

**Evaluación de las características Hidrogeológicas del Acuífero
Patiño en base a informaciones de pozos tubulares profundos
perforados por SENASA en áreas de los municipios de
San Lorenzo, Capiatá y J. A. Saldívar.**

ANA SOFÍA ARGUELLO FERNÁNDEZ

Orientador: Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba

Trabajo de grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de
Licenciatura en Ciencias Mención Geología, Departamento de Geología.

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

San Lorenzo - Paraguay
Diciembre - 2015

**Evaluación de las características Hidrogeológicas del Acuífero
Patiño en base a informaciones de pozos tubulares profundos
perforados por SENASA en áreas de los municipios de
San Lorenzo, Capiatá y J. A. Saldívar.**

ANA SOFÍA ARGUELLO FERNÁNDEZ

Este trabajo de grado fue aprobado por la Mesa Examinadora como requisito parcial para optar por el Título de Licenciatura, otorgado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción.

Aprobado en fecha 10 de Diciembre de 2015.

Comité Asesor de trabajo de grado:

1. Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba
2. Prof. MSc. Angel María Spinzi.....
3. Prof. Lic. Alfredo Garcete Gordillo.....

.....
Prof. MSc. **NARCISO CUBAS VILLALBA**
Orientador

A mis padres, *Alcides Arguello* y *Carmen Fernández*.

A mis abuelas, *Dora Farran* y *Julia Cantero*

A mi hermano, *Manuel Arguello*.

DEDICO

AGRADECIMIENTOS

A mi familia que es mi principal fortaleza, primeramente a mis padres Alcides Arguello y Carmen Fernández, que me brindaron el apoyo incondicional durante toda mi carrera, en las cuales se presentaron obstáculos y ellos se mantuvieron firmes, alentándome a seguir y superar cualquier adversidad sin olvidar los principios y valores inculcados. A mi hermano, tía, primos y primas los cuales siempre estuvieron apoyando y dándome fuerza en este proceso.

Agradezco al Prof. MSc. Narciso Cubas, por la orientación y paciencia en la elaboración de este trabajo, por brindarme su conocimiento y recomendaciones necesarias, por todos esos consejos, para la culminación del trabajo, como así también para mi desenvolvimiento en el mundo laboral, los cuales son muy valiosos y llevaré por siempre muy en cuenta.

Al Prof. Lic. Moisés Gadea por sus orientaciones y sugerencias, en la elaboración de este trabajo y en el transcurso de mi carrera.

A la Prof. Lic. Sonia Molinas por su tiempo y ayuda brindada para la elaboración de la investigación.

Al Prof. Lic. Luis García, Prof. Lic. Ana Godoy y a la Prof. Lic. Ylsa Avalos, por su colaboración, y a todos los demás profesores que aportaron a mi crecimiento académico.

A mis compañeros y amigos que me brindaron su apoyo en todo momento y con los que compartí gratos momentos durante mi carrera universitaria.

Al Dpto. de Recursos Hídricos de SENASA, al señor Jhony, que muy amablemente me proporciono todos los datos requeridos para la elaboración del trabajo y al compañero Juan Céspedes por su buena predisposición y ayuda brindada.

Agradezco al Dpto. de Geología y a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales que colaboraron en mi formación académica.

Evaluación de las características Hidrogeológicas del Acuífero Patiño en base a informaciones de pozos tubulares profundos perforados por SENASA en áreas de los municipios de San Lorenzo, Capiatá y J. A. Saldívar.

Autor: Ana Sofía Arguello Fernández

Orientador: Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba

RESUMEN

El área de estudio se encuentra localizada en el centro oeste de la Región Oriental del Paraguay, en el Departamento Central, comprendiendo los municipios de San Lorenzo, Capiatá y J. Augusto Saldívar, ubicados en la porción central del acuífero Patiño. El objetivo del trabajo fue la evaluación de las características hidrogeológicas del acuífero Patiño en base a informaciones de pozos tubulares profundos perforados por SENASA en áreas de los municipios de San Lorenzo, Capiatá y J. Augusto Saldívar. La metodología aplicada fue en base a las interpretaciones de datos litológicos, procesamiento de los datos de ensayo de bombeo, análisis fisicoquímico y bacteriológico de las aguas, mediante las informaciones obtenidas de los pozos seleccionados. Respecto a los resultados obtenidos se establecieron líneas de correlaciones estratigráficas logrando deducir el comportamiento y la acumulación de estos sedimentos que se desarrollaron como relleno de la cuenca de origen tectónico, rift de Asunción, en la cual se caracterizaron una sucesión de sedimentos depositados en ambiente de abanico continental, asociado a facies coluviales, aluviales, fluviales y lacustres. Las características hidráulicas determinadas mediante los ensayos de bombeo, presentaron valores de transmisividad muy baja a media y conductividad hidráulica media. Los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos presentaron baja mineralización, además de leves variaciones de tipos de agua, clorurada Ca y sulfatada Ca, aptas para consumo. Los resultados y conclusiones, indicaron que el acuífero presenta un buen potencial hidrogeológico y el agua es de buena calidad, recomendando análisis previos y estudios detallados del área antes de la ubicación de nuevos pozos, debido a la gran cantidad de los mismos, utilizados como principal fuente de abastecimiento de agua en estos municipios que se encuentran densamente poblados.

Palabras claves: Acuífero Patiño, Características Hidráulicas, Sedimentos.

CONTENIDO	Pagina
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. JUSTIFICACION	4
4. OBJETIVOS	5
4.1. General	5
4.2. Específico	5
5. REVISION DE LITERATURA	6
5.1. Ciclo Hidrológico	6
5.2. Infiltración	7
5.3. Acuíferos	7
5.4. Clasificación de los Acuíferos	7
5.5. Parámetros hidrogeológicos característicos de las formaciones geológicas	9
5.6. Propiedades del agua	10
5.6.1. Características Físicas	10
5.6.2. Características Químicas	11
5.6.3. Características Bacteriológicas	11
5.7. Calidad del Agua	11
5.8. Antecedentes de los Estudios Geológicos del área	12
5.9. Características Geológicas y Tectónicas	13
5.10. Hidrogeología	15
6. AREA DE ESTUDIO	16
6.1. Ubicación	16
6.2. Delimitación	16
7. METODOLOGIA	17
7.1. Trabajo de Gabinete	17
7.2. Trabajo de Campo	17
7.3. Trabajo de laboratorio	18
8. RESULTADOS Y DISCUSION	19
8.1. Datos generales de los pozos estudiados	19
8.2. Resumen de la litología de los pozos	20

8.3. Correlación de pozos	27
8.3.1. Interpretación de la Correlación de pozos	32
8.4. Ensayos de Bombeo	34
8.4.1. Interpretación de los Ensayos de Bombeo	46
8.5. Proyección del Nivel Estático	48
8.6. Análisis Químico	50
8.6.1. Representación de datos en el Diagrama de Piper	51
8.6.2. Interpretación de la representación de datos del Diagrama de Piper	52
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
ANEXO	
Anexo 1. Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P1010	56
Anexo 2. Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0144	57
Anexo 3. Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0054	58
Anexo 4. Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0041	59
Anexo 5. Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0426	60
Anexo 6. Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0050	61
Anexo 7. Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0086	62
Anexo 8. Toma de muestras del Pozo n° 1 P1010	63
Anexo 9. Toma de muestras del Pozo n° 2 P0144	63
Anexo 10. Toma de muestras del Pozo n° 3 P0054	64
Anexo 11. Toma de muestras del Pozo n° 4 P0041	64
Anexo 12. Toma de muestras del Pozo n° 5 P0426	65
Anexo 13. Toma de muestras del Pozo n° 6 P0050	65
Anexo 14. Toma de muestras del Pozo n° 7 P0086	65
10. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	66

LISTA DE FIGURAS	Página
Figura 1: Representación del funcionamiento del Ciclo Hidrológico (Molano, 2008)	6
Figura 2: Representación de la Clasificación de Acuíferos según su textura (González et al., 2002)	8
Figura 3: Mapa Geológico del área de estudio modificado del Mapa Geológico The Anschutz Corp. (1981)	14
Figura 4: Mapa Hidrogeológico del acuífero Patiño, modificado del proyecto SAG-PY (2007).	15
Figura 5: Mapa de localización del área de estudio, pozos profundos y sus correlaciones	16
Figura 6: Columna Estratigráfica del pozo P1010	20
Figura 7: Columna Estratigráfica del pozo P0144	21
Figura 8: Columna Estratigráfica del pozo P0054	22
Figura 9: Columna Estratigráfica del pozo P0041	23
Figura 10: Columna Estratigráfica del pozo P0426	24
Figura 11: Columna Estratigráfica del pozo P0050	25
Figura 12: Columna Estratigráfica del pozo P0086	26
Figura 13: Correlación estratigráfica de los pozos correspondientes a la Línea 1	27
Figura 14: Correlación estratigráfica de los pozos correspondientes a la Línea 2	28
Figura 15: Correlación estratigráfica de los pozos correspondientes a la Línea 3	29
Figura 16: Correlación estratigráfica de los pozos correspondientes a la Línea 4.	30
Figura 17: Correlación estratigráfica de los pozos correspondientes a la Línea 5	31
Figura 18: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P1010	35

Figura 19: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P1010	35
Figura 20: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P0144	37
Figura 21: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P0144	37
Figura 22: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P0054	39
Figura 23: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P0054	39
Figura 24: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P0041	41
Figura 25: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P0041	41
Figura 26: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P0050	43
Figura 27: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P0050	43
Figura 28: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P0086.	45
Figura 29: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P0086	45
Figura 30: Modelo de proyección del nivel estático de los pozos.	48
Figura 31: Representación de la dirección de flujo con niveles estáticos de los pozos	49
Figura 32: Representación grafica de concentraciones de iones presentes en el agua subterránea mediante el Diagrama de Piper	51

LISTA DE TABLAS**Página**

Tabla 1: Valores de permeabilidad (Villanueva e Iglesias 1984)	9
Tabla 2: Valores de transmisividad adaptado (Villanueva e Iglesias 1984)	10
Tabla 3: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el P1010	34
Tabla 4: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el P0144	36
Tabla 5: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el P0054	38
Tabla 6: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el P0041	40
Tabla 7: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el P0050	42
Tabla 8: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el P0086	44

LISTA DE CUADROS	Página
Cuadro 1: Resumen de la ubicación y profundidad de los pozos perforados por SENASA en el acuífero Patiño dentro del área seleccionada	19
Cuadro 2: Resumen de los parámetros hidráulicos obtenidos en los ensayos de bombeo de los 6 pozos del área de estudio	46
Cuadro 3: Resumen de los análisis físico-químico-bacteriológicos de las muestras de los pozos del área de estudio	50

1. INTRODUCCION

El área de estudio abarca las ciudades de San Lorenzo, Capiatá y J. Augusto Saldívar, ubicadas en la porción central del acuífero Patiño que se halla ocupando principalmente la Región Oriental del Paraguay, con una superficie aproximada de 1777 Km² y con un espesor estimado de 150m (Proyecto Par 83/005); la zona de estudio fue seleccionada como un área piloto debido a que se han accedido a datos de perforación de pozos de abastecimiento de agua existente en SENASA, además esta área se encuentra con alto índice poblacional y la fuente principal de abastecimiento de agua es a través de la perforación de pozos de las cuales se bombean actualmente cantidades considerables de agua para distintos usos.

El acuífero Patiño está constituida de sedimentos clásticos, que afloran desde Asunción y se extienden a lo largo del Rift de Asunción, en forma triangular, debido a su posición tectónica y sus diferentes interpretaciones pueden ser subdivididos en varias formaciones, por lo tanto se agrupan como Grupo Asunción (Gómez, 1991). La composición litológica del Acuífero Patiño en general está constituida por conglomerados de cantos rodados con matriz arenosa, de color rojo, en la base; hacia la porción superior se halla constituida por areniscas de granulometría gruesa hasta media también de color rojo, en algunos casos se encuentran intercalaciones de arenas arcillosas y lentes arcillosos. A las mismas se le atribuye una edad Cretácica superior bien definida ya que las areniscas contienen cantos de basaltos del Cretácico inferior. (Lahner, 2011)

El Proyecto Par 83/005 Mapa Hidrogeológico del Paraguay (1986) clasificó al acuífero como poroso y de bajo potencial de explotación. Datos de SENASA (1999) indican que el Acuífero Patiño, presentan caudal específico, un poco más favorable que el promedio estimado por Par 83/005. En el acuífero predominan condiciones hidráulicas libres y a veces semiconfinadas.

El estudio pretende una evaluación hidrogeológica del acuífero Patiño en base a datos de perfiles de los pozos, ensayos de bombeo y análisis físico-químico y bacteriológicos de siete pozos tubulares profundos perforados por SENASA en estos tres municipios.

Dichas informaciones servirán para la determinación de las principales características del acuífero en cuanto a la estratigrafía y litología; además permitirá estimar las condiciones hidráulicas del acuífero y la composición química del agua, pretendiendo adquirir un conocimiento primario del estado del agua subterránea que solamente se logra mediante la toma de datos de estos puntos discretos y estratégicamente seleccionados, y aportar información en lo que respecta al área de estudio del acuífero, para la realización de investigaciones más profundas.

El presente trabajo, es realizado como requisito a ser cumplido para la obtención del título de Licenciatura en Ciencias Mención Geología, desarrollado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FaCEN) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acuífero Patiño es un acuífero libre, constituida por sedimentos conglomeráticos en la base y arenosos hacia el techo. El Acuífero se recarga básicamente de las precipitaciones pluviales locales por recarga directa, ya que debido a la morfología del área, el Río Paraguay y otros cuerpos de agua no están en condiciones de recargarlo.

El acuífero no presenta una protección natural para evitar el ingreso de contaminantes, debido a la ausencia de capas impermeables superiores. Son numerosas las fuentes potenciales de contaminación por encontrarse en una zona densamente poblada. Otra problemática que acarrea el acuífero consiste en la salinización del agua subterránea, en ciertas áreas a lo largo del río Paraguay. Estas aguas saladas amenazan la calidad del agua dulce que se encuentra en el acuífero.

A pesar del clima con abundante lluvia, corre el riesgo de sufrir una severa escasez de agua para el consumo humano necesaria para satisfacer las demandas de la población, ya que el uso de las aguas subterráneas ha ganado mucha importancia, con la perforación de pozos de las cuales se bombean actualmente cantidades considerables de agua para distintos usos, incluso llegando a la sobrexplotación. Sin embargo, no hay registros ni controles con relación a la explotación de las aguas subterráneas.

La principal dificultad con respecto al desarrollo del trabajo es la recopilación de los datos para el estudio, debido a que existen una gran cantidad de pozos pero no todos cuentan con los datos requeridos, adaptando así el trabajo a lo adquirido, con estas debilidades se presenta el objetivo de caracterizar el comportamiento hidráulico y estratigráfico del acuífero Patiño con una cantidad reducida de pozos.

3. JUSTIFICACION

Con la realización del trabajo se pretende un análisis de datos existentes de los pozos perforados por el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA) en el Departamento Central, en zonas pilotos de los municipios de San Lorenzo, Capiatá y J. Augusto Saldívar, para llegar a una síntesis sobre las características hidrogeológicas que presenta el acuífero Patiño en dichas áreas.

Con la intención de aportar información del área, se requiere investigar la zona de estudio en los aspectos geológicos, hidrogeológicos y la calidad del agua mediante las perforaciones realizadas por SENASA, ya que realizar estudios más detallados requiere equipamiento y análisis que implica elevado presupuesto y tiempo considerable.

El acuífero Patiño, está sujeto a sobreexplotación incluso con posibilidad de problemas de interferencia de pozos que se perforan sin una planificación adecuada o control de ubicación. Es prioritario realizar una evaluación de este acuífero en lo que refiere a la evolución de los niveles y calidad de agua de manera que se pueda preservar y conservar este acuífero.

Este trabajo forma parte del requisito académico para la obtención del título de grado de la carrera de Geología.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar las características hidrogeológicas del acuífero Patiño en base a las informaciones de pozos tubulares profundos perforados por SENASA en áreas de los municipios de San Lorenzo, Capiatá y J. Augusto Saldívar.

4.2 Específicos

- Identificar las características litológicas y sedimentológicas mediante los perfiles de pozos.
- Caracterizar estratigráficamente las rocas sedimentarias.
- Correlacionar los pozos.
- Estimar la cantidad de agua que presenta el acuífero en la zona de estudio mediante ensayos de bombeo.
- Medir mediante análisis físico-químicos y bacteriológicos la calidad de agua del acuífero Patiño en los pozos de abastecimiento de agua de los municipios de San Lorenzo, Capiatá y J. Augusto Saldívar.
- Contribuir con informaciones en relación a la litología, cantidad y calidad de agua del acuífero Patiño en la zona de estudio.

5. REVISION DE LITERATURA

5.1 Ciclo Hidrológico

Es un sistema complejo, en el cual se asocia cualquier variación en las precipitaciones, en las aguas superficiales como subterráneas, como oscilaciones parciales en el que todas las aguas circulantes de la tierra se encuentran incluidas e interrelacionadas. (Davis, 1971)

Las partículas de agua que se evaporan sobre la superficie de la tierra, vuelven a la tierra en forma de lluvia, desde donde se evaporan de nuevo y así indefinidamente. En el caso más completo del ciclo hidrológico, esta se evapora desde el océano, formando las nubes, las cuales son transportadas hacia los continentes donde se condensan y caen en forma de precipitaciones, las cuales, son conducidas sobre la superficie en forma de escorrentía hasta ríos, lagos y océanos, mientras que la otra parte se infiltra en el terreno formando los acuíferos, los cuales vuelven a las fuentes superficiales.



Figura 1: Representación del funcionamiento del Ciclo Hidrológico (Molano, 2008)

La hidrogeología es la ciencia que se ocupa del estudio de aquellas formaciones geológicas capaces de almacenar y distribuir aguas terrestres en zonas saturadas de las formaciones, teniendo en cuenta sus propiedades físicas y químicas, su interacción con el medio físico, biológico y sus reacciones a la acción del hombre (Custodio, 1983).

5.2 Infiltración

La infiltración es el proceso, en el cual el agua procedente de las precipitaciones, penetra en el suelo, a través de la superficie de la tierra y queda retenida por él, superada la capacidad del suelo, el agua desciende por la acción conjunta de las fuerza capilares y de la gravedad y alcanza un nivel acuífero aumentando el volumen acumulado anteriormente (Custodio, 1983).

Horton (1993) llama capacidad de infiltración a la máxima absorción de agua, procedente de una precipitación, por parte del suelo en condiciones dadas. Es así como la relación entre la intensidad de lluvia y la capacidad de infiltración será la que determine la cantidad de agua que penetrara en el suelo.

5.3 Acuíferos

Se denomina acuífero a un depósito subterráneo, constituido por una formación geológica que permitiendo la circulación del agua por sus poros o grietas, hace que el hombre pueda obtenerla en cantidades apreciables para satisfacer sus necesidades (Custodio, 1983).

5.4 Clasificación de los acuíferos

Desde el punto de vista hidrogeológico, de acuerdo a las características litológicas se pueden dividir en:

- **Acuíferos:** capaces de almacenar y transmitir agua como las gravas, arenas y calizas, presentan una capacidad de drenaje alta. (González et al., 2002)
- **Acuitardos:** capaces de almacenar el agua en cantidades importantes, pero la transmiten con dificultad, también se les denomina formaciones semipermeables como los limos y arcillas. Su capacidad de drenaje es media a baja.
- **Acuicludos:** pueden almacenar agua en gran cantidad, pero no pueden transmitirla y se drenan con mucha dificultad, el agua se encuentra encerrada en los poros de la formación y no puede ser liberada en el caso de las arcillas, arcillas plásticas y limos arcillosos. (Davis, 1971)

- **Acuífugos:** formaciones incapaces de almacenar y de transmitir agua, están representados por rocas compactas, como granitos y gneises. Son impermeables pero pueden presentar fracturas que permiten flujos.

Los acuíferos además se pueden clasificar por su textura, existen tres tipos de materiales, según Villanueva, Iglesias, (1984):

- Aquellos cuya permeabilidad es debido a su porosidad intergranular son denominados acuíferos porosos, los cuales son las gravas, arenas, arcosas y en general materiales detríticos de tamaño de grano de arena como mínimo.
- Aquellos cuya permeabilidad es debido a grietas y fisuras, tanto de origen mecánico como de disolución. Forman un conjunto de acuíferos cársticos y fisurados, las cuales son las calizas, dolomías, granitos y basaltos.
- Por último los acuíferos cuya permeabilidad es debido a un conjunto de las dos anteriores, y se tienen así los acuíferos cársticos y porosos. Son típicos las calcarenitas.

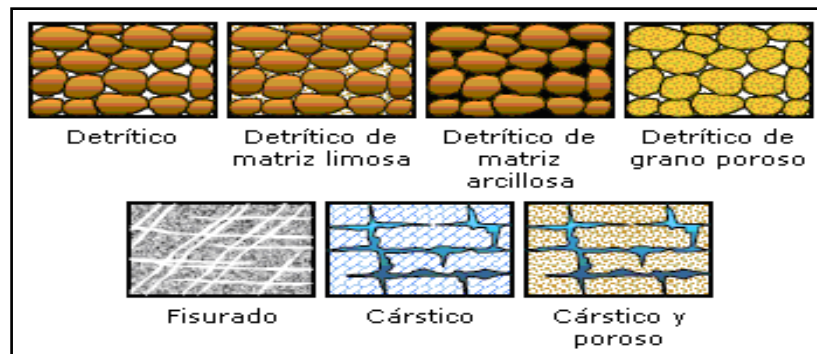


Figura 2: Clasificación de Acuíferos según su textura (González et al., 2002)

Clasificación de los acuíferos según las circunstancias hidráulicas y estructurales:

- **Acuíferos libres:** son aquellos en los que el nivel de agua se encuentra por debajo del techo de la formación permeable. El agua que ceden es el agua que tienen almacenada.
- **Acuíferos cautivos o confinados:** son los que se encuentran aislados en el subsuelo, rodeados de materiales impermeables. El nivel del agua está a presión debido al peso de los materiales superiores.

- **Acuíferos semiconfinados:** los materiales que los rodean no son todos impermeables, la parte superior o semiconfinante lo constituyen formaciones semipermeables, que permiten el paso del agua de otros acuíferos superiores al inferior semiconfinado.

5.5 Parámetros hidrogeológicos característicos de las formaciones geológicas

Los parámetros permiten definir o incluso predecir el funcionamiento o respuesta del acuífero frente a determinadas acciones exteriores, los cuales son:

- Porosidad: esta expresada por la relación entre el volumen de partes vacías u ocupadas por aire y/o agua y el volumen total de una roca. Este parámetro depende de su textura característica. (Custodio, 1986)
- Coeficiente de almacenamiento: representa la capacidad para liberar agua de un acuífero. Este se define como el volumen de agua que es capaz de liberar un prisma de base unitaria y de altura la del acuífero, cuando desciende 1m del nivel piezométrico. (González et al., 2002)
- Permeabilidad: es el parámetro que permite evaluar la capacidad de transmitir agua de una formación en función de la textura de la misma, sin relación con su estructura o forma geométrica. (González et al., 2002)

K (m/día)	Calificación estimada
$K < 10^{-2}$	Muy baja
$10^{-2} < K < 1$	Baja
$1 < K < 10$	Media
$10 < K < 100$	Alta
$K > 100$	Muy alta

Tabla 1: valores de permeabilidad (Villanueva e Iglesias 1984)

- **Transmisividad:** fue introducido por Theis en 1935, es el parámetro definido para evaluar la capacidad de transmitir agua de los acuíferos, teniendo en cuenta la textura del acuífero y las características del fluido.

T (m²/día)	Calificación estimada
T < 10	Muy baja
10 < T < 100	Baja
100 < T < 500	Media
500 < T < 1000	Alta
T > 1000	Muy alta

Tabla 2: valores de transmisividad adaptado (Villanueva e Iglesias 1984)

5.6 Propiedades del agua

5.6.1 Características Físicas

Temperatura: las aguas subterráneas tienen una temperatura muy poco variable, y responde a la temperatura media anual de las temperaturas atmosféricas del lugar, incrementando con la profundidad (1 grado por cada 33m de profundidad).

Conductividad: es la capacidad del agua para conducir electricidad. La conductividad crece con la temperatura y con el contenido en iones disueltos.

Color: si el agua presenta color generalmente es originada por materiales orgánicos de formaciones carbonosas o suelos vegetales, si hay Fe puede tomar color rojizo. Los valores en general son menos de 5 ppm Pt-Co para aguas subterráneas.

Olor - Sabor: las aguas subterráneas son inodoras, el sabor del agua es una determinación organoléptica subjetiva, de interés en agua potable. Las aguas con más de 300 ppm de Cl tienen gusto salado, las que tienen más de 400 ppm de SO₄ tienen gusto salado y amargo.

Turbidez: mide el contenido en materias coloidales y materia en suspensión muy fina y difícil de sedimentar y filtrar. Los valores deben ser en general menos de 1 ppm para aguas subterráneas.

Materia en suspensión: contenido de materias sedimentables o que pueden ser retenido por un filtro. Las aguas de origen subterráneo no tienen materia en suspensión, excepto en circulaciones cársticas o si se ha obtenido en una captación, mal desarrollada en la que se producen arrastres.

5.6.2 Características Químicas

pH: es la concentración de iones hidrogeno en soluciones acuosas, por lo general varía entre 6,5 y 8, y raramente entre 5,5 y 8,5. Aguas con pH 7 suelen ser agresivas.

Alcalinidad: es la capacidad del agua para neutralizar ácidos. Miden el contenido de aniones hidrolizables.

Dureza: es una de las propiedades más importantes, ya que afecta considerablemente a los consumos domésticos e industriales. La dureza mide la capacidad del agua de consumir jabón o producir incrustaciones.

Iones: en el agua subterránea la mayoría de las sustancias disueltas se encuentran en estado iónico, de los cuales unos cuantos se encuentran presentes casi siempre, los iones fundamentales son: Aniones; Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3H^- , NO_3^- y Cationes; Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} y K^+ .

5.6.3 Características Bacteriológicas

Los criterios de la calidad bacteriológica del agua se basan en la determinación de aquellos microorganismos que puedan afectar directamente a la salud del hombre o que, por su presencia, puedan señalar la posible existencia de otros. (Custodio, 1986)

5.7 Calidad del agua

El estudio de la calidad del agua destinada para el consumo humano es de primordial importancia, interviniendo en el mismo muchos factores que pueden afectarla. Se denomina agua potable a aquella agua que puede ser consumido por el hombre sin peligro alguno para su salud, ello supone tener en cuenta las distintas características del agua, ya sean físicas, químicas y bacteriológicas (Custodio, 1986)

Los criterios usuales para dictaminar acerca de la potabilidad del agua son los análisis químicos y bacteriológicos, así se puede afirmar la potabilidad química cuando las concentraciones de sus elementos satisfagan las condiciones fijadas para ello y la potabilidad bacteriológica cuando, estando el agua exenta de bacterias patógenas. (Davis, 1972)

5.8 Antecedentes de los Estudios Geológicos del área

Los primeros estudios lo realizaron Harrington (1950) y Putzer (1962) los cuales describieron a las areniscas rojas como pertenecientes a la Formación Misiones debido a su gran similitud con las areniscas aflorantes en la zona de San Juan Bautista Misiones y que las mismas fueron preservadas por causa de hundimientos tectónicos según Putzer.

Spinzi (1983) en estudios realizados en el Cerro Patiño, Aregua y sus alrededores, describe los sedimentos como conglomerados, aglomerados y metaconglomerados con matriz silicificada de arena gruesa y arcilla de color rojo e identifica un conjunto aflorante de dirección noroeste al oeste del lago Ypacarai al cual lo denomina Formación de conglomerado Patiño.

El Proyecto PAR 83/005, (1986) describe a la formación, constituida por sedimentos conglomeráticos en la base y arenosos hacia el techo, con una fuerte coloración roja y aflorante desde Asunción, hacia SE, hasta Ybytymi, Caballero, en la depresión de Ypacarai, con una estructura asociada al alto de Asunción. El mismo atribuye una edad Cretácico Superior-Terciario, basado en la presencia de cantos de areniscas silicificadas de la Formación Misiones, y de las intrusivas alcalinas del Jurásico superior las cuales fueron intruidas por las intrusivas basaníticas de la Formación Ñemby, de edad Oligocénica / Miocénica (Terciario) por lo cual, propusieron formalmente denominar a esta unidad litoestratigráfica Formación Patiño.

Gómez (1991), Bartel (1994), Orué (1996), adoptaron el nombre de Grupo Asunción, a los sedimentos depositados en el seno de una estructura tipo semigraben, describiendo una litología dominante de fanglomerados, conglomerados y areniscas.

5.9 Características Geológicas y Tectónicas

En el área de estudio se encuentra una estructura importante de origen tectónico, definido por Harrington (1950) con la denominación de Graben de Ypacarai, mientras que Putzer (1962) lo describió como zonas de fallas verticales. Los estudios realizados por Degraff *et al.* (1981), con equipos de gravimétrica y magnetometría, definen que al Oeste del Valle de Ypacarai predominan fallas normales de dirección Norte-Sur, cuyos lados occidentales habrían descendido 925 m y 1125 m con respecto a sus lados orientales. En el proyecto tectónico del Paraguay Oriental Degraff *et al.* (1984) describe que la estructura presenta una extensión de 200 km desde Asunción en el Oeste hasta un poco al Este de Villarrica, el rasgo tectónico es debido a que la región había sido afectada por una tectónica tensional durante el Mesozoico superior- Cenozoico inferior, durante la ruptura y separación de los continentes. Esto habría producido la ruptura de la corteza terrestre ocasionando el descenso de la superficie y permitiendo el ascenso de magma a través de las estructuras falladas.

Según Riconmini, *et al.*, (2001) la estructura se compone de tres segmentos: el segmento occidental bien definida con una orientación NW-SE y que se extiende más de 90 kilómetros entre Benjamín Aceval y Paraguarí; el segmento central E-W de aproximadamente 70 km de extensión que une las ciudades de Paraguarí y Villarrica; y el segmento oriental menos definida, de 40 km de longitud, con una orientación NW-SE, entre Villarrica y la Cordillera del Ybytyruzú. Estudios tectónicos de la región revelaron una primera fase de fallas durante el Cretácico Temprano asociadas con magmatismo toleítico en el segmento oriental de la estructura y seguido por magmatismo alcalino, principalmente en el segmento central de la estructura. De esta manera durante el Paleoceno, el segmento occidental de la estructura fue llenado por fanglomerados, con depósitos eólicos del Grupo Asunción.

El Grupo Asunción según la descripción del Texto explicativo Hoja Caacupé (1999), está distribuida de la siguiente manera, presenta una deposición caótica, sedimentación mal seleccionada en la base, debido a la rápida subsidencia de la estructura, predominantemente de origen fluvial. Se encuentra en forma discordante sobre los sedimentos paleozoicos del Grupo Caacupé y del Grupo Itacurubí. La litología se presenta con abundantes fragmentos y bloques de rocas de varios

orígenes, formas y tamaño provenientes del complejo cristalino Precámbrico, de rocas sedimentarias del Paleozoico, magmáticas y sedimentarias del Mesozoico, todos depositados dentro de una matriz muy heterogénea compuesta de areniscas, arenisca arcillosa, y arcillas.

Las areniscas inferiores de la unidad presentan granulometría gruesa en principio, pasando a finas, pueden contener horizontes conglomeráticos. En la parte superior las areniscas presentan granulometría más fina, con buena selección y redondez de sus granos. La composición mineralógica predominante es cuarzo.

Seguido a la gran deposición de los sedimentos del Grupo Asunción, el ciclo tectónico Andino en el Paleógeno reactiva la estructuración anterior del Rift de Asunción, con la formación de nuevas direcciones, la cual permite el emplazamiento del magmatismo alcalino de edad terciaria en forma de stocks y diques en la estructura tectónica general, y dando lugar a la morfología actual.

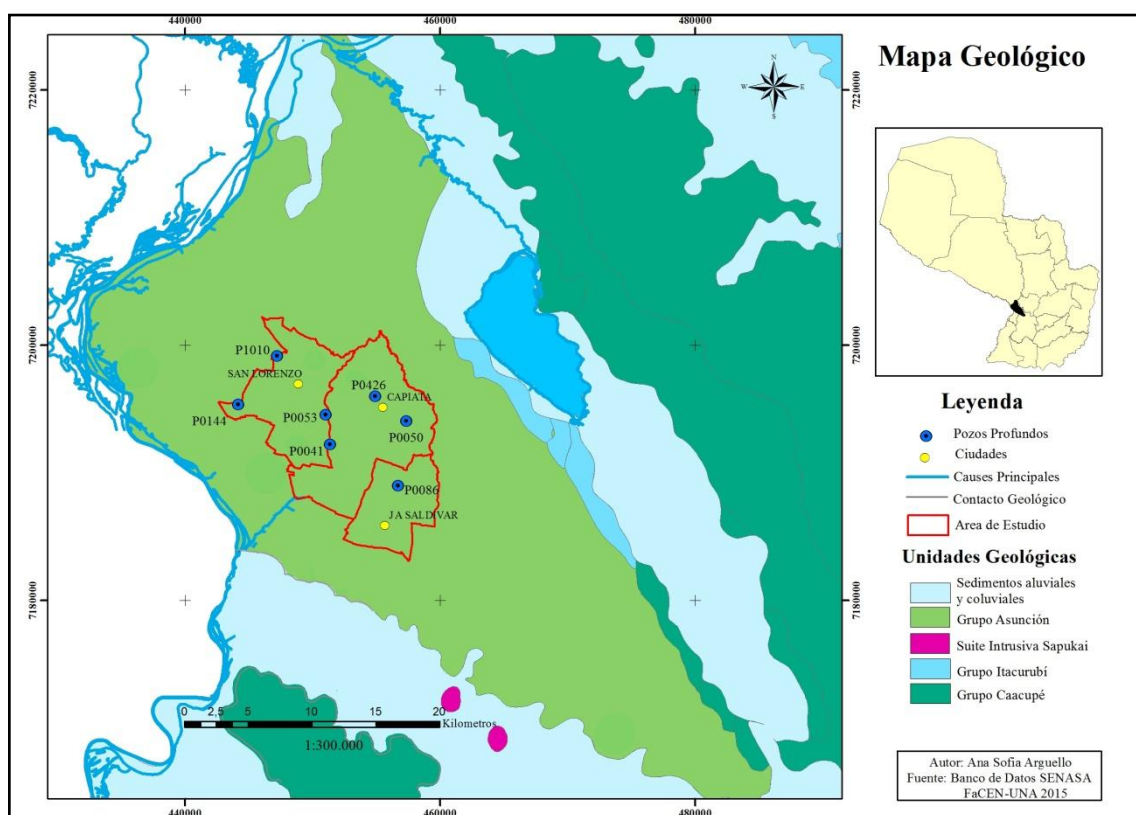


Figura 3: Mapa Geológico del área de estudio modificado del Mapa Geológico The Anschutz Corp. (1981)

5.10 Hidrogeología

Godoy (1991) señala que los cambios de sedimentos pelíticos a arenosos en cortas distancias controlan el caudal explotable del acuífero. Menciona que por la condición litológica, la conductividad hidráulica varía de 0.1 y 3.4 m/día y la transmisividad varía de 0.2 a 135 m²/día. Los datos del caudal de los pozos reportados por SENASA (1999), indican que el caudal específico de los pozos frecuentemente está en el intervalo de 0.5 a 2.0 m³/h/m, un poco más favorable que el promedio de 0.8 m³/h/m estimado por Proyecto Par 83/005 Mapa Hidrogeológico del Paraguay (1986).

Los antecedentes hidrogeológicos relevantes en el área, se han registrado a partir perforaciones de pozos tubulares profundos, desde 50 m, hasta 200 m de profundidad. Las perforaciones presentan experiencias de exploración y explotación de acuíferos en areniscas rojizas, de granulometría fina o gruesa, incluso conglomeráticos, la cual corresponde al Grupo Asunción. Villar (2010)

Como consecuencia de la morfología del área, el Río Paraguay y otros cuerpos de aguas superficiales como el Lago Ypacaraí y el Río Salado, no se presentan en condiciones de recargar el Acuífero Patiño, esta proviene de precipitaciones locales por recarga directa, mientras que la descarga del agua subterránea es, por flujos subterráneos directamente al río Paraguay.

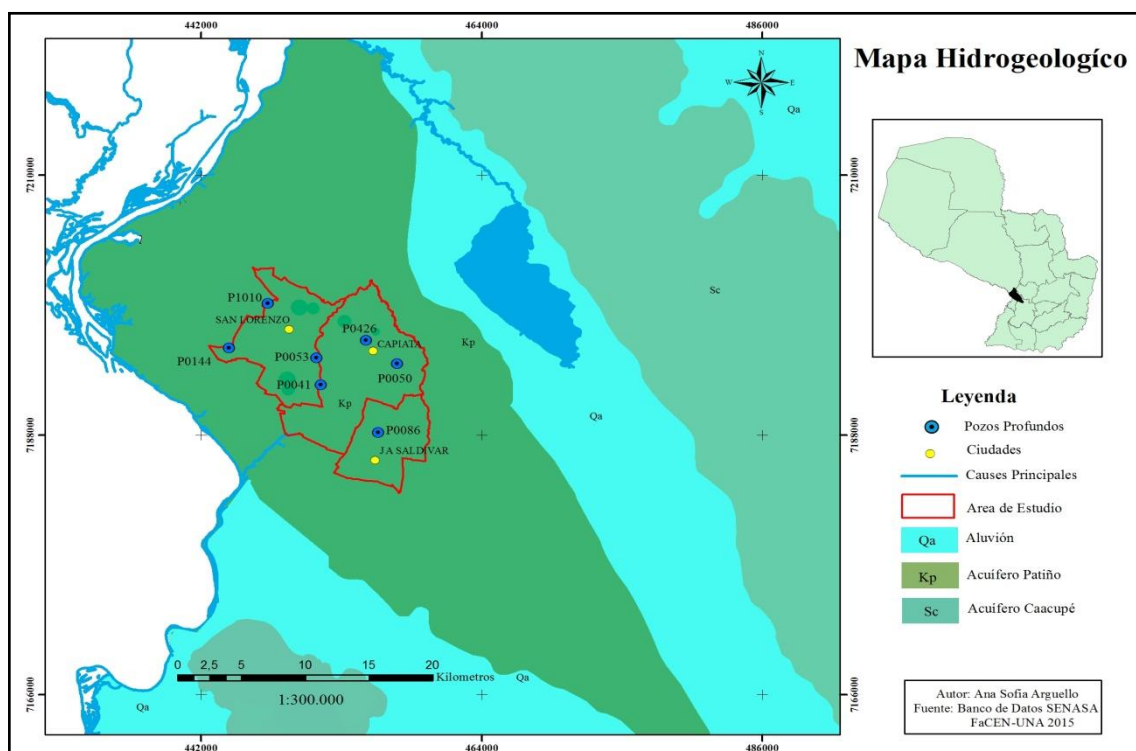


Figura 4: Mapa Hidrogeológico del acuífero Patiño, modificado del proyecto SAG-PY (2007).

6. AREA DE ESTUDIO

6.1. Ubicación

El área se encuentra localizada en el centro oeste de la Región Oriental del Paraguay, Departamento Central, comprendiendo los municipios de San Lorenzo, Capiatá y J. Augusto Saldívar. Las principales vías de acceso a los pozos localizados en los municipios de San Lorenzo y Capiatá son las rutas internacionales, Ruta N° 1 Mcal. Solano López y la Ruta N° 2 Mcal. Estigarribia, mientras que al municipio de J. Augusto Saldívar la principal vía de acceso es la Ruta N°1.

6.1. Delimitación

Los municipios correspondientes al área de estudio abarcan una superficie aproximada de 176,9 Km², de la porción central del acuífero Patiño. Las coordenadas que delimitan el área de estudio son: Norte: 7180000 - 7220000 y Este: 460000 - 440000.

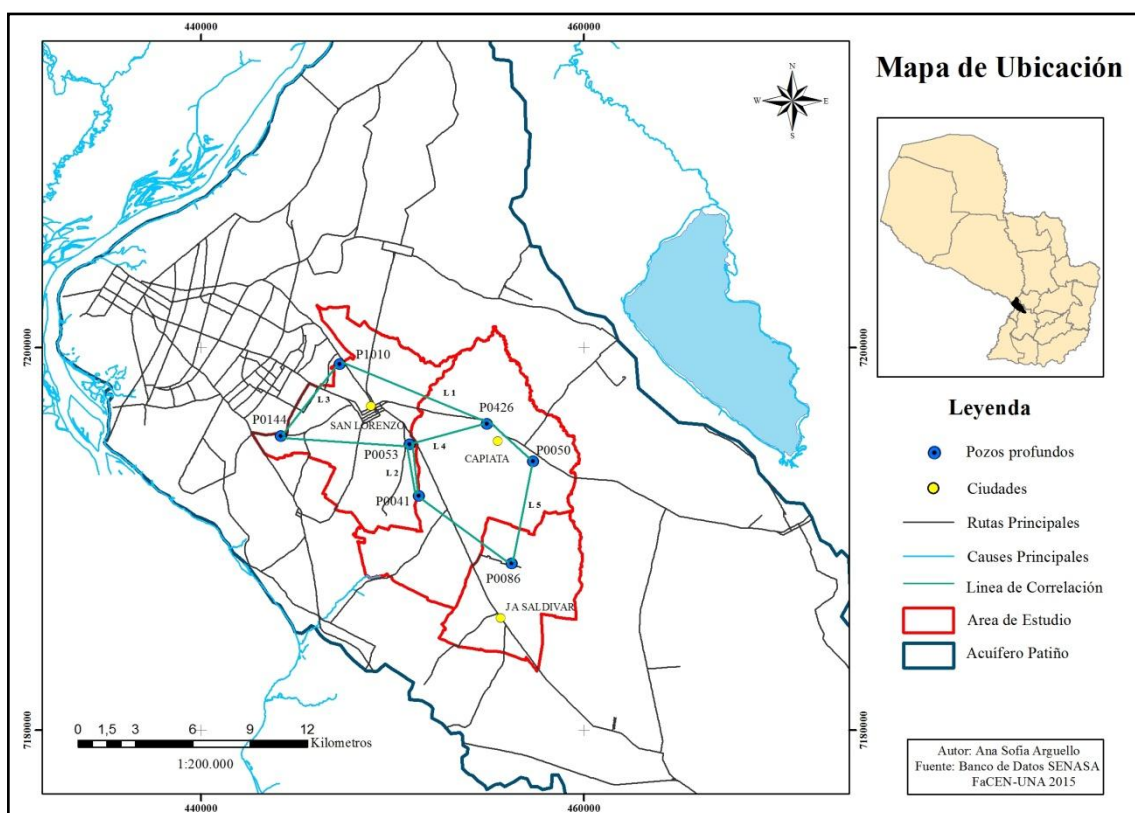


Figura 5: Mapa de localización del área de estudio, pozos profundos y líneas de correlación.

7. METODOLOGIA

7.1 Trabajo de Gabinete

La metodología de trabajo consistió inicialmente en la recopilación de las informaciones correspondientes a los archivos de informes, mapas y registros de perforaciones, realizados por el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA), de estos se seleccionaron 7 pozos tubulares con profundidades de 120 a 170 m perforados en los municipios de San Lorenzo, Capiatá y J. Augusto Saldívar.

Los archivos de los pozos contienen datos de registros litológicos, de la ubicación en sistema de coordenadas UTM, profundidad final, ensayos de bombeo y análisis químicos de agua.

Se recopiló todas las informaciones disponibles referentes al área de estudio, vías de acceso, redes hídricas, utilizando mapas topográficos, geológicos, imágenes satelitales, además de informaciones y trabajos anteriores correspondientes al tema.

Mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), se delimitó el área de estudio, utilizando información cartográfica preexistente sobre la división política del Paraguay, mapa geológico de The Anschutz Corp. (1981) e hidrogeológico del Proyecto SAG-PY (2007) elaborando los mapas con algunas modificaciones en el área de estudio, mediante los datos proveídos por SENASA.

En base a la información interpretada y evaluada, se realizaron la caracterización geológica e hidrogeológica a escala local, se confeccionó líneas de correlaciones estratigráficas en base a perfiles, para poder conocer el comportamiento estratigráfico del área. Con los datos de campo de ensayos de bombeo se graficaron las curvas de tiempo versus descenso, para la interpretación del comportamiento del acuífero y los parámetros hidráulicos de la zona de estudio.

7.2 Trabajo de Campo

En la realización del trabajo de campo, mediante las coordenadas de los pozos, proveídos por el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental, se realizaron dos visitas a los pozos seleccionados para el estudio de la calidad de agua.

En la primera se corroboraron las ubicaciones de los pozos, la presencia de grifos para la obtención de la muestra y se solicitaron los permisos correspondientes a cada una de las Juntas de Saneamientos encargadas de los pozos, para el muestreo de agua y su posterior análisis.

En la segunda visita se procedió a la toma de muestras de agua de cada uno de los pozos; para los ensayos físicos-químicos se tomaron las muestras de agua en envases de plástico de 2 litros, dejando correr el agua por varios minutos, seguido a ello se enjuago el envase varias veces con la misma agua y finalmente llenándolo. Para el muestreo de los ensayos bacteriológicos se procedió a desinfectar la boca de donde se colecto el agua, con alcohol; luego se dejo correr el agua unos minutos y se tomo la muestra en frascos esterilizados de 100ml, uno para ensayo de coliformes fecales y otro para coliformes totales. Las muestras se guardaron durante el viaje en una conservadora de modo a resguardar las muestras y entregándolas el mismo día al laboratorio.

7.3 Trabajo de Laboratorio

Las muestras obtenidas fueron analizadas en el Laboratorio de Agua de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción, para la determinación de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, con los informes obtenidos se procedió al procesamiento de los datos y análisis de las características químicas del agua.

En la última etapa del trabajo, se realizó la elaboración del informe, con los datos y resultados obtenidos de las interpretaciones y análisis realizados, la elaboración de proyecciones y gráficos representativos.

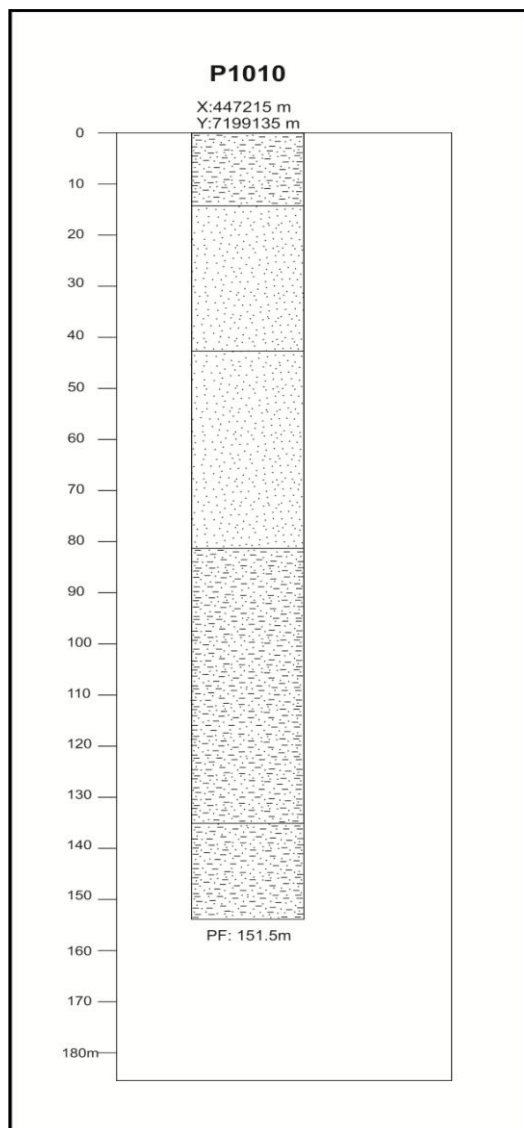
8. RESULTADOS Y DISCUSION

8.1 Datos generales de los pozos estudiados

N°	Código Pozo	Localidad	Distrito	Dpto.	Propie.	Pozo N°	Prof. (m)	X	Y	Empresa	Acuíf.
1	CL-P1010	Hospital Materno Infantil	San Lorenzo	Central	U.N.A.	1	152	447215	7199135	SENASA	Patiño
2	CL-P0144	Pa'i Ñu	San Lorenzo	Central	J.S.	3	172	444159	7195361	SENASA	Patiño
3	CL-P0054	Yataity	San Lorenzo	Central	J.S.	2	134	451013	7194545	SENASA	Patiño
4	CL-P0041	Posta Ybycua	Capiatá	Central	J.S.	1	146	451359	7192235	SENASA	Patiño
5	CL-P0426	Capiatá	Capiatá	Central	J.S.	2	128	454923	7196008	SENASA	Patiño
6	CL-P0050	Rojas Cañada	Capiatá	Central	J.S.	1	169	457347	7194046	SENASA	Patiño
7	CL-P0086	Toledo Cañada	J. Augusto Saldívar	Central	J.S.	3	150	455855	7188207	SENASA	Patiño

Cuadro 1: Resumen de la ubicación y profundidad de los pozos perforados por SENASA en el acuífero Patiño dentro del área seleccionada

8.2 Resumen de la litología



El pozo P1010, fue perforado en la ciudad de San Lorenzo, en el mes de noviembre del año 2012. Su coordenada es N: 7199135 m y S: 447215 m. Presentando una profundidad de 151,5 m.

Resumen de la estratigrafía del pozo:

0 - 14 m: material de relleno hasta los 0,5m, luego una secuencia de arenisca fina rojiza claro, presenta contenido moderado de arcilla.

14 - 42 m: Arenisca cuarzosa, de coloración rojiza claro, granulometría fina a muy fina, con el aumento de la profundidad la granulometría pasa de media a gruesa, de selección regular, presenta gran cantidad de cuarzo hialino subredondeado, y leve contenido de arcilla.

Figura 6: Columna Estratigráfica del pozo P1010

42 - 80 m: Arenisca cuarzosa de coloración marrón rojizo a amarillento, granulometría fina a media, con mala selección. Granos de cuarzo subredondeados y cemento de óxido de hierro. Predominancia de cuarzo hialino mal seleccionado.

80 - 151,5 m: Arenisca cuarzosa, de coloración marrón a rojizo claro. Presenta una granulometría fina a media con selección regular, subredondeado a redondeado. El contenido de arcilla es moderado. Se encuentra material lítico de coloración marrón en trazas.

El pozo P0144, fue perforado en la ciudad de San Lorenzo, en el mes de Enero del año 1997. Las coordenadas son N: 7195361 m y S: 444159 m. Presenta una profundidad de 172 m.

Resumen de la estratigrafía del pozo:

0 – 7,5 m: se encuentra hasta los 1 m suelo Orgánico de color marrón oscuro, seguido a ello se encuentra material arcilloso en parte arenoso poco compacto de coloración rojiza.

7,5 - 15 m: Arenisca cuarzosa de coloración rojiza, de granulometría media a gruesa de selección regular. Se presenta compacta.

15 - 43,5 m: Formación heterogénea comprendida por capas arcillosas y arcillas arenosas de coloración rojiza, de granulometría fina a media.

43,5 - 59 m: Arenisca Cuarzosa de coloración roja, granulometría media a gruesa. Presenta en partes composición arcillosa y arcilla arenosa de coloración rojiza.

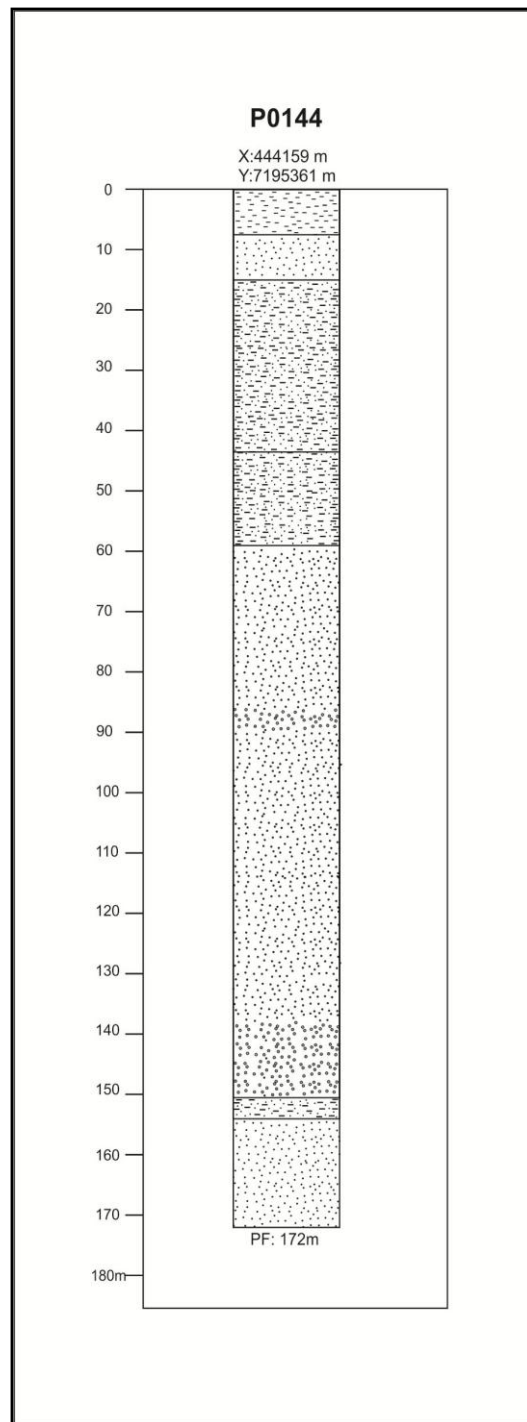
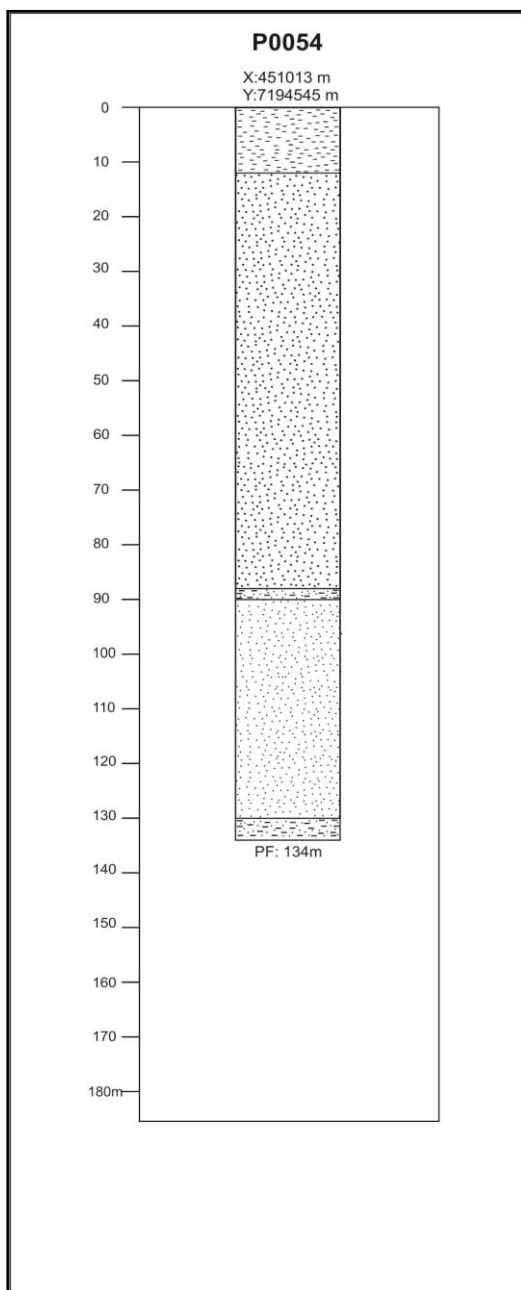


Figura 7: Columna Estratigráfica del pozo P0144

59- 150,5 m: Arenisca compacta de granulometría media a gruesa, coloración roja, en partes presenta grava. A los 88 m se encuentra cantos rodados. Seguido a ello continúa la arenisca algo friable, además de granos del tipo grava.

150,5 - 172 m: Arena arcillosa de coloración roja, granulometría fina. A partir de los 154 m presenta arenisca de granulometría fina a media, compacta de coloración rojiza.



El pozo P0054 fue perforado en la ciudad de San Lorenzo, en el mes de setiembre del año 1995. Las coordenadas son N: 7194545 m y S: 451013 m.

La profundidad es de 134 m.

Resumen de la estratigrafía del pozo

0 - 12 m: suelo arcilloso de coloración rojizo.

12 - 85 m: Arenisca cuarzosa de coloración amarillenta rojiza, con granulometría medio a grueso de buena selección. Presenta gravas en la base.

85 - 90 m: Arenisca arcillosa, con escasa compactación, de coloración rojo oscuro. Presenta granulometría fina.

90 - 130 m: Arenisca cuarzosa, de coloración amarillenta a rojiza, con granulometría fina, homogénea.

Figura 8: Columna Estratigráfica del pozo P0054

130 - 134 m: Arenisca arcillosa, con escasa compactación, de coloración rojo oscuro, granulometría media a fina.

El pozo P0041 fue perforado en la ciudad de Capiatá, en el mes marzo del año 1995.

Las coordenadas son N: 7192235 m y S: 451359 m. La profundidad es de 146 m.

Resumen de la estratigrafía del pozo:

0 - 14 m: Suelo ferruginoso, presenta alteración todavía incompleta de minerales primarios con predominio de arcilla.

14 - 61 m: Arenisca Cuarzosa, con matriz arcillosa de grano fino, presenta selección regular y coloración rojiza.

61 - 92 m: Arenisca Cuarzosa de granulometría muy fina a fina, bien seleccionadas y presenta coloración rojiza.

92 - 122 m: Arenisca cuarzosa, con granulometría fina a medio, bien seleccionada la granulometría varía a muy fina, presenta una coloración rojiza claro.

122 - 143 m: Arenisca Cuarzosa de grano fino a medio, con vestigios de grano grueso subredondeado. Presenta una coloración rojiza claro.

143 - 146 m: Arenisca arcillosa de coloración rojiza con granulometría fina.

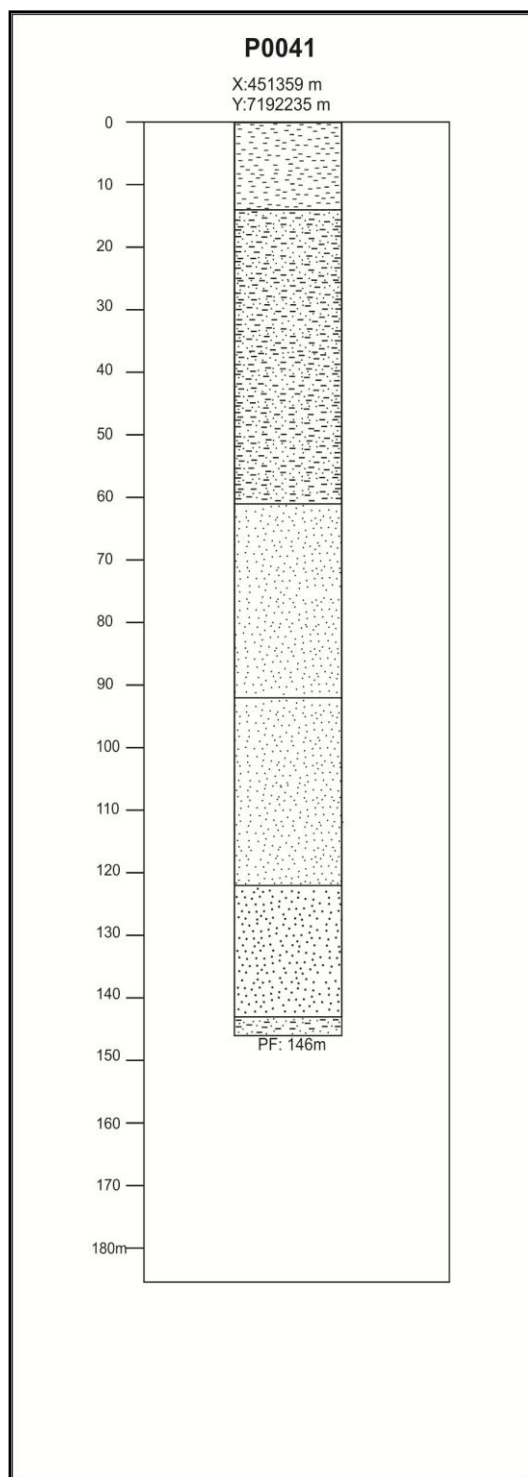
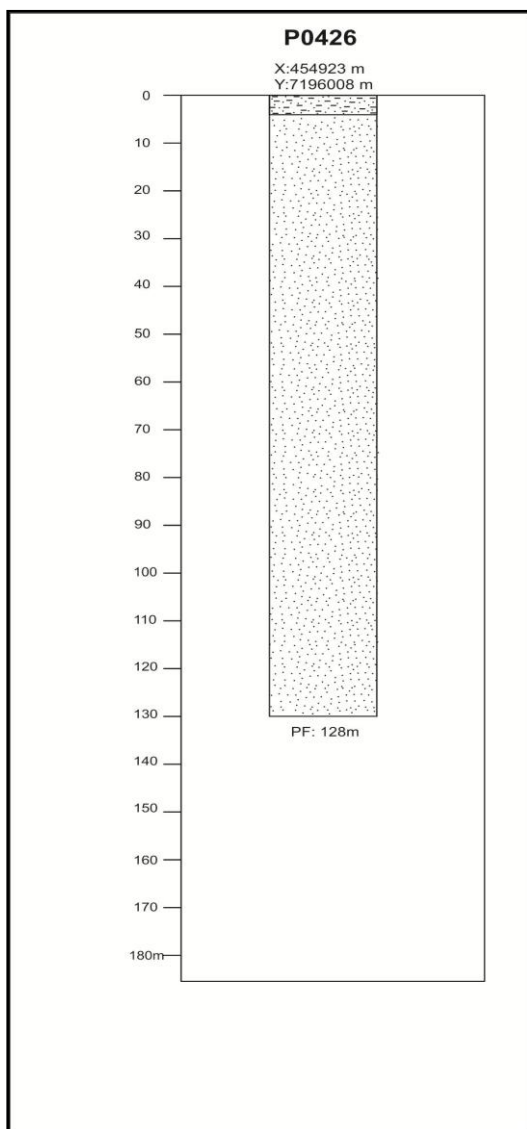


Figura 9: Columna Estratigráfica del pozo P0041



El pozo P0426 fue perforado en la ciudad de Capiatá, en el mes de octubre del año 1982.

Las coordenadas son N: 7196008 m y S: 454923 m.

Presenta una profundidad de 128 m.

Resumen de la estratigrafía del pozo:

0 - 4 m: suelo orgánico de coloración oscura, en parte arcillosa.

4 - 128 m: Arenisca Cuarzosa, con granulometría fina, selección regular, presenta una matriz del tipo arcilloso con cemento ferruginoso, coloración rojiza. Los granos de cuarzo se presentan sub redondeados.

Figura 10: Columna Estratigráfica del pozo P0426

El pozo P0050 fue perforado en la ciudad de Capiatá, en el mes de julio del año 1995, presenta las siguientes coordenadas N: 7194046 m y S: 457347 m.

La profundidad del pozo es de 169 m.

0 - 9,5 m: Suelo arcilloso en parte arenosa de coloración rojizo.

9,5 - 13,5 m: Arenisca de grano medio algo arcillosa, pobremente seleccionado, esfericidad 0,9, redondez 0,7. Presenta coloración rojiza.

13,5 - 18,5 m: Arcilla arenosa de coloración rojiza

18,5 - 29 m: Arenisca de grano medio, en parte arcillosa medianamente seleccionada, con una esfericidad de 0,7 y redondez 0,7. Color rojo. Presenta gravillas en la base.

29 - 33,5 m: Arenisca arcillosa fina a muy fina, bien seleccionada de color rojo. Esfericidad 0,9 y redondez 0,9.

33,5 - 36,5 m: Arenisca de grano grueso a muy gruesa, presenta gravas, con una pobre selección, esfericidad 0,7 y redondez 0,7. Coloración rojiza.

36,5 - 58 m: Arenisca con granulometría fina a muy fina, bien seleccionada, presenta granos con esfericidad 0,9 y redondez 0,9. Color rojo.

58 - 117,5 m: Arenisca con granulometría media a gruesa, bien seleccionada presenta una redondez de 0,9 y esfericidad 0,9, con una coloración rojiza.

117,5 - 163 m: Arenisca de granulometría media a gruesa, bien seleccionada, presenta una esfericidad de 0,9 y redondez de 0,9. Color rojo.

163 - 169 m: Arenisca arcillosa media a fina, bien seleccionado, coloración rojiza.

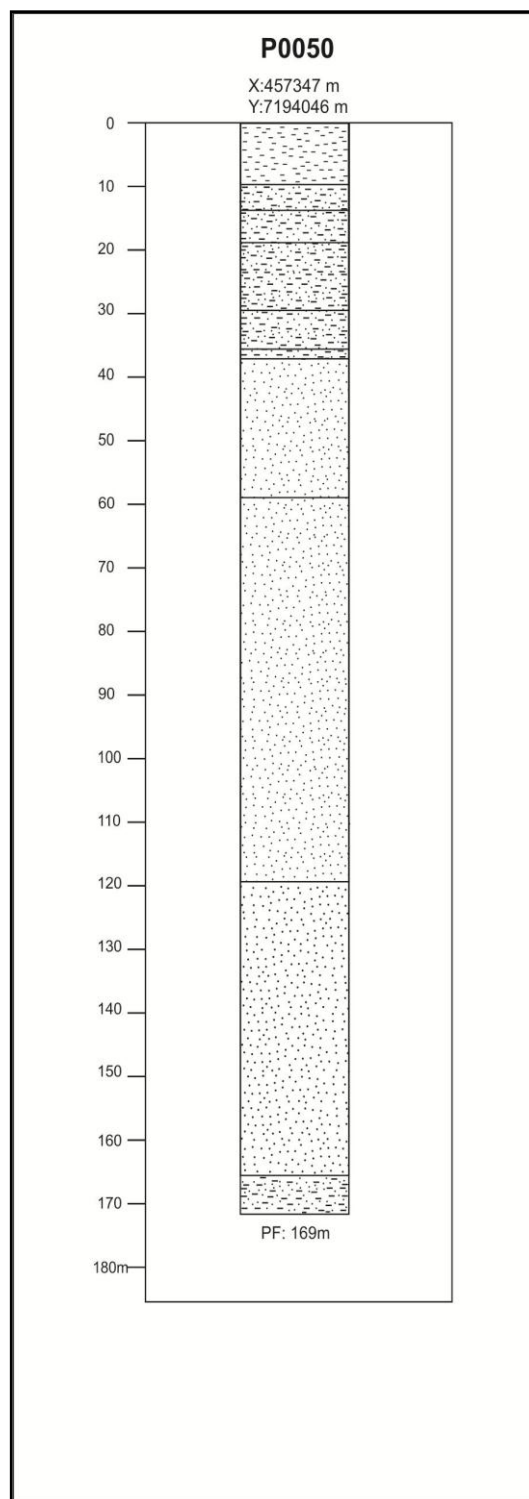
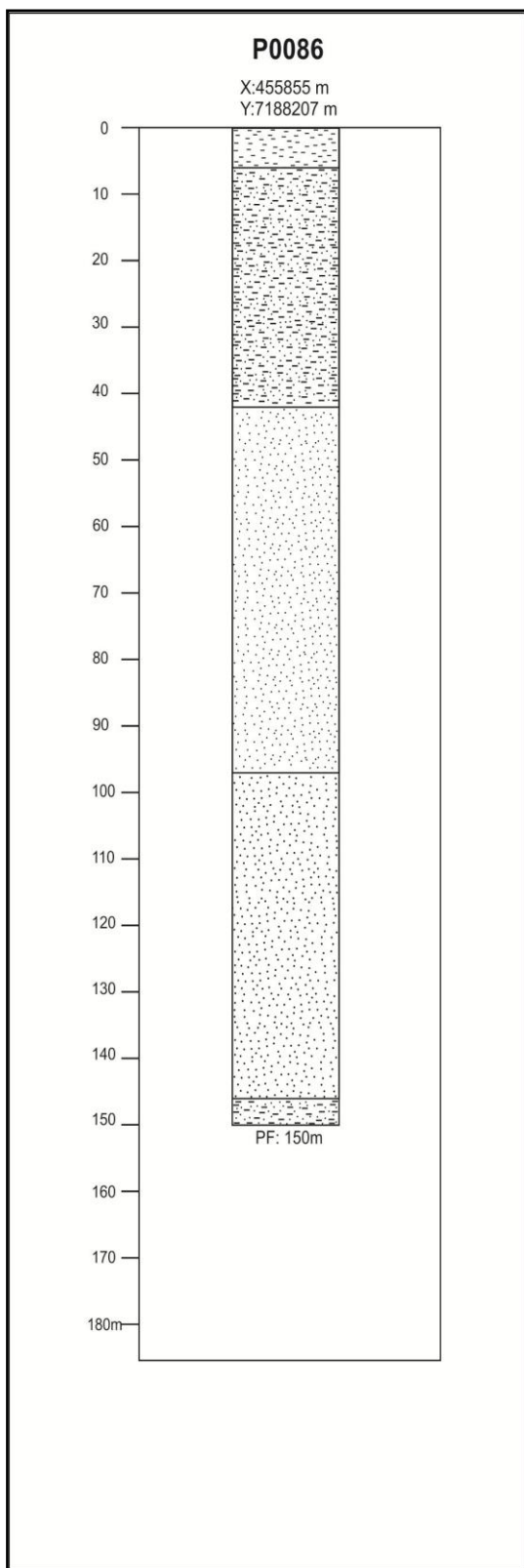


Figura 11: Columna Estratigráfica del pozo P0050



El pozo P0086 fue perforado en la ciudad de J. Augusto Saldívar en el mes octubre del año 1998. Presenta las coordenadas N: 7188207 m y S: 455855 m.

La profundidad es de 150 m.

Resumen de la estratigrafía del pozo:

0 - 6 m: Suelo arcilloso, de grano fino, presenta una coloración rojiza.

6 - 42 m: Arenisca con granulometría fina a muy fina, bien seleccionado, algo arcilloso. Coloración rojiza. Presenta concreciones ferruginosas.

42 - 97 m: Arenisca de grano fino a medio, sub redondeado, algo friable, de coloración rojizo.

97 - 146 m: Arenisca fina a media, con granulometría sub redondeado a bien redondeado. Presenta coloración rojiza.

146 - 150 m: Arenisca con granulometría fino a muy fino, con leve contenido de arcilla, sub redondeado y de coloración rojizo.

Figura 12: Columna Estratigráfica del pozo P0086

8.3 Correlación de pozos

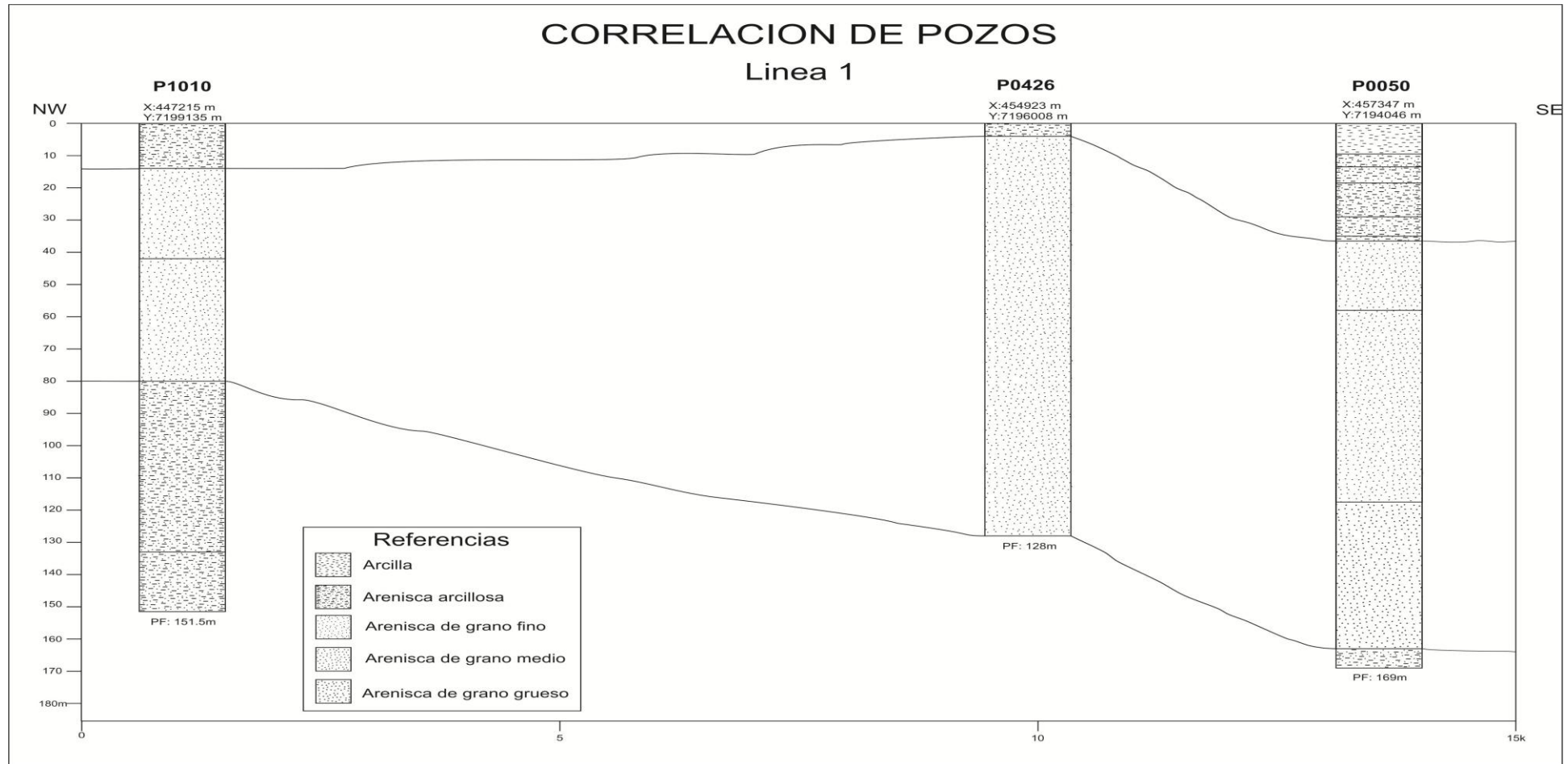


Figura 13: Correlación estratigráfica de los pozos correspondientes a la Línea 1.

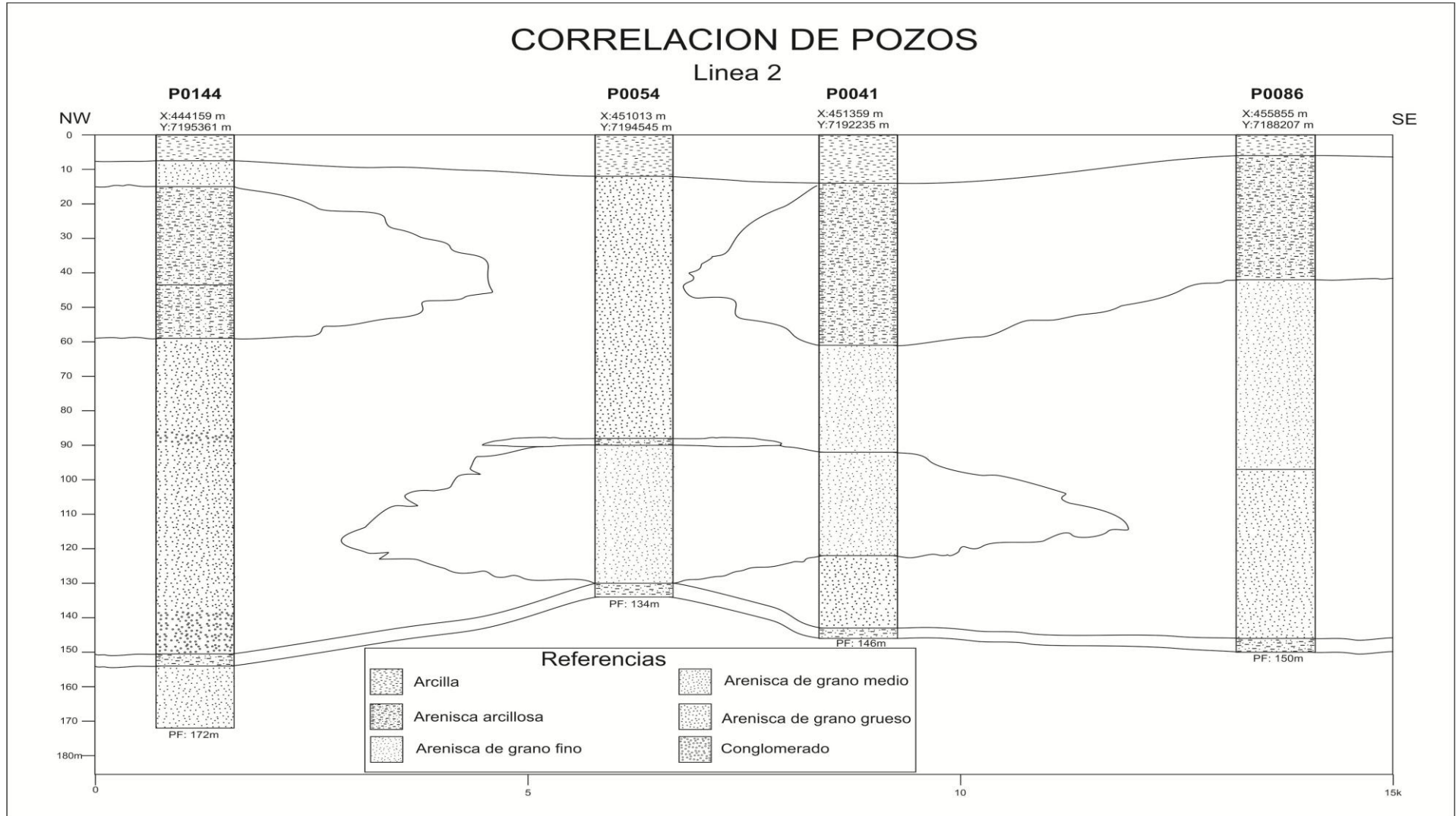


Figura 14: Correlación estratigráfica de los pozos correspondientes a la Línea 2.

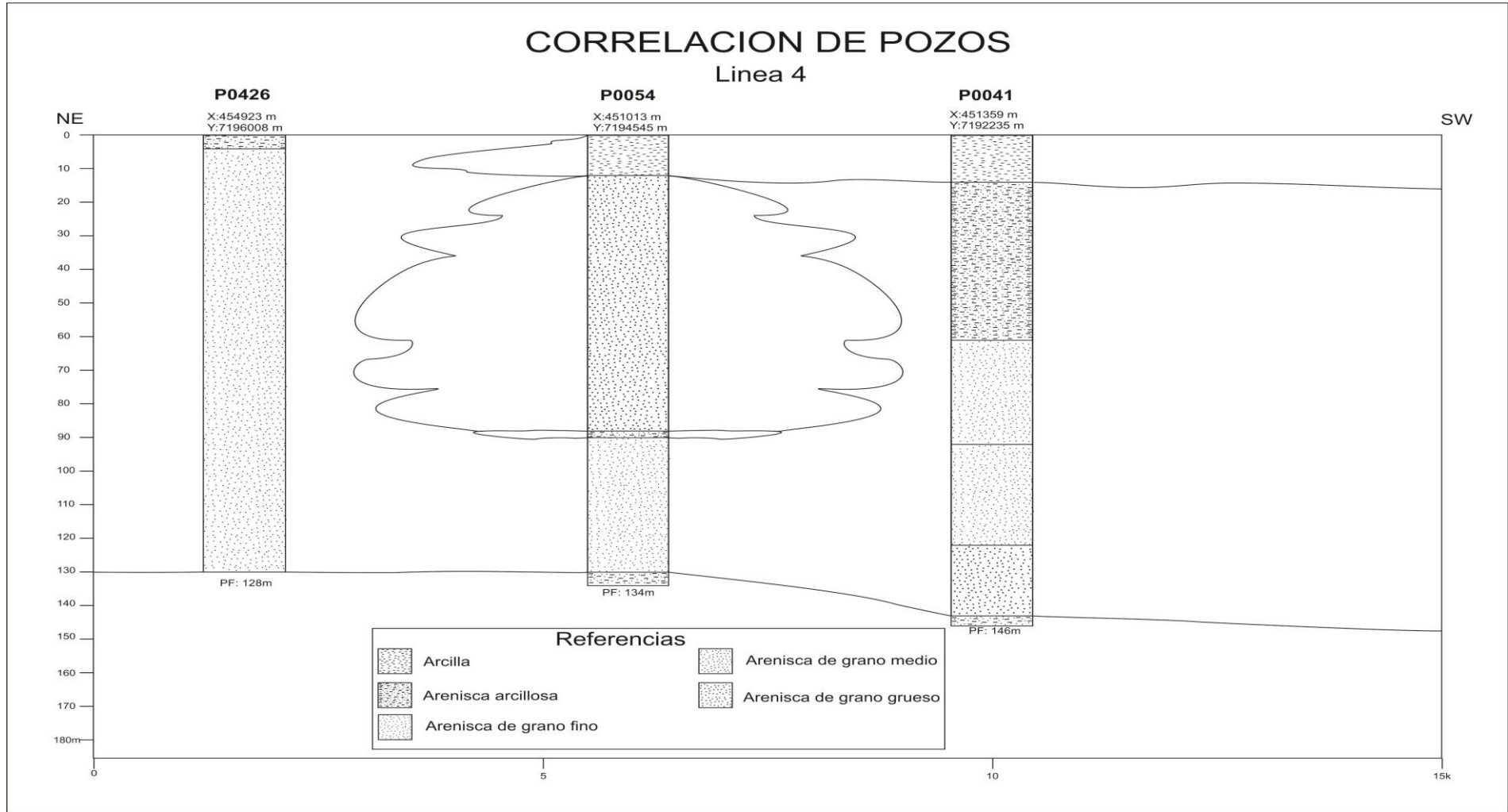


Figura 16: Correlación estratigráfica de los pozos correspondientes a la Línea 4.

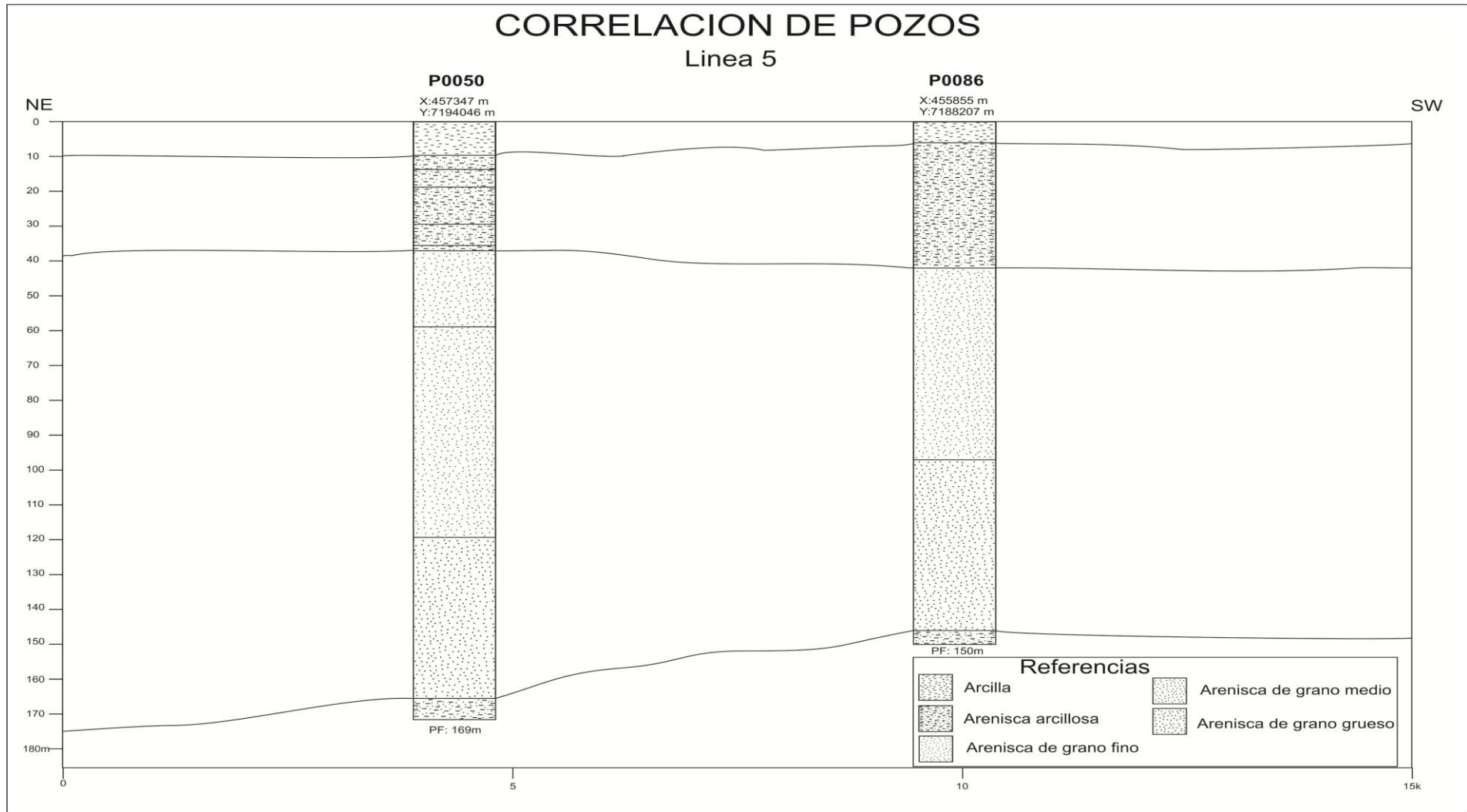


Figura 17: Correlación estratigráfica de los pozos correspondientes a la Línea 5.

8.3.1 Interpretación de las Correlaciones Estratigráficas

Se analizaron las descripciones litológicas correspondientes a cada uno de los siete pozos seleccionados dentro del área de estudio, determinando las características sedimentológicas y caracterizando estratigráficamente las rocas sedimentarias mediante la correlación entre los pozos.

En la selección de los pozos se tuvo en cuenta la ubicación de forma paralela estableciendo 5 líneas de correlaciones, las cuales indicaron el grado de relación respecto a la cuenca de sedimentación.

La correlación correspondiente a la Línea 1 presenta una dirección NW-SE, en el cual se correlacionan 3 pozos: P1010, P0426, P0050 en general estos pozos presentan las mismas características litológicas, sin variación lateral. La sucesión de sedimentos corresponden a grandes espesores de areniscas de grano medio a fino y de capas de areniscas arcillosa, indicando un depósito grano-decreciente. Las variaciones identificadas son con respecto al espesor de los sedimentos; el pozo ubicado hacia el SE de esta línea, presenta mayor espesor de capas de arenisca, mientras que el pozo ubicado hacia el NW presenta mayores capas de areniscas arcillosas.

En la Línea 2 también de dirección NW-SE, se correlaciona los pozos P0144, P0054, P0041 y P0086; de acuerdo a los resultados de la interpretación de correlación se observa que la distribución de la sedimentación es algo compleja. La variación vertical de la litología en estos pozos van desde conglomerados, areniscas gruesas, medias a finas y areniscas arcillosas, mientras que otros pozos no presentan continuidad lateral de esa secuencia observándose variaciones laterales abruptas. La unidad litológica predominante corresponde a arenisca de grueso a muy fino, camadas de areniscas arcillosas, además de delgados niveles arcillosos, distribuidos en forma de cuerpos lenticulares de escaso espesor, representando una sedimentación típica de ambiente de abanicos distales con fluviales y lacustres.

En la correlación de la Línea 3 de dirección NE-SW, se encuentran los pozos P1010 y P0144, se adopto un modelo de depósito interdigitadas por el cambio de

litología a muy corta distancia, mientras que a cierta profundidad ocurre una variación lateral de sedimentos conglomeráticos a sedimentos más finos y arcillosos típicos del tipo de ambiente de sedimentación de abanicos asociados a facies fluvial y lacustre.

En la línea 4 de dirección NE-SW se correlacionan los pozos P0426, P0054 y P0041, la variación vertical de sedimentos va decreciendo de medio a fino, se presenta una marcada variación lateral y vertical no pudiéndose correlacionar los pozos; niveles arcillosos hacia el techo y en la base se correlacionan en 2 pozos, no así con el tercer pozo. Los depósitos de areniscas no se correlacionan en la secuencia estratigráfica por la presencia de delgados niveles arcillosos, distribuidos en forma de cuerpos lenticulares de escaso espesor, de esa manera se genera un paso lateral brusco de una unidad sedimentaria a otra.

En la Línea 5 se correlacionan los pozos P0050 y P0086 en dirección NE-SW, los pozos coinciden en el comportamiento deposicional grano-decreciente de los sedimentos que va desde capas areniscas arcillosas a areniscas de granulometría media a fina, no se presentan variaciones laterales.

La acumulación de estos sedimentos se desarrollaron como relleno de la cuenca de origen tectónico, rift de Asunción, en la cual se caracterizaron una sucesión de sedimentos depositado en ambiente de abanico continental, asociado a facies coluviales, aluviales, fluviales y lacustres. La sucesión de sedimentos clásticos representan un ambiente fluctuante, de alta y baja energía originando así depósitos de conglomerados gradando a areniscas y areniscas arcillosas hasta delgadas lentes de arcilla.

Con el modelo de correlación se presentan algunos aspectos estratigráficos de la estructura que pueden tener importancia en la exploración de aguas subterráneas.

La reinterpretación y correlación de las secuencias litológicas de los pozos estudiados, coincide con lo descrito por otros autores respecto al ambiente y comportamiento de los sedimentos depositados en el rift de Asunción.

8.4 Ensayo de Bombeo

PLANILLA DE CAMPO DE PRUEBA DE BOMBEO P1010										
ALTURA DE LA TUBERIA DEL MEDIDOR DE NIVEL:			0,8 m			LUGAR:		Materno Infantil- San Lorenzo		
DIAMETRO HIDROMETRO:			2 Pulg			PROF. ELECTROBOMBA:		114 m		
NIVEL ESTATICO:			36,1 m			CAP. ELECTROBOMBA:				
HORA Y FECHA DE INICIO:			14:00:00 22/11/2012			MARCA:				
Hora	Medición (h/min)	Prof. del agua (m)	Abat. (m)	Volumen (lts)	Tiempo (seg)	Caudal (l/h)	Hidrometro		Color del Agua	
							Lectura (m ³)	Caudal (m ³)		
	1	39,30	3,20	20	29,00	2.500	15500,00		Turbio	
	2	40,30	4,20	20	29,00	2.500			Turbio	
	3	41,10	5,00	20	29,00	2.500			Turbio	
	4	42,20	6,10	20	29,00	2.500			Turbio	
	5	43,02	6,92	20	29,00	2.500			Turbio	
	6	43,70	7,60	20	29,00	2.500			Turbio	
	8	45,10	9,00	20	29,00	2.500			Turbio	
	10	46,55	10,45	20	29,00	2.500			Turbio	
	15	49,72	13,62	20	29,00	2.500			Turbio	
	20	51,55	15,45	20	29,00	2.500			Turbio	
	25	53,59	17,49	20	29,00	2.500			Turbio	
	30	55,20	19,10	20	29,00	2.500			Turbio	
	35	57,55	21,45	20	29,00	2.500			Turbio	
	40	59,54	23,44	20	29,00	2.500			Turbio	
	50	61,77	25,67	20	29,00	2.500			Turbio	
	60	63,10	27,00	20	29,00	2.500	15502,50		Turbio	
	80	69,15	33,05	20	29,00	2.500			Turbio	
	100	71,23	35,13	20	29,00	2.500			Turbio	
	120	72,95	36,85	20	29,00	2.500	15505,00		Turbio	
	140	74,60	38,50	20	29,00	2.500			Turbio	
	160	76,80	40,70	20	29,00	2.500			Turbio	
	180	78,44	42,34	20	29,00	2.500	15507,50		Turbio	
	210	78,92	42,82	20	29,00	2.500			Turbio	
	240	79,80	43,70	20	29,00	2.500	15510,10	2,50	Turbio	
	300	80,03	43,93	20	29,00	2.500	15512,60	2,50	Turbio	
	360	80,06	43,96	20	29,00	2.500	15515,10	2,50	Turbio	
	420	80,08	43,98	20	29,00	2.500	15517,60	2,50	Turbio Claro	
	600	80,10	44,00	20	29,00	2.500	15525,20	7,60	Turbio Claro	
	900	80,10	44,00	20	29,00	2.500	15537,80	12,60	Turbio Claro	
	1000	80,10	44,00	20	29,00	2.500	15541,80	4,00	Turbio Claro	
	1200	80,10	44,00	20	29,00	2.500	15550,10	8,30	Turbio Claro	
	1450	80,10	44,00	20	29,00	2.500	15560,20	10,10	Turbio Claro	
Resumen									Recuperación	
Nivel Estático:	36,1 m.								Tiempo	Profundidad
Nivel Dinámico	80,1 m.								0	80,1
Abatimiento	44 m.								1	74,06
Caudal de									2	70,18
Bombeo Nomina	2,5 m ³ /h								10	60,2
Caudal de									90	37,1
Bombeo Real	3,0 m ³ /h								Recuperacion: 98% en 90 minutos	
Caudal										
Especifico	0,07 m ³ /h/m.									
Tramisividad	1,49 m ² /día									
s1	44 m									
s2	35,13 m									
sd	8,87 m									
Qdía	72 m ³									

Tabla 3: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el pozo P1010.

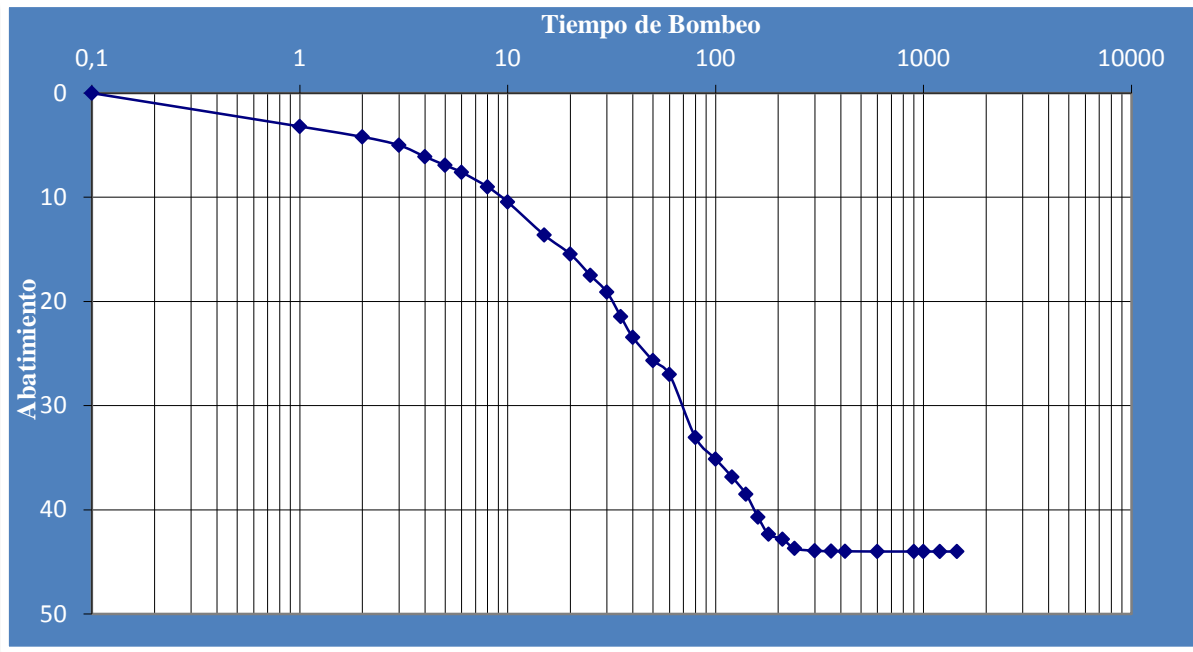


Figura 18: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P1010.

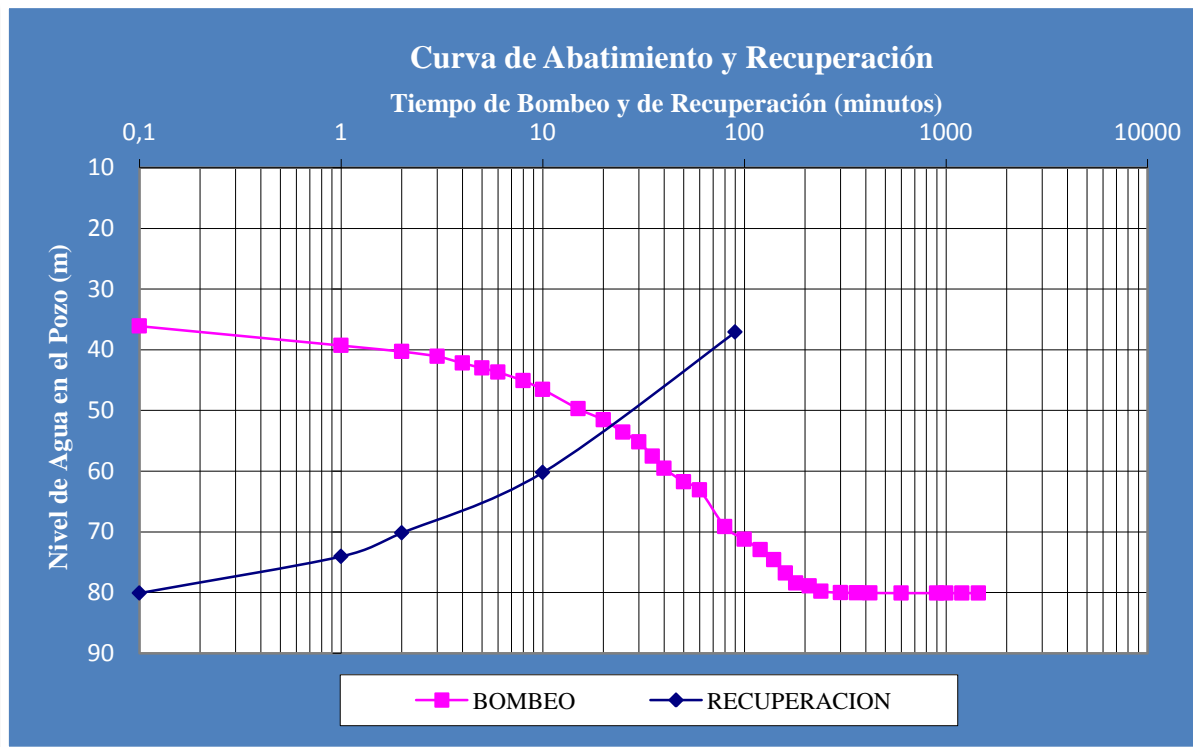


Figura 19: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P1010.

PLANILLA DE CAMPO DE PRUEBA DE BOMBEO P0144									
ALTURA DE LA TUBERIA DEL MEDIDOR DE NIVEL:			1 m		LUGAR:		Pai Nu-Ñemby		
DIAMETRO HIDROMETRO:			2 Pulg		PROF. ELECTROBOMBA:				
NIVEL ESTATICO:			33,5 m		CAP. ELECTROBOMBA:				
HORA Y FECHA DE INICIO:			17:06:00 20/01/1997		MARCA:				
Hora	Medición (h/min)	Prof. del agua (m)	Abat. (m)	Volumen (lts)	Tiempo (seg)	Caudal (l/h)	Hidrometro		Color del Agua
							Lectura (m ³)	Caudal (m ³)	
1		42,10	8,60	100	30,00	12.000	16296,70		Turbio Claro
2		51,55	18,05	100	30,00	12.000			Turbio Claro
3		56,60	23,10	100	30,00	12.000			Turbio Claro
4		60,03	26,53	100	30,00	12.000			Turbio Claro
5		63,87	30,37	100	30,00	12.000			Turbio Claro
7		66,85	33,35	100	30,00	12.000			Turbio Claro
9		72,10	38,60	100	30,00	12.000			Turbio Claro
11		76,60	43,10	100	30,00	12.000			Turbio Claro
13		79,74	46,24	100	30,00	12.000			Turbio Claro
15		81,82	48,32	100	30,00	12.000			Turbio Claro
18		83,82	50,32	100	30,00	12.000			Turbio Claro
24		81,66	48,16	100	30,00	12.000			Turbio Claro
30		82,77	49,27	100	30,00	12.000			Turbio Claro
40		83,90	50,40	100	30,00	12.000			Claro
50		84,35	50,85	100	30,00	12.000			Claro
65		82,40	48,90	100	30,00	12.000			Claro
85		82,03	48,53	100	30,00	12.000			Claro
105		82,23	48,73	100	30,00	12.000	16330,90		Claro
120		82,65	49,15	100	30,00	12.000			Claro
150		82,81	49,31	100	30,00	12.000			Claro
180		82,90	49,40	100	30,00	12.000	16342,50	11,600	Claro
210		83,30	49,80	100	30,00	12.000			Claro
240		83,44	49,94	100	30,00	12.000	16353,90	11,400	Claro
300		83,70	50,20	100	30,00	12.000	16364,20	10,200	Claro
360		83,79	50,29	100	30,00	12.000	16375,70	11,600	Claro
420		84,09	50,59	100	30,00	12.000	16387,60	11,900	Claro
480		84,05	50,55	100	30,00	12.000	16399,20	11,60	Claro
540		84,02	50,52	100	30,00	12.000	16410,77	11,57	Claro
600		84,32	50,82	100	30,00	12.000	16422,50	11,73	Claro
660		84,28	50,78	100	30,00	12.000	16434,20	11,70	Claro
720		84,55	51,05	100	30,00	12.000	16445,93	11,73	Claro
780		84,57	51,07	100	30,00	12.000	16457,65	11,72	Claro
840		84,56	51,06	100	30,00	12.000	16469,30	11,65	Claro
900		84,55	51,05	100	30,00	12.000	16481,25	11,95	Claro
960		84,61	51,11	100	30,00	12.000	16493,30	12,05	Claro
1020		84,67	51,17	100	30,00	12.000	16504,40	11,10	Claro
1080		84,50	51,00	100	30,00	12.000	16515,95	11,55	Claro
1140		83,80	50,30	100	30,00	12.000	16527,32	11,37	Claro
1200		84,03	50,53	100	30,00	12.000	16539,00	11,68	Claro
1260		84,24	50,74	100	30,00	12.000	16551,00	12,00	Claro
1320		84,25	50,75	100	30,00	12.000	16563,23	12,23	Claro
1380		84,21	50,71	100	30,00	12.000	16576,00	12,77	Claro
1440		84,17	50,67	100	30,00	12.000	16589,00	13,00	Claro
1500		84,29	50,79	100	30,00	12.000	16601,15	12,15	Claro
1560		84,30	50,80	100	30,00	12.000	16612,70	11,55	Claro
1620		84,36	50,86	100	30,00	12.000	16624,80	12,10	Claro
1680		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16636,70	11,90	Claro
1740		84,36	50,86	100	30,00	12.000	16648,60	11,90	Claro
1800		84,35	50,85	100	30,00	12.000	16661,10	12,50	Claro
1860		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16673,30	12,20	Claro
1920		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16684,55	11,25	Claro
1980		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16696,60	12,05	Claro
2040		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16709,40	12,80	Claro
2100		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16721,65	12,25	Claro
2160		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16732,90	11,25	Claro
2220		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16744,50	11,60	Claro
2280		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16755,70	11,20	Claro
2340		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16767,30	11,60	Claro
2400		84,34	50,84	100	30,00	12.000	16778,20	10,09	Claro
Resumen							Recuperación		
Nivel Estático:	33,5	m.					Tiempo	Profundidad	
Nivel Dinámico	84,34	m.					0	84,34	
Abatimiento	50,84	m.					1	66,8	
Caudal de							2	61,35	
Bombeo Nomina	12	m3/h					3	58	
Caudal de							4	55	
Bombeo Real	12,0	m3/h					5	47,35	
Caudal							7	46,19	
Especifico	0,24	m3/h/m.					9	45,4	
Tramisividad	26,18	m2/día					11	44,35	
s1	51,17	m					13	43,65	
s2	49,15	m					15	42,6	
sd	2,02	m					18	41,44	
Qdía	288,96	m³					21	40,36	
							24	39,54	
							27	38,28	

Tabla 4: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el pozo P0144.

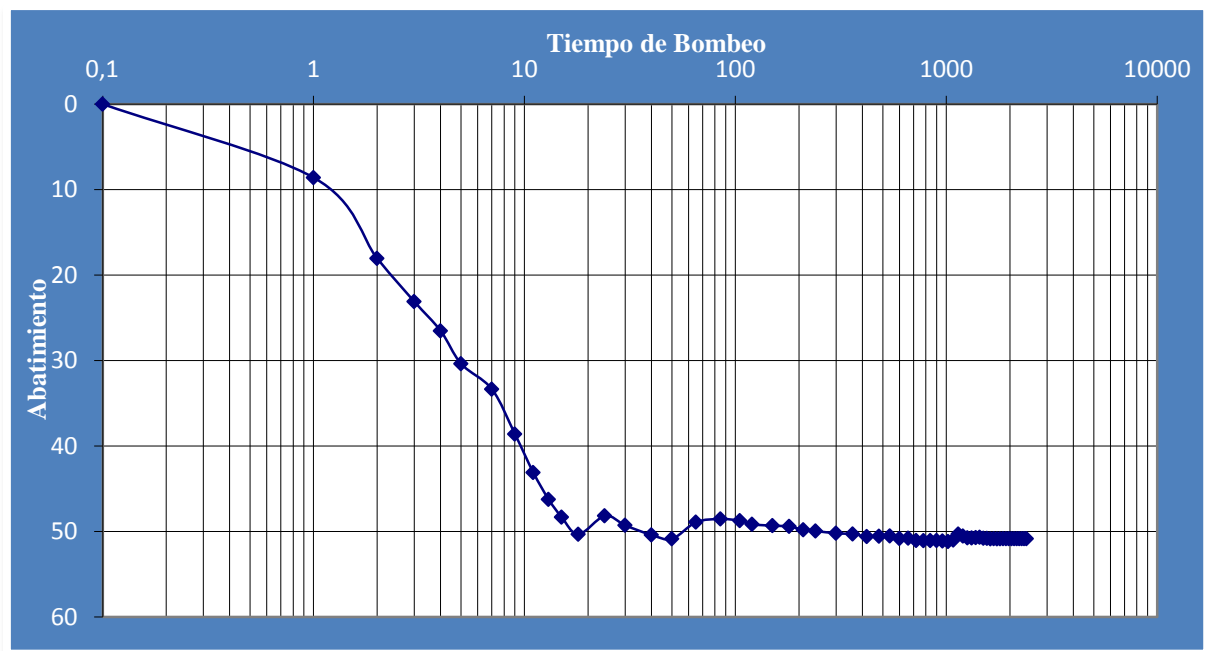


Figura 20: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P0144.

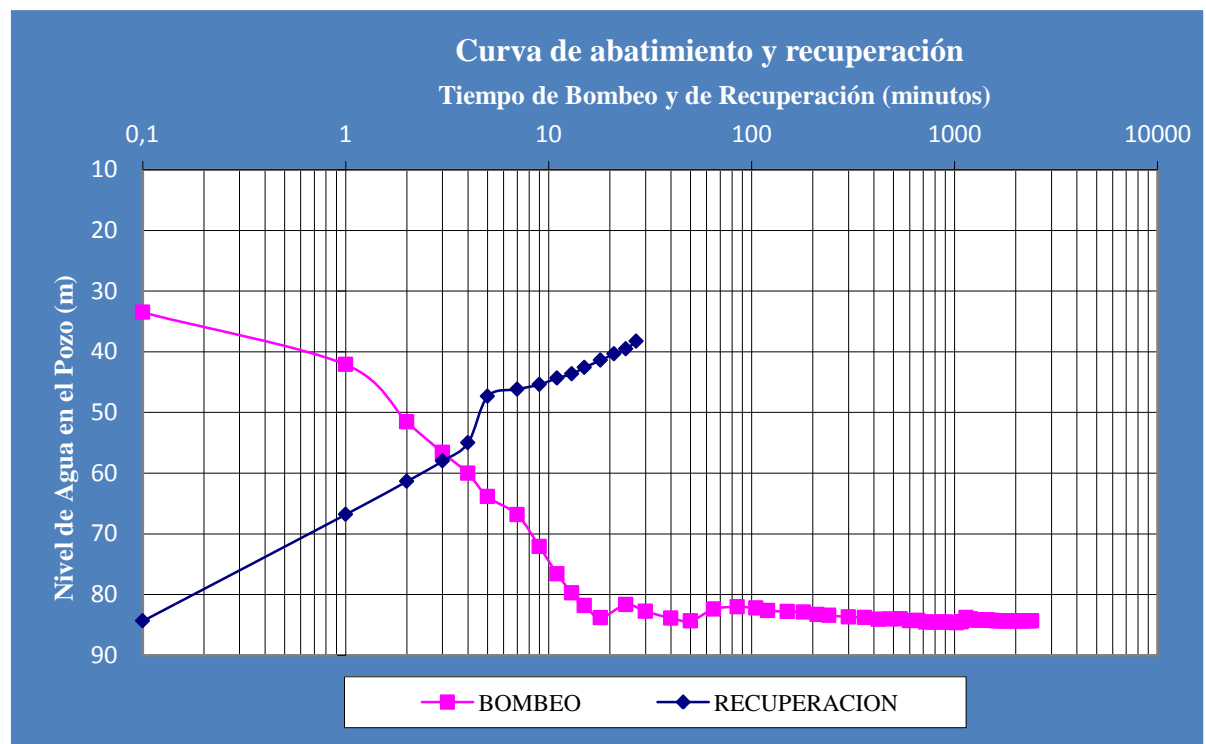


Figura 21: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P0144.

PLANILLA DE CAMPO DE PRUEBA DE BOMBEO P0054									
ALTURA DE LA TUBERIA DEL MEDIDOR DE NIVEL:			0,9 m		LUGAR:		Yataty- Capiata		
DIAMETRO HIDROMETRO:			2 Pulg		PROF. ELECTROBOMBA:				
NIVEL ESTATICO:			3,2 m		CAP. ELECTROBOMBA:				
HORA Y FECHA DE INICIO:			14:56:00 11/09/1995		MARCA:				
Hora	Medición (h/min)	Prof. del agua (m)	Abat. (m)	Volumen (lts)	Tiempo (seg)	Caudal (l/h)	Hidrometro		Color del Agua
							Lectura (m ³)	Caudal (m ³)	
	1	12,65	9,45	100	18,00	20,000			Turbio
	2	17,10	13,90	100	18,00	20,000			Turbio
	3	19,50	16,30	100	18,00	20,000			Turbio
	4	20,20	17,00	100	18,00	20,000			Turbio
	5	23,50	20,30	100	18,00	20,000			Turbio
	7	32,08	28,88	100	18,00	20,000			Turbio
	9	36,30	33,10	100	18,00	20,000			Turbio
	11	39,50	36,30	100	18,00	20,000			Turbio
	13	41,61	38,41	100	18,00	20,000			Turbio
	15	43,15	39,95	100	18,00	20,000			Turbio
	20	45,90	42,70	100	18,00	20,000			Turbio
	30	48,80	45,60	100	18,00	20,000			Turbio Claro
	35	49,30	46,10	100	18,00	20,000			Turbio Claro
	40	49,90	46,70	100	18,00	20,000	10934,00		Turbio Claro
	55	50,90	47,70	100	18,00	20,000			Turbio Claro
	70	51,50	48,30	100	18,00	20,000			Turbio Claro
	85	55,25	52,05	100	18,00	20,000			Turbio Claro
	100	55,95	52,75	100	18,00	20,000			Turbio Claro
	115	56,30	53,10	100	18,00	20,000			Turbio Claro
	145	56,65	53,45	100	18,00	20,000	10968,20		Turbio Claro
	175	56,86	53,66	100	18,00	20,000			Turbio Claro
	205	58,26	55,06	100	18,00	20,000	10987,30		Turbio Claro
	235	58,46	55,26	100	18,00	20,000			Claro
	265	58,55	55,35	100	18,00	20,000	11026,20		Claro
	295	58,60	55,40	100	18,00	20,000	11048,70		Claro
	304	58,60	55,40	100	18,00	20,000	11066,70		Claro
	364	58,75	55,55	100	18,00	20,000	11086,90		Claro
	424	58,80	55,60	100	18,00	20,000	11106,70	19,80	Claro
	484	58,80	55,60	100	18,00	20,000	11125,50	18,80	Claro
	544	58,81	55,61	100	18,00	20,000	11145,30	19,80	Claro
	604	58,95	55,75	100	18,00	20,000	11164,40	19,10	Claro
	664	58,90	55,70	100	18,00	20,000	11184,20	19,80	Claro
	724	58,90	55,70	100	18,00	20,000	11204,10	19,90	Claro
	784	58,95	55,75	100	18,00	20,000	11221,20	17,10	Claro
	844	58,95	55,75	100	18,00	20,000	11240,20	19,00	Claro
	904	59,10	55,90	100	18,00	20,000	11259,40	19,20	Claro
	964	59,10	55,90	100	18,00	20,000	11279,90	20,50	Claro
	1024	59,15	55,95	100	18,00	20,000	11298,80	18,90	Claro
	1084	59,18	55,98	100	18,00	20,000	11317,90	19,10	Claro
	1144	59,15	55,95	100	18,00	20,000	11336,30	18,40	Claro
	1204	59,15	55,95	100	18,00	20,000	11355,50	19,20	Claro
	1264	59,13	55,93	100	18,00	20,000	11375,40	19,90	Claro
	1324	59,12	55,92	100	18,00	20,000	11394,80	19,40	Claro
	1384	59,12	55,92	100	18,00	20,000	11413,40	18,60	Claro
	1444	59,12	55,92	100	18,00	20,000	11432,70	19,30	Claro
	1504	59,12	55,92	100	18,00	20,000	11452,20	19,50	Claro
	1564	59,13	55,93	100	18,00	20,000	11471,20	19,00	Claro
	1624	59,13	55,93	100	18,00	20,000	11491,00	19,80	Claro
	1684	59,13	55,93	100	18,00	20,000	11510,00	19,00	Claro
	1744	59,13	55,93	100	18,00	20,000	11529,40	19,40	Claro
	1804	59,13	55,93	100	18,00	20,000	11549,40	20,00	Claro
	1864	59,13	55,93	100	18,00	20,000	11569,10	19,70	Claro
	1924	59,13	55,93	100	18,00	20,000	11589,10	20,00	Claro
Resumen						Recuperación			
Nivel Estático:	3,2	m.					Tiempo	Profundidad	
Nivel Dinámico	59,13	m.					0	59,13	
Abatimiento	55,93	m.					1	43,7	
Caudal de							2	41,3	
Bombeo Nomina	20	m ³ /h					3	36,8	
Caudal de							4	32,28	
Bombeo Real	20,5	m ³ /h					5	28,79	
Caudal							7	23,74	
Específico	0,37	m ³ /h/m.					9	20,09	
Tramisividad	5,47	m ² /día					11	17,45	
s1	55,95	m					13	15,73	
s2	39,5	m					15	14,09	
sd	16,45	m					18	12,14	
Qdía	491,28	m ³					21	11,1	
							24	9,8	
							27	9,17	
							30	8,5	

Tabla 5: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el pozo P0054.

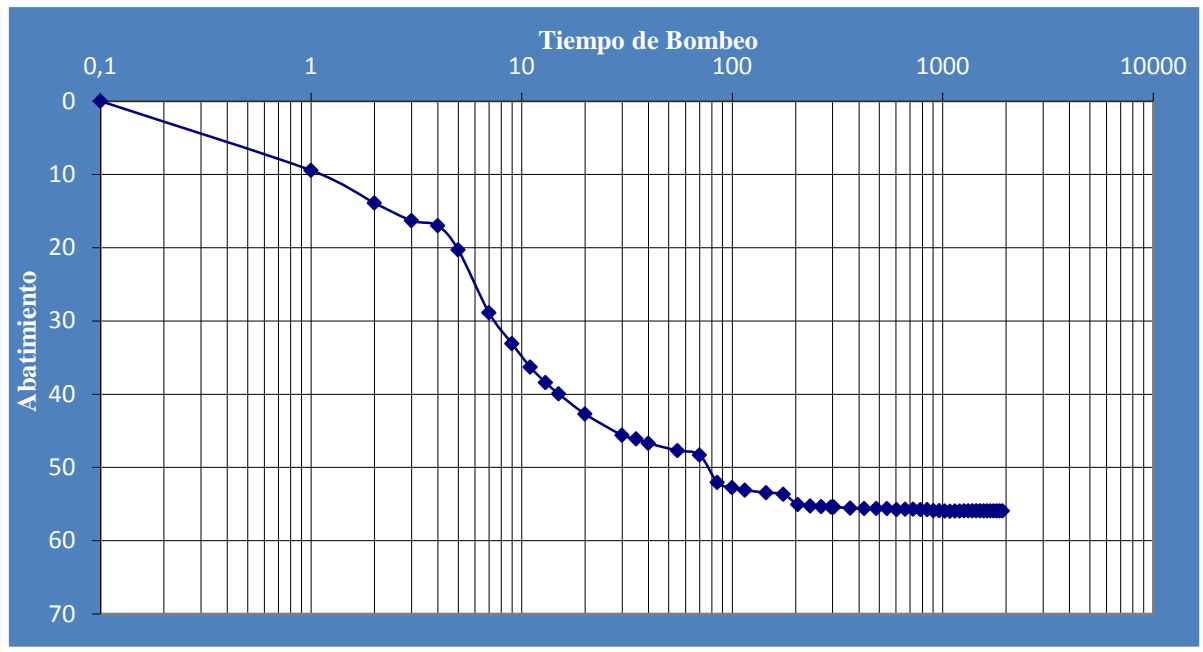


Figura 22: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P0054.

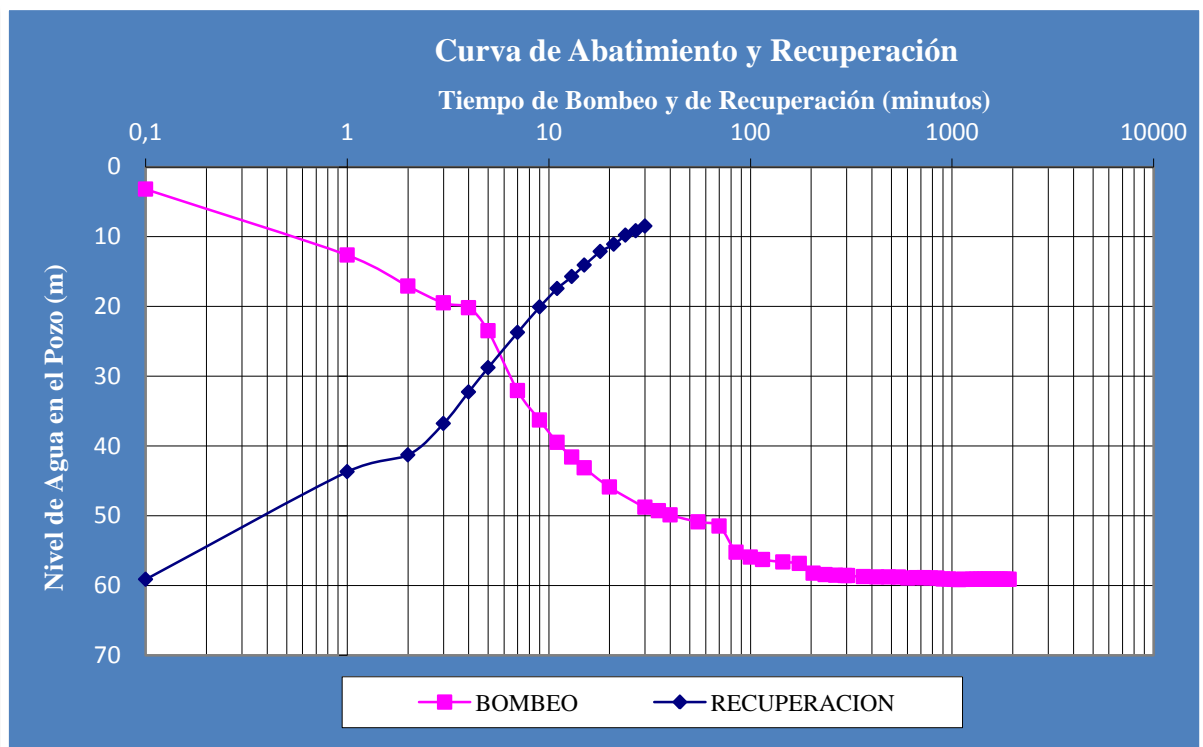


Figura 23: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P0054.

PLANILLA DE CAMPO DE PRUEBA DE BOMBEO P0041									
ALTURA DE LA TUBERIA DEL MEDIDOR DE NIVEL:			0,9 m		LUGAR:		Posta Ybykua- Capiata		
DIAMETRO HIDROMETRO:			2 Pulg		PROF. ELECTROBOMBA:				
NIVEL ESTATICO:			4,6 m		CAP. ELECTROBOMBA:				
HORA Y FECHA DE INICIO:			16:53:00 13/07/1995		MARCA:				
Hora	Medición (h/min)	Prof. del agua (m)	Abat. (m)	Volumen (lts)	Tiempo (seg)	Caudal (l/h)	Hidrometro		Color del Agua
							Lectura (m ³)	Caudal (m ³)	
	1	24,25	19,65	0,1	15,00	24.000	9013,20		Claro
	2	25,28	20,68	0,1	15,00	24.000			Claro
	3	27,10	22,50	0,1	15,00	24.000			Claro
	4	29,20	24,60	0,1	15,00	24.000			Claro
	5	30,05	25,45	0,1	15,00	24.000			Claro
	7	31,82	27,22	0,1	15,00	24.000			Claro
	9	32,65	28,05	0,1	15,00	24.000			Claro
	11	33,38	28,78	0,1	15,00	24.000			Claro
	13	34,05	29,45	0,1	15,00	24.000			Claro
	15	34,45	29,85	0,1	15,00	24.000			Claro
	22	35,35	30,75	0,1	15,00	24.000			Claro
	27	35,80	31,20	0,1	15,00	24.000			Claro
	32	36,13	31,53	0,1	15,00	24.000			Claro
	37	36,37	31,77	0,1	15,00	24.000			Claro
	42	36,90	32,30	0,1	15,00	24.000			Claro
	72	37,27	32,67	0,1	15,00	24.000	9042,80		Claro
	102	37,65	33,05	0,1	15,00	24.000	9054,60	11,800	Claro
	134	37,72	33,12	0,1	15,00	24.000	9069,40	14,800	Claro
	164	37,90	33,30	0,1	15,00	24.000	9093,30	23,900	Claro
	224	38,02	33,42	0,1	15,00	24.000	9102,60	9,300	Claro
	254	38,14	33,54	0,1	15,00	24.000	9117,30	14,700	Claro
	314	38,22	33,62	0,1	15,00	24.000	9139,00	21,700	Claro
	374	38,30	33,70	0,1	15,00	24.000	9167,00	28,000	Claro
	434	38,32	33,72	0,1	15,00	24.000	9187,00	20,00	Claro
	494	38,42	33,82	0,1	15,00	24.000	9211,00	24,00	Claro
	554	38,43	33,83	0,1	15,00	24.000	9235,20	24,20	Claro
	614	38,43	33,83	0,1	15,00	24.000	9285,40	50,20	Claro
	674	38,43	33,83	0,1	15,00	24.000	9300,60	15,20	Claro
	734	38,43	33,83	0,1	15,00	24.000	9318,20	17,60	Claro
	794	38,43	33,83	0,1	15,00	24.000	9330,20	12,00	Claro
	854	38,54	33,94	0,1	15,00	24.000	9355,30	25,10	Claro
	914	38,55	33,95	0,1	15,00	24.000	9381,10	25,80	Claro
	974	38,57	33,97	0,1	15,00	24.000	9404,40	23,30	Claro
	1034	38,58	33,98	0,1	15,00	24.000	9428,10	23,70	Claro
	1094	38,58	33,98	0,1	15,00	24.000	9452,40	24,30	Claro
	1154	38,57	33,97	0,1	15,00	24.000	9476,90	24,50	Claro
	1214	38,56	33,96	0,1	15,00	24.000	9502,10	25,20	Claro
	1274	38,56	33,96	0,1	15,00	24.000	9527,20	25,10	Claro
	1334	38,55	33,95	0,1	15,00	24.000	9548,75	21,55	Claro
	1394	38,55	33,95	0,1	15,00	24.000	9572,70	23,95	Claro
	1454	38,56	33,96	0,1	15,00	24.000	9596,80	24,10	Claro
	1514	38,60	34,00	0,1	15,00	24.000	9621,95	25,15	Claro
	1574	38,60	34,00	0,1	15,00	24.000	9645,55	23,50	Claro
	1634	38,62	34,02	0,1	15,00	24.000	9669,55	24,10	Claro
	1694	38,68	34,08	0,1	15,00	24.000	9693,45	23,90	Claro
	1754	38,69	34,09	0,1	15,00	24.000	9717,60	24,15	Claro
	1814	38,68	34,08	0,1	15,00	24.000	9741,63	24,03	Claro
Resumen								Recuperación	
Nivel Estático:	4,6	m.						Tiempo	Profundidad
Nivel Dinámico	38,68	m.						0	38,68
Abatimiento	34,08	m.						1	26,87
Caudal de								2	21,6
Bombeo Nomina	24	m ³ /h						3	18,5
Caudal de								4	16,15
Bombeo Real	24,3	m ³ /h						5	14,28
Caudal								7	12,2
Especifico	0,71	m ³ /h/m.						9	11
Tramisividad	124,00	m ² /día						11	10,15
s1	33,98	m						13	9,45
s2	33,12	m						15	9
sd	0,86	m						20	5,2
Qdía	582,72	m ³							

Tabla 6: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el pozo P0041.

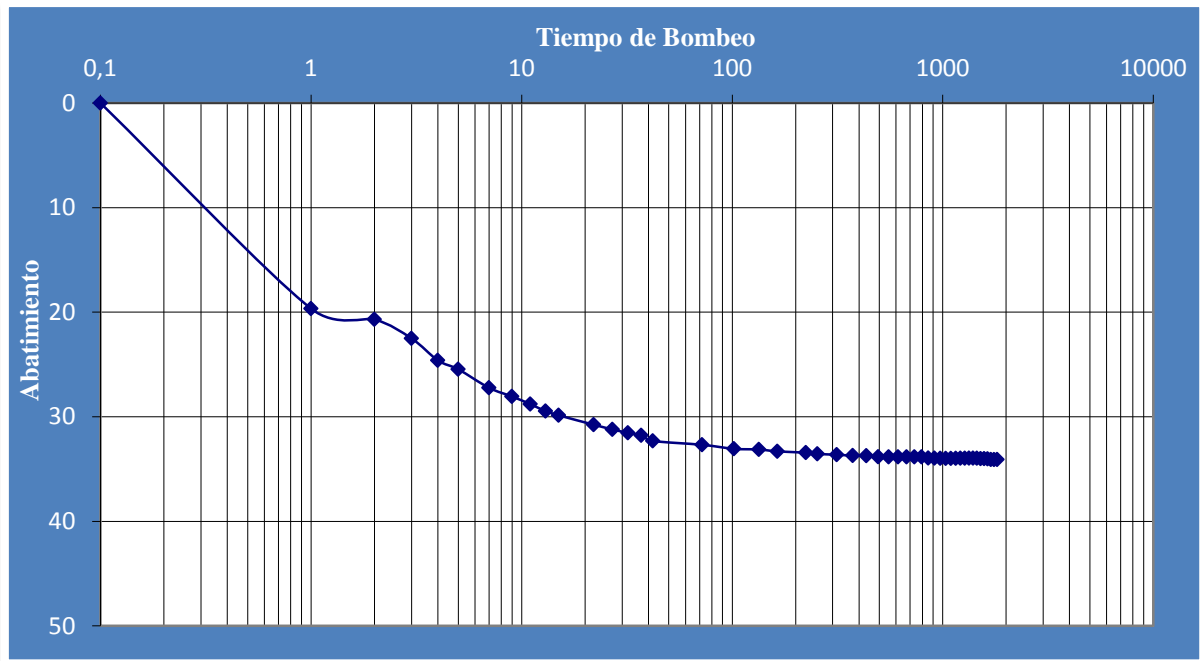


Figura 24: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P0041.

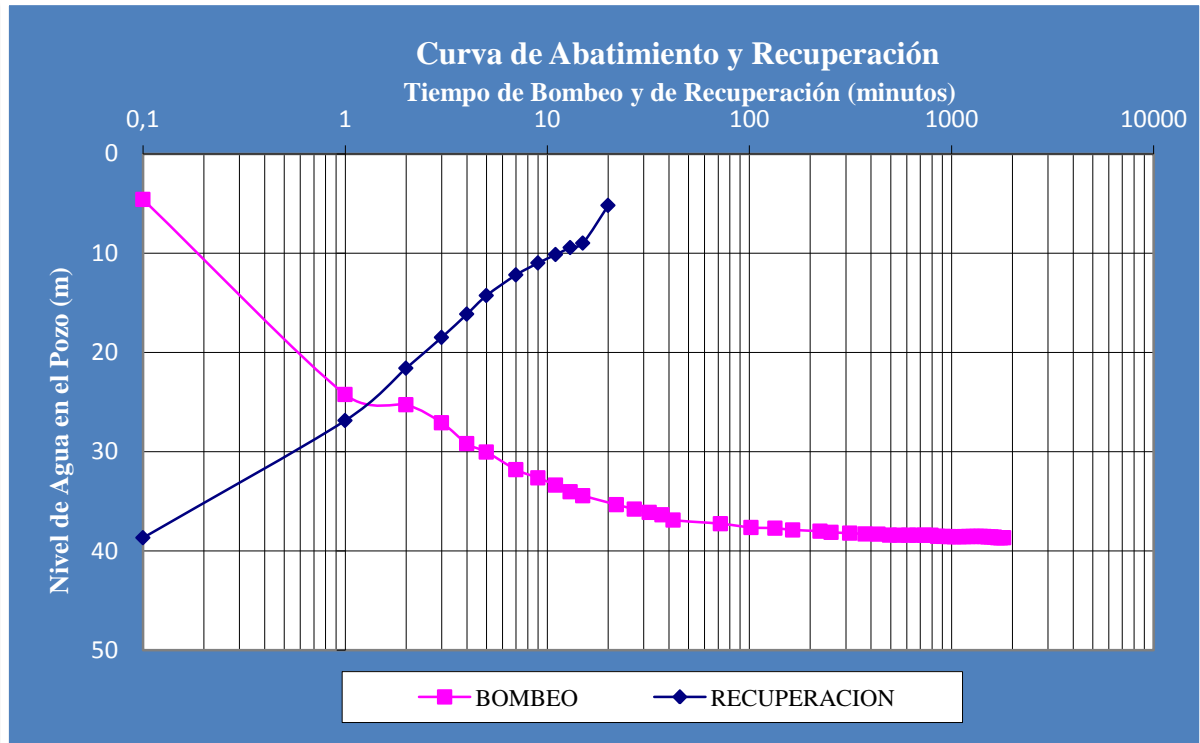


Figura 25: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P0041.

PLANILLA DE CAMPO DE PRUEBA DE BOMBEO P0050									
ALTURA DE LA TUBERIA DEL MEDIDOR DE NIVEL:			0,8 m		LUGAR: Rojas Cañada- Capiata				
DIAMETRO HIDROMETRO:			3 Pulg		PROF. ELECTROBOMBA:				
NIVEL ESTATICO:			27,4 m		CAP. ELECTROBOMBA:				
HORA Y FECHA DE INICIO:			18:26:00 07/10/1995		MARCA:				
Hora	Medición (h/min)	Prof. del agua (m)	Abat. (m)	Volumen (lts)	Tiempo (seg)	Caudal (l/h)	Hidrometro		Color del Agua
							Lectura (m ³)	Caudal (m ³)	
1	46,90	19,50	0,1	30,00	12,000	19145,22			Turbio Claro
2	57,50	30,10	0,1	30,00	12,000				Turbio Claro
3	58,75	31,35	0,1	30,00	12,000				Turbio Claro
4	58,82	31,42	0,1	30,00	12,000				Turbio Claro
5	60,70	33,30	0,1	30,00	12,000				Turbio Claro
7	65,05	37,65	0,1	30,00	12,000				Claro
9	66,03	38,63	0,1	30,00	12,000				Claro
11	67,38	39,98	0,1	30,00	12,000				Claro
13	68,94	41,54	0,1	30,00	12,000				Claro
15	68,94	41,54	0,1	30,00	12,000				Claro
20	70,60	43,20	0,1	30,00	12,000				Claro
25	71,10	43,70	0,1	30,00	12,000				Claro
30	71,80	44,40	0,1	30,00	12,000				Claro
39	72,53	45,13	0,1	30,00	12,000				Claro
49	73,15	45,75	0,1	30,00	12,000				Claro
59	73,63	46,23	0,1	30,00	12,000				Claro
79	74,60	47,20	0,1	30,00	12,000				Claro
89	74,80	47,40	0,1	30,00	12,000				Claro
119	75,45	48,05	0,1	30,00	12,000				Claro
149	75,98	48,58	0,1	30,00	12,000				Claro
179	76,38	48,98	0,1	30,00	12,000	19185,85			Claro
209	76,74	49,34	0,1	30,00	12,000			13,250	Claro
239	76,75	49,35	0,1	30,00	12,000	19199,10			Claro
299	77,47	50,07	0,1	30,00	12,000	19210,40		11,30	Claro
359	77,56	50,16	0,1	30,00	12,000	19222,60		12,20	Claro
419	77,66	50,26	0,1	30,00	12,000	19235,00		12,40	Claro
479	78,07	50,67	0,1	30,00	12,000	19247,20		12,20	Claro
539	78,53	51,13	0,1	30,00	12,000	19260,10		12,90	Claro
599	78,56	51,16	0,1	30,00	12,000	19274,00		13,90	Claro
659	78,77	51,37	0,1	30,00	12,000	19283,85		9,85	Claro
719	78,95	51,55	0,1	30,00	12,000	19294,80		10,95	Claro
779	79,09	51,69	0,1	30,00	12,000	19307,80		13,00	Claro
839	79,37	51,97	0,1	30,00	12,000	19319,40		11,60	Claro
899	79,17	51,77	0,1	30,00	12,000	19331,50		12,10	Claro
959	79,27	51,87	0,1	30,00	12,000	19343,45		11,95	Claro
1019	79,40	52,00	0,1	30,00	12,000	19355,80		12,35	Claro
1079	79,40	52,00	0,1	30,00	12,000	19370,80		15,00	Claro
1139	79,50	52,10	0,1	30,00	12,000	19380,00		9,20	Claro
1199	79,60	52,20	0,1	30,00	12,000	19392,00		12,00	Claro
1259	79,75	52,35	0,1	30,00	12,000	19404,10		12,10	Claro
1319	79,70	52,30	0,1	30,00	12,000	19416,45		12,35	Claro
1379	79,70	52,30	0,1	30,00	12,000	19428,00		11,55	Claro
1439	79,70	52,30	0,1	30,00	12,000	19440,00		12,00	Claro
1499	80,05	52,65	0,1	30,00	12,000	19451,10		11,10	Claro
1559	80,05	52,65	0,1	30,00	12,000	19461,20		10,10	Claro
1619	80,05	52,65	0,1	30,00	12,000	19476,20		15,00	Claro
1679	80,05	52,65	0,1	30,00	12,000	19491,20		15,00	Claro
1739	80,05	52,65	0,1	30,00	12,000	19505,40		14,20	Claro
1799	80,05	52,65	0,1	30,00	12,000	19513,20		7,80	Claro
1859	80,05	52,65	0,1	30,00	12,000	19527,30		14,10	Claro
Resumen			Recuperación						
Nivel Estático:	27,4	m.					Tiempo	Profundidad	
Nivel Dinámico	80,05	m.					0	80,05	
Abatimiento	52,65	m.					1	60,2	
Caudal de							2	59,8	
Bombeo Nomina	12	m ³ /h					3	58,1	
Caudal de							4	56,2	
Bombeo Real	12,7	m ³ /h					5	55,14	
Caudal							7	54,1	
Especifico	0,24	m ³ /h/m.					9	53,9	
Tramisividad	14,17	m ² /día			Recuperación: 99% en 90 minutos		11	52,6	
s1	52	m					13	51	
s2	48,05	m					15	50,6	
sd	3,95	m					20	50,01	
Qdía	305,76	m ³					25	49,1	
							30	48,19	
							35	47,3	
							40	46,9	
							50	40,12	
							60	32,04	
							70	30	
							80	28,04	
							90	27,6	

Tabla 7: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el pozo P0050.

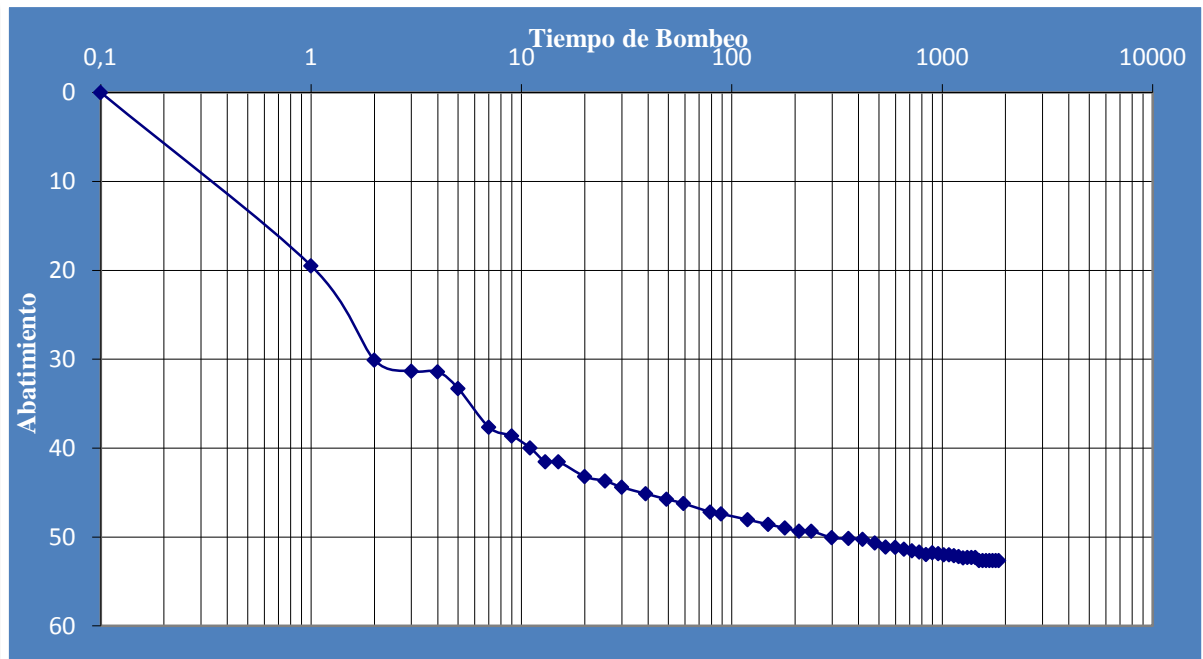


Figura 26: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P0050.

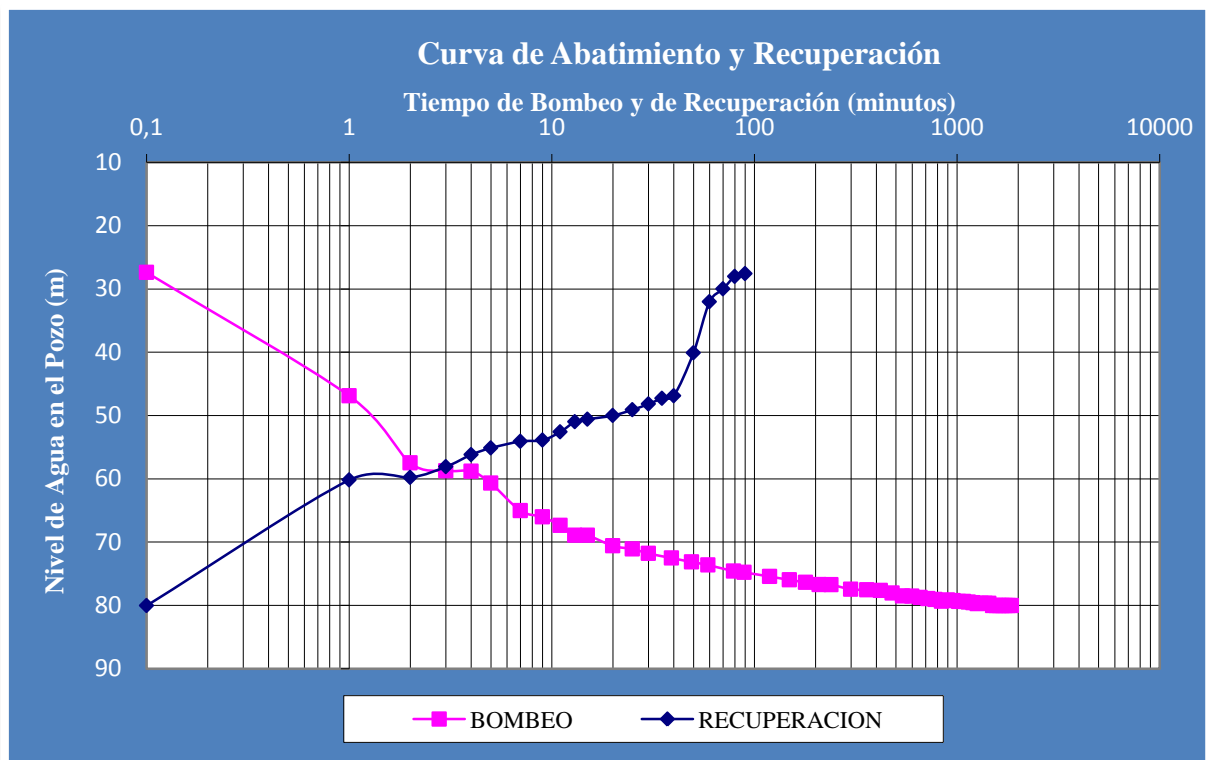


Figura 27: Gráfico de la curva descenso y recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P0050.

PLANILLA DE CAMPO DE PRUEBA DE BOMBEO P0086											
ALTURA DE LA TUBERÍA DEL MEDIDOR DE NIVEL:				0,7 m		LUGAR:		Toledo Cañada- J. Augusto Saldívar			
DIAMETRO HIDROMETRO:				3 Pulg		PROF. ELECTROBOMBA:					
NIVEL ESTÁTICO:				23,3 m		CAP. ELECTROBOMBA:					
HORA Y FECHA DE INICIO:				6:33:00 02/10/1998		MARCA:					
Hora	Medición (h/min)	Prof. del agua (m)	Abat. (m)	Volumen (lts)	Tiempo (seg)	Caudal (l/h)	Hidrometro		Color del Agua		
							Lectura (m ³)	Caudal (m ³)			
1	27.93	4.63	100	15.00	24.000	6991.80			Turbio Claro		
2	29.56	6.26	100	15.00	24.000				Turbio Claro		
3	35.43	12.13	100	15.00	24.000				Turbio Claro		
4	43.80	20.50	100	15.00	24.000				Claro		
5	47.00	23.70	100	15.00	24.000				Claro		
7	51.65	28.35	100	15.00	24.000				Claro		
9	52.29	28.99	100	15.00	24.000				Claro		
11	52.55	29.25	100	15.00	24.000				Claro		
13	52.84	29.54	100	15.00	24.000				Claro		
15	52.97	29.67	100	15.00	24.000				Claro		
17	53.14	29.84	100	15.00	24.000				Claro		
20	53.27	29.97	100	15.00	24.000				Claro		
23	53.41	30.11	100	15.00	24.000				Claro		
26	53.68	30.38	100	15.00	24.000				Claro		
29	53.76	30.46	100	15.00	24.000				Claro		
32	53.93	30.63	100	15.00	24.000				Claro		
35	54.40	31.10	100	15.00	24.000				Claro		
37	54.93	31.63	100	15.00	24.000				Claro		
47	55.10	31.80	100	15.00	24.000				Claro		
57	55.45	32.15	100	15.00	24.000	7018.20	26.400		Claro		
67	55.62	32.32	100	15.00	24.000				Claro		
77	55.72	32.42	100	15.00	24.000				Claro		
87	55.80	32.50	100	15.00	24.000				Claro		
97	55.86	32.56	100	15.00	24.000				Claro		
107	55.90	32.60	100	15.00	24.000				Claro		
117	55.92	32.62	100	15.00	24.000	7042.44	24.240		Claro		
147	56.03	32.73	100	15.00	24.000				Claro		
177	56.09	32.79	100	15.00	24.000	7066.68	24.24		Claro		
207	56.11	32.81	100	15.00	24.000				Claro		
237	56.15	32.85	100	15.00	24.000	7090.95	24.27		Claro		
267	56.35	33.05	100	15.00	24.000				Claro		
297	57.20	33.90	100	15.00	24.000	7115.75	24.80		Claro		
357	57.45	34.15	100	15.00	24.000	7140.50	24.75		Claro		
417	57.56	34.26	100	15.00	24.000	7164.70	24.20		Claro		
477	57.65	34.35	100	15.00	24.000	7189.70	25.00		Claro		
537	57.72	34.42	100	15.00	24.000	7214.60	24.90		Claro		
597	57.80	34.50	100	15.00	24.000	7239.60	25.00		Claro		
657	57.81	34.51	100	15.00	24.000	7264.20	24.60		Claro		
717	57.82	34.52	100	15.00	24.000	7289.50	25.30		Claro		
777	57.92	34.62	100	15.00	24.000	7314.50	25.00		Claro		
837	57.93	34.63	100	15.00	24.000	7339.50	25.00		Claro		
897	57.94	34.64	100	15.00	24.000	7364.15	24.65		Claro		
957	57.94	34.64	100	15.00	24.000	7389.50	25.35		Claro		
1017	57.96	34.66	100	15.00	24.000	7414.60	25.10		Claro		
1077	58.18	34.88	100	15.00	24.000	7439.60	25.00		Claro		
1137	58.29	34.99	100	15.00	24.000	7464.60	25.00		Claro		
1197	58.35	35.05	100	15.00	24.000	7489.15	24.55		Claro		
1257	57.08	33.78	100	15.00	24.000	7514.35	25.20		Claro		
1317	57.06	33.76	100	15.00	24.000	7539.90	25.55		Claro		
1377	57.40	34.10	100	15.00	24.000	7564.10	24.20		Claro		
1437	57.00	33.70	100	15.00	24.000	7589.40	25.30		Claro		
1497	57.90	34.60	100	15.00	24.000	7615.00	25.60		Claro		
1557	57.87	34.50	100	15.00	24.000	7638.40	25.30		Claro		
1617	57.80	34.50	100	15.00	24.000	7663.50	23.40		Claro		
1677	57.75	34.45	100	15.00	24.000	7688.40	25.10		Claro		
1737	57.80	34.50	100	15.00	24.000	7713.40	24.90		Claro		
1797	57.70	34.40	100	15.00	24.000	7738.60	25.00		Claro		
1857	57.73	34.43	100	15.00	24.000	7762.00	25.20		Claro		
1917	57.73	34.43	100	15.00	24.000	7787.70	23.40		Claro		
1977	57.71	34.41	100	15.00	24.000	7812.70	25.52		Claro		
2037	57.68	34.38	100	15.00	24.000	7837.40	25.12		Claro		
2097	57.71	34.41	100	15.00	24.000	7861.35	23.95		Claro		
2157	58.02	34.72	100	15.00	24.000	7886.85	25.50		Claro		
2217	58.15	34.85	100	15.00	24.000	7911.00	24.15		Claro		
2277	58.25	34.95	100	15.00	24.000	7937.27	25.27		Claro		
2337	58.43	35.13	100	15.00	24.000	7960.25	23.98		Claro		
2397	58.55	35.25	100	15.00	24.000	7985.35	25.10		Claro		
2457	58.55	35.25	100	15.00	24.000	8009.85	24.50		Claro		
2517	58.55	35.25	100	15.00	24.000	8034.70	24.85		Claro		
2577	58.55	35.25	100	15.00	24.000	8059.10	24.40		Claro		
2637	58.55	35.25	100	15.00	24.000	8083.30	24.20		Claro		
2697	58.55	35.25	100	15.00	24.000	8108.83	25.23		Claro		
2757	58.55	35.25	100	15.00	24.000	8132.32	23.47		Claro		
2817	58.55	35.25	100	15.00	24.000	8157.50	25.20		Claro		
2877	58.55	35.25	100	15.00	24.000	8182.10	24.60		Claro		
Resumen										Recuperación	
Nivel Estático:	23.3 m.									Tiempo	Profundidad
Nivel Dinámico	58.55 m.									0	38.1
Abatimiento	35.25 m.									1	29.65
Caudal de										2	28.9
Bombeo Nomina	24 m ³ /h									3	28.3
Caudal de										4	27.65
Bombeo Real	24.8 m ³ /h	Recuperación: 93% en 15 minutos								5	27.2
Caudal										7	26.65
Específico	0.70 m ³ /h/m.									9	26.5
Tramisividad	53.39 m ² /día									11	26.28
s1	34.66 m									13	26.05
s2	32.62 m									15	25.85
sd	2.04 m										
Qdía	595.2 m ³										

Tabla 8: Planilla de campo del ensayo de bombeo en el pozo P0086.

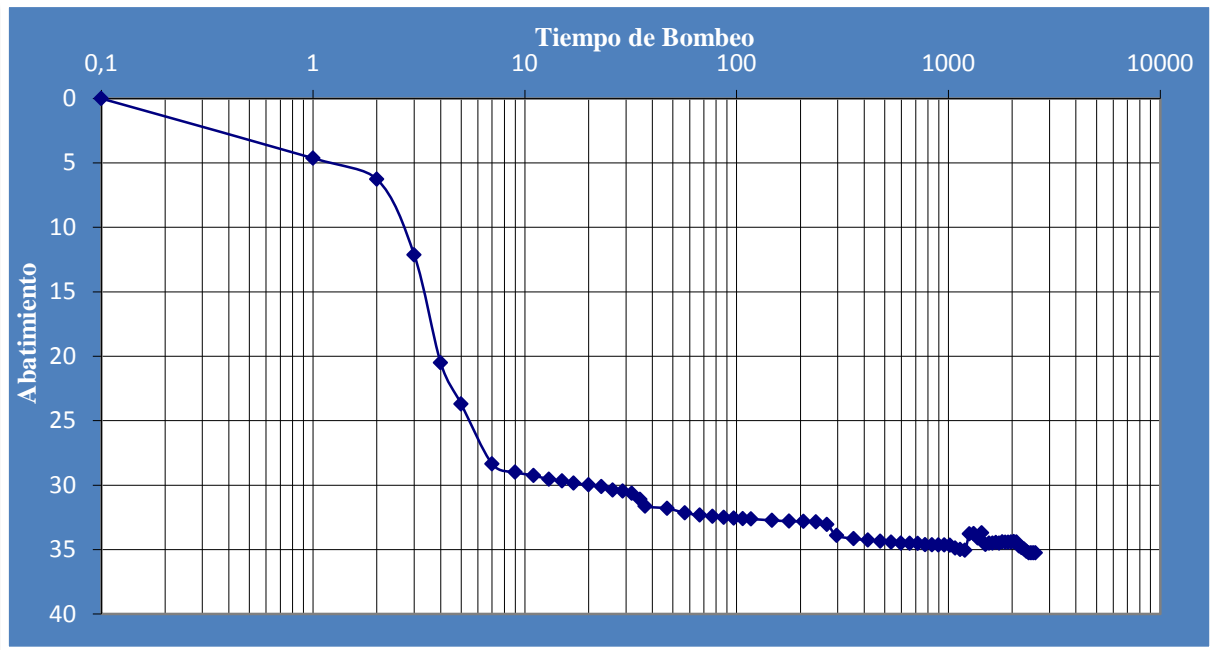


Figura 28: Gráfico de curva descenso vs tiempo, del ensayo de bombeo en el pozo P0086.

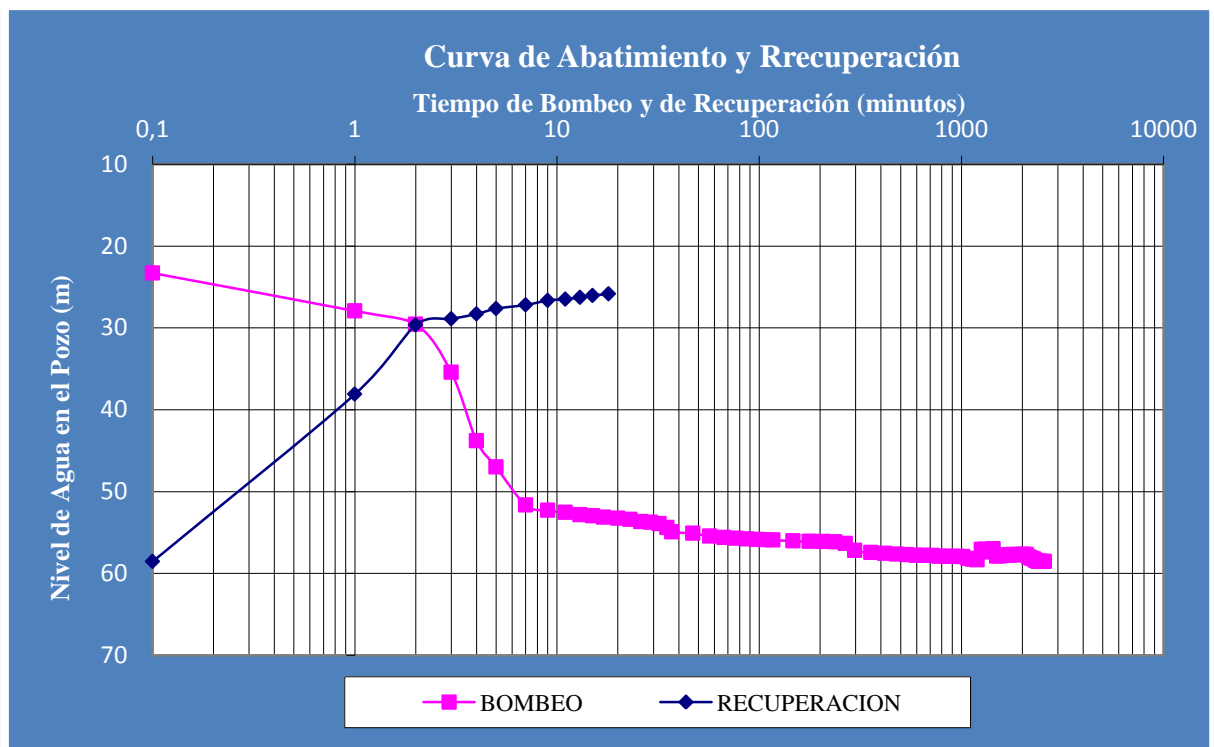


Figura 29: Gráfico de la curva descenso vs recuperación, del ensayo de bombeo en el pozo P0086.

Parámetros Hidráulicos								Recuperación	
Pozo	Lugar	Duración min.	Nivel Estático	Nivel Dinámico	Caudal Promedio m ³ /h	Caudal Especifico m ³ /h/m	Transm. m ² /día	Durac. min.	Recup. %
P1010	San Lorenzo	1450	36,1	80,1	3,0	0,07	1,49	90	98
P0144	San Lorenzo	2400	33,5	84,34	12,0	0,24	26,18	27	91
P0054	Capiatá	1924	3,2	59,13	20,5	0,37	5,47	30	91
P0041	Capiatá	1814	4,6	38,68	24,3	0,71	124,0	20	98
P0050	Capiatá	1859	27,4	80,05	12,7	0,24	14,17	90	90
P0086	J. A. Saldívar	2877	23,3	58,55	24,8	0,70	53,39	15	93

Cuadro 2: Resumen de los parámetros hidráulicos obtenidos en los ensayos de bombeo de los 6 pozos del área de estudio.

8.4.1 Interpretación de los resultados de los ensayos de bombeo

Se analizaron las informaciones de los ensayos de bombeo, de los pozos seleccionados, realizados por SENASA, para poder conocer las características hidráulicas del acuífero Patiño en el área de estudio.

Para las interpretaciones de los ensayos existen varios métodos, los más utilizados son el método de Thies y/o el de Jacob, para acuíferos confinados y en algunos casos para acuíferos libres pero aplicando el método de corrección de Dupuit.

En la realización de los ensayos de bombeo no contaron con pozos de observación los cuales sirven para realizar el cálculo del coeficiente de almacenamiento (s), pudiendo así, solo estimar el valor de la transmisividad (T), para la determinación de las características hidráulicas del acuífero.

Los ensayos de bombeo se realizaron a caudal constante, con duración variable, ya que cada pozo presento una duración de tiempo distinta de 24, 30, 31, 32, 40 y 48 horas.

Con estos datos se obtuvo la medición de tiempo y el descenso que fue variando a medida que aumento el tiempo de ensayo, como también la medición de recuperación del nivel del agua en todos los pozos, los cuales se representaron mediante curvas de descenso versus tiempo de bombeo, que de acuerdo al comportamiento de las curvas indican que el acuífero Patiño específicamente en la zona de estudio se comporta como un acuífero libre.

De acuerdo al análisis de los ensayos de bombeo de los pozos estudiados se establecieron los regímenes de equilibrios que alcanzaron en determinados tiempos después de iniciado la prueba de bombeo. El pozo P1010 a los 600 minutos alcanza el equilibrio, el P0144 a los 1860 minutos se presenta en equilibrio, en el grafico se observa que presenta pequeñas variaciones antes de la estabilización. El P0054 a los 1564 minutos alcanzó el equilibrio. El P0041 presenta pequeñas variaciones no llegando al equilibrio constante, esta variación puede tener varios factores de incidencia, como por ejemplo problemas mecánicos o eléctricos de la bomba o que el acuífero naturalmente se comporte de esa manera. El P0050 a los 1139 minutos empieza a estabilizarse pero no por completo presenta ciertas variantes pero a los 1499 logra el equilibrio de extracción y aporte, en la curva del P0086 se observa una variación el cual asciende y luego vuelve a descender presentando el mismo comportamiento al anterior pozo, pero a los 2387 minutos logra llegar a equilibrio.

Los valores de transmisividad determinados por Godoy (1991) varían entre 0,2 a 135 m²/día, mientras que los valores obtenidos en el análisis de los datos de los pozos estudiados varían desde 1,49 a 124,0 m²/día los cuales entran en el rango determinado anteriormente, estos valores presentan una transmisividad muy baja a baja en la zona de San Lorenzo mientras que los valores en la Zona de Capiatá y J. Augusto Saldívar oscilan de baja a media. Las variaciones de la transmisividad puede ser causado por las variaciones litológicas tanto vertical como horizontal observado en la descripción litológica de los pozos.

Los datos de la Conductividad Hidráulica correspondientes al acuífero Patiño según Godoy varían de 0,1 y 3,4 m/día, y los valores analizados en el área de estudio van desde 1,3 a 5,7, un poco más elevado a lo mencionado anteriormente; estos valores indican que la conductividad hidráulica de acuífero en esta zona en presenta rango dentro de conductividad media.

Los ensayos de bombeo analizados, han permitido conocer el potencial hidrogeológico del área de estudio que está constituido por el Grupo Asunción el cual presenta comportamientos diferentes en algunas zonas por los cambios acentuados del material a cortas distancias.

8.5 Proyección del nivel Estático

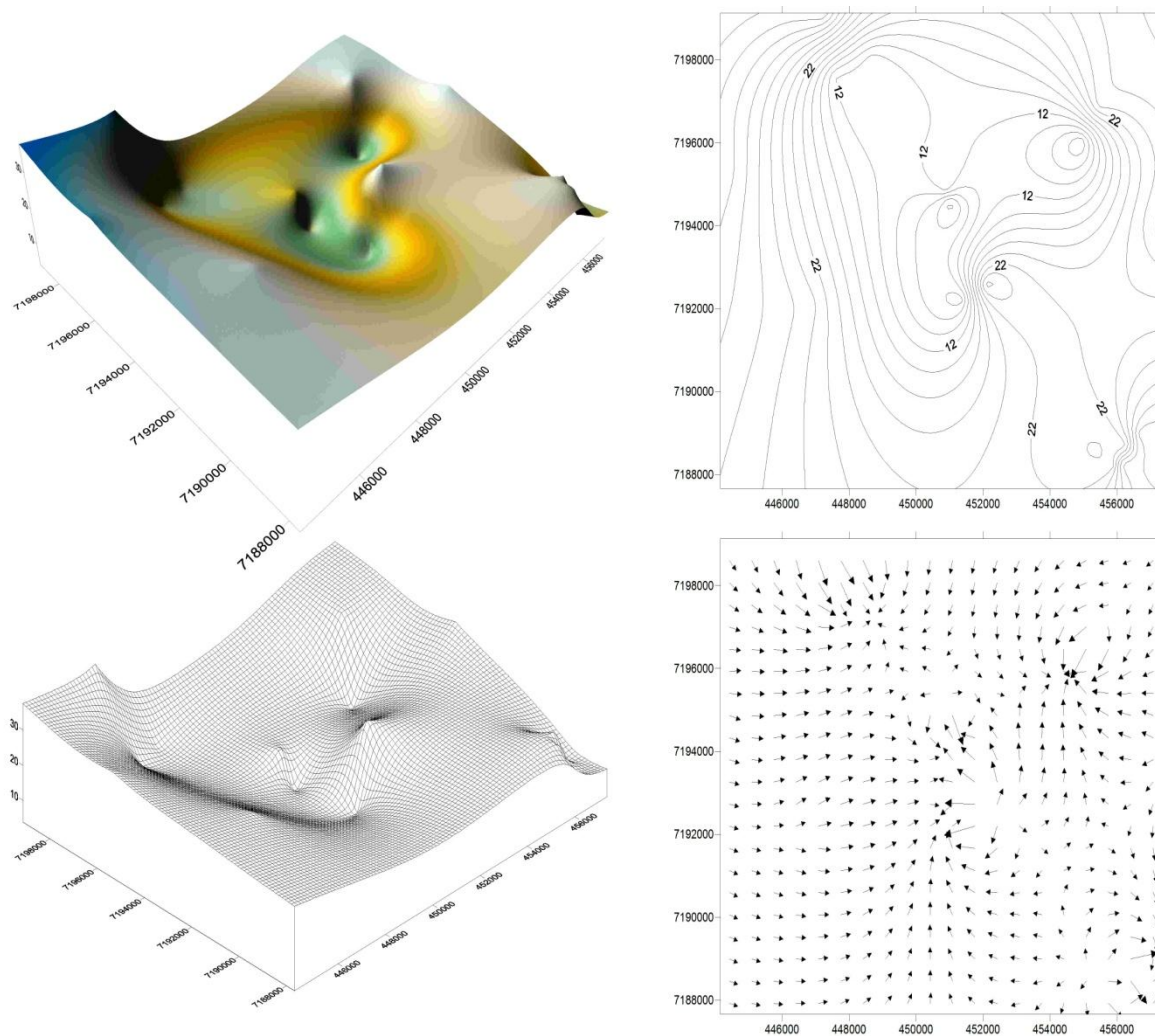


Figura 30: Modelo de proyección del nivel estático.

PROYECCIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO

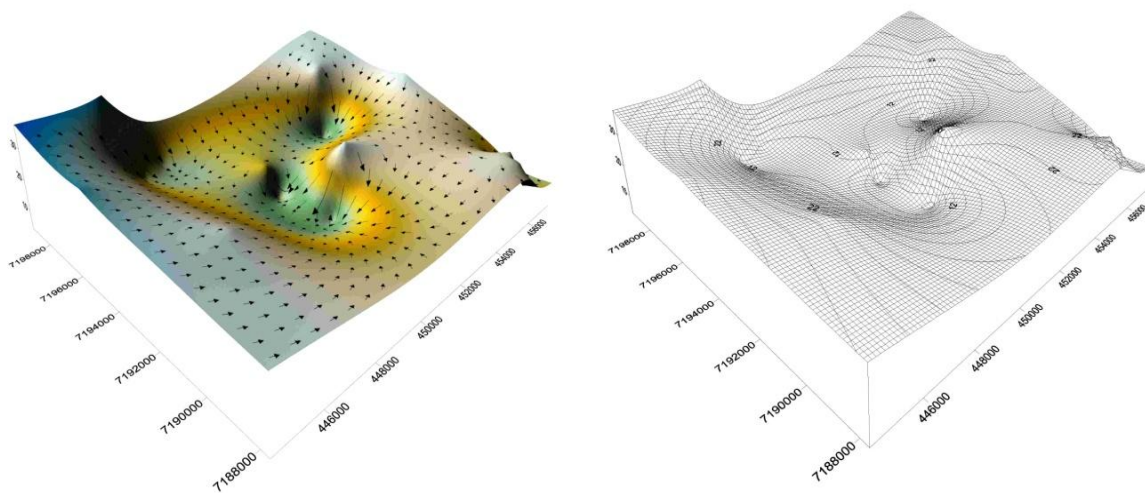


Figura 31: Representación de la dirección de flujo mediante datos del nivel estático

Con los niveles estáticos de los pozos construidos por SENASA, se representó la proyección del nivel estático del agua en la zona de estudio. Se observa como los patrones de flujo se encuentran distribuidos con relación a la morfología del área.

Con la utilización del programa Surfer se determinó el gradiente hidráulico de la zona de estudio, en el cual se representa la dirección del flujo desde las zonas altas, que corresponden zonas de recarga, hacia las zonas bajas, que constituyen zonas de descarga o zonas donde se producen grandes extracciones de agua.

A pesar de la poca información se obtuvo un buen modelo representativo, adquiriendo un mejor conocimiento del sistema hidrogeológico del acuífero en la zona de estudio, además de una apreciación aproximada de la ocurrencia y distribución del agua subterránea.

8.6 Análisis Químico del agua

Datos		Análisis Físicos						Análisis Químicos										Análisis Bacteriológico	
N°	Código	Aspecto	Color	Olor	pH	Cond.	Turbi	Ca ⁺²	Na	K	Mg ⁺²	CaCO ₃	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	Alc T (CaCo3)	Alc. (F) (CaCo3)	Nitrato (NO ₃)	Col. Totales	Col. Fecales
			Pt/Co		UpH	μS/cm	UTN	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	en 100ml	en 100ml
1	P-1010	Cristalino	1	Aceptable	6,18	160,9	0,25	7,14	5,95	2,28	3,36	7,06	0,3	8,4	19,5	0	12,93	180	132
2	P-0144	Cristalino	1	Aceptable	5,86	168,7	0,23	5,55	7,3	5,37	4,33	4,62	10,09	10,8	18,5	0	14,11	1	0
3	P-0054	Cristalino	1	Aceptable	5,52	166,5	0,2	6,34	5,17	2,17	3,36	1,2	0,3	13	10	0	13,64	0	0
4	P-0041	Cristalino	1	Aceptable	5,27	93,3	0,13	4,76	2,79	1,74	1,92	0,64	0,3	6,5	8	0	13,65	0	0
5	P-0426	Cristalino	1	Aceptable	5,48	132,8	0,14	3,97	5,53	2,51	3,85	1,08	4,62	9,9	9	0	14,38	0	0
6	P-0050	Cristalino	1	Aceptable	5,69	153,7	0,19	7,14	8,4	5,31	2,88	1,08	15,42	13,5	6	0	14,57	0	0
7	P-0086	Cristalino	1	Aceptable	5,52	89,3	0,24	4,76	3,53	3,86	1,46	0,72	5,99	3,6	6	0	15,33	0	0

Cuadro 3: Resumen de los análisis físico-químico-bacteriológicos de las muestras de los pozos del área de estudio.

8.6.1 Representación de datos en el Diagrama de Piper.

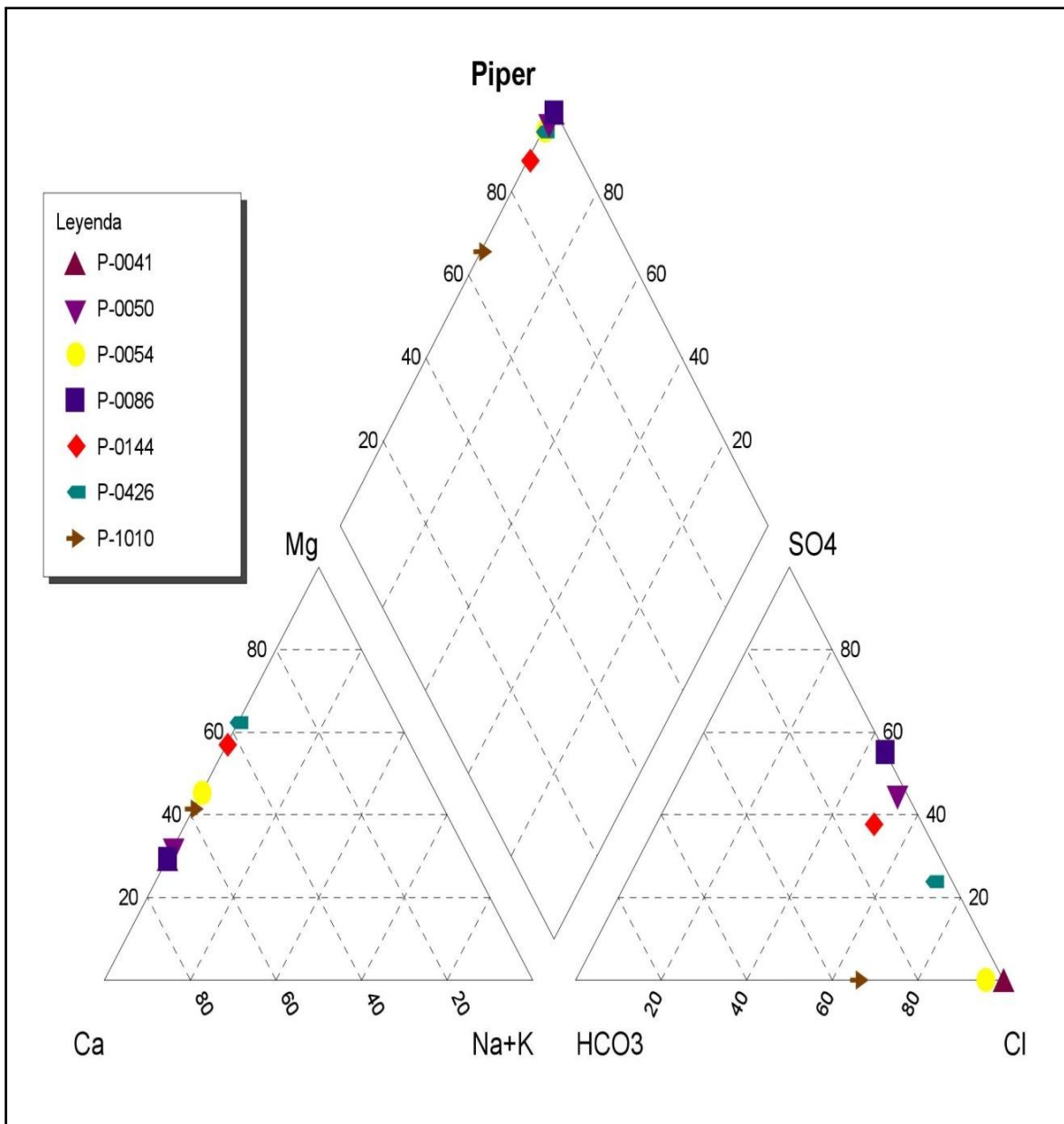


Figura 32: Representación gráfica de concentraciones de iones presentes en el agua subterránea mediante el Diagrama de Piper..

8.6.2 Interpretación de la representación de datos del Diagrama de Piper

Los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos indican que las aguas subterráneas del Grupo Asunción en el área de estudio, presentan leves variaciones de tipos de agua de acuerdo a la ubicación en la zona, estas variaciones podrían ser debido al flujo local del agua subterránea.

Los análisis físicos indicaron valores de pH de 5,27 a 6,18, sin presentar gran variación, los valores normales del pH en aguas subterráneas son 4 a 9, además se determinó una conductividad baja, mientras que la turbidez presento valores menores a 1, el rango aceptado es un máximo de 5 UTN.

Los valores determinados en los análisis químicos, presentan bajas concentraciones de elementos, indicando un bajo grado de mineralización de las aguas en la zona de estudio, típico de acuíferos libres. En cuanto a la alcalinidad se presentan distintos valores, en los pozos P1010 y P0144 los valores son 19,50 y 18,50 mg/l, en el pozo P0054; 10,00 mg/l, P0041; 8,00 mg/l, P0426; 9,00 mg/ y los pozos P0050 y P0086 presentan valores de 6,00 mg/l indicando el bajo grado de alcalinidad.

Los tipos de agua en el área de estudio; hacia el NW el P1010 presenta agua del tipo Clorurada Ca, el P0144 presenta agua del tipo clorurada - sulfatada Mg, los pozos P0054 y P0041 presenta agua del tipo clorurada Ca, y el P0426 el tipo de agua es clorurada Mg, todas del tipo clorurada variando solo la concentración de cationes. Sin embargo los pozos P0054 y P0086 ubicados hacia la dirección SE presentan agua del tipo sulfatada Ca. Según los análisis fisicoquímicos del agua, cumplen con todos los parámetros establecidos en la Norma NP 2400180/11 del Instituto de Tecnología y Normalización.

En los resultados de los análisis bacteriológicos los pozos no presentan contenido de coliformes fecales ni coliformes totales, a excepción del P0144 que presenta el contenido de 1 UFC/100ml de coliformes totales, que podría deberse al inadecuado manipuleo de la muestra de agua, mientras que el P1010 presenta contaminación por coliformes totales 180 UFC/100ml y coliformes fecales 132 UFC/100ml, esto se puede deber a la infiltración de materia fecal animal acumulada en un pozo, muy cercano al pozo de agua.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La recopilación, procesamiento y análisis de las informaciones de los pozos de abastecimiento de agua, aportaron datos importantes, en forma general sobre los materiales sedimentarios y el comportamiento del acuífero en el área de estudio correspondiente al sector central del acuífero Patiño, llegando a las siguientes conclusiones:

En el área de estudio la unidad sedimentaria corresponde al denominado Grupo Asunción, de edad Cretácica Superior- Terciaria, presentando una dirección NW-SE. La unidad presenta una deposición caótica, sobre la base del Grupo Caacupé del Ordovícico/Silúrico, y de las formaciones del Grupo Itacurubí del Silúrico, seguido a ello se encuentra la secuencia de sedimentos rojos de carácter fluvial.

Mediante la descripción litológica de los pozos se determinó una secuencia sedimentaria grano-decreciente con materiales gruesos desde conglomerados, areniscas gruesas hasta areniscas finas arcillosa, además de finos lentes de arcilla que cortan la secuencia estratigráfica.

En la correlaciones de los pozos se obtuvieron 5 líneas para la interpretación sedimentaria, 2 líneas de dirección NW-SE, y 3 líneas de dirección NE-SW. Con las interpretaciones propuestas, se logro deducir el comportamiento y la acumulación de estos sedimentos que se desarrollaron como relleno de la cuenca de origen tectónico, rift de Asunción, en la cual se caracterizaron una sucesión de sedimentos depositados en ambiente de abanico continental, asociado a facies coluviales, aluviales, fluviales y lacustres.

Los caudales específicos de los pozos en el área de estudio son relativamente bajos van de 0,07 a 0,71 coincidiendo con los datos del Mapa Hidrogeológico del Proyecto Par 83/005 (1986), aunque estudios realizados en otras áreas han registrado zonas más favorables.

Los ensayos de bombeo analizados fueron insuficientes para avaluar las características hidrogeológicas reales del acuífero, debido a la variación de la duración, los caudales de los ensayos y la ausencia de pozos de observación.

Se determinaron una transmisividad muy baja a media, y un caudal específico bajo, se presume que podría ser por la variación vertical de la litología y el contenido moderado de arcilla. Los pozos pueden llegar a producir cada uno, un caudal entre 36.000 y 297.000 litros por día considerando 12 horas de bombeo, con un descenso mínimo y recuperación entre el 91 y 99%, presentando una productividad moderada.

Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos del agua en la zona de estudio, presentaron leves variaciones del tipo de agua de acuerdo a la ubicación, estas podrían deberse al flujo local de las aguas subterráneas, ya que se presenta en la zona NW el tipo de agua clorurada Ca, típica en zonas de recarga directa por infiltración y hacia la dirección SE el tipo de agua es sulfatada Ca.

Los valores determinados indican baja mineralización, además se encuentran dentro del rango establecido en la Norma vigente NP 2400180/11 del Instituto de Tecnología y Normalización, y son aptas para el consumo humano, pero es recomendable realizar un análisis previo para descartar cualquier tipo de contaminación que pueda presentar el agua, por ser un acuífero libre, encontrándose expuesta a la contaminación principalmente por la alta población que alberga.

Se podrían establecer perímetros de protección en las áreas donde se encuentran ubicados los pozos ya que estos no presentan contaminación y de esa manera seguir obteniendo agua de buena calidad.

La deficiencia de la información en cuanto a los datos básicos, son aspectos que se deberían mejorar y tener en cuenta antes de realizar un estudio en el área, los archivos en muchos casos no presentan las informaciones requeridas. Los datos de los ensayos de bombeo estudiados no cuentan con un análisis geohidráulico formal, por lo tanto es recomendable interpretarlos para calcular en forma preliminar los parámetros hidráulicos del acuífero.

Con respecto a la ubicación de nuevos pozos, los niveles esperados y caudales aproximados, existen incertidumbres en la repuesta del acuífero ante nuevos pozos, su comportamiento local y regional, para la ubicación óptima de futuros pozos.

ANEXO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Laboratorio de Calidad de Agua



INFORME DE ENSAYO

INF.1097/2015

Solicitante: ANA SOFIA ARGUELLO	Solicitud de trabajo Nº: 622/2015
Dirección: Herminio Gimenez c/Rodó	Código de ítem: 1115

Descripción de ítem: Agua de grifo del Campus Universitario - Veterinaria. Localidad: Campus Universitario. Distrito: San Lorenzo. Departamento: Central. Fecha de muestreo: 27/10/2015.

Fecha de recepción: 27/10/15 Fecha de inicio de ensayo: 27/10/15 Fecha del informe: 04/11/15

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia - NP 2400180/11 Valor máximo
Aspecto	SM 2110	Cristalino	--	Límpido
Color	SM 2120 B	1	Pt/Co	15
Olor	Organoléptico - NN	Aceptable	--	Aceptable
pH	PRO.ME 002-Rev.02/SM 4500-H ⁺ B	6,18	UpH	4 a 9
Conductividad	SM 2510 B	160,9	µS/cm	1 250
Turbiedad	SM 2130 B	0,25	UTN	5
Nitrato (como NO ₃)	Reducción con Cinc - NN	12,93	mg/L	45,00
Cloruro como Cl ⁻ (*)	PRO.ME 001-Rev.05/SM 4500 B	8,4	mg/L	250
Sulfato como SO ₄ ⁻²	SM Edición 11, pag. 250	<0,30	mg/L	250
Alcalinidad Total como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	19,50	mg/L	250
Alcalinidad (F) como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	0,0	mg/L	120
Bicarbonato como CaCO ₃	SM 4500-CO ₂ D	7,06	mg/L	SR
Calcio (Ca ⁺²)	SM 3500-Ca D	7,14	mg/L	200
Magnesio (Mg ⁺²)	SM 3500-Mg E	3,36	mg/L	50
Sodio (Na)	SM 3500-Na B	5,95	mg/L	200
Potasio	SM 3500-K B	2,28	mg/L	SR
Coliformes Totales, en 100 mL	SM 9222 B	180	UFC	0
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	132	UFC	0

Abreviaturas: Pt/Co = Platino/Cobalto, UpH = unidad de pH, µS/cm = micro siemens por centímetro, UTN = Unidad Nefelométrica de Turbiedad, mg/L = miligramos por litro, F = Fenolftaleína, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, SR = sin referencia, SM = Método Estándar - Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición Nº 17 (APHA-AWWA-WPCF). PRO.ME = procedimiento interno, Rev. = revisión, NN = no normalizado, NP = norma paraguaya.

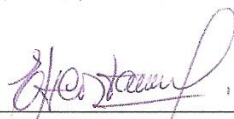
Ítem: muestra ensayada

(*) Ensayo acreditado

Notas:

- Este informe solo puede ser reproducido en forma completa con autorización del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.




Lic. Estanislao Acosta Morales
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe

Pag. 1/1

REG 063.04

Anexo 1: Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P1010.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Laboratorio de Calidad de Agua



INFORME DE ENSAYO

INF.1098/2015

Solicitante: ANA SOFIA ARGUELLO	Solicitud de trabajo N°: 622/2015
Dirección: Herminio Gimenez c/Rodó	Código de ítem: 1116

Descripción de ítem: Agua de pozo Pa'í Ñu. Localidad: San Lorenzo. Distrito: San Lorenzo. Departamento: Central. Fecha de muestreo: 27/10/2015.

Fecha de recepción: 27/10/15 Fecha de inicio de ensayo: 27/10/15 Fecha del informe: 04/11/15

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia - NP 2400180/11 Valor máximo
Aspecto	SM 2110	Cristalino	--	Límpido
Color	SM 2120 B	1	Pt/Co	15
Olor	Organoléptico - NN	Aceptable	--	Aceptable
pH	PRO.ME 002-Rev.02/SM 4500-H ⁺ B	5,86	UpH	4 a 9
Conductividad	SM 2510 B	168,7	µS/cm	1 250
Turbiedad	SM 2130 B	0,23	UTN	5
Nitrato (como NO ₃)	Reducción con Cinc - NN	14,11	mg/L	45,00
Cloruro como Cl ⁻ (*)	PRO.ME 001-Rev.05/SM 4500 B	10,8	mg/L	250
Sulfato como SO ₄ ⁻²	SM Edición 11, pag. 250	10,09	mg/L	250
Alcalinidad Total como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	18,50	mg/L	250
Alcalinidad (F) como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	0,0	mg/L	120
Bicarbonato como CaCO ₃	SM 4500-CO ₂ D	4,62	mg/L	SR
Calcio (Ca ⁺²)	SM 3500-Ca D	5,55	mg/L	200
Magnesio (Mg ⁺²)	SM 3500-Mg E	4,33	mg/L	50
Sodio (Na)	SM 3500-Na B	7,30	mg/L	200
Potasio	SM 3500-K B	5,37	mg/L	SR
Coliformes Totales, en 100 mL	SM 9222 B	1	UFC	0
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	0	UFC	0

Abreviaturas: Pt/Co = Platino/Cobalto, UpH = unidad de pH, µS/cm = micro siemens por centímetro, UTN = Unidad Nefelométrica de Turbiedad, mg/L = miligramos por litro, F = Fenolftaleína, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, SR = sin referencia, SM = Método Estándar - Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición N° 17 (APHA-AWWA-WPCF). PRO.ME = procedimiento interno, Rev. = revisión, NN = no normalizado, NP = norma paraguaya.

Ítem: muestra ensayada

(*) Ensayo acreditado

Notas:

- Este informe solo puede ser reproducido en forma completa con autorización del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.



Estanislao Acosta Morales

Lic. Estanislao Acosta Morales
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe

Pag. 1/1

REG 063.04

Anexo 2: Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0144.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
 Laboratorio de Calidad de Agua
INFORME DE ENSAYO



INF.1099/2015

Solicitante: ANA SOFIA ARGUELLO	Solicitud de trabajo N°: 622/2015
Dirección: Herminio Gimenez c/Rodó	Código de ítem: 1117

Descripción de ítem: Agua de pozo Yataity. Localidad: Capiatá. Distrito: Capiatá. Departamento: Central. Fecha de muestreo: 27/10/2015.

Fecha de recepción: 27/10/15 Fecha de inicio de ensayo: 27/10/15 Fecha del informe: 04/11/15

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia - NP 2400180/11 Valor máximo
Aspecto	SM 2110	Cristalino	--	Límpido
Color	SM 2120 B	1	Pt/Co	15
Olor	Organoléptico - NN	Aceptable	--	Aceptable
pH	PRO.ME 002-Rev.02/SM 4500-H ⁺ B	5,52	UpH	4 a 9
Conductividad	SM 2510 B	166,5	µS/cm	1 250
Turbiedad	SM 2130 B	0,20	UTN	5
Nitrato (como NO ₃)	Reducción con Cinc - NN	13,64	mg/L	45,00
Cloruro como Cl ⁻ (*)	PRO.ME 001-Rev.05/SM 4500 B	13,0	mg/L	250
Sulfato como SO ₄ ⁻²	SM Edición 11, pag. 250	<0,30	mg/L	250
Alcalinidad Total como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	10,00	mg/L	250
Alcalinidad (F) como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	0,0	mg/L	120
Bicarbonato como CaCO ₃	SM 4500-CO ₂ D	1,20	mg/L	SR
Calcio (Ca ⁺²)	SM 3500-Ca D	6,34	mg/L	200
Magnesio (Mg ⁺²)	SM 3500-Mg E	3,36	mg/L	50
Sodio (Na)	SM 3500-Na B	5,17	mg/L	200
Potasio	SM 3500-K B	2,17	mg/L	SR
Coliformes Totales, en 100 mL	SM 9222 B	0	UFC	0
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	0	UFC	0

Abreviaturas: Pt/Co = Platino/Cobalto, UpH = unidad de pH, µS/cm = micro siemens por centímetro, UTN = Unidad Nefelométrica de Turbiedad, mg/L = miligramos por litro, F = Fenolftaleína, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, SR = sin referencia, SM = Método Estándar - Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición N° 17 (APHA-AWWA-WPCF). PRO.ME = procedimiento interno, Rev. = revisión, NN = no normalizado, NP = norma paraguaya.

Ítem: muestra ensayada

(*) Ensayo acreditado

Notas:

- Este informe solo puede ser reproducido en forma completa con autorización del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.



Lic. Estanislao Acosta Morales
 Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe

Pag. 1/1

REG 063.04

Anexo 3: Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0054.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Laboratorio de Calidad de Agua



INFORME DE ENSAYO

INF.1100/2015

Solicitante: ANA SOFIA ARGUELLO	Solicitud de trabajo N°: 622/2015
Dirección: Herminio Gimenez c/Rodó	Código de Ítem: 1118

Descripción de ítem: Agua de pozo Posta Ybycuá. Localidad: Capiatá. Distrito: Capiatá. Departamento: Central.
Fecha de muestreo: 27/10/2015.

Fecha de recepción: 27/10/15 Fecha de inicio de ensayo: 27/10/15 Fecha del informe: 04/11/15

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia - NP 2400180/11 Valor máximo
Aspecto	SM 2110	Cristalino	--	Límpido
Color	SM 2120 B	1	Pt/Co	15
Olor	Organoléptico - NN	Aceptable	--	Aceptable
pH	PRO.ME 002-Rev.02/SM 4500-H ⁺ B	5,27	UpH	4 a 9
Conductividad	SM 2510 B	93,3	µS/cm	1 250
Turbiedad	SM 2130 B	0,13	UTN	5
Nitrato (como NO ₃)	Reducción con Cinc - NN	13,65	mg/L	45,00
Cloruro como Cl ⁻ (*)	PRO.ME 001-Rev.05/SM 4500 B	6,5	mg/L	250
Sulfato como SO ₄ ⁻²	SM Edición 11, pag. 250	<0,30	mg/L	250
Alcalinidad Total como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	8,00	mg/L	250
Alcalinidad (F) como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	0,0	mg/L	120
Bicarbonato como CaCO ₃	SM 4500-CO ₂ D	0,64	mg/L	SR
Calcio (Ca ⁺²)	SM 3500-Ca D	4,76	mg/L	200
Magnesio (Mg ⁺²)	SM 3500-Mg E	1,92	mg/L	50
Sodio (Na)	SM 3500-Na B	2,79	mg/L	200
Potasio	SM 3500-K B	1,74	mg/L	SR
Coliformes Totales, en 100 mL	SM 9222 B	0	UFC	0
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	0	UFC	0

Abreviaturas: Pt/Co = Platino/Cobalto, UpH = unidad de pH, µS/cm = micro siemens por centímetro, UTN = Unidad Nefelométrica de Turbiedad, mg/L = miligramos por litro, F = Fenolftaleína, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, SR = sin referencia, SM = Método Estándar - Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición N° 17 (APHA-AWWA-WPCF). PRO.ME = procedimiento interno, Rev. = revisión, NN = no normalizado, NP = norma paraguaya.

Ítem: muestra ensayada

(*) Ensayo acreditado

Notas:

- Este informe solo puede ser reproducido en forma completa con autorización del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.



Estanislao Acosta Morales

Lic. Estanislao Acosta Morales
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe

Pag. 1/1

REG 063.04

Anexo 4: Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0041.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Laboratorio de Calidad de Agua



INFORME DE ENSAYO

INF.1101/2015

Solicitante: ANA SOFIA ARGUELLO	Solicitud de trabajo N°: 623/2015
Dirección: Herminio Gimenez c/Rodó	Código de ítem: 1119

Descripción de ítem: Agua de pozo Capiatá. Localidad: Capiatá. Distrito: Capiatá. Departamento: Central.
Fecha de muestreo: 27/10/2015.

Fecha de recepción: 27/10/15 Fecha de inicio de ensayo: 27/10/15 Fecha del informe: 04/11/15

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia - NP 2400180/11 Valor máximo
Aspecto	SM 2110	Cristalino	--	Límpido
Color	SM 2120 B	1	Pt/Co	15
Olor	Organoléptico - NN	Aceptable	--	Aceptable
pH	PRO.ME 002-Rev.02/SM 4500-H ⁺ B	5,48	UpH	4 a 9
Conductividad	SM 2510 B	132,8	µS/cm	1 250
Turbiedad	SM 2130 B	0,14	UTN	5
Nitrato (como NO ₃)	Reducción con Cinc - NN	14,38	mg/L	45,00
Cloruro como Cl ⁻ (*)	PRO.ME 001-Rev.05/SM 4500 B	9,9	mg/L	250
Sulfato como SO ₄ ⁻²	SM Edición 11, pag. 250	4,62	mg/L	250
Alcalinidad Total como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	9,00	mg/L	250
Alcalinidad (F) como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	0,0	mg/L	120
Bicarbonato como CaCO ₃	SM 4500-CO ₂ D	1,08	mg/L	SR
Calcio (Ca ⁺²)	SM 3500-Ca D	3,97	mg/L	200
Magnesio (Mg ⁺²)	SM 3500-Mg E	3,85	mg/L	50
Sodio (Na)	SM 3500-Na B	5,53	mg/L	200
Potasio	SM 3500-K B	2,51	mg/L	SR
Coliformes Totales, en 100 mL	SM 9222 B	0	UFC	0
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	0	UFC	0

Abreviaturas: Pt/Co = Platino/Cobalto, UpH = unidad de pH, µS/cm = micro siemens por centímetro, UTN = Unidad Nefelométrica de Turbiedad, mg/L = miligramos por litro, F = Fenolftaleína, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, SR = sin referencia, SM = Método Estándar - Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición N° 17 (APHA-AWWA-WPCF). PRO.ME = procedimiento interno, Rev. = revisión, NN = no normalizado, NP = norma paraguaya.

Ítem: muestra ensayada

(*) Ensayo acreditado

Notas:

- Este informe solo puede ser reproducido en forma completa con autorización del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.



E. Acosta Morales

Lic. Estanislao Acosta Morales
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe

Pag. 1/1

REG 063.04

Anexo 5: Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0426.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Laboratorio de Calidad de Agua



INFORME DE ENSAYO

INF.1102/2015

Solicitante: ANA SOFIA ARGUELLO	Solicitud de trabajo N°: 623/2015
Dirección: Herminio Gimenez c/Rodó	Código de Ítem: 1120

Descripción de ítem: Agua de pozo Rojas Cañada. Localidad: Capiatá. Distrito: Capiatá. Departamento: Central.
Fecha de muestreo: 27/10/2015.

Fecha de recepción: 27/10/15 Fecha de inicio de ensayo: 27/10/15 Fecha del informe: 04/11/15

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia - NP 2400180/11 Valor máximo
Aspecto	SM 2110	Cristalino	--	Límpido
Color	SM 2120 B	1	Pt/Co	15
Olor	Organoléptico - NN	Aceptable	--	Aceptable
pH	PRO.ME 002-Rev.02/SM 4500-H ⁺ B	5,69	UpH	4 a 9
Conductividad	SM 2510 B	153,7	µS/cm	1 250
Turbiedad	SM 2130 B	0,19	UTN	5
Nitrato (como NO ₃)	Reducción con Cinc - NN	14,57	mg/L	45,00
Cloruro como Cl ⁻ (*)	PRO.ME 001-Rev.05/SM 4500 B	13,5	mg/L	250
Sulfato como SO ₄ ⁻²	SM Edición 11, pag. 250	15,42	mg/L	250
Alcalinidad Total como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	6,00	mg/L	250
Alcalinidad (F) como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	0,0	mg/L	120
Bicarbonato como CaCO ₃	SM 4500-CO ₂ D	1,08	mg/L	SR
Calcio (Ca ⁺²)	SM 3500-Ca D	7,14	mg/L	200
Magnesio (Mg ⁺²)	SM 3500-Mg E	2,88	mg/L	50
Sodio (Na)	SM 3500-Na B	8,40	mg/L	200
Potasio	SM 3500-K B	5,31	mg/L	SR
Coliformes Totales, en 100 mL	SM 9222 B	0	UFC	0
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	0	UFC	0

Abreviaturas: Pt/Co = Platino/Cobalto, UpH = unidad de pH, µS/cm = micro siemens por centímetro, UTN = Unidad Nefelométrica de Turbiedad, mg/L = miligramos por litro, F = Fenolftaleína, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, SR = sin referencia, SM = Método Estándar - Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición N° 17 (APHA-AWWA-WPCF). PRO.ME = procedimiento interno, Rev. = revisión, NN = no normalizado, NP = norma paraguaya.

Ítem: muestra ensayada

(*) Ensayo acreditado

Notas:

- Este informe solo puede ser reproducido en forma completa con autorización del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.




Lic. Estanislao Acosta Morales
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe

Pag. 1/1

REG 063.04

Anexo 6: Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0050.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Laboratorio de Calidad de Agua



INFORME DE ENSAYO

INF.1103/2015

Solicitante: ANA SOFIA ARGUELLO	Solicitud de trabajo Nº: 623/2015
Dirección: Herminio Gimenez c/Rodó	Código de ítem: 1121

Descripción de ítem: Agua de pozo Toledo Cañada. Localidad: J.A. Saldívar. Distrito: J. A. Saldívar. Departamento: Central. Fecha de muestreo: 27/10/2015.

Fecha de recepción: 27/10/15 Fecha de inicio de ensayo: 27/10/15 Fecha del informe: 04/11/15

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia - NP 2400180/11 Valor máximo
Aspecto	SM 2110	Cristalino	--	Límpido
Color	SM 2120 B	1	Pt/Co	15
Olor	Organoléptico - NN	Aceptable	--	Aceptable
pH	PRO.ME 002-Rev.02/SM 4500-H ⁺ B	5,52	UpH	4 a 9
Conductividad	SM 2510 B	89,3	µS/cm	1 250
Turbiedad	SM 2130 B	0,24	UTN	5
Nitrato (como NO ₃)	Reducción con Cinc - NN	15,33	mg/L	45,00
Cloruro como Cl ⁻ (*)	PRO.ME 001-Rev.05/SM 4500 B	3,6	mg/L	250
Sulfato como SO ₄ ⁻²	SM Edición 11, pag. 250	5,99	mg/L	250
Alcalinidad Total como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	6,00	mg/L	250
Alcalinidad (F) como CaCO ₃	SM Edición 11, pag. 45	0,0	mg/L	120
Bicarbonato como CaCO ₃	SM 4500-CO ₂ D	0,72	mg/L	SR
Calcio (Ca ⁺²)	SM 3500-Ca D	4,76	mg/L	200
Magnesio (Mg ⁺²)	SM 3500-Mg E	1,46	mg/L	50
Sodio (Na)	SM 3500-Na B	3,53	mg/L	200
Potasio	SM 3500-K B	3,86	mg/L	SR
Coliformes Totales, en 100 mL	SM 9222 B	0	UFC	0
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	0	UFC	0

Abreviaturas: Pt/Co = Platino/Cobalto, UpH = unidad de pH, µS/cm = micro siemens por centímetro, UTN = Unidad Nefelométrica de Turbiedad, mg/L = miligramos por litro, F = Fenolftaleína, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, SR = sin referencia, SM = Método Estándar - Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición Nº 17 (APHA-AWWA-WPCF). PRO.ME = procedimiento interno, Rev. = revisión, NN = no normalizado, NP = norma paraguaya.

Ítem: muestra ensayada

(*) Ensayo acreditado

Notas:

- Este informe solo puede ser reproducido en forma completa con autorización del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.




Lic. Estanislao Acosta Morales
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe

Pag. 1/1

REG 063.04

Anexo 7: Análisis físico-químico y bacteriológico del pozo P0086.



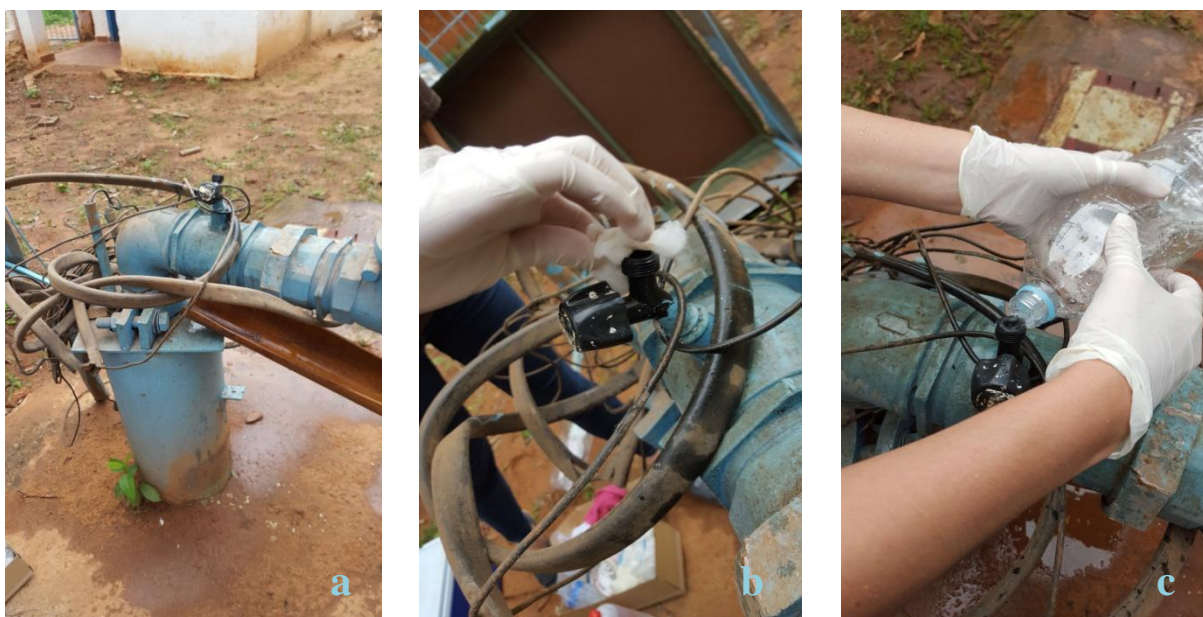
Anexo 8: Toma de muestras del Pozo n° 1 P1010; **a.** Para análisis bacteriológico
b. Para análisis físico-químico.



Anexo 9: Toma de muestras del Pozo n° 2 P0144; **a.** Limpieza de la boca de salida del agua **b.** Toma de muestra
para análisis bacteriológico **c.** Muestreo para análisis físico-químico.



Anexo 10: Toma de muestras del Pozo n° 3 P0054; **a.** Abertura de cañería para obtención de muestra **b.** Muestreo para análisis físico-químico **c.** Toma de muestra para análisis bacteriológico



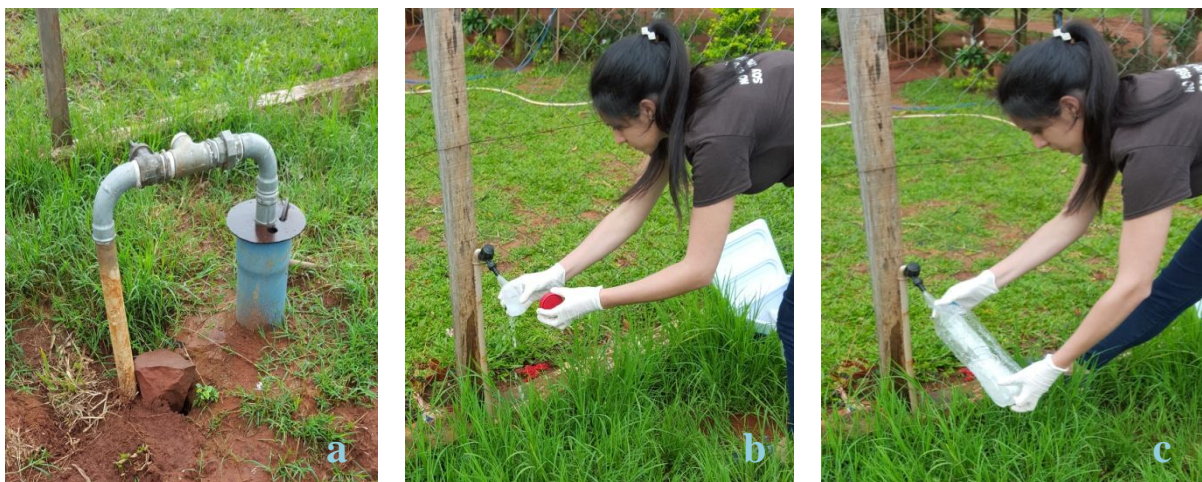
Anexo 11: Toma de muestras del Pozo n° 4 P0041; **a.** pozo profundo **b.** Limpieza y desinfección de la boca de salida de agua **c.** Toma de muestra para análisis físico-químico.



Anexo 12: Toma de muestras del Pozo n° 5 P0426; **a.** Se dejó correr el agua por unos minutos
b. Muestreo para análisis bacteriológico **c.** Toma de muestra para análisis físico-químico.



Anexo 13: Toma de muestras del Pozo n° 6 P0050; **a.** Muestreo para análisis bacteriológico **b.** Toma de muestra para análisis físico-químico.



Anexo 14: Toma de muestras del Pozo n° 7 P0086; **a.** Pozo profundo **b.** Muestreo para análisis bacteriológico
c. Toma de muestra para análisis físico-químico.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CUSTODIO, E., LLAMAS, M., 1983. Hidrología Subterránea. Segunda Edición. Ed. Omega S.A., Barcelona- España. 2350 Pág.
- DAVIS, S., WIEST, R., 1971. Hidrogeología. Ed. Ariel., Barcelona- España. 118, 119, 120,124 Pág.
- GONZALEZ, L., FERRER, M., ORTUÑO, L., OTEO, C., 2002. Ingeniería Geológica. Ed. Pearson Educación., Madrid- España. 744 Pág.
- HARRINGTON, H., 1950. Geología del Paraguay Oriental. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Contribuciones Científicas Serie E Geología. Buenos Aires- Argentina. 82 Pág.
- PUTZER, H., 1962. Die Geologie von Paraguay; Beitrage zur Regionalen Geologie der Erde. Vol. 2, Gebruder Borntraeger, Berlín-Alemania. 180 Pág.
- PROYECTO PAR 83/005. 1986. Mapa Geológico del Paraguay. PNUD – MDN, Mapa Escala 1:1.000.000. Texto Explicativo. 93pág.
- DIONISI, A., 1999. Mapa Geológico de la República del Paraguay: Hoja Caacupé 5470. MOPC, BGR. Esc. 1:100000. Texto Explicativo. Asunción-Paraguay. 28 Pág.
- SENASA (Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental, PY). 2007. Geología del área del Acuífero Patiño. Publicación Técnica N° 2.2. 15 Pág.
- VILLAR, F., 2010. Hidrogeología del Paraguay. San Lorenzo- Paraguay. 153 Pág.
- VILLANUEVA, M., IGLESIAS, A., 1984. Pozos y Acuíferos. Ibergesa. Madrid- España. 419 Pág.

- GODOY, E., 1991. Acuíferos Potenciales del Paraguay. 1er. Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay. Asunción- Paraguay. 24-32 Pág.
- VAN DER GUN, J., 2001. Estudio del Acuífero Patiño. Informe Técnico 2.1. Sinopsis del Estudio. 45 Pág.
- WEHRLE, A., SEKITA, K., 2007. Estudio de Políticas y Manejo Ambiental de aguas Subterráneas en el área Metropolitana de Asunción. Ensayos de Bombeo. Informe Técnico 2.8. 71 Pág.
- VAN DER GUN, J., Fortalecimiento de los Estudios Hidrogeológicos del SENASA. 2001. Estudio del Acuífero Patiño. Informe Técnico 2.2. 28 Pág.
- GOMEZ, D., 1991. Consideraciones morfoestructurales y estratigráficas de la antiforma de Asunción y su relación con la exploración de aguas subterráneas. 1er. Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay. Casa de la Cultura, Asunción. Paraguay. 131-140 Pág.
- SALLUM, A. E., 1999. Relaciones entre la tectónica y la sedimentación Cenozoica en la Región del Graben de Ypacarai (Rift de Asunción, Paraguay Oriental). Trabajo de Formatura. Universidad de San Pablo, Instituto de Geociencias, Brasil.
- RICCOMINI, C., FERNANDEZ, V., VELAZQUEZ, C., GOMEZ, B., MILAN, A., SALUM, E., 2001. Tectonic Evolution of the Asuncion Rift, Eastern Paraguay. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 05508-900 São Paulo, SP, Brazil. 625-630 Pág.
- DEGRAFF, M., FRANCO, R., ORUE, D., 1981. Interpretación Geofísica y Geológica del Valle de Ypacarai (Paraguay) y su Formación. Asociación Geológica Argentina, Revista XXXVI (3): 240-256 Pág.
- DEGRAFF, M., FRANCO, R., ORUE, D., 1984. Proyecto Tectónico del Paraguay Oriental. Informe de progreso del trabajo de campo (2da etapa). 10 Pág.

- SPINZI, A., 1983. Consideraciones sobre una Formación de conglomerados en Aregua y alrededores. Informaciones Científicas. Asunción. Paraguay.
- CUBAS, N., 2009. Evaluación hidrogeológica del Acuífero Independencia en el área de Caazapá, Paraguay basado en datos de sondeos de prospección mineral. Tesis de Maestría en Hidrogeología FaCEN-UNA.
- SEAM. 2012. Investigación de la calidad del agua, Cuenca Hídrica del arroyo San Lorenzo, Departamento Central. Informe Técnico. Proyecto Manejo sostenible y Protección de la aguas Subterráneas en Paraguay (PAS-PY). 49 Pág.
- LAHNER, L., 2011. Geología de la Región Central del Paraguay Oriental Fanerozoico. Texto Explicativo. 55 Pág.
- MENTE, A., SILVA, E., GODOY, E., 1986. Memoria del Mapa Hidrogeológico de la Republica del Paraguay Escala 1: 1.000.000. Proyecto PAR/83/005. Comité Nacional de Desarrollo Regional Integrado del Chaco/ Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Asunción-Paraguay. 106 Pág.

