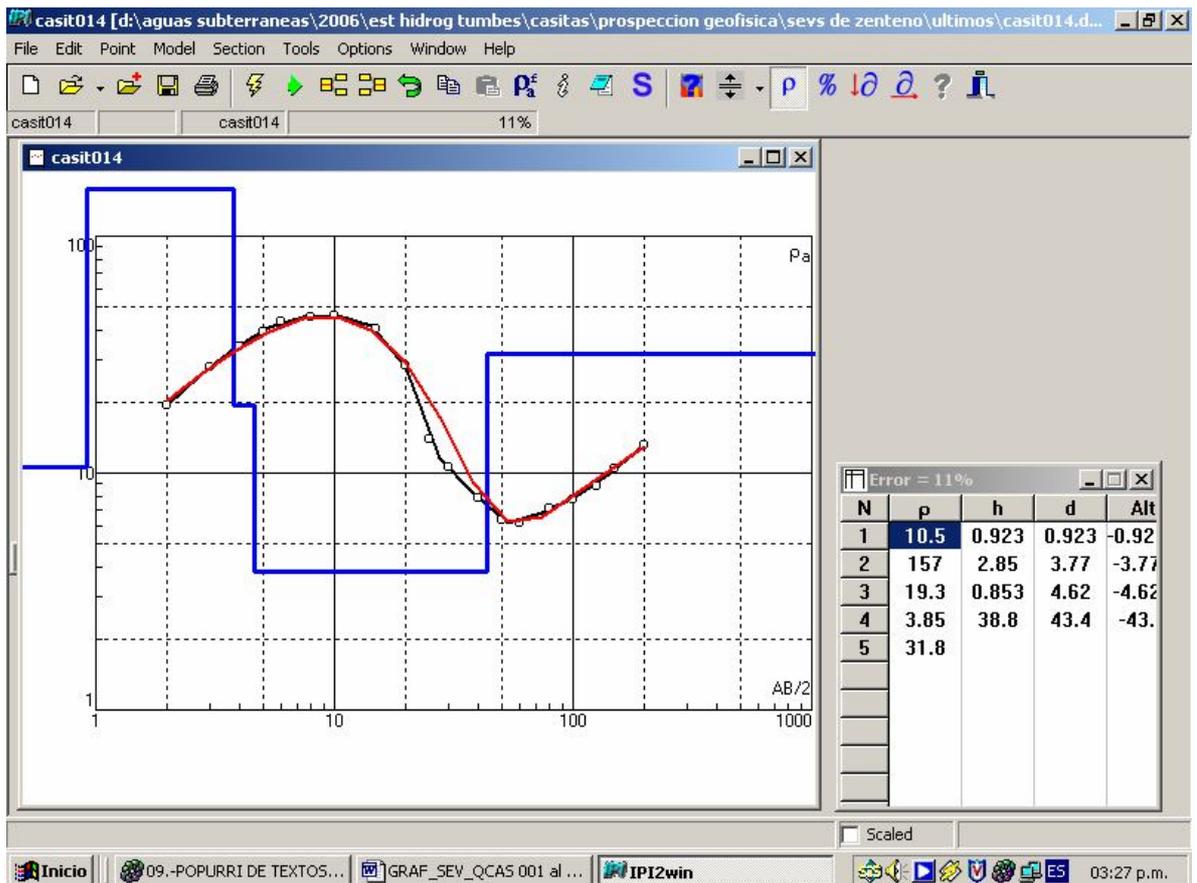
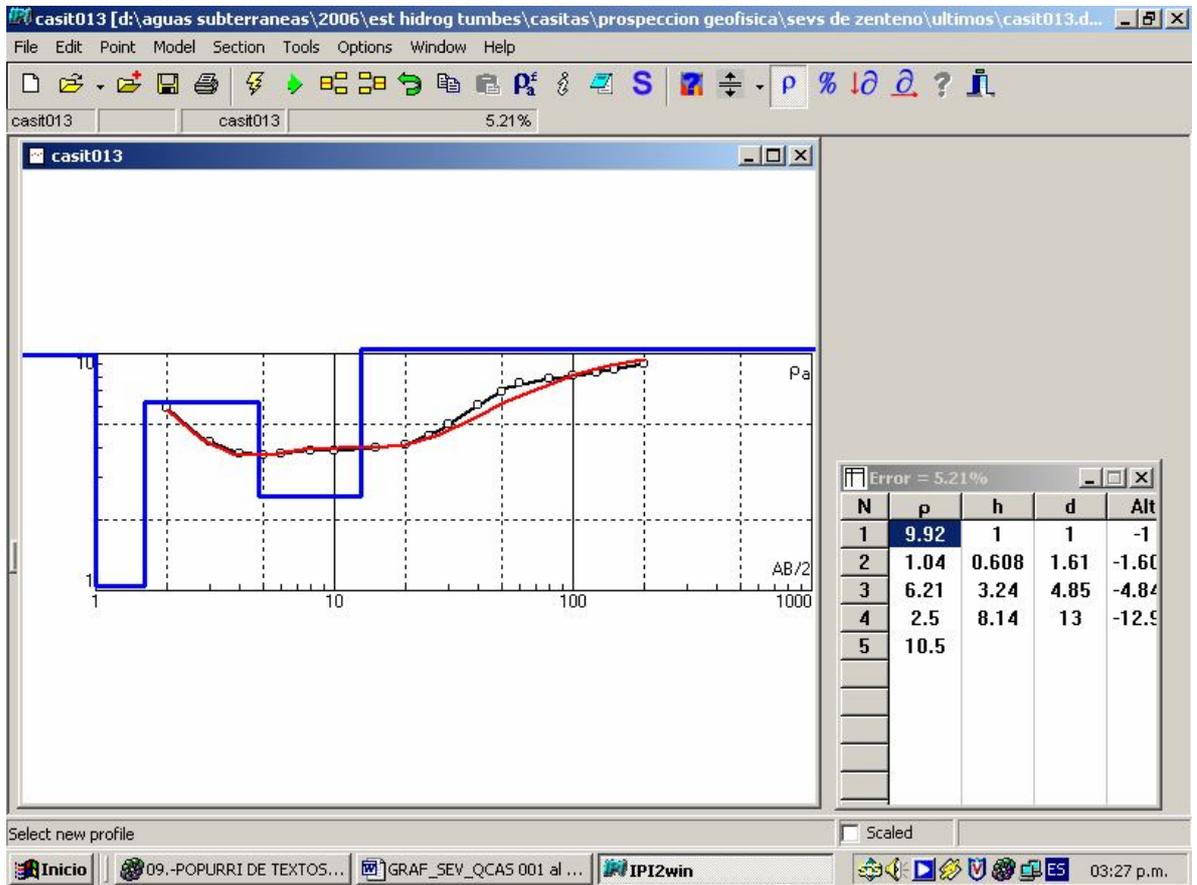


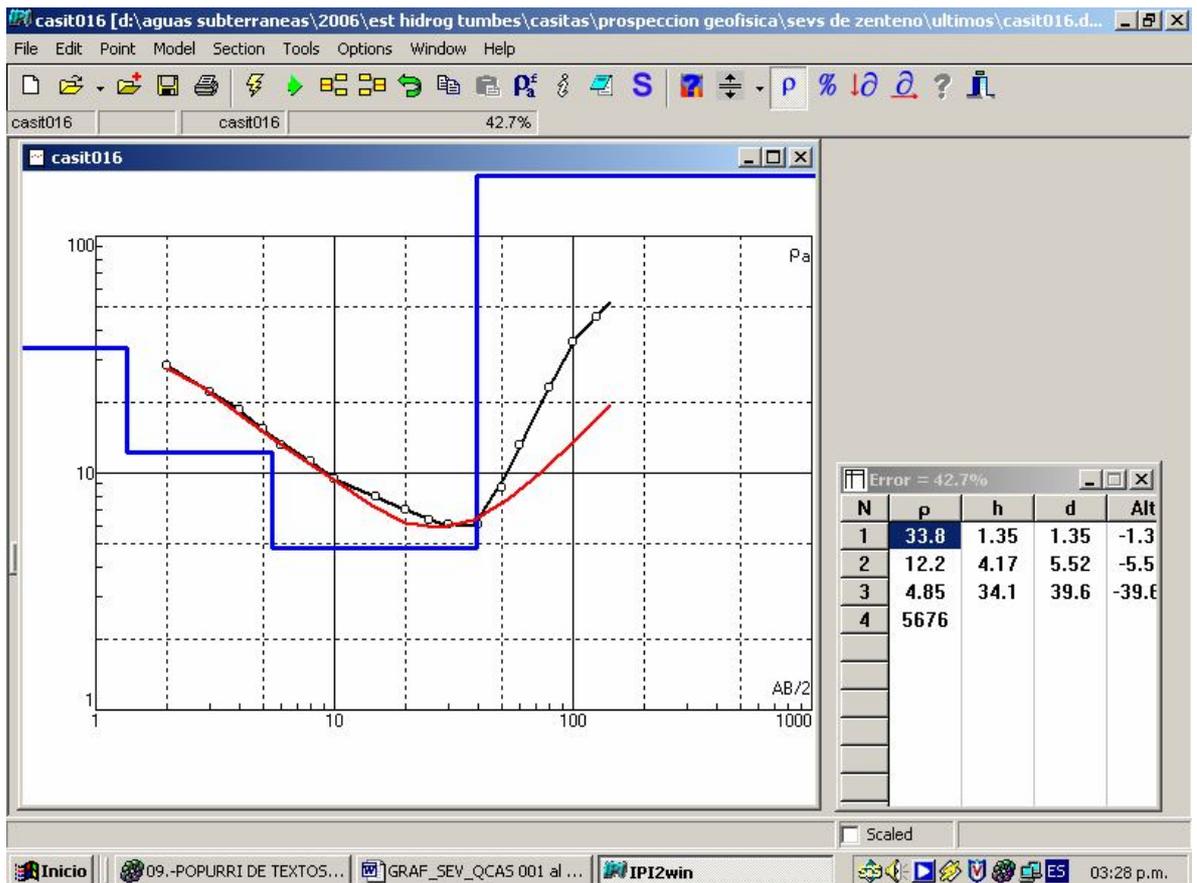
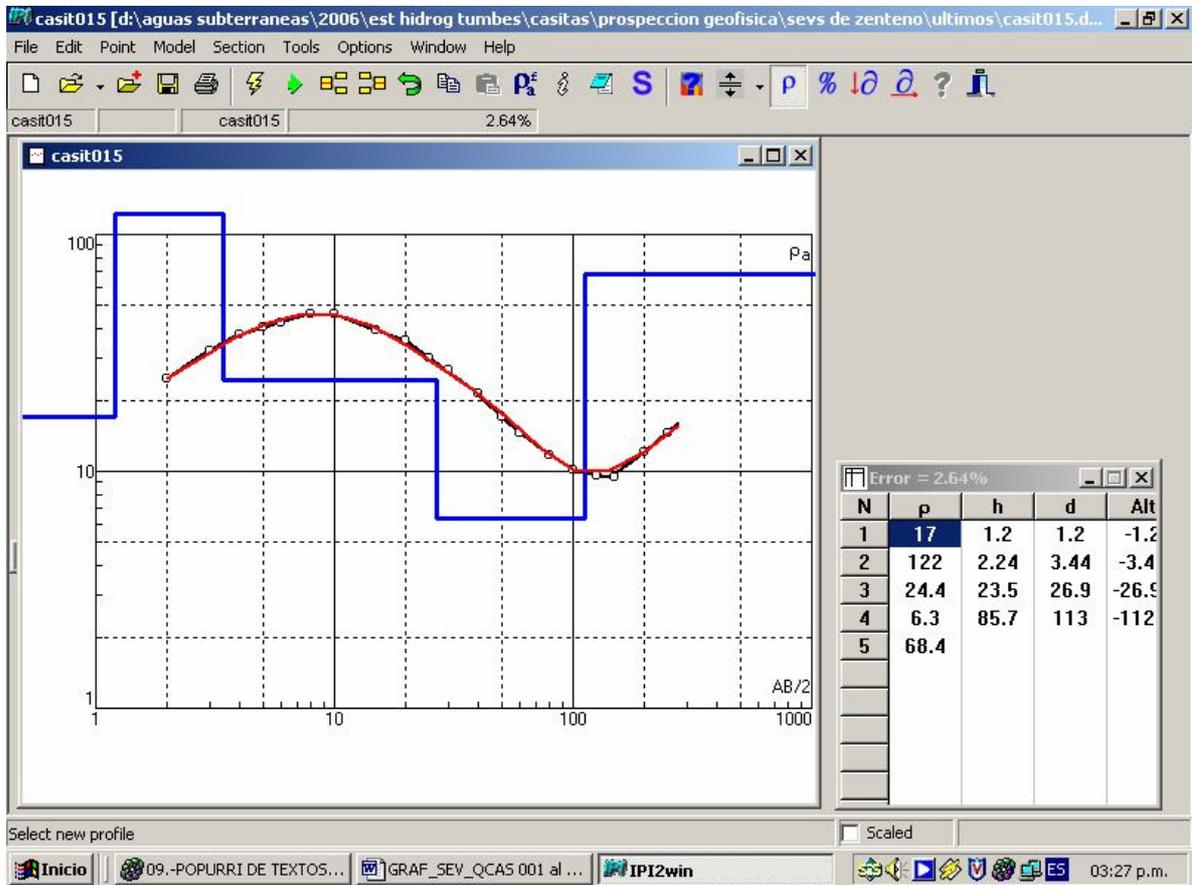


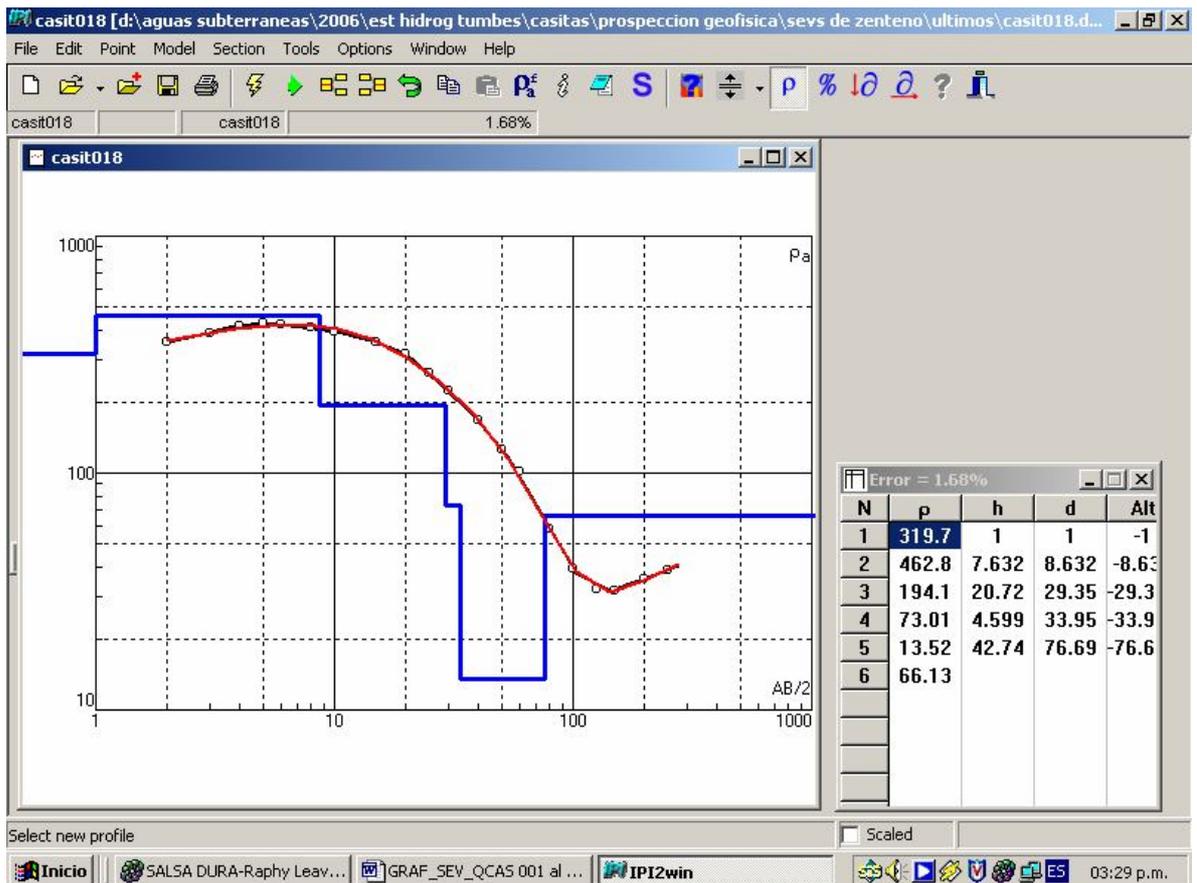
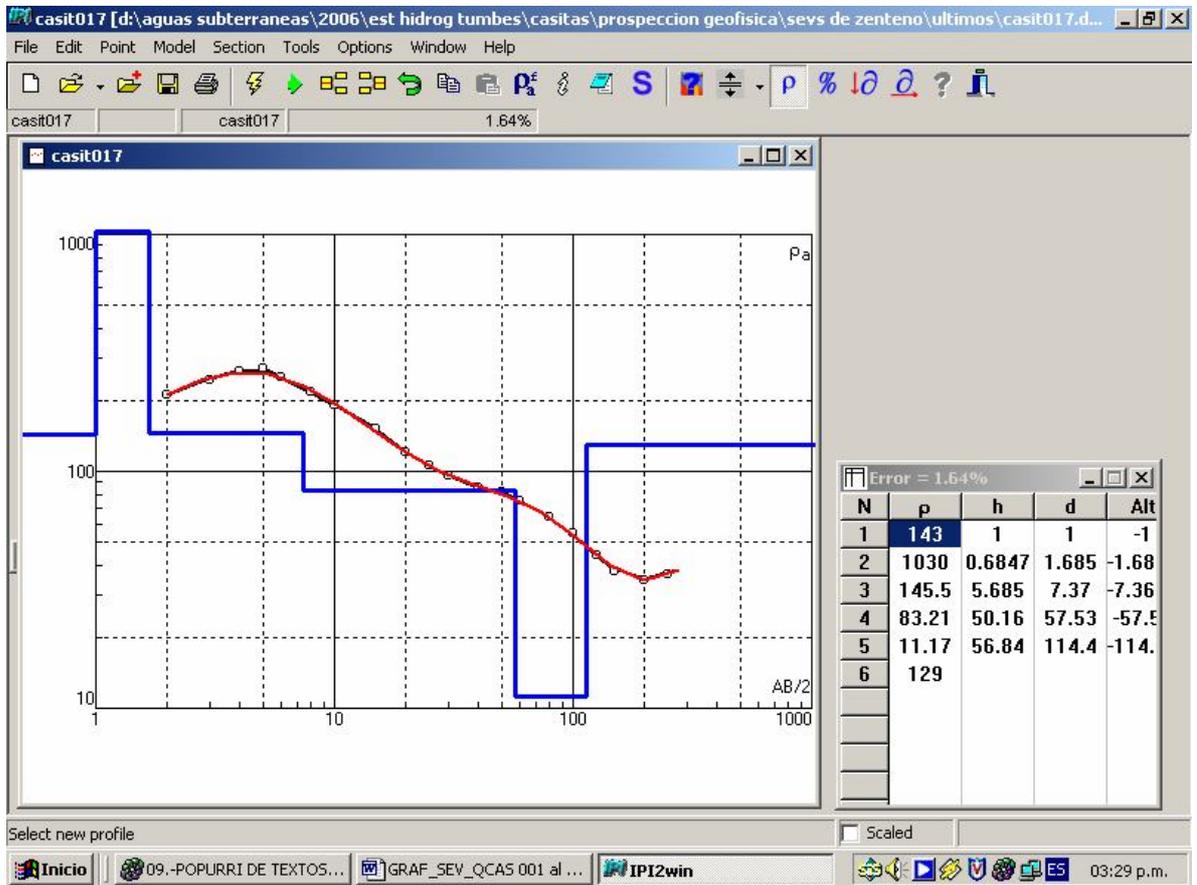


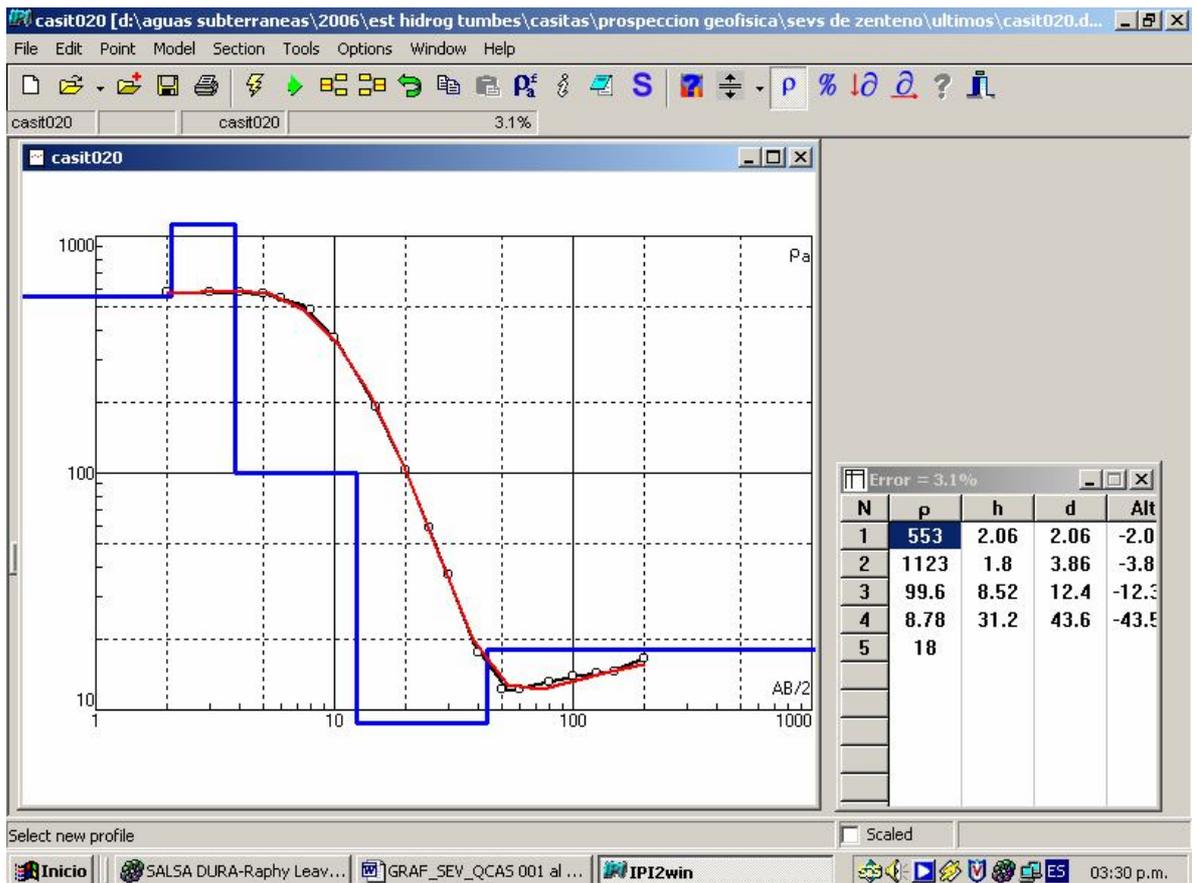
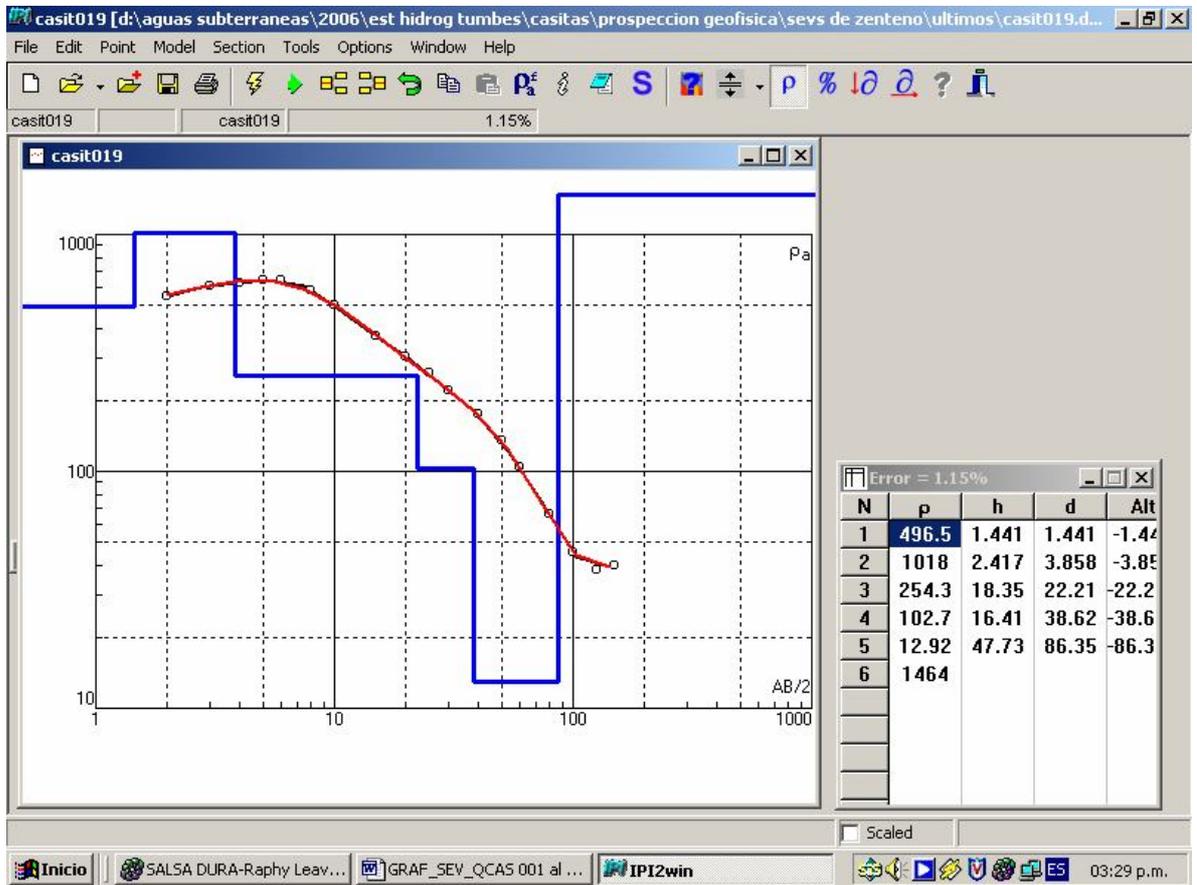














ANEXO II INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA

- **Cuadros de Características Técnicas, Medidas Realizadas y Explotación de los Pozos**

**CUADROS DE CARACTERÍSTICAS
TÉCNICAS Y
MEDIDAS REALIZADAS**

QUEBRADA CASITAS



INRENA

Aguas Subterráneas

DEPARTAMENTO : TUMBES

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS



CÓDIGO: 24 / 02 / 02

PROVINCIA : CONTRALMIRANTE VILLAR

DISTRITO : CASITAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACIÓN					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN						
			Año 19..	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 (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
1	Asoc. Cruz de Motupe (Chavelo)	177.05	85	T.A	15.00	10.20	1.80	NISSAN	D	60.0	S/M	CS	11/09/2006	-4.50	5.20		23.0			1.75	UTILIZADO	A	8	5	8	115,128.80
2	Asoc. Cruz de Motupe (Cruelo)	164.67	80	T.A	13.17	17.17	1.80						11/09/2006	-4.00	11.26				0.91	UTILIZABLE						
3	Asoc. Cruz de Motupe	163.15	89	T.A	4.00	3.66	1.76						11/09/2006	0.00							NO UTILIZABLE					
4	Comunidad La Chozza	174.59	87	T.A	4.00	3.86	1.80						11/09/2006	0.60							NO UTILIZABLE					
5	Concejo Casitas	164.13	90	T.A	6.80		1.80						11/09/2006	2.40							NO UTILIZABLE					
6	Asoc. Virgen de la Asuncion	167.66	90	T.A	8.00	7.32	2.30	CHINO	D	22.0	S/M	CS	11/09/2006	-3.50	5.76		23.0			0.34	UTILIZADO	A	8	5	8	115,128.80
7	Grupo de Riego Pitayal	174.89	2000	T.A		3.60							11/09/2006	0.00							NO UTILIZABLE					
8	Grupo de Riego Pitayal	174.90	2004	T.A	10.20	11.80	1.70	JIANG DONG	D	28.0	S/M	CS	12/09/2006	-0.80	5.00		23.0			0.67	UTILIZADO	A	12	6	8	207,239.20
9	Grupo de Riego Pitayal	175.41	99	T.A	14.40	9.90	2.20						12/09/2006	1.60							UTILIZABLE					
10	Grupo de Riego Pitayal	166.60	99	T.A	7.50	6.30	1.80						12/09/2006	0.00							UTILIZABLE					
11	Agua Potable La Chozza	170.24	98	T.	11.00	10.90	0.15				RADA BARNER	P	12/09/2006	0.53	9.11					0.60	UTILIZABLE					
12	Agua Potable La Chozza	170.25	98	T.A	12.00	11.94	2.20	PEDROLLO	E	1.0	PEDROLLO	CS	12/09/2006	0.00	9.13		4.0			0.42	UTILIZADO	D	6	4	12	18,019.20
13	Asoc. Virgen de la Asuncion	170.27	89	T.A	12.90	6.00							12/09/2006	-6.00							NO UTILIZABLE					
14	Grupo de Riego Sagrado Corazon de Jesus	164.56	2005	T.A	7.46	7.46	2.00	JIANG DONG	D	20.0	HIDROSAN	CS	12/09/2006	-5.30	1.50		35.0			0.41	UTILIZADO	D	2	6	12	78,834.00
15	Grupo de Riego Isla del Gallo	167.52	2000	T.A	3.00	9.71	1.60	RUGGERINI	D	10.0	RUGGERINI	CS	13/09/2006	-1.30	2.92		23.0			0.47	UTILIZADO	A	8	4	9	103,624.20
16	Municipalidad de Casitas	169.57	89	T.			0.25						13/09/2006	1.80							UTILIZABLE					
17	Poblacion Cherrelieque	171.15	87	T.A	10.20	11.20	1.60						13/09/2006	-1.80	1.00					0.52	UTILIZABLE					
18	Comite de Riego Cherrelieque	162.63	90	T.A	9.30	9.42	1.70	SHANDONG	D	22.0	HIDROSAN	CS	13/09/2006	0.98	0.42		35.0			0.55	UTILIZADO	A	15	7	5	287,437.50
19	Wilfredo Aleman	168.09	90	T.A	13.20	7.62	2.50						13/09/2006	2.38	2.62					0.86	UTILIZABLE					
20	Luz Gallo Infante	156.41	89	T.A	14.50	13.50	1.80						13/09/2006	-1.90	8.00					0.70	UTILIZABLE					
21	Luz Gallo Infante	156.42	90	T.A	12.00	11.11	1.50						13/09/2006	-1.55	8.61					0.73	UTILIZABLE					
22	Poblacion Cherrelieque	163.16	95	T.	11.20		0.15				RADA BARNER	P	14/09/2006	0.60							UTILIZABLE					
23	Willian Ramirez Gallo	151.00	95	T.A	5.00	5.42	1.56	PEDROLLO	E	1.0	PEDROLLO	CS	14/09/2006	0.00	4.00		2.0			0.89	UTILIZADO	A	3	3	6	1,689.60
24	Grupo de Riego Aleman	157.85	70	T.A	16.00	14.40	1.80	SHANDONG	D	24.0	HIDROSAN	CS	14/09/2006	0.00	10.86		35.0			0.69	UTILIZADO	A	6	5	6	98,553.00
25	Grupo de Riego San Carlos	148.87	90	T.A	16.10	13.76	1.80	NISSAN	D	70.0	HIDROSTAL	CS	14/09/2006	-1.10	6.00		35.0			0.91	UTILIZADO	A	20	6	4	262,808.00
26	Grupo de Riego San Carlos	148.86	90	T.A	8.50		1.80						14/09/2006	-1.20							UTILIZABLE					
27	Grupo de Riego La Fajarda	148.95	90	T.A	15.30	13.13	1.80	NISSAN	D	70.0	HIDROSTAL	CS	14/09/2006	0.00	8.89		35.0			0.93	UTILIZADO	A	15	3	8	197,092.00
28	Grupo de Riego Milagro de Jesus	146.78	90	T.A	11.60	2.10	1.80	CHINO	D	23.0	S/M	CS	14/09/2006	0.00	10.30		35.0			0.95	UTILIZADO	A	15	7	8	459,900.00
29	Grupo de Riego Milagro de Jesus	145.15	90	T.A			1.50						15/09/2006	0.26							NO UTILIZABLE					
30	Agua Potable - El Palmo	147.41	89	T.A	9.30								15/09/2006	0.00							UTILIZABLE					
31	Grupo de Riego Vega Grande	149.00	89	T.A	8.00	8.58	2.30						15/09/2006	0.50	6.14					1.41	UTILIZABLE					
32	Grupo de Riego Tigres 01	149.00	92	T.A	3.75		1.75						15/09/2006	0.98							NO UTILIZABLE					
33	Grupo de Riego Tigres 02	149.00	95	T.A	11.30	12.28	1.76						15/09/2006	1.50	4.80					1.42	UTILIZABLE					
34	Faustino Cruz Becerra	149.00	1997	T.A	13.50	11.60	1.70	HONDA	G	5.5	HONDA	CS	15/09/2006	-4.50	6.90		17.0			1.70	UTILIZADO	A	8	2	10	42,551.00
35	Grupo de Riego Rompal	149.00	78	T.A	10.80	10.76	1.80	RUGGERINI	G	10.0	RUGGERINI	CS	15/09/2006	0.00	3.76		23.0			1.52	UTILIZADO	A	10	7	10	251,850.00
36	Grupo de Riego El Gallo	149.12	95	T.A		2.30	1.80						16/09/2006	1.20							UTILIZABLE					
37	Grupo de Riego La Zurda	142.92	95	T.A	11.20	17.04	1.90	JIANG DONG	D	18.0	S/M	CS	16/09/2006	-5.40	7.64		23.0			1.22	UTILIZADO	A	8	4	9	103,624.20
38	Grupo de Riego La Zurda	142.91	85	T.A	18.70	13.00	2.00						16/09/2006	-6.20	6.00					1.22	UTILIZABLE					
39	Pedro Grandia Marchan	143.13	95	T.A	18.50	13.85	1.74						16/09/2006	-4.20	5.65					1.99	UTILIZABLE					
40	El Fatque	143.21	95	T.A		10.03	2.56						16/09/2006	1.37	2.66					1.62	UTILIZABLE					

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

E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolinero

P = Piston
MV = Molinos de Viento

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

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial

P = Pecuario



INRENA

Aguas Subterráneas

DEPARTAMENTO : TUMBES

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS



CÓDIGO: 24 / 02 / 02

PROVINCIA : CONTRALMIRANTE VILLAR

DISTRITO : CASITAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACIÓN					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C/E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN						
			Año 19..	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
81	Jose Vinces Garcia	79.17	85	T.A	4.80	7.85	2.30	RUGGERINI	D	10.0	RUGGERINI	CS	22/09/2006	-1.20	2.60		23.0			1.40	UTILIZADO	A	12	4	9	155,436.30
82	Luis Saldarregaga	72.68	2006	T.A	3.40	3.40	1.70	YAMAHA	G	4.4	YAMAHA	CS	22/09/2006	-1.00	2.43		17.0			3.40	UTILIZADO	A	4	1	5	5,321.00
83	Grupo de Riego Pueblo Nuevo	69.30	90	T.A	4.00	5.76	1.80						22/09/2006	0.00	2.50				3.91	UTILIZABLE						
84	Segundo Isaias Espinoza Carlin	71.31	2005	T.A	4.00	4.12	2.10						23/09/2006	-1.66	2.22				10.68	UTILIZABLE						
85	Grupo de Riego Trigal - Las Penas	74.46	1999	T.A	6.00	3.24	1.90						23/09/2006	2.00	2.80				19.09	UTILIZABLE						
86	Grupo de Riego Trigal	72.55	1994	T.A	6.00	4.70	2.30	SHANDONG	D	22.0	JOPCO	CS	23/09/2006	1.20	2.00		23.0		3.62	UTILIZADO	A	8	7	9	181,332.00	
87	Centro Educativo Trgal	73.38	2006	T.A	3.60	3.40	1.70	HONDA	G	18.0	HONDA	CS	23/09/2006	0.00	1.50		17.0		3.19	UTILIZADO	A	3	5	8	31,905.60	
88	Santos Suncion Rodriguez	73.66	90	T.A									23/09/2006	0.00						NO UTILIZABLE						
89	Aristeles Saavedra Rios	56.25	90	T.A		3.00							24/09/2006	-3.00						NO UTILIZABLE						
90	Municipalidad de Casitas	171.14	2006	T.A	2.40	2.30	1.60	NISSAN	D	22.0	S/M	CS	24/09/2006	0.00	1.10		17.0		0.45	UTILIZADO	D	8	6	8	102,122.40	
91	Municipalidad de Casitas	167.00	2004	T.A	5.00	4.60	2.34						24/09/2006	-0.30	0.84				0.72	UTILIZABLE						
92	Los Mosquitos	149.49	90	T.A	2.70	3.50	1.70						24/09/2006	-2.10						NO UTILIZABLE						

T = Tubular

T.A = Tajo Abierto

M = Mixto

E = Eléctrico

D = Diesel

G = Gasolero

P = Piston

MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical

S = Sumergible

CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico

R = Riego

I = Industrial

P = Pecuario

A photograph showing a concrete water distribution structure. A large pipe on the left pours water into a concrete channel. The water flows through the channel and over a small concrete weir on the right. The background shows a dry, hilly landscape with sparse vegetation and trees under a clear sky.

ANEXO III EL RESERVORIO ACUÍFERO SUBTERRÁNEO

- Cuadros de la Red Piezométrica

**CUADROS
DE LA
RED PIEZOMÉTRICA**

QUEBRADA CASITAS

CUADROS DE CONTROL DE LA RED PIEZOMÉTRICA
PROVINCIA: CONTRALMIRANTE VILLAR
DISTRITO DE CASITAS
CÓDIGO: 24 / 02 / 02

IRHS	NOMBRE DEL POZO	SECTOR	COTA TERRENO m.s.n.m.	PUNTO DE REFERENCIA (Pr)	NIVEL ESTÁTICO (m)	COTA DE NIVEL ESTÁTICO m.s.n.m.	OBSERVACIONES
1	Asoc. Cruz de Motupe (Chavelo)	Cienego	177.05	-4.50	5.20	171.85	
2	Asoc. Cruz de Motupe (Ciruelo)	Cienego	164.67	-4.00	11.26	153.41	
8	Grupo de Riego Pitayal	Pitayal	174.90	-0.80	5.00	169.90	
10	Grupo de Riego Pitayal	Pitayal	166.60	0.00	6.00	160.60	
11	Agua Potable La Choza	La Choza	170.24	0.53	9.11	161.13	
14	Grupo de Riego Sagrado Corazon de Jesus	La Choza	164.56	-5.30	1.50	163.06	
15	Grupo de Riego Isla del Gallo	La Choza	167.52	-1.30	2.92	164.60	
18	Comite de Riego Cherrelique	Cherrelique	162.63	0.98	0.42	162.21	
19	Wilfredo Aleman	Cherrelique	168.09	2.38	2.62	165.47	
23	Willian Ramirez Gallo	Cherrelique	151.00	0.00	4.00	147.00	
24	Grupo de Riego Aleman	Cherrelique	157.85	0.00	10.86	146.99	
27	Grupo de Riego La Fajarda	Cherrelique	148.95	0.00	8.89	140.06	
28	Grupo de Riego Milagro de Jesus	Bellavista	146.78	0.00	10.30	136.48	
31	Grupo de Riego Vega Grande	Gramadal	149.00	0.50	6.14	142.86	
34	Faustino Cruz Becerra	El Palmo	149.00	-4.50	6.90	142.10	
35	Grupo de Riego Rompal	El Palmo	149.00	0.00	3.76	145.24	
36	Grupo de Riego El Gallo	El Palmo	149.12	1.20	4.00	145.12	
39	Pedro Granda Marchan	Bellavista	143.13	-4.20	5.65	137.48	
43	Grupo Peru 2000	Tacna Libre	136.27	-2.95	8.95	127.32	
46	Grupo de Riego Los Algarrobos	Tacna Libre	138.15	0.00	4.20	133.95	
49	Wilfredo Aleman Aleman	Tacna Libre	130.44	-2.00	2.60	127.84	
50	Municipalidad de Casitas	Cañaveral	127.50	1.80	2.20	125.30	
54	Grupo de Riego Casitas	Cañaveral	121.62	-0.80	7.25	114.37	
55	Grupo de Riego la Florida	La Florida	120.00	0.00	0.60	119.40	
56	Grupo de Riego Valientes y Casitas	Casitas	122.60	0.00	0.80	121.80	
60	Grupo de Riego la Rinconada	Casitas	108.76	0.00	4.78	103.98	
63	Grupo de Riego Pampa el Toro	La Rinconada	108.53	2.40	2.10	106.43	
64	Grupo de Riego Huaquillas	Huaquillas	108.30	-1.40	2.50	105.80	
65	Concejo Casitas	Tamarindo	98.34	0.00	4.26	94.08	
69	Elsa Correa. I.	Tamarindo	99.12	-0.70	2.23	96.89	
71	Ronaldo Infante Rodriguez	Tamarindo	95.65	-1.80	2.25	93.40	
72	Grupo de Riego Jesus Maria	Tamarindo	99.81	1.65	4.05	95.76	
73	Agua Potable Averias	Averias	90.12	1.10	1.40	88.72	
74	Grupo de Riego Averias	Averias	83.22	-1.00	2.80	80.42	
76	Rosa Leon Lama	Averias	74.89	-1.10	3.20	71.69	
77	Grupo de Riego Averias Bajo	Averias	71.91	0.00	2.04	69.87	
79	Jose Infante Balladares	Averias	70.24	-3.50	5.80	64.44	
80	Grupo de Riego Pueblo Nuevo	Pueblo Nuevo	80.00	0.00	2.85	77.15	
82	Luis Saldarreaga	Averias	72.68	-1.00	2.43	70.25	
83	Grupo de Riego Pueblo Nuevo	Pueblo Nuevo	69.30	0.00	2.50	66.80	
84	Segundo Isaias Espinoza Carlin	Trigal	71.31	-1.66	2.22	69.09	
86	Grupo de Riego Trigal	Trigal	72.55	1.20	2.00	70.55	
87	Centro Educativo Trgal	Trigal	73.38	0.00	1.50	71.88	

ANEXO IV HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA



- Gráficos de las Pruebas de Bombeo

**GRÁFICOS
DE LAS
PRUEBAS DE BOMBEO**

QUEBRADA CASITAS

GRÁFICO N° 8.1
DISTRITO : CASITAS

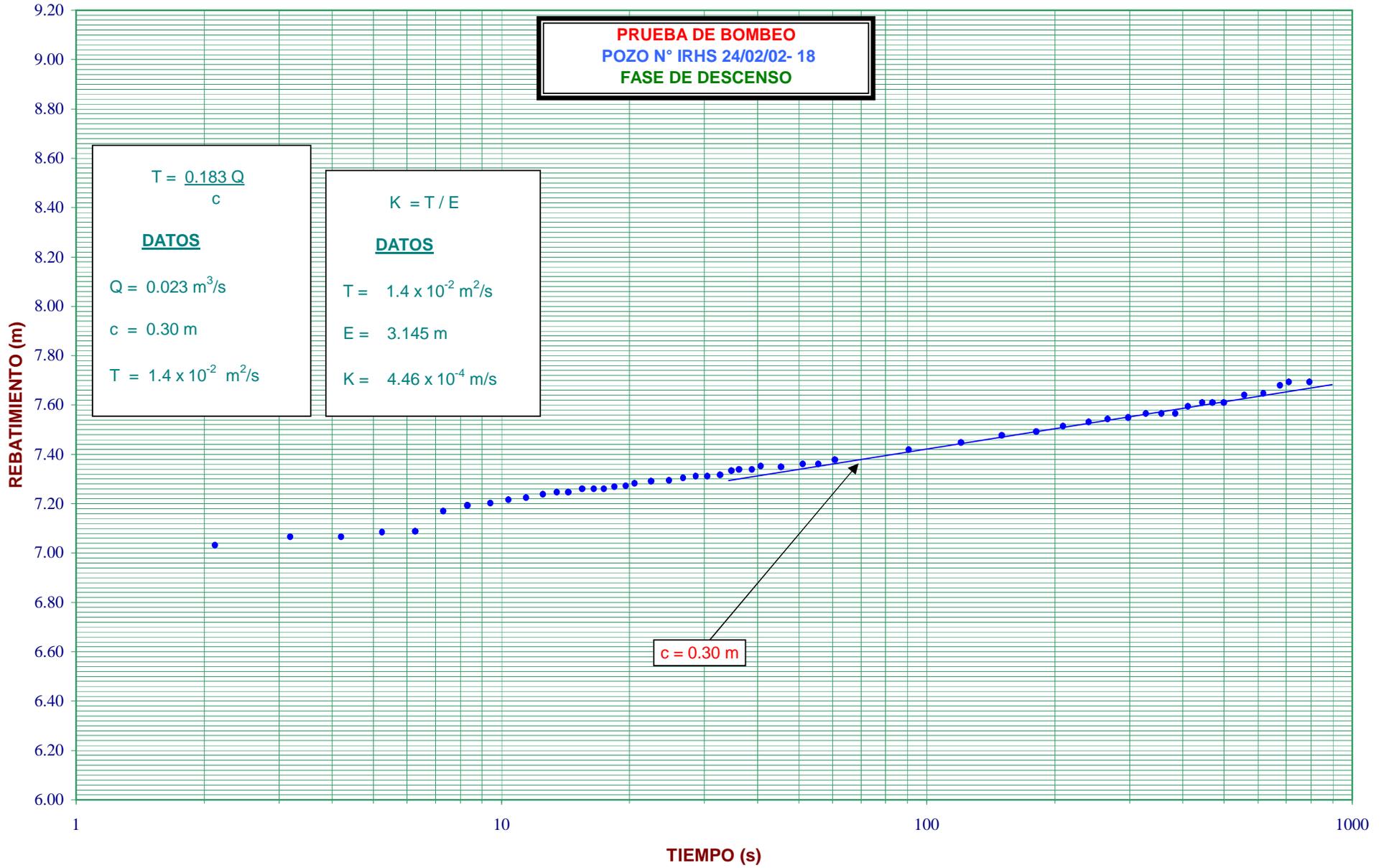


GRÁFICO N° 8.2
DISTRITO : CASITAS

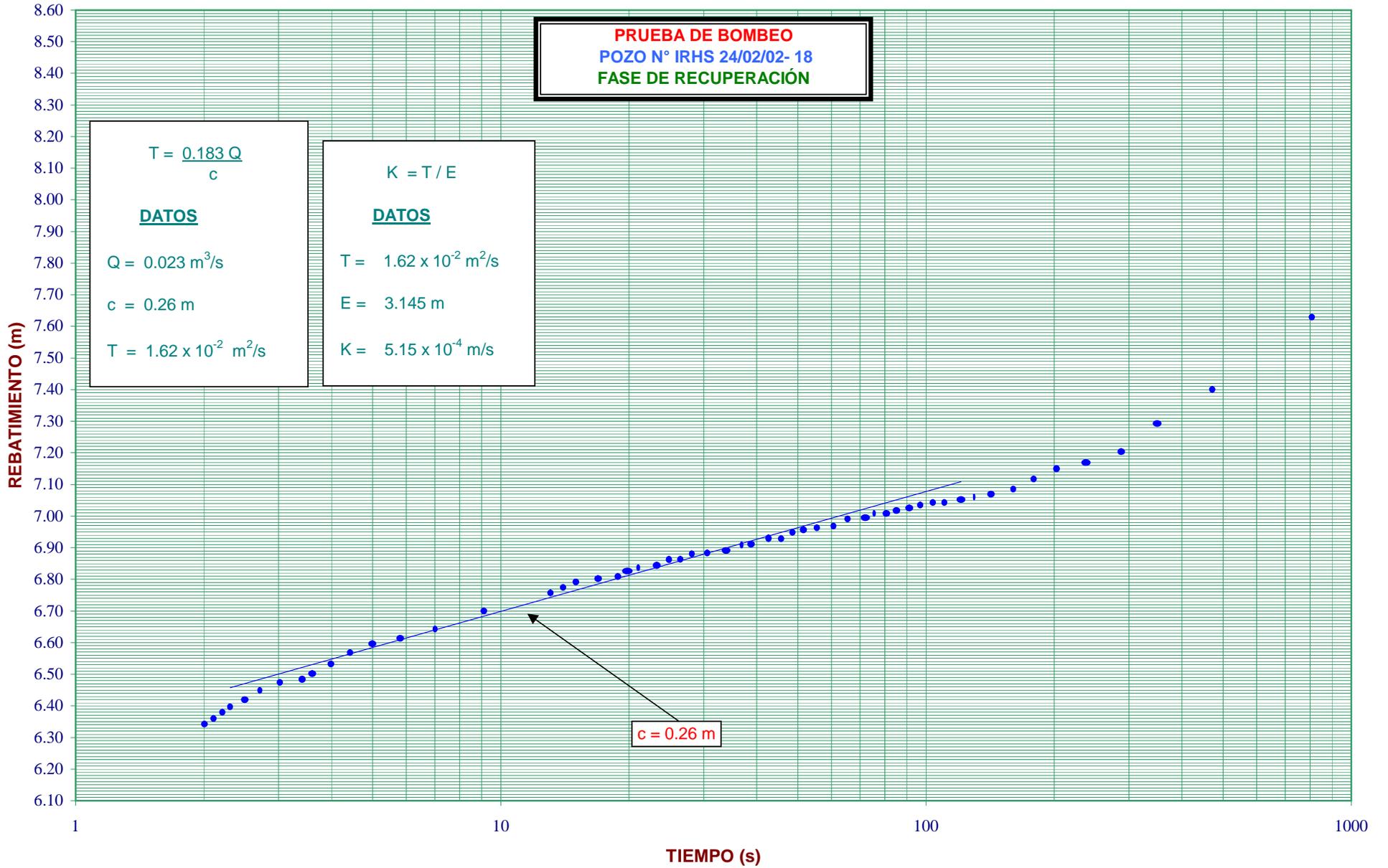


GRÁFICO N° 8.3
DISTRITO : CASITAS

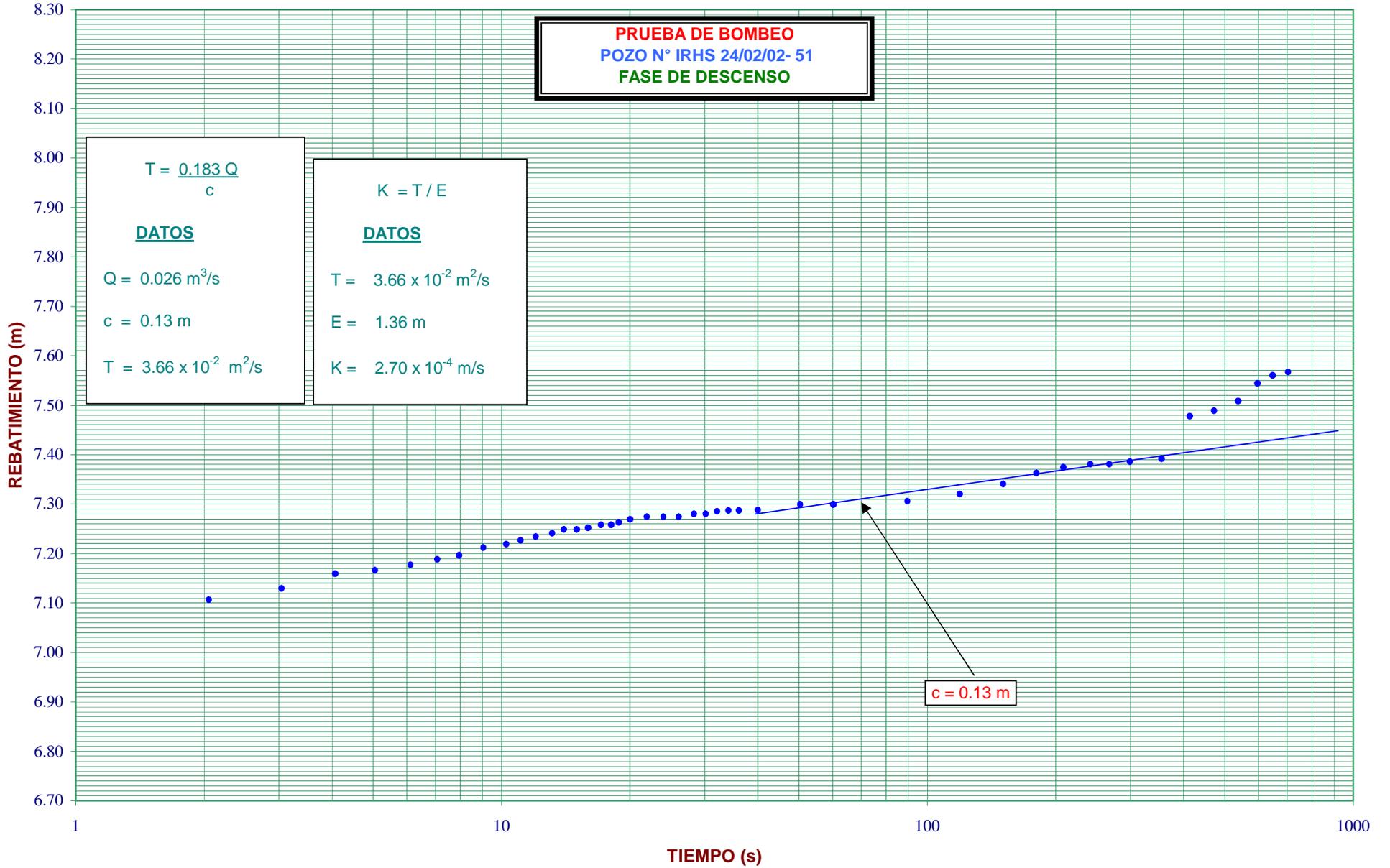


GRÁFICO N° 8.4
DISTRITO : CASITAS

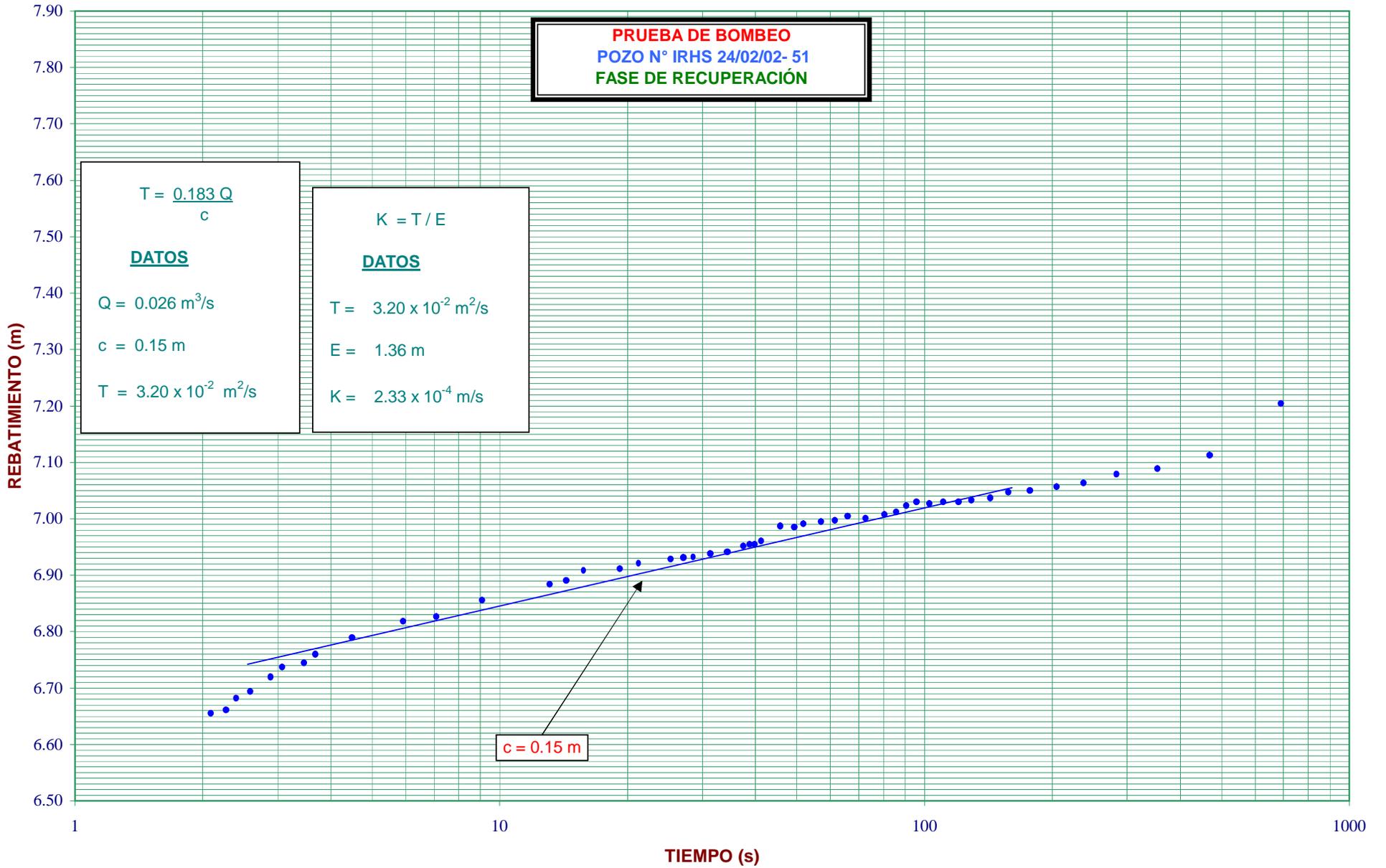


GRÁFICO N° 8.5
DISTRITO : CASITAS

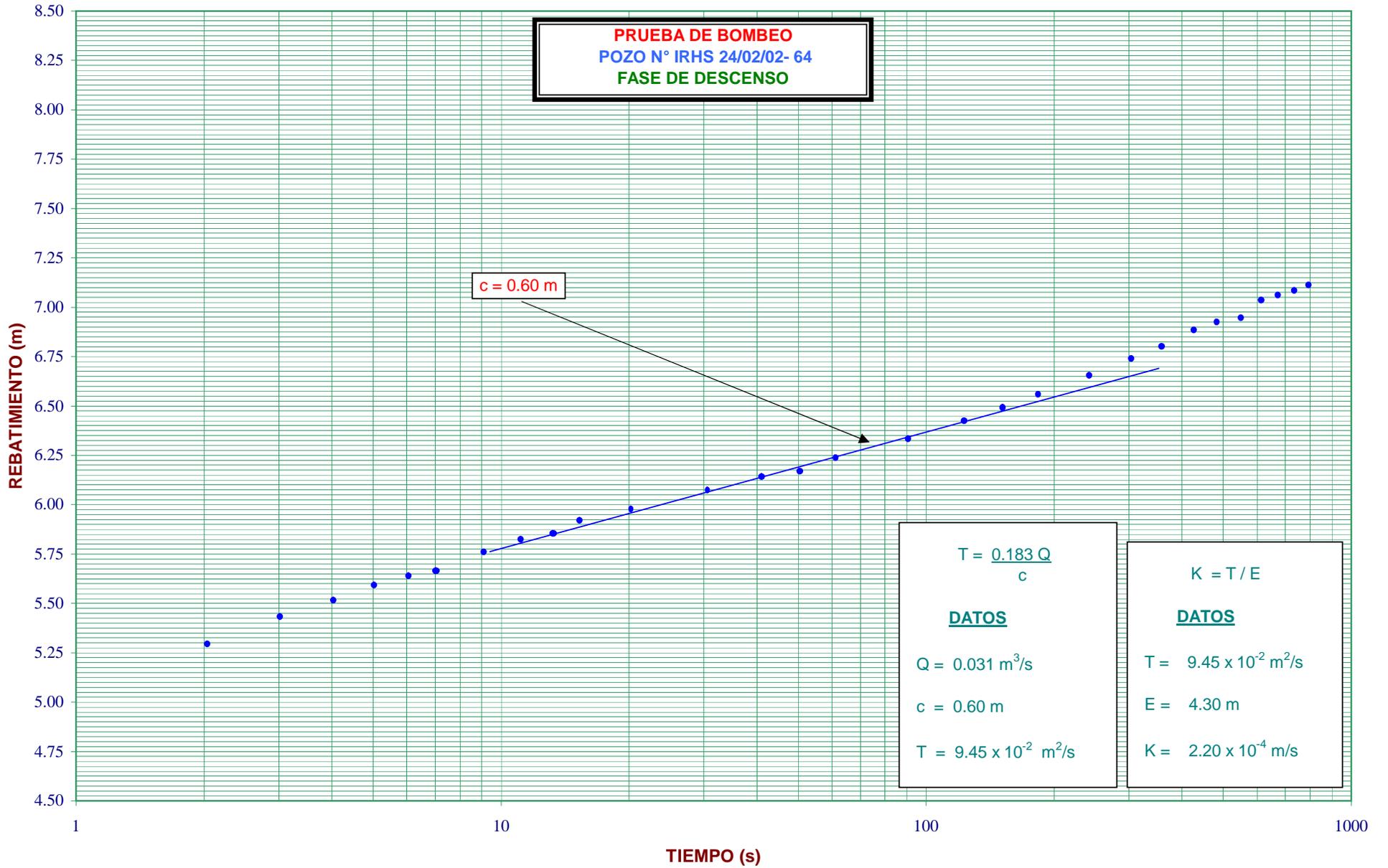


GRÁFICO N° 8.6
DISTRITO : CASITAS

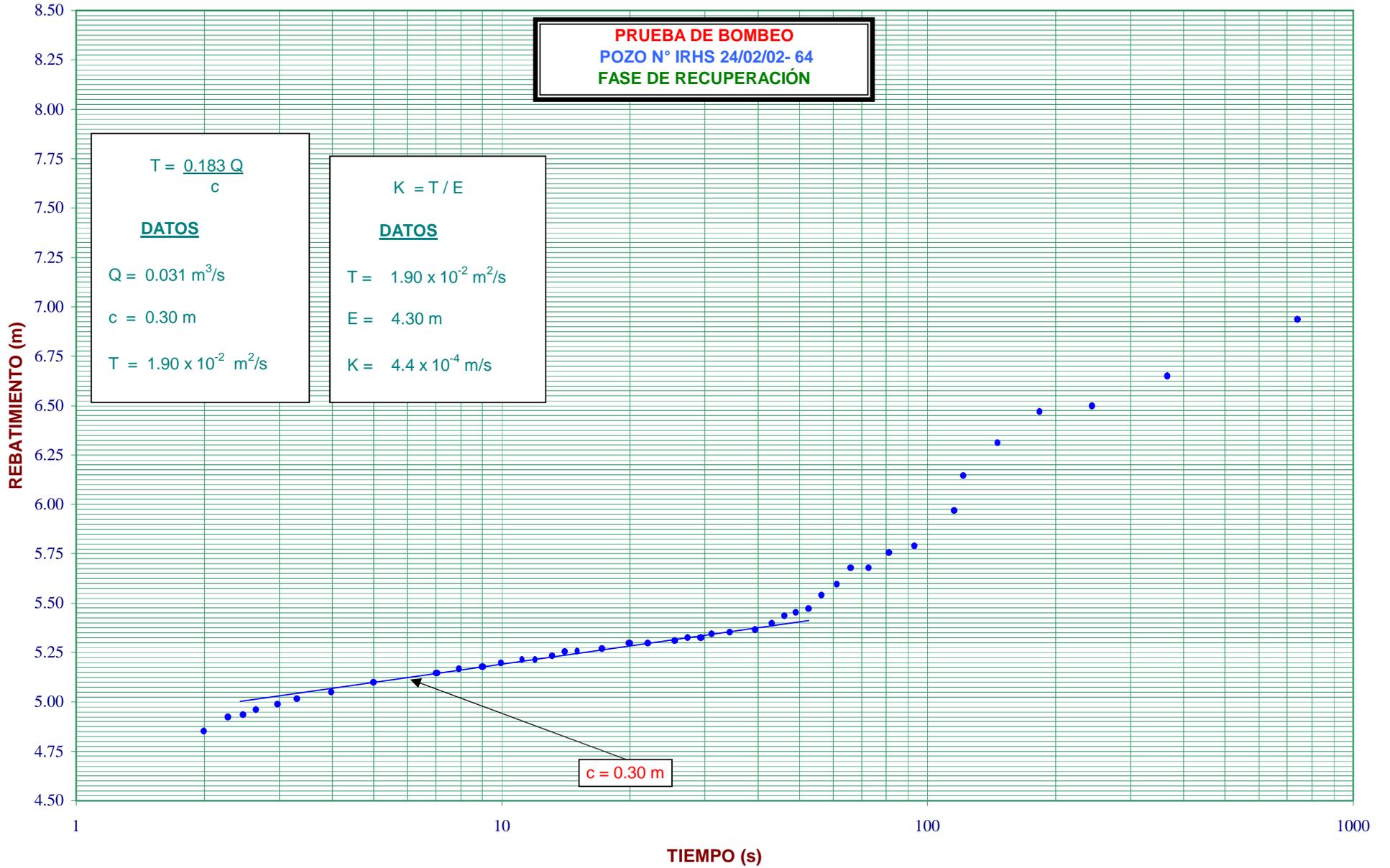
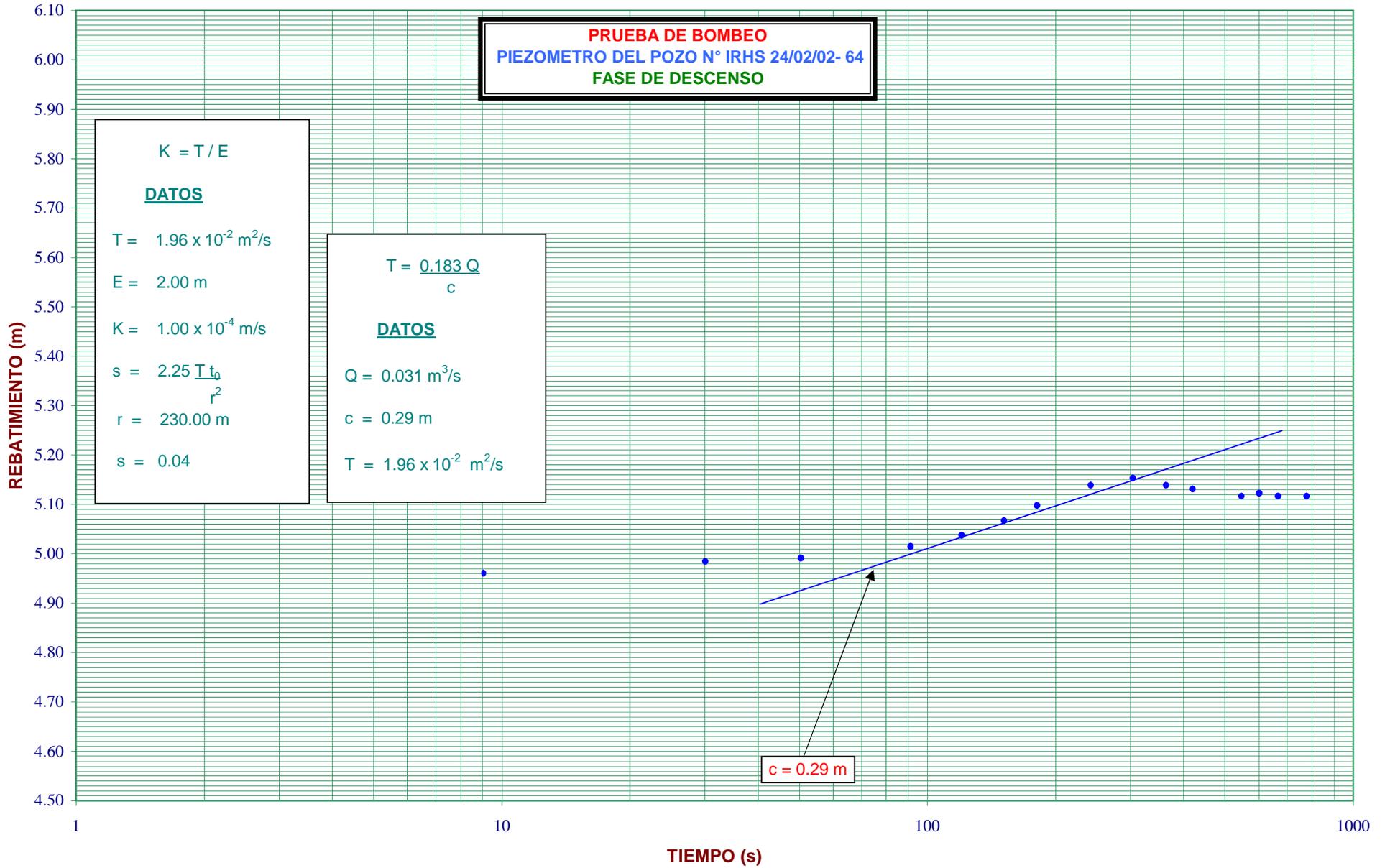


GRÁFICO N° 8.7
 DISTRITO : CASITAS





ANEXO V HIDROGEOQUÍMICA

- **Cuadros de la Red Hidrogeoquímica**
- **Cuadros de Resultados de los Análisis Físico – Químicos**
- **Gráficos de Agua**
 - **Diagramas de Análisis de Agua**
 - **Diagramas de Clasificación de Agua para Riego**
 - **Diagramas de Potabilidad de Agua**
- **Resultados de los Análisis de Laboratorio**
- **Resultados de los Análisis Microbiológicos**

**CUADROS
DE LA
RED HIDROGEOQUÍMICA**

QUEBRADA CASITAS

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO EN POZOS DE LA RED HIDROGEOQUÍMICA
PROVINCIA: CONTRALMIRANTE VILLAR
DISTRITO DE CASITAS
CÓDIGO: 24 / 02 / 02

IRHS	NOMBRE DEL POZO	SECTOR	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mmhos/cm)	pH	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (ppt - gr)	TEMPERATURA (T°C)	OBSERVACIONES
1	Asoc. Cruz de Motupe (Chavelo)	Cienego	1.75	6.8	0.63	28.5	
2	Asoc. Cruz de Motupe (Ciruelo)	Cienego	0.91	6.8	0.45	26.9	
8	Grupo de Riego Pitayal	Pitayal	0.67	7.0	0.30	32.5	
10	Grupo de Riego Pitayal	Pitayal	0.70	6.9	0.38	29.0	
11	Agua Potable La Choza	La Choza	0.60	7.2	0.30	28.0	
14	Grupo de Riego Sagrado Corazon de Jesus	La Choza	0.41	7.4	0.20	32.7	
15	Grupo de Riego Isla del Gallo	La Choza	0.47	6.5	0.24	30.3	
18	Comite de Riego Cherrelique	Cherrelique	0.55	7.0	0.29	31.0	
19	Wilfredo Aleman	Cherrelique	0.86	7.5	0.43	31.0	
23	Willian Ramirez Gallo	Cherrelique	0.89	7.5	0.44	25.0	
24	Grupo de Riego Aleman	Cherrelique	0.69	7.3	0.34	25.0	
27	Grupo de Riego La Fajarda	Cherrelique	0.93	7.7	0.46	25.0	
28	Grupo de Riego Milagro de Jesus	Bellavista	0.95	7.0	0.47	25.0	
31	Grupo de Riego Vega Grande	Gramadal	1.41	6.9	0.70	25.0	
34	Faustino Cruz Becerra	El Palmo	1.70	7.5	0.85	25.0	
35	Grupo de Riego Rompal	El Palmo	1.52	7.4	0.79	25.0	
36	Grupo de Riego El Gallo	El Palmo	1.20	7.2	0.58	26.0	
39	Pedro Granda Marchan	Bellavista	1.99	7.5	0.99	25.0	
43	Grupo Peru 2000	Tacna Libre	0.91	7.0	0.48	25.0	
46	Grupo de Riego Los Algarrobos	Tacna Libre	2.66	6.7	1.33	25.0	
49	Wilfredo Aleman Aleman	Tacna Libre	0.64	7.5	0.32	30.0	
50	Municipalidad de Casitas	Cañaverall	1.26	7.0	0.63	25.0	
54	Grupo de Riego Casitas	Cañaverall	1.25	7.0	0.60	29.8	
55	Grupo de Riego la Florida	La Florida	1.43	6.9	0.70	31.8	
56	Grupo de Riego Valientes y Casitas	Casitas	2.06	7.0	1.03	34.1	
60	Grupo de Riego la Rinconada	Casitas	1.75	7.4	0.70	29.7	
63	Grupo de Riego Pampa el Toro	La Rinconada	1.79	7.2	0.89	23.9	
64	Grupo de Riego Huaquillas	Huaquillas	1.83	7.2	0.91	31.8	
65	Concejo Casitas	Tamarindo	1.51	7.3	0.75	31.2	
69	Elsa Correa. I.	Tamarindo	1.14	7.3	0.57	32.4	
71	Ronaldo Infante Rodriguez	Tamarindo	4.15	6.9	2.07	31.6	
72	Grupo de Riego Jesus Maria	Tamarindo	2.06	7.2	1.03	27.6	
73	Agua Potable Averias	Averias	1.87	7.0	0.93	30.6	
74	Grupo de Riego Averias	Averias	1.93	7.6	0.94	31.8	
76	Rosa Leon Lama	Averias	1.89	7.0	0.94	33.1	
77	Grupo de Riego Averias Bajo	Averias	2.85	7.2	1.42	32.1	
79	Jose Infante Balladares	Averias	5.96	6.9	2.98	27.8	
80	Grupo de Riego Pueblo Nuevo	Pueblo Nuevo	2.50	7.3	1.25	32.6	
82	Luis Saldarrea	Averias	3.40	7.2	1.70	25.0	
83	Grupo de Riego Pueblo Nuevo	Pueblo Nuevo	3.91	7.2	1.95	25.0	
84	Segundo Isaias Espinoza Carlin	Trigal	10.68	6.4	5.34	25.0	
86	Grupo de Riego Trigal	Trigal	3.62	7.6	1.95	25.0	
87	Centro Educativo Trgal	Trigal	3.19	7.1	1.59	25.0	

**CUADROS DE RESULTADOS
DE LOS
ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS**

QUEBRADA CASITAS



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS - QUEBRADA CASITAS
DISTRITO : CASITAS

N° IRHS	CE 25 °C mmhos/cm	dH °F	pH	CATIONES				ANIONES				STD ppm	RAS	CLASIFICACIÓN HIDROGEOQUÍMICA	CLASIFICACION PARA RIEGO
				Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/lt	CO ₃ mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l				
24-02-02	1.75	56.62	6.80	118.00	66.00	133.86	1.95	0.00	164.70	423.36	184.60	875	2.44	SULFATADA SODICA	C3 - S1
8	0.67	17.38	7.00	50.80	11.40	78.66	0.78	0.00	152.50	70.56	92.30	333	2.59	BICARBONATADA SODICA	C2 - S1
15	0.47	13.93	6.50	36.00	12.00	44.16	1.17	0.00	128.10	31.68	71.00	234	1.62	BICARBONATADA SODICA	C2 - S1
18	0.55	15.45	7.00	49.40	7.56	55.89	0.78	0.00	134.20	68.64	71.00	274	1.95	BICARBONATADA SODICA	C2 - S1
25	0.91	31.20	7.00	85.40	24.00	71.76	1.17	0.00	190.32	126.24	113.60	455	1.76	BICARBONATADA CALCICA	C3 - S1
28	0.95	30.71	7.00	88.00	21.24	75.44	1.56	0.00	183.00	180.48	106.50	473	1.87	BICARBONATADA CALCICA	C3 - S1
35	1.52	54.29	7.40	166.00	31.20	112.01	1.95	0.00	189.10	284.16	205.90	759	2.09	SULFATADA CALCICA	C3 - S1
43	0.91	27.44	7.00	83.00	16.32	88.78	1.17	0.00	213.50	144.96	99.40	455	2.33	BICARBONATADA SODICA	C3 - S1
60	1.75	54.76	7.40	158.00	37.20	143.06	1.56	0.00	262.30	317.76	213.00	875	2.65	SULFATADA CALCICA	C3 - S1
74	1.93	63.46	7.60	180.00	45.00	140.76	2.34	0.00	280.60	322.56	262.70	963	2.42	SULFATADA CALCICA	C3 - S1
86	3.62	94.51	7.60	244.00	81.60	410.78	4.68	0.00	317.20	660.00	596.40	1812	5.79	SULFATADA SODICA	C4 - S2

**GRÁFICOS
DE
AGUA**

QUEBRADA CASITAS

**DIAGRAMAS
DE
ANÁLISIS DE AGUA**

DIAGRAMA DE ANALISIS DE AGUA TIPO SCHOELLER (Figura N° 9.1)

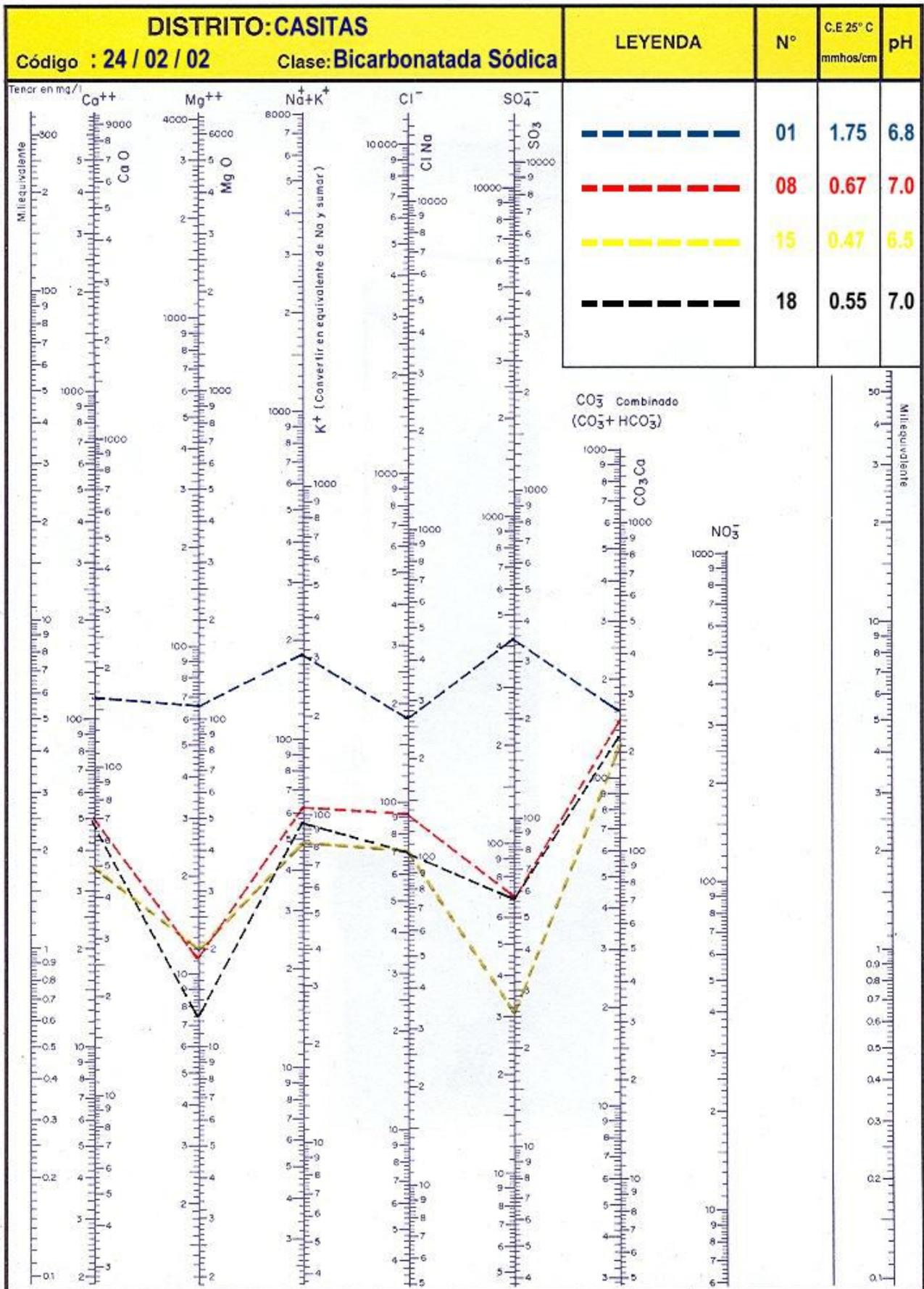


DIAGRAMA DE ANALISIS DE AGUA TIPO SCHOELLER (Figura N° 9.2)

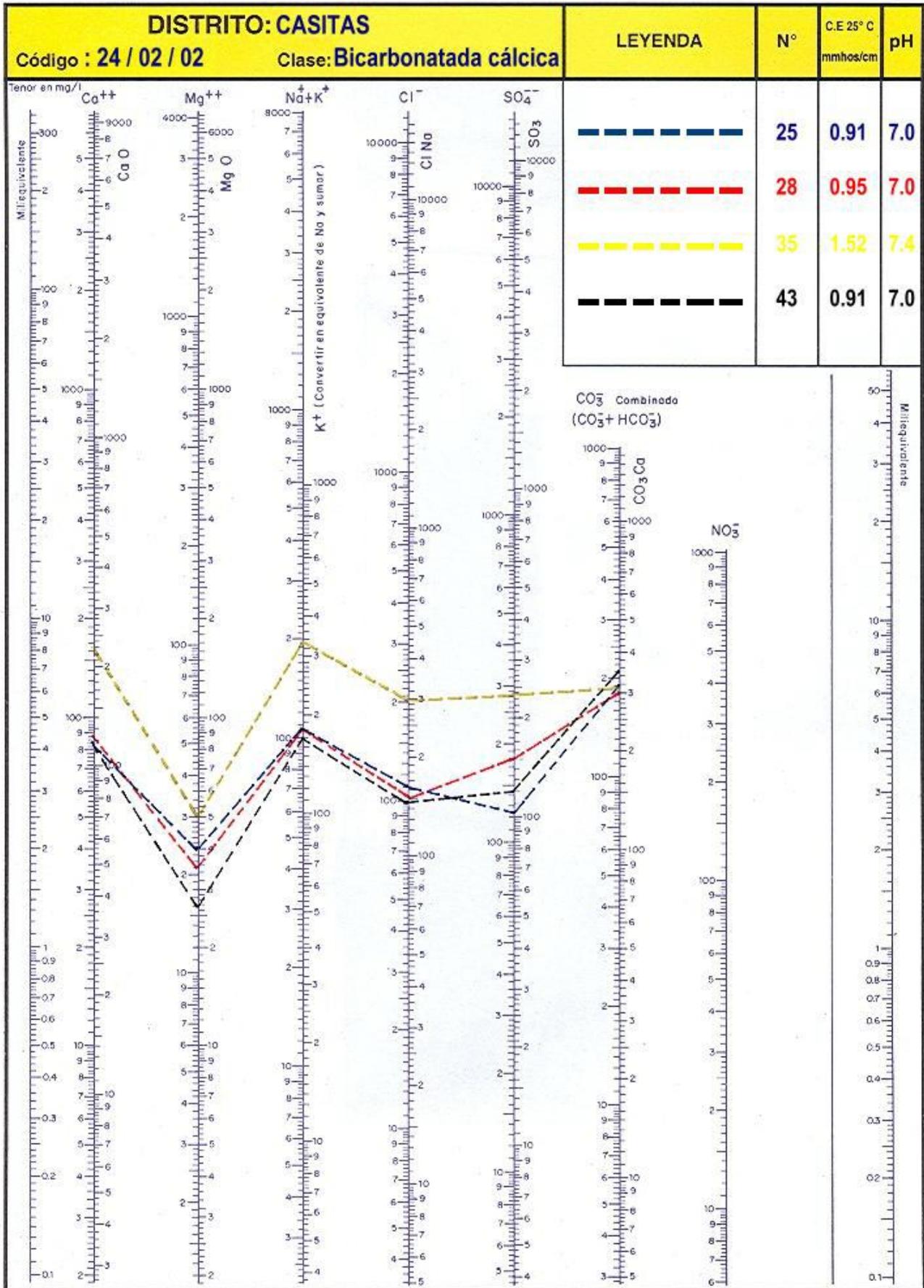
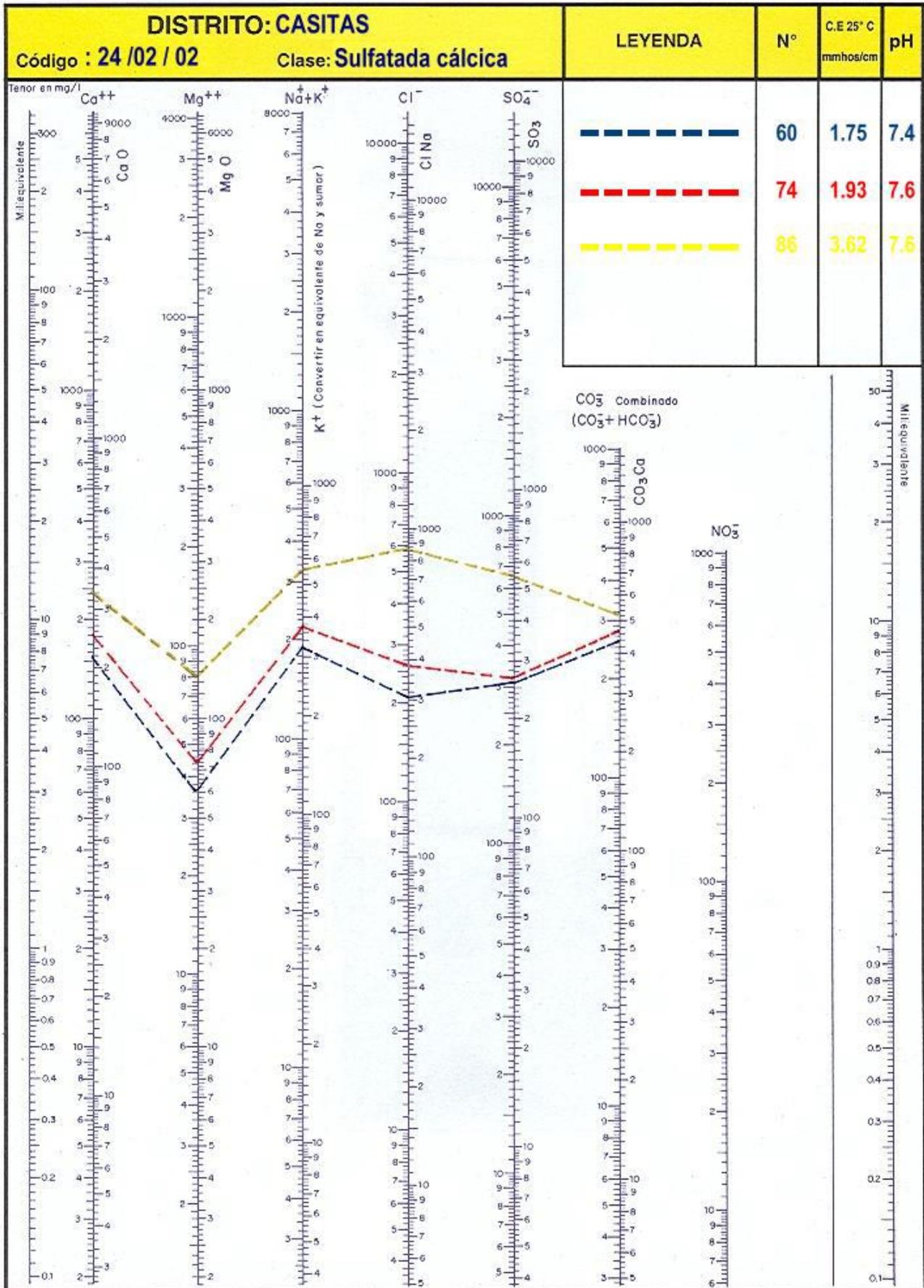


DIAGRAMA DE ANALISIS DE AGUA TIPO SCHOELLER (Figura N° 9.3)



**DIAGRAMAS
DE
CLASIFICACIÓN DE AGUA
PARA RIEGO**

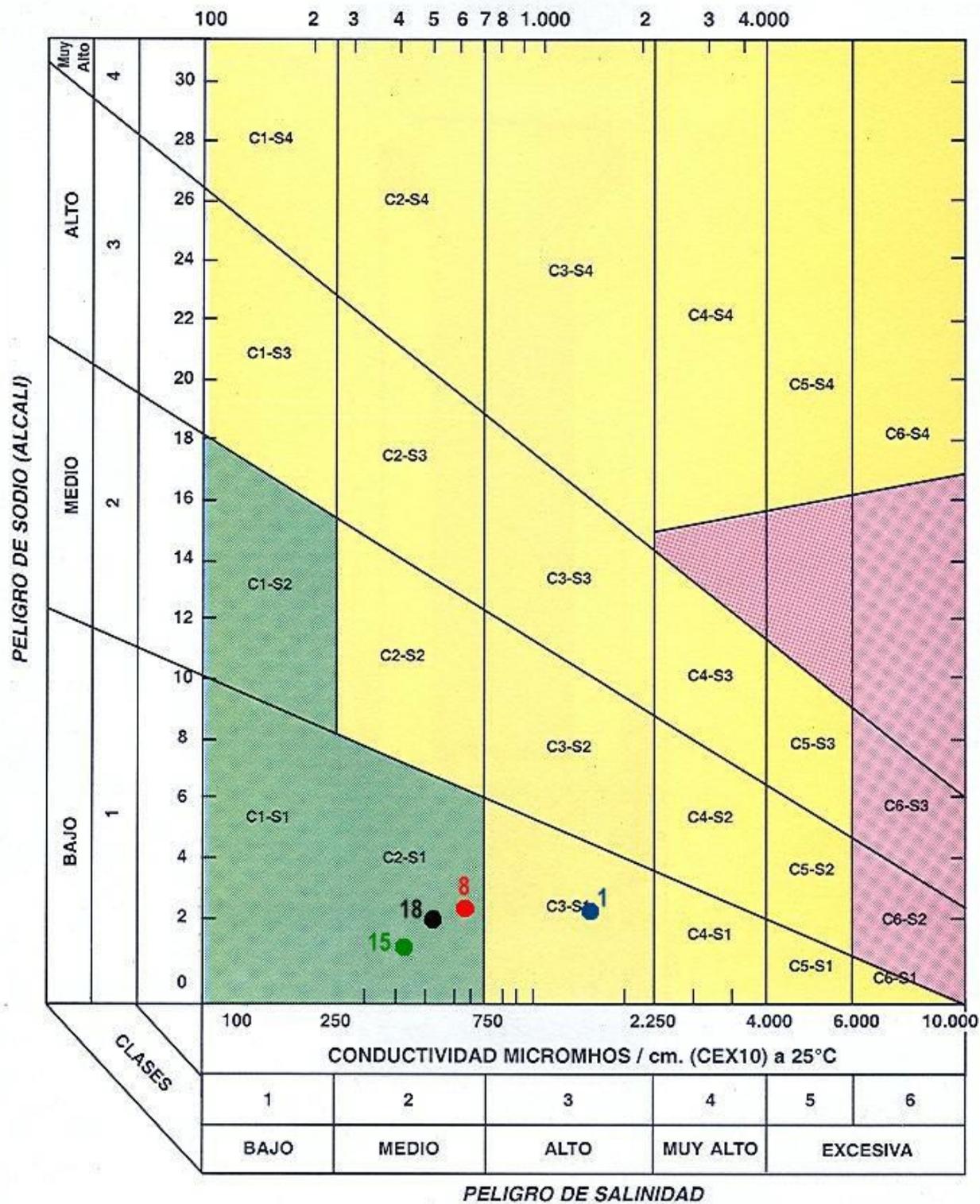


MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA
 INTENDENCIA RECURSOS HIDRICOS

DISTRITO
 (24 / 02 / 02)

CLASIFICACIÓN DEL AGUA PARA RIEGO

(Figura N° 9.4)



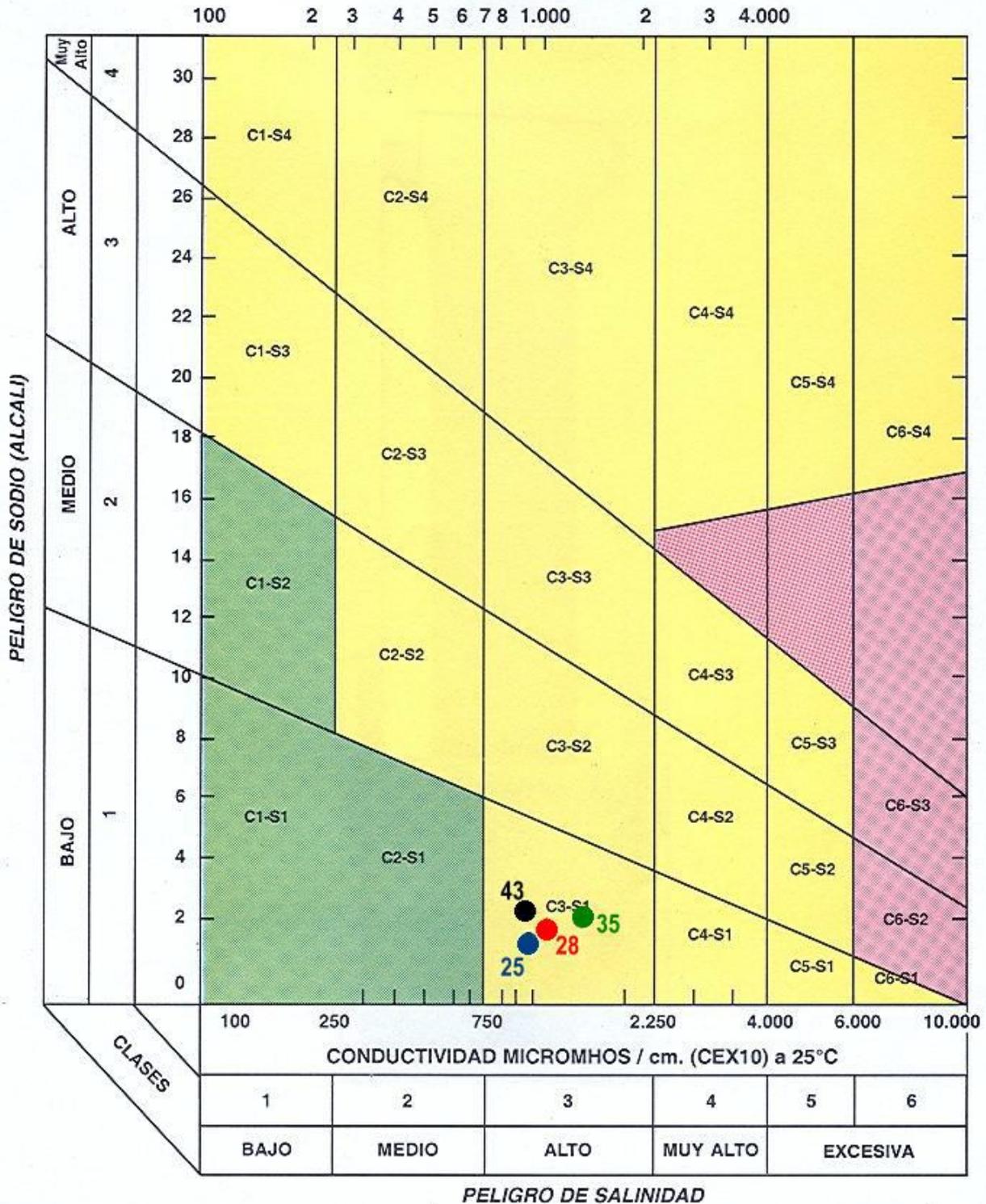


MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA
 INTENDENCIA RECURSOS HIDRICOS

DISTRITO
 (24 / 02 / 02)

CLASIFICACIÓN DEL AGUA PARA RIEGO

(Figura N° 9.5)



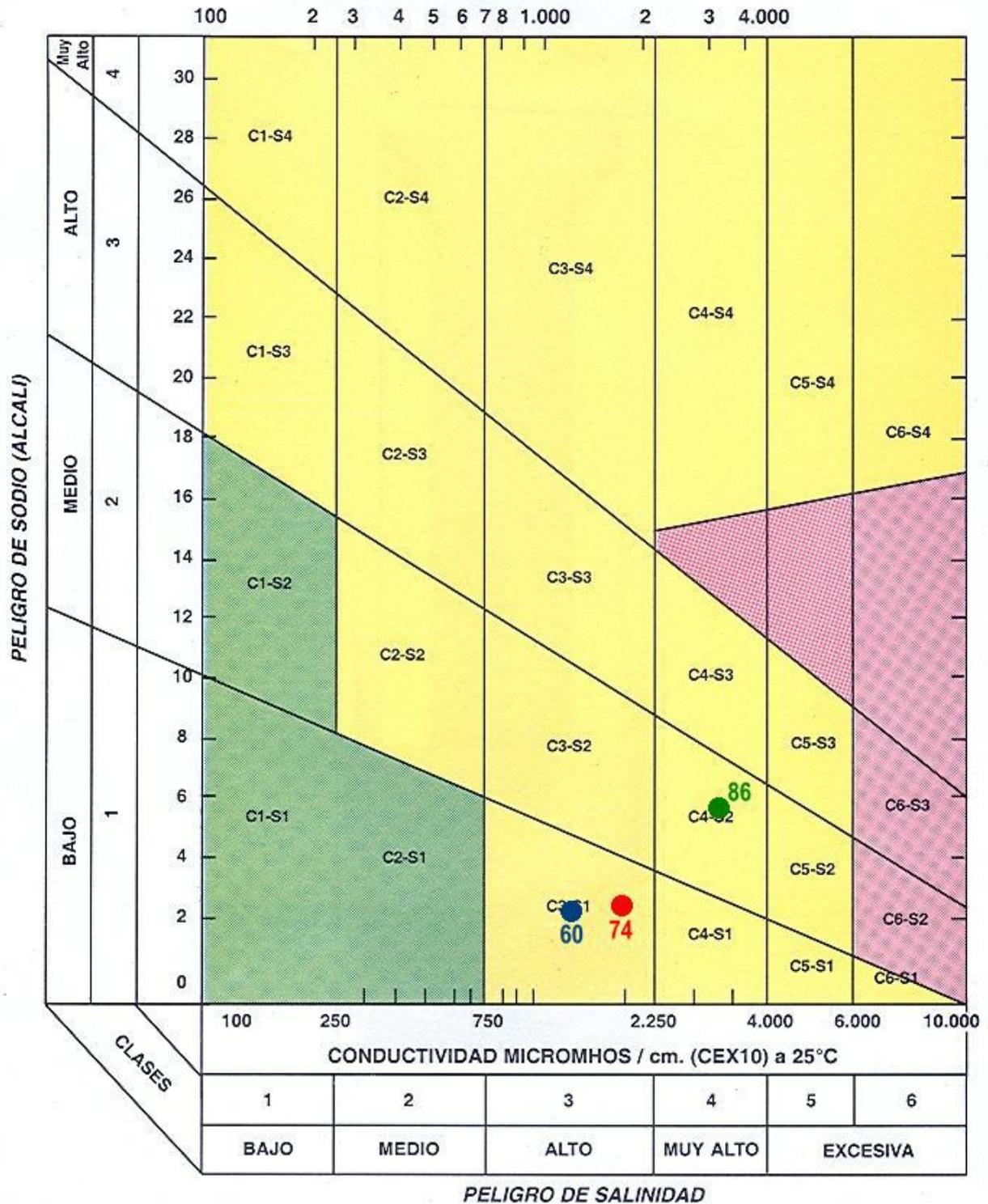


MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA
 INTENDENCIA RECURSOS HIDRICOS

DISTRITO
 (24 / 02 / 02)

CLASIFICACIÓN DEL AGUA PARA RIEGO

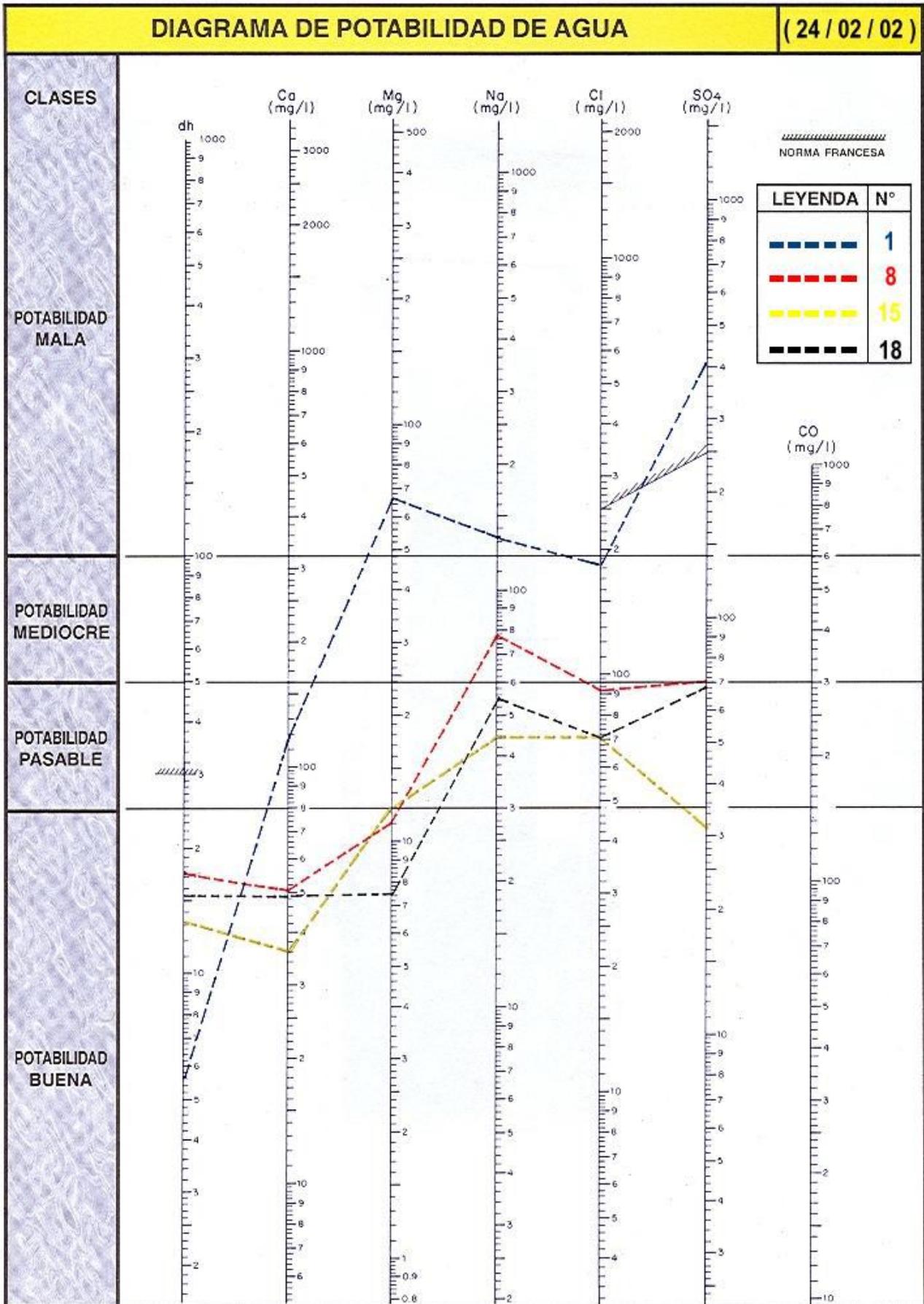
(Figura N° 9.6)



**DIAGRAMAS
DE
POTABILIDAD**



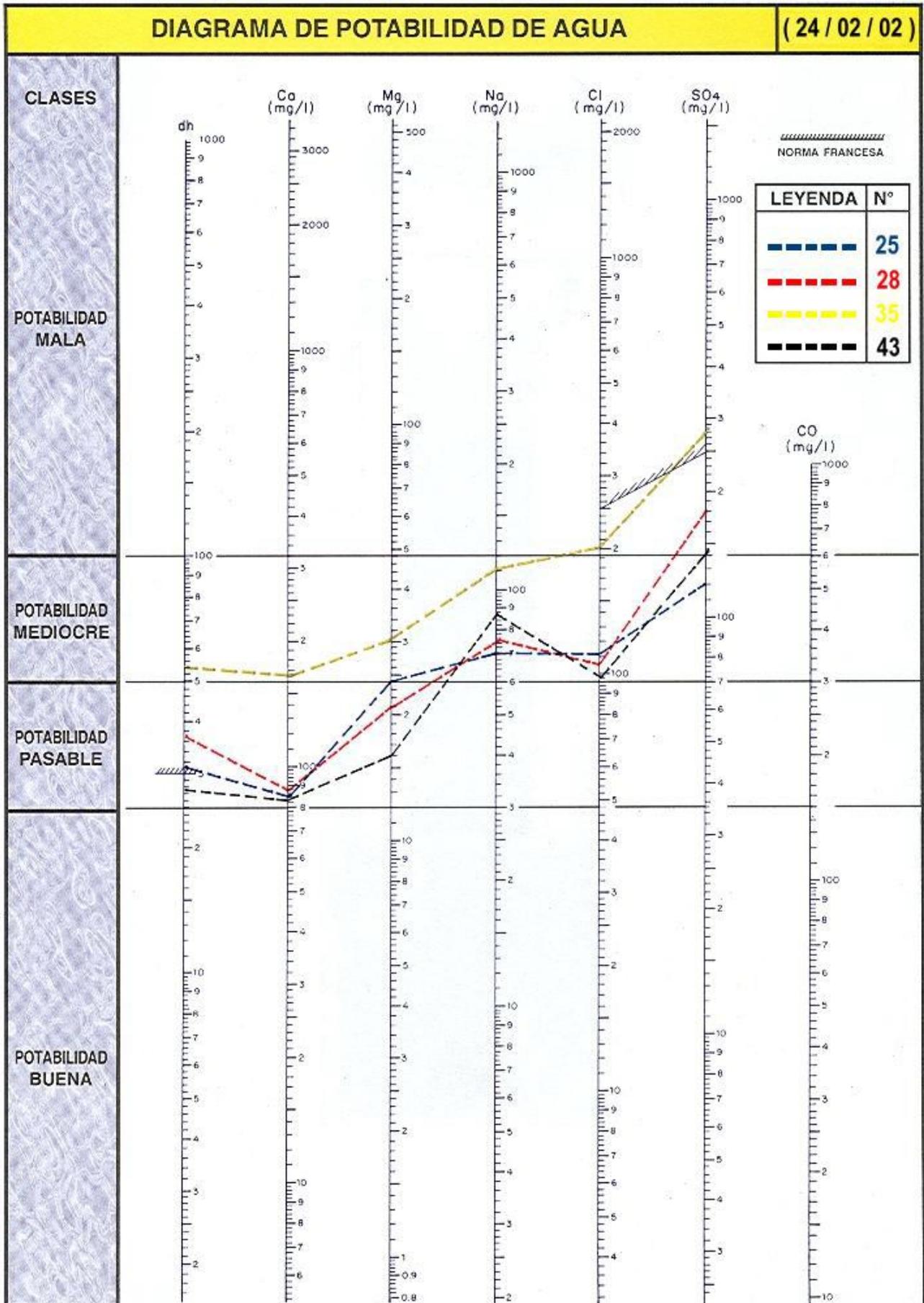
(Figura N° 9.7)





MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA
 INTENDENCIA RECURSOS HIDRICOS

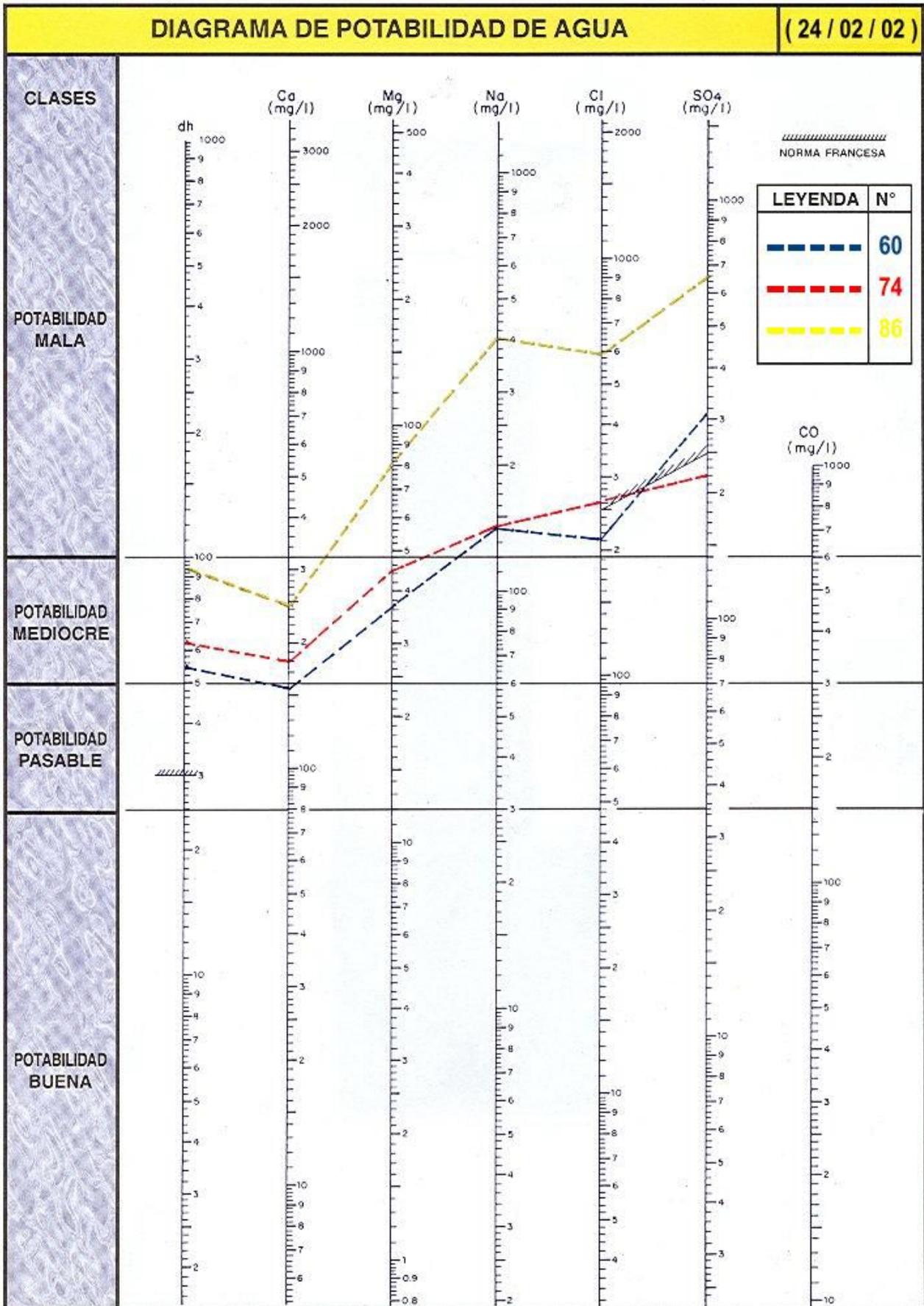
(Figura N° 9.8)





MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA
 INTENDENCIA RECURSOS HIDRICOS

(Figura N° 9.9)



**RESULTADOS
DE LOS
ANÁLISIS QUÍMICOS
EN LABORATORIO**

QUEBRADA CASITAS

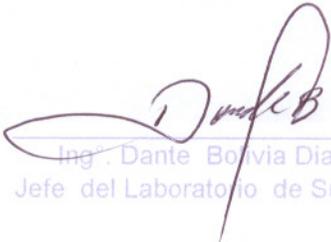


Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

LABORATORIO ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

TIPO DE ANÁLISIS : COMPLETO
PROCEDENCIA : DISTRITO CASITAS
NOMBRE : INRENA
MUESTRA : 03 Agua Pozo
FECHA : 02/11/2006
ATENCIÓN : ING°. JOSE SIFUENTES

MUESTRA	IRHS 01	IRHS 08	IRHS 15
PH	6.80	7.00	6.50
Cec (Micromhos/Cm)	1750	665	467
Cationes(meq/Lt)			
Calcio (Ca)	5.90	2.54	1.80
Magnesio (Mg)	5.50	0.95	1.00
Sodio (Na)	5.82	3.42	1.92
Potasio (K)	0.05	0.02	0.03
Suma de Cationes	17.27	6.93	4.75
Aniones(meq/Lt)			
Carbonatos (CO ₃)	NE	NE	NE
Bicarbonatos (HCO ₃)	2.70	2.50	2.10
Cloruros (Cl)	5.20	2.60	2.00
Sulfatos (SO ₄)	8.82	1.47	0.66
Suma de Aniones	16.72	6.57	4.76
RAS	2.44	2.59	1.62
CO ₃ Na Residual	-8.70	-0.99	-0.70
Clase	C ₃ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁
Resultado*			


Ing°. Dante Bolivia Diaz
Jefe del Laboratorio de Suelos

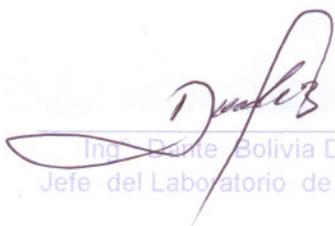


Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

LABORATORIO ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

TIPO DE ANÁLISIS : COMPLETO
PROCEDENCIA : DISTRITO CASITAS
NOMBRE : INRENA
MUESTRA : 03 Agua Pozo
FECHA : 02/11/2006
ATENCIÓN : ING°. JOSE SIFUENTES

MUESTRA	IRHS 18	IRHS 25	IRHS 28
PH	7.00	7.00	7.00
Cec (Micromhos/Cm)	548	910	945
Cationes(meq/Lt)			
Calcio (Ca)	2.47	4.27	4.40
Magnesio (Mg)	0.63	2.00	1.77
Sodio (Na)	2.43	3.12	3.28
Potasio (K)	0.02	0.03	0.04
Suma de Cationes	5.55	9.42	9.49
Aniones(meq/Lt)			
Carbonatos (CO ₃)	NE	NE	NE
Bicarbonatos (HCO ₃)	2.20	3.12	3.00
Cloruros (Cl)	2.00	3.20	3.00
Sulfatos (SO ₄)	1.43	2.63	3.76
Suma de Aniones	5.63	8.95	9.76
RAS	1.95	1.76	1.87
CO ₃ Na Residual	-0.90	-3.15	-3.17
Clase	C ₂ S ₁	C ₃ S ₁	C ₃ S ₁
Resultado*			


Ing. Dante Bolivia Diaz
Jefe del Laboratorio de Suelos



Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

LABORATORIO ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

TIPO DE ANÁLISIS : COMPLETO
PROCEDENCIA : DISTRITO CASITAS
NOMBRE : INRENA
MUESTRA : 03 Agua Pozo
FECHA : 02/11/2006
ATENCIÓN : ING°. JOSE SIFUENTES

MUESTRA	IRHS 35	IRHS 43	IRHS 60
PH	7.40	7.00	7.40
Cec (Micromhos/Cm)	1517	910	1750
Cationes(meq/Lt)			
Calcio (Ca)	8.30	4.15	7.90
Magnesio (Mg)	2.60	1.36	3.10
Sodio (Na)	4.87	3.86	6.22
Potasio (K)	0.05	0.03	0.04
Suma de Cationes	15.82	9.40	17.26
Aniones(meq/Lt)			
Carbonatos (CO ₃)	NE	NE	NE
Bicarbonatos (HCO ₃)	3.10	3.50	4.30
Cloruros (Cl)	5.80	2.80	6.00
Sulfatos (SO ₄)	5.92	3.02	6.62
Suma de Aniones	14.82	9.32	16.92
RAS	2.09	2.33	2.65
CO ₃ Na Residual	-7.80	-2.01	-6.70
Clase	C ₃ S ₁	C ₃ S ₁	C ₃ S ₁
Resultado*			


Ing. Dante Bolivia Diaz
Jefe del Laboratorio de Suelos



Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

LABORATORIO ANALISIS DE AGUAS Y SUELOS

TIPO DE ANÁLISIS : COMPLETO
PROCEDENCIA : DISTRITO CASITAS
NOMBRE : INRENA
MUESTRA : 02 Agua Pozo
FECHA : 02/11/2006
ATENCION : ING°. JOSE SIFUENTES

MUESTRA	IRHS 74	IRHS 86
PH	7.60	7.60
Cec (Micromhos/Cm)	1925	3623
Cationes(meq/Lt)		
Calcio (Ca)	9.00	12.20
Magnesio (Mg)	3.75	6.80
Sodio (Na)	6.12	17.86
Potasio (K)	0.06	0.12
Suma de Cationes	18.93	36.98
Aniones(meq/Lt)		
Carbonatos (CO ₃)	NE	NE
Bicarbonatos (HCO ₃)	4.60	5.20
Cloruros (Cl)	7.40	16.80
Sulfatos (SO ₄)	6.72	13.75
Suma de Aniones	18.72	35.75
RAS	2.42	5.80
CO ₃ Na Residual	-8.15	-13.80
Clase	C ₃ S ₁	C ₄ S ₂
<u>Resultado*</u>		


Ing. Dante Bolivia Diaz
Jefe del Laboratorio de Suelos

**RESULTADOS
DE LOS ANÁLISIS
MICROBIOLÓGICOS
EN LABORATORIO**

QUEBRADA CASITAS



LABORATORIO
ANALISIS CLINICOS – MICROBIOLÓGICOS
Av. Andrés Avelino Cáceres #483 - Telef:283920 Lambayeque
C.Espinoza V. – Guadalupe Muñoz V.
BIOLOGOS – MICROBIÓLOGOS
C.B.P.417 C.B.P. 1480



Análisis Clínicos y Microbiológicos. Bacteriología de la Tuberculosis. Parasitología. Microbiología de Alimentos. Productos Lácteos. Agua Potable. Gaseosas. Licores, etc.

INFORME DE ANALISIS

SOLICITANTE : **INRENA**
DIRECCION LEGAL : Calle 17 N° 355 San Isidro
RUC : **20131367261** Teléfono : 225-9725
PRODUCTO : **AGUA DE POZO**
NUMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACION DE MUESTRA : **IRHS 90** , Sector : **La Choza** , Distrito : **Casitas**
CANTIDAD RECIBIDA : 300 ml (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACION : Envasado en 01 frasco de vidrio transparente con tapa de plástico cerrada
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCION : 27/ 10/ 2006
ANALISIS SOLICITADOS : **MICROBIOLÓGICO**

RESULTADOS:

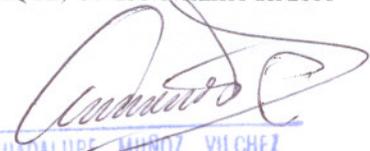
- ANALISIS MICROBIOLÓGICOS**

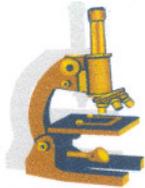
ANALISIS	RESULTADOS
1.- N° Coliformes Totales (NMP/100 mL)	2.8
2.- N° Coliformes Fecales (NMP / 100 mL)	0

- MÉTODOS UTILIZADOS EN ANALISIS DE LABORATORIO:**
1.- APHA AWWA & WDPF , 1995
2.- APHA AWWA & WDPF , 1995

FECHA DE EJECUCION DE ANALISIS : Del 27/10/2006 Al 02/11/2006

LAMBAYEQUE, 04 de Noviembre del 2006


Bigo. GUADALUPE MUÑOZ VILCHEZ
Microbiólogo - Parasitólogo
C. B. P. 1480



LABORATORIO
ANÁLISIS CLÍNICOS – MICROBIOLÓGICOS
Av. Andrés Avelino Cáceres #483 - Telef:283920 Lambayeque
C.Espinoza V. – Guadalupe Muñoz V.
BIOLOGOS –MICROBIOLOGOS
C.B.P.417 C.B.P. 1480



Análisis Clínicos y Microbiológicos. Bacteriología de la Tuberculosis. Parasitología. Microbiología de Alimentos. Productos Lácteos. Agua Potable. Gaseosas. Licores, etc.

INFORME DE ANALISIS

SOLICITANTE : INRENA
DIRECCION LEGAL : Calle 17 N° 355 San Isidro
RUC : 20131367261 Teléfono : 225-9725
PRODUCTO : AGUA DE POZO
NUMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACION DE MUESTRA : IRHS 70 , Sector : Tamarindo , Distrito : Casitas
CANTIDAD RECIBIDA : 300 ml (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACION : Envasado en 01 frasco de vidrio transparente con tapa de plástico cerrada
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCION : 27/ 10/ 2006
ANALISIS SOLICITADOS : MICROBIOLOGICO

RESULTADOS:

- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

ANÁLISIS	RESULTADOS
1.- N° Coliformes Totales (NMP/100 mL)	0.4
2.- N° Coliformes Fecales (NMP / 100 mL)	0

- MÉTODOS UTILIZADOS EN ANÁLISIS DE LABORATORIO:
 - 1.- APHA AWWA & WDPF , 1995
 - 2.- APHA AWWA & WDPF , 1995

FECHA DE EJECUCION DE ANALISIS: Del 27/10/2006 Al 02/11/2006

LAMBAYEQUE, 04 de Noviembre del 2006

Bigo. GUADALUPE MUÑOZ VILCHEZ
Microbiólogo - Parasitólogo
C. B. P. 1480



LABORATORIO

ANALISIS CLINICOS – MICROBIOLÓGICOS
 Av. Andrés Avelino Cáceres #483 - Telef:283920 Lambayeque
C.Espinoza V. – Guadalupe Muñoz V.
 BIÓLOGOS –MICROBIÓLOGOS
 C.B.P.417 C.B.P. 1480



Análisis Clínicos y Microbiológicos. Bacteriología de la Tuberculosis. Parasitología. Microbiología de Alimentos. Productos Lácteos. Agua Potable. Gaseosas. Licores, etc.

INFORME DE ANALISIS

SOLICITANTE : **INRENA**
 DIRECCION LEGAL : Calle 17 N° 355 San Isidro
 RUC : **20131367261** Teléfono : 225-9725
 PRODUCTO : **AGUA DE POZO**
 NUMERO DE MUESTRAS : Uno
 IDENTIFICACION DE MUESTRA : **IRHS 64 . Sector : Huaquillas . Distrito : Casitas**
 CANTIDAD RECIBIDA : 300 ml (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante
 MARCA(S) : S.M.
 FORMA DE PRESENTACION : Envasado en 01 frasco de vidrio transparente con tapa de plástico cerrada
 REFERENCIA : PERSONAL
 FECHA DE RECEPCION : 27/ 10/ 2006
 ANALISIS SOLICITADOS : **MICROBIOLÓGICO**

RESULTADOS:

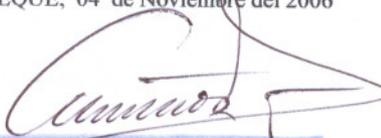
- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

ANALISIS	RESULTADOS
1.- N° Coliformes Totales (NMP/100 mL)	2
2.- N° Coliformes Fecales (NMP / 100 mL)	0

- MÉTODOS UTILIZADOS EN ANÁLISIS DE LABORATORIO:**
 - 1.- APHA AWWA & WDPF, 1995
 - 2.- APHA AWWA & WDPF, 1995

FECHA DE EJECUCION DE ANALISIS: Del 27/10/2006 Al 02/11/2006

LAMBAYEQUE, 04 de Noviembre del 2006


 Bgo. GUADALUPE MUÑOZ VILCHEZ
 Microbiólogo - Parasitólogo
 C. B. P. 1480



LABORATORIO
ANALISIS CLINICOS – MICROBIOLÓGICOS
 Av. Andrés Avelino Cáceres #483 - Telef:283920 Lambayeque
C.Espinoza V. – Guadalupe Muñoz V.
BIOLOGOS –MICROBIOLOGOS
C.B.P.417 C.B.P. 1480



Análisis Clínicos y Microbiológicos. Bacteriología de la Tuberculosis. Parasitología. Microbiología de Alimentos. Productos Lácteos. Agua Potable. Gaseosas. Licores, etc.

INFORME DE ANALISIS

SOLICITANTE : **INRENA**
 DIRECCION LEGAL : Calle 17 N° 355 San Isidro
 RUC : **20131367261** Teléfono : 225-9725
 PRODUCTO : **AGUA DE POZO**
 NUMERO DE MUESTRAS : Uno
 IDENTIFICACION DE MUESTRA : **IRHS 50 . Sector : Cañaverál. Distrito : Casitas**
 CANTIDAD RECIBIDA : 300 ml (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante
 MARCA(S) : S.M.
 FORMA DE PRESENTACION : Envasado en 01 frasco de vidrio transparente con tapa de plástico cerrada
 REFERENCIA : PERSONAL
 FECHA DE RECEPCION : 27/ 10/ 2006
 ANALISIS SOLICITADOS : **MICROBIOLOGICO**

RESULTADOS:

• **ANALISIS MICROBIOLÓGICOS**

ANALISIS	RESULTADOS
1.- N° Coliformes Totales (NMP/100 mL)	0.9
2.- N° Coliformes Fecales (NMP / 100 mL)	0

- **METODOS UTILIZADOS EN ANALISIS DE LABORATORIO:**
 1.- APHA AWWA & WDPF, 1995
 2. - APHA AWWA & WDPF, 1995

FECHA DE EJECUCION DE ANALISIS: Del 27/10/2006 Al 02/11/2006

LAMBAYEQUE, 04 de Noviembre del 2006


Bigo. GUADALUPE MUÑOZ VILCHEZ
 Microbiologo - Parasitologo
 C. B. P. 1480



LABORATORIO
ANALISIS CLINICOS – MICROBIOLOGICOS
 Av. Andrés Avelino Cáceres #483 - Telef:283920 Lambayeque
C.Espinoza V. – Guadalupe Muñoz V.
 BIÓLOGOS –MICROBIÓLOGOS
 C.B.P.417 C.B.P. 1480



Análisis Clínicos y Microbiológicos. Bacteriología de la Tuberculosis. Parasitología. Microbiología de Alimentos. Productos Lácteos. Agua Potable. Gaseosas. Licores, etc.

INFORME DE ANALISIS

SOLICITANTE : **INRENA**
 DIRECCION LEGAL : Calle 17 N° 355 San Isidro
 RUC : **20131367261** Teléfono : 225-9725
 PRODUCTO : **AGUA DE POZO**
 NUMERO DE MUESTRAS : Uno
 IDENTIFICACION DE MUESTRA : **IRHS 27 . Sector : Cherrelique . Distrito : Casitas**
 CANTIDAD RECIBIDA : 300 ml (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante
 MARCA(S) : S.M.
 FORMA DE PRESENTACION : Envasado en 01 frasco de vidrio transparente con tapa de plástico cerrada
 REFERENCIA : PERSONAL
 FECHA DE RECEPCION : 27/ 10/ 2006
 ANALISIS SOLICITADOS : **MICROBIOLOGICO**

RESULTADOS:

• **ANALISIS MICROBIOLOGICOS**

ANALISIS	RESULTADOS
1.- N° Coliformes Totales (NMP/100 mL)	0.4
2.- N° Coliformes Fecales (NMP / 100 mL)	0

- **METODOS UTILIZADOS EN ANALISIS DE LABORATORIO:**
 1.- APHA AWWA & WDPF, 1995
 2.- APHA AWWA & WDPF, 1995

FECHA DE EJECUCION DE ANALISIS: Del 27/10/2006 Al 02/11/2006

LAMBAYEQUE, 04 de Noviembre del 2006

Bigo. GUADALUPE MUÑOZ VILCHEZ
 Microbiólogo - Parasitólogo
 C. B. P. 1480



ANEXO VI RESERVAS TOTALES

- **Cuadro de Reservas Totales**

**CUADRO DE
RESERVAS TOTALES**

QUEBRADA CASITAS

CÁLCULO DE LAS RESERVAS TOTALES DE AGUA SUBTERRÁNEA (m3)

QUEBRADA CASITAS - AÑO 2006

Nº CUADRICULA	ESPESOR DEL ACUÍFERO SATURADO (m)	ÁREA (m2)	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	RESERVAS TOTALES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (m3)
QC-1	30.00	250,000.00	0.05	375,000.00
QC-2	30.00	250,000.00	0.05	375,000.00
QC-3	50.00	250,000.00	0.05	625,000.00
QC-4	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-5	20.00	96,522.19	0.05	96,522.19
QC-6	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-7	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-8	20.00	179,777.83	0.05	179,777.83
QC-9	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-10	10.00	154,986.00	0.05	77,493.00
QC-11	25.00	220,511.10	0.05	275,638.88
QC-12	40.00	22,171.11	0.05	44,342.22
QC-13	40.00	162,955.72	0.05	325,911.44
QC-14	45.00	250,000.00	0.05	562,500.00
QC-15	40.00	231,290.25	0.05	462,580.50
QC-16	45.00	193,302.02	0.05	434,929.55
QC-17	35.00	250,000.00	0.05	437,500.00
QC-18	25.00	250,000.00	0.05	312,500.00
QC-19	25.00	181,198.73	0.05	226,498.41
QC-20	16.00	68,878.35	0.05	55,102.68
QC-21	15.00	250,000.00	0.05	187,500.00
QC-22	15.00	250,000.00	0.05	187,500.00
QC-23	13.00	250,000.00	0.05	162,500.00
QC-24	16.00	250,000.00	0.05	200,000.00
QC-25	18.00	163,493.81	0.05	147,144.42
QC-26	30.00	63,803.96	0.05	95,705.95
QC-27	60.00	54,364.64	0.05	163,093.91
QC-28	50.00	17,039.72	0.05	42,599.30
QC-29	16.00	250,000.00	0.05	200,000.00
QC-30	30.00	250,000.00	0.05	375,000.00
QC-31	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-32	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-33	40.00	250,000.00	0.05	500,000.00
QC-34	35.00	238,483.11	0.05	417,345.44
QC-35	20.00	214,246.97	0.05	214,246.97
QC-36	10.00	146,347.02	0.05	73,173.51
QC-37	10.00	89,519.05	0.05	44,759.52
QC-38	12.00	192,371.66	0.05	115,423.00
QC-39	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-40	10.00	201,047.49	0.05	100,523.75

CÁLCULO DE LAS RESERVAS TOTALES DE AGUA SUBTERRÁNEA (m3)

QUEBRADA CASITAS - AÑO 2006

Nº CUADRICULA	ESPESOR DEL ACUÍFERO SATURADO (m)	ÁREA (m2)	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	RESERVAS TOTALES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (m3)
QC-41	10.00	103,412.43	0.05	51,706.22
QC-42	7.00	148,108.14	0.05	51,837.85
QC-43	7.00	76,090.64	0.05	26,631.72
QC-44	7.00	147,165.23	0.05	51,507.83
QC-45	8.00	138,960.13	0.05	55,584.05
QC-46	15.00	115,732.23	0.05	86,799.17
QC-47	20.00	914,801.16	0.05	914,801.16
QC-48	15.00	159,185.15	0.05	119,388.86
QC-49	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-50	25.00	224,214.75	0.05	280,268.44
QC-51	18.00	100,404.09	0.05	90,363.68
QC-52	18.00	177,316.23	0.05	159,584.60
QC-53	30.00	136,858.66	0.04	164,230.39
QC-54	25.00	249,131.52	0.04	249,131.52
QC-55	10.00	209,039.52	0.04	83,615.81
QC-56	30.00	250,000.00	0.04	300,000.00
QC-57	35.00	186,120.78	0.04	260,569.09
QC-58	40.00	128,977.08	0.04	206,363.32
QC-59	62.00	247,363.29	0.04	613,460.95
QC-60	15.00	128,164.37	0.04	76,898.62
QC-61	20.00	88,422.13	0.04	70,737.70
QC-62	16.00	42,187.90	0.04	27,000.26
QC-63	14.00	236,309.78	0.04	132,333.48
QC-64	20.00	5,616.43	0.05	5,616.43
QC-65	20.00	89,152.64	0.05	89,152.64
QC-66	20.00	220,796.74	0.05	220,796.74
QC-67	35.00	250,000.00	0.05	437,500.00
QC-68	10.00	61,453.96	0.05	30,726.98
QC-69	20.00	148,574.51	0.05	148,574.51
QC-70	30.00	242,251.81	0.05	363,377.71
QC-71	10.00	162,623.52	0.05	81,311.76
QC-72	10.00	198,476.74	0.05	99,238.37
QC-73	20.00	145,022.53	0.05	145,022.53
QC-74	20.00	243,840.08	0.05	243,840.08
QC-75	20.00	131,232.34	0.05	131,232.34
QC-76	10.00	148,188.50	0.05	74,094.25
QC-77	15.00	187,343.35	0.05	140,507.51
QC-78	15.00	102,756.73	0.05	77,067.54
QC-79	10.00	66,306.96	0.05	33,153.48
QC-80	10.00	67,637.30	0.05	33,818.65

CÁLCULO DE LAS RESERVAS TOTALES DE AGUA SUBTERRÁNEA (m3)

QUEBRADA CASITAS - AÑO 2006

Nº CUADRICULA	ESPESOR DEL ACUÍFERO SATURADO (m)	ÁREA (m2)	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	RESERVAS TOTALES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (m3)
QC-81	20.00	65,758.67	0.05	65,758.67
QC-82	15.00	147,358.14	0.05	110,518.60
QC-83	20.00	205,433.36	0.05	205,433.36
QC-84	18.00	153,235.87	0.05	137,912.28
QC-85	25.00	29,383.31	0.05	36,729.14
QC-86	50.00	249,086.37	0.05	622,715.94
QC-87	20.00	244,907.78	0.05	244,907.78
QC-88	12.00	75,148.63	0.05	45,089.18
QC-89	20.00	63,150.12	0.05	63,150.12
QC-90	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-91	10.00	250,000.00	0.05	125,000.00
QC-92	15.00	250,000.00	0.05	187,500.00
QC-93	20.00	143,076.15	0.05	143,076.15
QC-94	15.00	90,094.05	0.05	67,570.54
QC-95	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-96	30.00	250,000.00	0.05	375,000.00
QC-97	30.00	228,490.46	0.05	342,735.69
QC-98	30.00	165,384.60	0.05	248,076.90
QC-99	25.00	147,672.61	0.05	184,590.76
QC-100	20.00	24,828.80	0.05	24,828.80
QC-101	20.00	212,589.83	0.05	212,589.83
QC-102	40.00	250,000.00	0.05	500,000.00
QC-103	20.00	112,573.98	0.05	112,573.98
QC-104	12.00	65,243.86	0.05	39,146.32
QC-105	25.00	87,263.99	0.05	109,079.99
QC-106	30.00	224,587.40	0.05	336,881.09
QC-107	30.00	211,841.41	0.05	317,762.12
QC-108	10.00	174,415.16	0.05	87,207.58
QC-109	20.00	235,718.37	0.05	235,718.37
QC-110	40.00	144,439.70	0.05	288,879.40
QC-111	30.00	230,512.77	0.05	345,769.15
QC-112	15.00	250,000.00	0.05	187,500.00
QC-113	20.00	143,202.33	0.05	143,202.33
QC-114	10.00	43,427.50	0.05	21,713.75
QC-115	30.00	112,425.87	0.05	168,638.81
QC-116	20.00	232,883.92	0.05	232,883.92
QC-117	30.00	250,000.00	0.05	375,000.00
QC-118	10.00	47,718.62	0.05	23,859.31
QC-119	10.00	229,144.35	0.05	114,572.17
QC-120	8.00	104,254.38	0.05	41,701.75

CÁLCULO DE LAS RESERVAS TOTALES DE AGUA SUBTERRÁNEA (m3)
QUEBRADA CASITAS - AÑO 2006

Nº CUADRICULA	ESPESOR DEL ACUÍFERO SATURADO (m)	ÁREA (m2)	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	RESERVAS TOTALES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (m3)
QC-121	10.00	25,158.46	0.05	12,579.23
QC-122	10.00	232,465.14	0.05	116,232.57
QC-123	15.00	39,296.67	0.05	29,472.50
QC-124	20.00	250,000.00	0.05	250,000.00
QC-125	20.00	103,504.82	0.05	103,504.82
QC-126	25.00	195,674.42	0.05	244,593.03
QC-127	15.00	71,068.98	0.05	53,301.73
QC-128	35.00	191,903.60	0.05	335,831.30
QC-129	15.00	86,290.67	0.05	64,718.00
QC-130	45.00	224,473.80	0.05	505,066.05
QC-131	40.00	222,959.31	0.05	445,918.61
QC-132	10.00	161,439.98	0.05	80,719.99
QC-133	10.00	141,011.41	0.05	70,505.71
QC-134	35.00	199,015.90	0.05	348,277.82
QC-135	15.00	190,588.93	0.05	142,941.70
QC-136	30.00	182,616.30	0.05	273,924.45
QC-137	15.00	119,251.10	0.05	89,438.32
QC-138	35.00	103,677.24	0.05	181,435.17
QC-139	30.00	77,490.23	0.05	116,235.35
QC-140	30.00	185,829.69	0.05	278,744.54
QC-141	45.00	187,398.84	0.05	421,647.39
QC-142	40.00	36,415.65	0.05	72,831.29
QC-143	40.00	231,295.54	0.05	462,591.08
QC-144	15.00	29,891.90	0.05	22,418.92
QC-145	15.00	165,879.17	0.05	124,409.38
QC-146	35.00	160,234.04	0.05	280,409.58
RESERVA TOTAL				29,273,681.02