002551
23 OCT 2024
11:04 Am

Yopal – Casanare, 23 de octubre de 2024.

Señora
MIRIAM RAMÍREZ RINCÓN
Coordinadora Grupo Mixto de Apoyo Administrativo
Supervisor contrato No. CO1.PCCNTR.6521359 de 2024.

Asunto: Entrega de informe final ppara recibió y liquidación de contrato.

Cordial saludo,

Por medio de la presente hacemos entrega del informe final para recibo y liquidación del contrato No. CO1.PCCNTR.6521359 de 2024, cuyo objeto es contratar "CONTRATAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS POZOS PROFUNDOS SEDE YOPAL Y SUBSEDE MANARE, TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE SEDE YOPAL Y SUBSEDE MANARE, Y LA TOMA DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO, PARA SEDE YOPAL Y SUBSEDE MANARE".

Se relacionan los siguientes documentos:

- Informe final de obra
- Registro fotografico
- Anexos

1. Informe prueba de bombeo pozo profundo sena sede principal yopal
2. Informe prueba de bombeo pozo profundo sena sede manare paz de ariporo
3. Protocolo para el mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua potable en multifamiliares y establecimientos comerciales e industriales
4. Ficha tecnica
5. Planillas de seguridad social
6. Certificacion pago de seguridad social y parfiscales
7. Documentos del contador
8. Rut
9. Certificacion bancaria

Sin otro particular,

Alberto Peralta.
DOLFUS ALBERTO PERALTA MARTÍNEZ
R/L FERREAGUAS & ASOCIADOS S.A.

INFORME FINAL

CONTRATO DE MÍNIMA CUANTÍA No. CO1.PCCNTR.6521359 DE 2024

OBJETO "CONTRATAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS POZOS PROFUNDOS SEDE YOPAL Y SUBSEDE MANARE, TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE SEDE YOPAL Y SUBSEDE MANARE, Y LA TOMA DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO, PARA SEDEYOPAL Y SUBSEDE MANARE"



SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA
REGIONAL CASANARE

SEDE PRINCIPAL YOPAL
SEDE MANARE PAZ DE ARIPORO

23 DE JULIO AL 22 DE OCTUBRE 2024

Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

1. INFORMACIÓN DEL CONTRATO

No. De Contrato	CONTRATO DE MÍNIMA CUANTÍA No. CO1.PCCNTR.6521359 DE 2024
Objeto	CONTRATAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS POZOS PROFUNDOS SEDE YOPAL Y SUBSEDE MANARE, TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE SEDE YOPAL Y SUBSEDE MANARE, Y LA TOMA DE LAS PRUEBAS DE BOMBEO, PARA SEDEYOPAL Y SUBSEDE MANARE
Contratante	SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA REGIONAL CASANARE
Contratista	FERREAGUAS & ASOCIADOS SAS
Valor Inicial del Contrato	34.818.878,00
Valor del Anticipo	$ 0
Valor Total del contrato	$ 34.818.878,00
Plazo Inicial	TRES (3) MESES
Plazo Total	TRES (3) MESES
Tiempo de ejecución	TRES (3) MESES
Fecha de Inicio	23 DE JULIO 2024
Prorroga	N/A
Fecha de Terminación	30 DE SEPTIEMBRE 2024
% Ejecutado	100%
% de Avance Financiero	0%

2. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.

Obligaciones Generales del Contratista		
No.	**OBLIGACIÓN**	**ACCIONES DESARROLLADA**
a.	Ejecutar el objeto contractual en condiciones de eficiencia, oportunidad y calidad de conformidad a los parámetros establecidos en el SENA.	Se realizaron las actividades de lavado a tanques de almacenamiento de agua, mantenimiento y pruebas de bombeo de bombeo de pozos profundos en las instalaciones del SENA sede principal en Yopal y sede Manare Paz de Ariporo, cumpliendo con las condiciones y requerimientos establecidos en los estudios previos y señalados por la supervisión dando cumplimiento al objeto del contrato, las cuales se encuentran relacionadas en el capítulo 4 actividades ejecutadas, correspondiente al 100% de ejecución del contrato.
b.	Ejecutar el objeto del presente contrato en los plazos establecidos bajo las condiciones económicas, técnicas y financieras estipuladas en las cláusulas correspondientes y de acuerdo con su propuesta y la Invitación Pública los cuales hacen parte vinculante del contrato.	Se realizaron las actividades de lavado a tanques de almacenamiento de agua, mantenimiento y pruebas de bombeo de bombeo de pozos profundos en las instalaciones del SENA sede principal en Yopal y sede Manare Paz de Ariporo, cumpliendo con los tiempos establecidos, manteniendo los precios ofertados en la propuesta económica, cumpliendo con las especificaciones técnicas, garantizando la financiación del contrato 100%, según lo establecidos en las condiciones del contrato y los requerimientos señalados por la supervisión.
c.	Informar al SENA dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes al conocimiento del hecho o circunstancias que puedan incidir en la no oportuna o debida ejecución del contrato o que puedan poner en peligro los intereses legítimos del SENA.	Dentro de la ejecución del contrato no se presentaron hechos o circunstancias que generaran peligro a los intereses de la entidad contratante.
d.	Informar al SENA, dentro del día hábil siguiente a conocida su existencia, la causal de incompatibilidad o inhabilidad sobreviviente.	No existe causal de incompatibilidad o inhabilidad alguna en el presente contrato.
e.	En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 23 de la Ley 1150 de 2007, El CONTRATISTA deberá efectuar el pago oportuno de sus obligaciones frente al sistema de seguridad social integral, parafiscales (Cajas de Compensación Familia, SENA e ICBF) y acreditar encontrarse a paz y salvo como requisito previo para cada pago que se le vaya a efectuar.	Se anexa los soportes del pago de las planillas de seguridad social integral y parafiscales, así como las certificaciones de cumplimiento de estas obligaciones. Ver anexos.

f.	Reportar de manera inmediata cualquier novedad o anomalía en la ejecución del contrato al supervisor del Contrato.	No se presentaron novedades o anomalías en el desarrollo y ejecución del contrato.
g.	Las demás que se estimen de acuerdo con la naturaleza de la contratación.	No se presentaron obligaciones adicionales.

Obligaciones Específicas del Contratista:		
No.	**OBLIGACIÓN**	**ACCIONES DESARROLLADA**
a.	Constituir una garantía única con los amparos exigidos, a más tardar dentro de los tres (3) días hábiles siguientes a la aceptación de la oferta, y actualizarla en el mismo plazo en caso de modificaciones, prórrogas, adiciones, suspensiones o reinicios.	El presente contrato está amparado por la póliza de cumplimiento No. 605 47 994000106777 y póliza de responsabilidad civil No. 605 74 994000024159, de aseguradora solidaria, pólizas previamente aprobadas por la entidad.
b.	Realizar el pago oportuno de sus obligaciones frente al sistema de seguridad social integral y parafiscal para lo cual deberá realizar los aportes a que se refiere el artículo 50 de la Ley 789 de 2.002 y el artículo 23 de la Ley 1150 de 2.007, en lo relacionado con los sistemas de salud, riesgos profesionales, pensiones y aportes a las cajas de compensación familiar, cuando haya lugar a ello, de conformidad con las normas y reglamentos que rigen la materia.	Como soporte de pago se anexa las planillas de seguridad social integral y parafiscales, así como las certificaciones de cumplimiento de estas obligaciones. Ver anexos.
c.	Mantener vigentes todas las garantías que amparan el contrato, en los términos de este.	Las pólizas del presente contrato se encuentras vigentes.
d.	Realizar el respectivo mantenimiento de conformidad con las cantidades acordadas.	Realizado el balance de cantidades no se presentó variación de cantidades durante desarrollo y ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo de los pozos profundos sede Yopal y subsede Manare, tanques de almacenamiento para el abastecimiento de agua potable sede Yopal y subsede Manare, y la toma de las pruebas de bombeo, para sede Yopal y subsede Manare.
e.	Remplazar los elementos defectuosos o que no cumplan con las especificaciones exigidas dentro del día (1) hábil siguiente a la fecha de la devolución mediante comunicación por parte del supervisor del contrato, en el Centro Regional de Casanare, de acuerdo con los procedimientos que para tal fin establezca la entidad; esto obedece para los insumos contemplados en el presente proceso.	Durante el desarrollo del contrato no se presentaron quejas, reclamos o inconformidad por parte de la entidad sobre elementos, insumos, materiales y equipo, utilizados en la ejecución de los trabajos.
f.	El contratista asumirá por cuenta propia todos los costos y gastos que se generen por concepto de transporte del personal vinculado para el respectivo mantenimiento.	FERRREAGUAS & ASOCIADOS SAS, como contratista de clara que todos los costos y gastos generados por transporte

		de personal y administración del contrato son asumidos por el contratista.
g.	El Contratista es el único responsable por la vinculación de su personal y la celebración de subcontratos todo lo cual debe realizar en su propio nombre y por su propia cuenta y riesgo sin que el SENA adquiera responsabilidad ni solidaridad alguna por dichos actos.	El personal operativo tiene vínculo laboral con el contratista FERREAGUAS & ASOCIADOS SAS, mediante contrato a término fijo para la ejecución de las actividades a realizar durante el desarrollo del presente contrato de obra.
h.	Los materiales deben ser originales y de marcas reconocidas en el mercado, en los elementos que por su presentación de empaque lo requiera.	FERREAGUAS & ASOCIADOS SAS, certifica que los materiales utilizados en la ejecución de los trabajos son originales y de marca reconocida.
i.	La presentación del servicio de mantenimiento al pozo profundo deberá ejecutarse de conformidad con los ítems contratados, previa supervisión que realice el SENA.	El mantenimiento del pozo profundo se ejecuto de acuerdo a los requerimientos exigidos por la entidad. Según las actividades y especificaciones técnicas
j.	El sitio de realizar el mantenimiento del pozo profundo es en el Centro Agroindustrial y Fortalecimiento Empresarial de Casanare Sede Principal en el Municipio de Yopal y Subsede Manare.	Se realizo inspección al sitio y visita de campo en compañía del apoyo a la supervisión.

Obligaciones Ambientales		
No.	**OBLIGACIÓN**	**ACCIONES DESARROLLADA**
a.	Mantener productos químicos debidamente etiquetados acorde con lo establecido en el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos Decreto 1496 de 2018.	Los productos utilizados para las actividades de lavado a tanques de almacenamiento de agua, mantenimiento de pozos profundos en las instalaciones del SENA sede principal en Yopal y sede Manare Paz de Ariporo, son de marcas reconocidas que cumplen con los estándar de calidad, cumpliendo con la normatividad del Decreto 1496 de 2018.
b.	Certificar y seguir la implementación de las recomendaciones de buenas prácticas, en el uso Eficiente de la Energía:	FERREAGUAS certifica que durante la ejecución de las actividades de lavado a tanques de almacenamiento de agua, mantenimiento y pruebas de bombeo de bombeo de pozos profundos en las instalaciones del SENA sede principal en Yopal y sede Manare Paz de Ariporo, se aplicaron buenas prácticas de uso eficiente de energía; las actividades realizadas se desarrollaron en aéreas externas y no se realizaron actividades de mantenimiento en áreas climatizadas; no se realizaron actividades nocturnas que implicaran sistemas de iluminación.
c.	Mantener en las instalaciones del SENA las fichas de datos de seguridad de los productos	Los productos utilizados para lavado de tanque y mantenimiento del pozo cuentan

	usados. Las fichas deberán ser las suministradas por el fabricante, comercializador o importador acorde con definido en el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos Decreto 1496 de 2018.	con sus respectivas fichas técnicas y datos de seguridad para el caso del hipoclorito de calcio y tripolifosfato de sodio.
d.	Las Fichas de datos de seguridad deben ser en idioma español, contener los 16 ítems que establece la Resolución 773 de 2021 y estar actualizadas (fechas no superiores a los 5 años)	Los productos utilizados cumplen con las exigencias de la resolución 773 de 2021. Ver anexo fichas de seguridad.
e.	El proponente deberá allegar una declaración juramentada expedida por el Representante Legal en la cual se certifique que durante el mantenimiento NO se utilizarán y/o adquirirán productos elaborados o que contengan asbesto de cualquier variedad.	Se anexa certificación donde se expresa NO utilizar y/o adquirir productos elaborados o que contengan asbesto de cualquier variedad.
f.	Certificar y seguir la implementación de las recomendaciones de buenas prácticas, en el uso Eficiente de la Energía:	FERREAGUAS certifica que durante la ejecución de las actividades de lavado a tanques de almacenamiento de agua, mantenimiento y pruebas de bombeo de bombeo de pozos profundos en las instalaciones del SENA sede principal en Yopal y sede Manare Paz de Ariporo, se aplicaron buenas prácticas de uso eficiente de energía; las actividades realizadas se desarrollaron en aéreas externas y no se realizaron actividades de mantenimiento en áreas climatizadas; no se realizaron actividades nocturnas que implicaran sistemas de iluminación.
g.	El proveedor deberá allegar las fichas técnicas de las pinturas arquitectónicas, tuberías, accesorios y soldaduras empleados en la instalación o reparación de cualquier sistema de distribución de agua para uso humano, animal o de riego, que migren al agua no podrán presentar concentraciones de plomo superiores al 0,0005 mg por litro de agua, con el objetivo de soportar que se encuentran dentro de los niveles permitidos de plomo.	N/A
h.	Residuos de construcción y demolición (RCD): presentar constancia al SENA, donde especifique la cantidad de residuos y destino de los mismos, relacionando los datos básicos del gestor debidamente autorizado y del generador, tal como lo especifica el Anexo II de la Resolución 472 de 2017 en el caso de los RCD.	Durante la ejecución de los trabajos de mantenimiento limpieza, lavado, no se generaron residuos de construcción y demolición RCD que requiera de gestores autorizados y certificados para su disposición final.
i.	g) Presentar copia del procedimiento definido para el lavado y desinfección de tanques, en donde estén consignadas las actividades e insumos junto con las dosis a utilizar.	Se anexa documento protocolo de mantenimiento de tanques para almacenamiento de agua, ver anexo.

j.	Presentar los certificados de tratamiento, aprovechamiento, reúso y/o disposición final de los residuos líquidos gestionados si aplica.	N/A
k	Residuos Peligrosos RESPEL: entregar certificados de tratamiento, aprovechamiento o disposición final de los RESPEL generados durante el mantenimiento, indicando las corrientes de los residuos, fecha, sitio de recolección y las cantidades en kilogramos, en un término no mayor a tres (3) meses después de entregados los residuos	N/A

3. BALANCE FINAL DE CANTIDADES EJECUTADAS

Item	Descripción	Und	Cant	V/Unit	V/Total
1	**SEDE YOPAL**				
1.1	Mantenimiento general del pozo profundo de 6" (Yopal) - Incluye: 1.) Extracción e inmersión con carro grúa de Tubería de producción, equipo de bombeo y cableado. 2.) Aplicación de químicos para lavado y desinfección. 3.) Aplicación de aire con compresor 150 psi, 185 cfm y extracción de sedimentos.	Und	1	$ 5.100.000,00	$ 5.100.000,00
1.2	Prueba de bombeo a caudal constante de 24 horas; Informe, nivel freático, estático, dinámico, abatimiento, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica, radio de influencia, caudal recomendado y rendimiento del pozo. (incluye transporte, personal y equipos)	Und	1	$ 3.050.000,00	$ 3.050.000,00
1.3	Lavado y desinfección con hipoclorito de calcio, tanque subterráneo de 30 m3, incluye insumos, herramienta, equipos y mano de obra.	Und	3	$ 590.000,00	$ 1.770.000,00
1.4	Suministro e instalación de tubería Conduit PVC de 3/4" para zonda.	m	90	$ 3.700,00	$ 333.000,00
1.5	Cable duplex No. 12	m	100	$ 4.600,00	$ 460.000,00
1.6	Suministro e instalación electrosonda Sensor de nivel para pozo profundo incluye electrodos	Und	1	$ 632.000,00	$ 632.000,00
2	**SUB SEDE PAZ DE ARIPORO**				

2.1	Mantenimiento general del pozo profundo de 6" (Paz de Ariporo) - Incluye: 1.) Extracción e inmersión con carro grúa de Tubería de producción, equipo de bombeo y cableado. 2.) Aplicación de químicos para lavado y desinfección. 3.) Aplicación de aire con compresor 150 psi, 185 cfm y extracción de sedimentos.	Und	1	$ 5.100.000,00	$ 5.100.000,00
2.2	Prueba de bombeo a caudal constante de 24 horas; Informe, nivel freático, estático, dinámico, abatimiento, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica, radio de influencia, caudal recomendado y rendimiento del pozo. (incluye transporte, personal y equipos)	Und	1	$ 3.050.000,00	$ 3.050.000,00
2.3	Lavado y desinfección con hipoclorito de calcio, tanque subterráneo de 90 m3, incluye insumos, herramienta, equipos y mano de obra	Und	1	$ 1.325.000,00	$ 1.325.000,00
2.4	Suministro e instalación tubería Altamira PVC 2" tipo columna con rosca para pozo profundo x 3 m	m	90	$ 60.000,00	$ 5.400.000,00
2.5	Suministro e instalación de tubería Conduit PVC de 3/4" para zonda.	m	90	$ 3.700,00	$ 333.000,00
2.6	Cable duplex No. 12	m	100	$ 4.600,00	$ 460.000,00
2.7	Suministro e instalación electrosonda Sensor de nivel para pozo profundo incluye electrodos	Und	1	$ 632.000,00	$ 632.000,00
				SUB TOTAL	**$ 27.645.000,00**
				AIU (25%)	**$ 6.911.250,00**
				Administración (20%)	**$ 5.529.000,00**
				Imprevistos (0%)	**$ 0,00**
				Utilidad (5%)	**$ 1.382.250,00**
				IVA DEL 19% SOBRE UTILIDAD 5%	**$ 262.628,00**
				VALOR TOTAL	**$ 34.818.878,00**

Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

4. ACTIVIDADES EJECUTADAS

Item	Descripción	Und	Cant
1	**SEDE YOPAL**		
1.1	Mantenimiento general del pozo profundo de 6" (Yopal) - Incluye: 1.) Extracción e inmersión con carro grúa de Tubería de producción, equipo de bombeo y cableado. 2.) Aplicación de químicos para lavado y desinfección. 3.) Aplicación de aire con compresor 150 psi, 185 cfm y extracción de sedimentos.	Und	1
1.2	Prueba de bombeo a caudal constante de 24 horas; Informe, nivel freático, estático, dinámico, abatimiento, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica, radio de influencia, caudal recomendado y rendimiento del pozo. (incluye transporte, personal y equipos)	Und	1
1.3	Lavado y desinfección con hipoclorito de calcio, tanque subterráneo de 30 m3, incluye insumos, herramienta, equipos y mano de obra.	Und	3
1.4	Suministro e instalación de tubería Conduit PVC de 3/4" para zonda.	m	90
1.5	Cable duplex No. 12	m	100
1.6	Suministro e instalación electrosonda Sensor de nivel para pozo profundo incluye electrodos	Und	1
2	**SUB SEDE PAZ DE ARIPORO**		
2.1	Mantenimiento general del pozo profundo de 6" (Paz de Ariporo) - Incluye: 1.) Extracción e inmersión con carro grúa de Tubería de producción, equipo de bombeo y cableado. 2.) Aplicación de químicos para lavado y desinfección. 3.) Aplicación de aire con compresor 150 psi, 185 cfm y extracción de sedimentos.	Und	1
2.2	Prueba de bombeo a caudal constante de 24 horas; Informe, nivel freático, estático, dinámico, abatimiento, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica, radio de influencia, caudal recomendado y rendimiento del pozo. (incluye transporte, personal y equipos)	Und	1
2.3	Lavado y desinfección con hipoclorito de calcio, tanque subterráneo de 90 m3, incluye insumos, herramienta, equipos y mano de obra	Und	1
2.4	Suministro e instalación tubería Altamira PVC 2" tipo columna con rosca para pozo profundo x 3 m	m	90
2.5	Suministro e instalación de tubería Conduit PVC de 3/4" para zonda.	m	90
2.6	Cable duplex No. 12	m	100

2.7	Suministro e instalación electrosonda Sensor de nivel para pozo profundo incluye electrodos	Und	1

1.1 Mantenimiento general del pozo profundo de 6" (Yopal) - Incluye:

Se realizaron los trabajos de mantenimiento del pozo profundo SENA sede principal Yopal, del 16 al 20 de septiembre del presente año.

A. Extracción e inmersión con carro grúa de Tubería de producción, equipo de bombeo y cableado.

Para la extracción de la tubería de producción, equipo de bombeo y cableado se suministraron los equipos y herramientas necesarios para el desarrollo de la actividad, los cuales son manipulados por personal capacitado y supervisados por el ingeniero residente.

Este procedimiento se desarrolla con un carro grúa con capacidad en peso y altura para la extracción del sistema de bombeo, tuberías y cableados. De igual forma el personal técnico dispuesto por la empresa, fue el encargado de manipular las herramientas tales como llaves de tubos, cadenas, collares de sujeción y demás herramienta menor utilizada. La actividad consiste en la extracción de la tubería mediante la elevación de la misma por el carro grúa y el desacople de la tubería de producción cada 6 metros, a la par del retiro de la tubería se extrae el cable de alimentación del equipo de bombeo y por último se retiró la electrobomba sumergible tipo lapicero.

Durante estas actividades de extracción se realiza la inspección de la tubería, uniones, cableado y demás elementos que se encuentran inmersos en el pozo. Determinándose que la tubería de producción en su totalidad, se encuentra en mal estado y requiere de su respectivo cambio para evitar inconvenientes o colapso del pozo por perdida de tubería o equipo de bombeo dentro del pozo.



Fotografía 1: Extracción e inmersión con carro grúa de Tubería de producción, equipo de bombeo y cableado, mantenimiento pozo SENA sede principal Yopal.

B. Aplicación de químicos para lavado y desinfección.

Preparación de solución de agente dispersante (hexametafosfato de sodio) y aplicación dentro del pozo profundo. Terminada la extracción de los elementos anteriormente mencionados se procede a la dosificación del Hexametafosfato de sodio que se encarga de la remoción de las partículas de limo y arcilla adheridas a los filtros del pozo, impidiendo una recarga óptima. cabe anotar que este caso se presenta por la presencia de hierro en el agua y por otros agentes que con el pasar del tiempo obstruyen la capacidad de producción. La manipulación de dicho producto, es realizada por personal técnico capacitado, garantizando una adecuada aplicación y preparación del mismo, para ello se deberá realizar una disolución previa del producto en agua. El procedimiento para la preparación y aplicación del insumo está establecido en el libro "Operación y mantenimiento de pozos profundos –Servicio Nacional de Aprendizaje SENA; Publicaciones- 1999.", en el capítulo Tratamiento Químico, "Productos químicos desincrustantes, aplicación, dosis y tiempo de contacto en el pozo" donde se muestra el hexametafosfato de sodio como uno de los productos más utilizados, la dosificación a aplicar y el tiempo de contacto máximo del insumo. Por el hecho de tratarse de un insumo químico tipo granular, se preparó la solución diluyendo una cantidad de 50 kg en cuatro canecas de 70 litros cada una.



Fotografía 2. Aplicación de químicos para lavado y desinfección

C. Aplicación de aire con compresor 150 psi 185 cfm y extracción de sedimentos.

El procedimiento para el compresorado del pozo esta soportado técnicamente en la publicación de la Organización Mundial de la Salud –OMS - "Limpieza y desinfección de la perforación de los pozos de agua", donde se sugiere la inyección de aire o agua a presión dentro del pozo para la remoción de las partículas que disolvió previamente el hexametafosfato.

Los sedimentos del pozo son expulsados por medio de aire comprimido inyectado en el fondo del pozo, colocando la manguera del compresor generando la remoción de sedimentos por presión del agua y el aire.



Fotografía 3. Inyección de aire con compresor industrial

1.2 Prueba de bombeo a caudal constante de 24 horas; Informe, nivel freático, estático, dinámico, abatimiento, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica, radio de influencia, caudal recomendado y rendimiento del pozo. (incluye transporte, personal y equipos)

El objetivo de realizar la prueba de bombeo, es evaluar el acuífero del cual se está extrayendo agua, estimando por medio de bombeo, y observando su respuesta de descenso del nivel en el pozo objeto de observación. Una prueba de bombeo es una herramienta común utilizada en hidrogeología para caracterizar un sistema de acuíferos.

La prueba de bombeo determina las características hidráulicas del acuífero atravesado, se le suele llamar "test de acuífero" ya que lo estudiado más que la bomba o el pozo, es el acuífero en sí mismo. Además, la prueba de bombeo puede proporcionar información sobre el rendimiento y el descenso periódico del nivel de agua en el pozo (nivel dinámico) y el mayor descenso (abatimiento), datos básicos para determinar la capacidad específica y la transmisibilidad del pozo.

Se ejecutó la prueba a caudal constante por 24 horas con el equipo de bombeo instalado, la descripción del equipo corresponde a una electrobomba sumergible de 5.0 HP. la duración de la prueba permitió conocer el caudal de explotación y se observó una tendencia a una línea recta en la gráfica de nivel de agua contra logaritmo de tiempo (NTC 5539). Se calcularon datos para determinar algunas características hidráulicas del acuífero.

Para la ejecución de la actividad, se realizó trabajo de campo realizando la prueba de bombeo durante 24 horas, con personal profesional y técnico, utilizando zonda y herramienta especializada, durante el tiempo de la prueba se realizó la recolección de información de los datos para su respectiva análisis y elaboración del informe el cual fue entregado en medio físico. Ver anexo informe prueba de bombeo.

Como resultado y conclusión de la prueba de bombeo indica que la Capacidad Específica del pozo fue de 0.649 l/s-m, Su abatimiento fue de 5.35 m. con producción de 3.47 l/s. La recuperación del pozo superando el 90% se logró en 5 minutos. El pozo puede producir un caudal máximo de 5 l/s sin causar efectos negativos del recurso.



Fotografía 4: Prueba de bombeo a caudal constante de 24 horas, pozo profundo SENA sede principal Yopal.

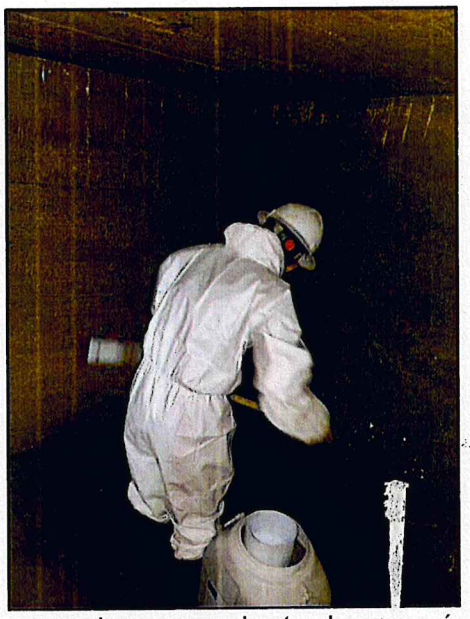
1.3. Lavado y desinfección con hipoclorito de calcio, tanque subterráneo de 30 m3, incluye insumos, herramienta, equipos y mano de obra.

Esta actividad de lavado de tanque subterráneo se realizó para los tanques de almacenamiento de agua para el SENA sede principal Yopal, ubicados en el área administrativa, área de gastronomía y edificios m. del 13 al 15 septiembre del 2024.

El personal empleado correspondió a trabajadores idóneos y capacitados en el mantenimiento, lavado y desinfección, como también en conocimientos en la normatividad ambiental vigente y con todos los equipos requeridos para tal fin, utilizando los insumos requeridos para la actividad. Ver anexo protocolo para el mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua potable.

El producto utilizado para el lavado del tanque fue cloro granulado o hipoclorito de calcio en concentración del 70%, el cloro es un agente desinfectante que permite remover las impurezas, hongos, bacterias y microorganismos de las paredes y piso del tanque, garantizando la desinfección de la superficie, el cloro para su utilización se fue disuelto en agua o rociado por la superficie, y por medio de un cepillo o escoba se procedió a remover las incrustaciones y películas de microorganismos que se adhieren a la superficie, para más descripción del procedimiento, y recomendaciones se anexa el protocolo de mantenimiento de tanques.

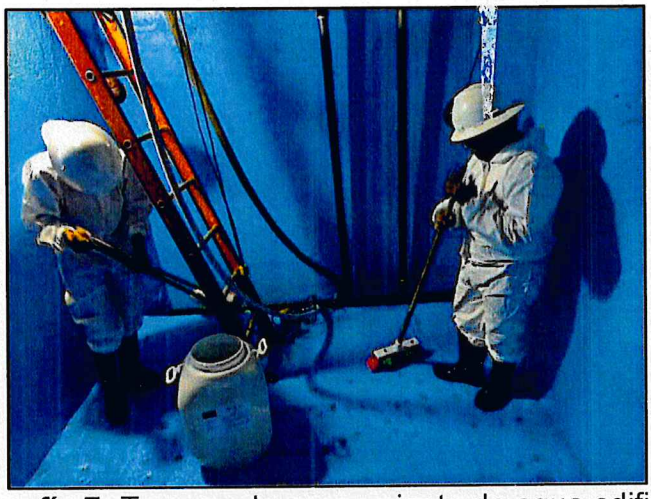
Para el lavado del tanque se utilizaron los implementos de protección personal, como son traje antifluido, gafas, botas, guantes, además de herramienta de aseo como son escobas, cepillos, recipientes, y equipos como son hidro lavadora,



Fotografía 5: Tanque almacenamiento de agua área administrativa



Fotografía 6: Tanque almacenamiento de agua área de gastronomía



Fotografía 7: Tanque almacenamiento de agua edificio m.

1.4. Suministro e instalación de tubería Conduit PVC de 3/4" para zonda.

se realizó cambio de 90 metros de tubería Conduit pvc en diámetro de ¾" para inmersión de sonda de control de nivel, se retiro la tubería existente con la extracción de la bomba y se remplazo por tubería nueva con la inmersión de la bomba durante el mantenimiento del pozo.



Fotografía 8: Suministro e instalación de tubería Conduit PVC de 3/4" para zonda

1.5 Cable duplex No. 12

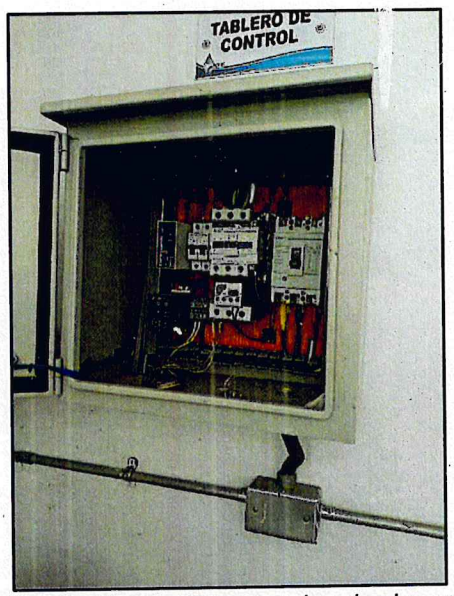
Suministro e instalación de 100 metros de cable dúplex No 12, para señal de electrosonda, el cable se aseguró a la tubería de producción y tubería conduit.



Fotografía 9: Cable duplex No. 12

1.6 Suministro e instalación electrosonda Sensor de nivel para pozo profundo incluye electrodos.

Se realizo cambio de electrosonda de control de nivel, protección del equipo de bombeo. Elemento que hace parte del tablero de control.



Fotografía 10: Electrosonda Sensor de nivel para pozo profundo

2.2. Mantenimiento general del pozo profundo de 6" (Paz de Ariporo) - Incluye:

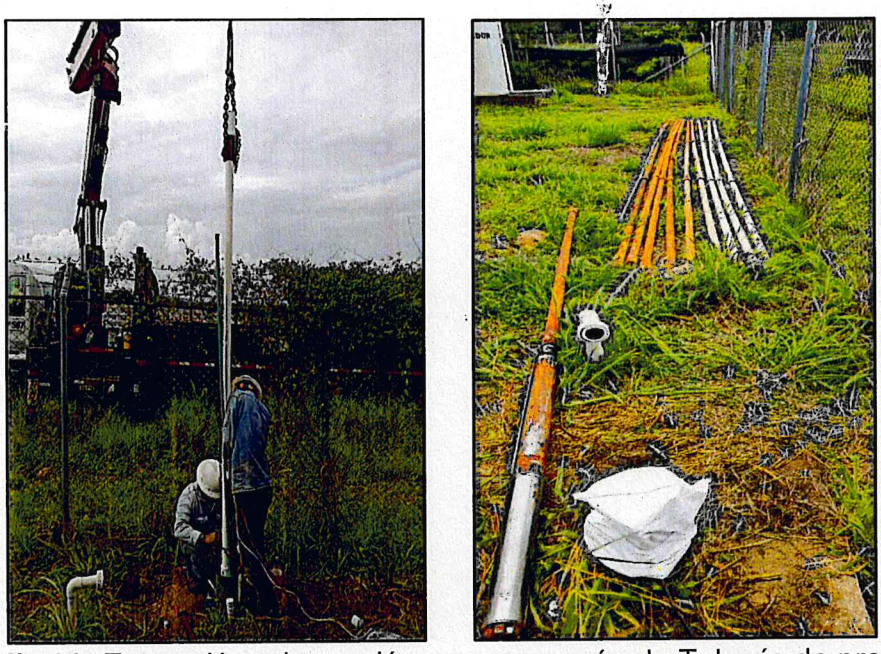
Se realizaron los trabajos de mantenimiento del pozo profundo SENA sede Manare municipio de Paz de Ariporo, del 24 al 27 de septiembre del presente año.

A. Extracción e inmersión con carro grúa de Tubería de producción, equipo de bombeo y cableado.

Para la extracción de la tubería de producción, equipo de bombeo y cableado se suministraron los equipos y herramientas necesarios para el desarrollo de la actividad, los cuales son manipulados por personal capacitado y supervisados por el ingeniero residente.

Este procedimiento se desarrolla con un carro grúa con capacidad en peso y altura para la extracción del sistema de bombeo, tuberías y cableados. De igual forma el personal técnico dispuesto por la empresa, fue el encargado de manipular las herramientas tales como llaves de tubos, cadenas, collares de sujeción y demás herramienta menor utilizada. La actividad consiste en la extracción de la tubería mediante la elevación de la misma por el carro grúa y el desacople de la tubería de producción cada 6 metros, a la par del retiro de la tubería se extrae el cable de alimentación del equipo de bombeo y por último se retiró la electrobomba sumergible tipo lapicero.

Durante estas actividades de extracción se realiza la inspección de la tubería, uniones, cableado y demás elementos que se encuentran inmersos en el pozo. Determinándose que la tubería de producción en su totalidad, se encuentra en mal estado y requiere de su respectivo cambio para evitar inconvenientes o colapso del pozo por perdida de tubería o equipo de bombeo dentro del pozo.



Fotografía 11: Extracción e inmersión con carro grúa de Tubería de producción, equipo de bombeo y cableado, mantenimiento pozo SENA sede Manare Paz de Ariporo.

B. Aplicación de químicos para lavado y desinfección.

Preparación de solución de agente dispersante (hexametafosfato de sodio) y aplicación dentro del pozo profundo. Terminada la extracción de los elementos anteriormente mencionados se procede a la dosificación del Hexametafosfato de sodio que se encarga de la remoción de las partículas de limo y arcilla adheridas a los filtros del pozo, impidiendo una recarga óptima. cabe anotar que este caso se presenta por la presencia de hierro en el agua y por otros agentes que con el pasar del tiempo obstruyen la capacidad de producción. La manipulación de dicho producto, es realizada por personal técnico capacitado, garantizando una adecuada aplicación y preparación del mismo, para ello se deberá realizar una disolución previa del producto en agua. El procedimiento para la preparación y aplicación del insumo está establecido en el libro "Operación y mantenimiento de pozos profundos –Servicio Nacional de Aprendizaje SENA; Publicaciones- 1999.", en el capítulo Tratamiento Químico, "Productos químicos desincrustantes, aplicación, dosis y tiempo de contacto en el pozo" donde se muestra el hexametafosfato de sodio como uno de los productos más utilizados, la dosificación a aplicar y el tiempo de contacto máximo del insumo. Por el hecho de tratarse de un insumo químico tipo granular, se preparó la solución diluyendo una cantidad de 50 kg en cuatro canecas de 70 litros cada una.



Fotografía 12. Aplicación de químicos para lavado y desinfección

C. Aplicación de aire con compresor 150 psi, 185 cfm y extracción de sedimentos.

El procedimiento para el compresorado del pozo esta soportado técnicamente en la publicación de la Organización Mundial de la Salud –OMS - "Limpieza y desinfección de la perforación de los pozos de agua", donde se sugiere la inyección de aire o agua a presión dentro del pozo para la remoción de las partículas que disolvió previamente el hexametafosfato.

Los sedimentos del pozo son expulsados por medio de aire comprimido inyectado en el fondo del pozo, colocando la manguera del compresor generando la remoción de sedimentos por presión del agua y el aire.



Fotografía 13. Inyección de aire con compresor industrial

1.2 Prueba de bombeo a caudal constante de 24 horas; Informe, nivel freático, estático, dinámico, abatimiento, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica, radio de influencia, caudal recomendado y rendimiento del pozo. (incluye transporte, personal y equipos)

El objetivo de realizar la prueba de bombeo, es evaluar el acuífero del cual se está extrayendo agua, estimando por medio de bombeo, y observando su respuesta de descenso del nivel en el pozo objeto de observación. Una prueba de bombeo es una herramienta común utilizada en hidrogeología para caracterizar un sistema de acuíferos.

La prueba de bombeo determina las características hidráulicas del acuífero atravesado, se le suele llamar "test de acuífero" ya que lo estudiado más que la bomba o el pozo, es el acuífero en sí mismo. Además, la prueba de bombeo puede proporcionar información sobre el rendimiento y el descenso periódico del nivel de agua en el pozo (nivel dinámico) y el mayor descenso (abatimiento), datos básicos para determinar la capacidad específica y la transmisibilidad del pozo.

Se ejecutó la prueba a caudal constante por 24 horas con el equipo de bombeo instalado, la descripción del equipo corresponde a una electrobomba sumergible de 5.0 HP. la duración de la prueba permitió conocer el caudal de explotación y se observó una tendencia a una línea recta en la gráfica de nivel de agua contra logaritmo de tiempo (NTC 5539). Se calcularon datos para determinar algunas características hidráulicas del acuífero.

Para la ejecución de la actividad, se realizó trabajo de campo realizando la prueba de bombeo durante 24 horas, con personal profesional y técnico, utilizando zonda y herramienta especializada, durante el tiempo de la prueba se realizó la recolección de información de los datos para su respectiva análisis y elaboración del informe el cual fue entregado en medio físico. Ver anexo informe prueba de bombeo.

Como resultado y conclusión de la prueba de bombeo indica que la Capacidad Específica del pozo fue de 0.238 l/s-m, Su abatimiento fue de 12.69 m. con producción de 3.02 l/s. La recuperación del pozo superando el 90% se logró en 5 minutos. El pozo puede producir un caudal máximo de 5 l/s sin causar efectos negativos del recurso.



Fotografía 14: Prueba de bombeo a caudal constante de 24 horas, pozo profundo SENA sede Manare Paz de Ariporo.

1.3. Lavado y desinfección con hipoclorito de calcio, tanque subterráneo de 30 m3, incluye insumos, herramienta, equipos y mano de obra.

Esta actividad de lavado de tanque subterráneo se realizó para el tanque de almacenamiento de agua para el SENA sede Manare municipio de Paz de Ariporo, ubicados en la PTAP. del 28 al 29 septiembre del 2024.

El personal empleado correspondió a trabajadores idóneos y capacitados en el mantenimiento, lavado y desinfección, como también en conocimientos en la normatividad ambiental vigente y con todos los equipos requeridos para tal fin, utilizando los insumos requeridos para la actividad. Ver anexo protocolo para el mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua potable.

El producto utilizado para el lavado del tanque fue cloro granulado o hipoclorito de calcio en concentración del 70%, el cloro es un agente desinfectante que permite remover las impurezas, hongos, bacterias y microorganismos de las paredes y piso del tanque, garantizando la desinfección de la superficie, el cloro para su utilización se fue disuelto en agua o rociado por la superficie, y por medio de un cepillo o escoba se procedió a remover las incrustaciones y películas de microorganismos que se adhieren a la superficie, para más descripción del procedimiento, y recomendaciones se anexa el protocolo de mantenimiento de tanques.

Para el lavado del tanque se utilizaron los implementos de protección personal, como son traje antifluido, gafas, botas, guantes, además de herramienta de aseo como son escobas, cepillos, recipientes, y equipos como son hidro lavadora,



Fotografía 15: Tanque almacenamiento de agua sede Manare municipio de Paz de Ariporo.

2.4 Suministro e instalación tubería Altamira PVC 2" tipo columna con rosca para pozo profundo x 3 m

Suministro de 90 mts tubería pvc Altamira 2" tipo columna con rosca para pozo profundo (tubería de producción), tubo de 3 m, e instalación de tubería con carro grúa, herramienta menor especializada.





Fotografía 16: Suministro e instalación tubería Altamira PVC 2" tipo columna con rosca para pozo profundo x 3 m.

2.5 Suministro e instalación de tubería Conduit PVC de 3/4" para zonda.

se realizó cambio de 90 metros de tubería Conduit pvc en diámetro de ¾" para inmersión de sonda de control de nivel, se retiró la tubería existente con la extracción de la bomba y se remplazó por tubería nueva con la inmersión de la bomba durante el mantenimiento del pozo.



Fotografía 17: Suministro e instalación de 90 metros de tubería Conduit PVC de 3/4" para zonda

2.6 Cable duplex No. 12

Suministro e instalación de 100 metros de cable dúplex No 12, para señal de electrosonda, el cable se aseguró a la tubería de producción.



Fotografía 18: Cable duplex No. 12

2.7 Suministro e instalación electrosonda Sensor de nivel para pozo profundo incluye electrodos.

Se realizo cambio de electrosonda de control de nivel, protección del equipo de bombeo. Elemento que hace parte del tablero de control. se realizó cambio de electrodos.



Fotografía 19: Electrosonda Sensor de nivel para pozo profundo

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Mantenimiento general del pozo profundo (Yopal)	
	
Carro grúa para extracción e inmersión de tubería de producción, bomba y cable.	extracción de tubería de producción, bomba y cable

Mantenimiento general del pozo profundo (Yopal)	
	
Extracción de equipo de bombeo y cable de poder pozo profundo	Extraccion de tuberia de produccion y conduit

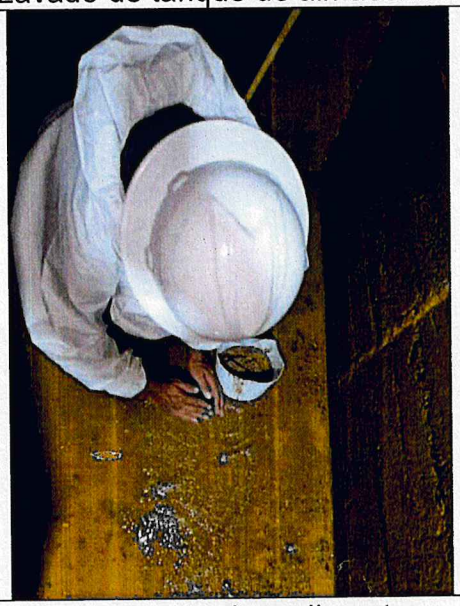
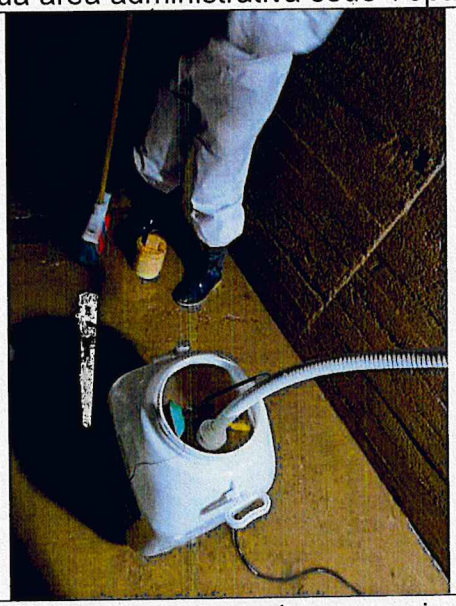
Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

Mantenimiento general del pozo profundo (Yopal)	
	
Preparación de solución de agente dispersante tripolifosfato de sodio	Aplicación de tripolifosfato de sodio

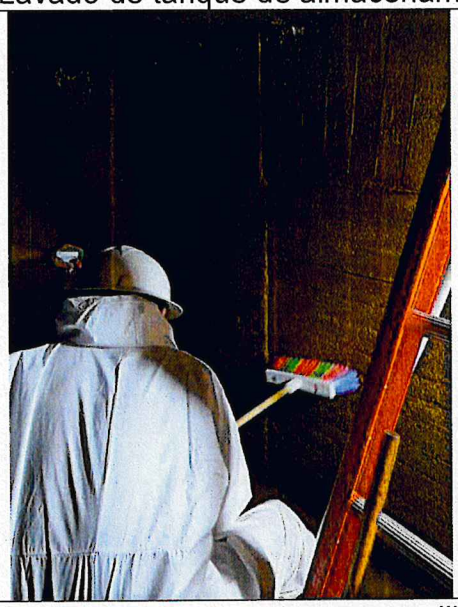
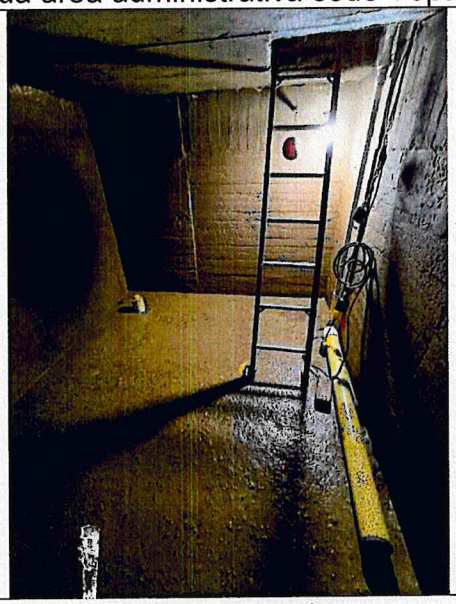
Mantenimiento general del pozo profundo (Yopal)	
	
Aplicación de aire con compresor 150 psi, 185 cfm y extracción de sedimentos.	Inmersión de equipo de bombeo y cable de poder pozo profundo

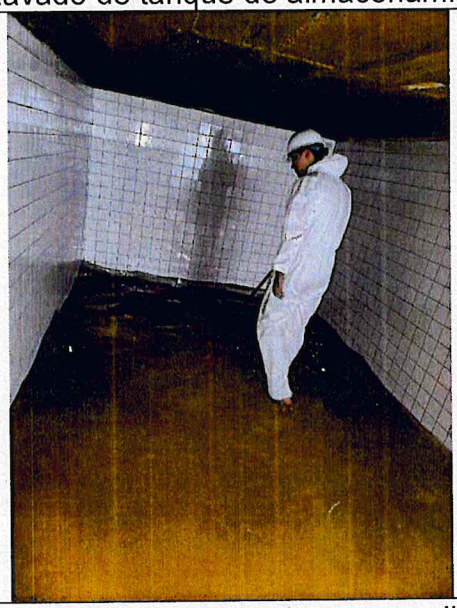
Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

Prueba de bombeo pozo Yopal	
	
Medición de caudal y toma de daos encampo	Medición de nivele freatico y comportamiento del pozo

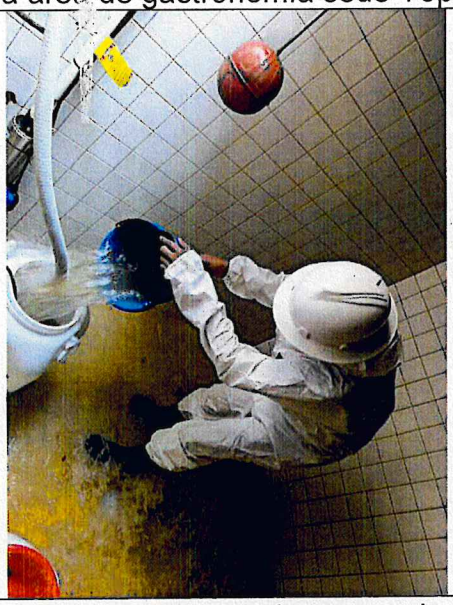
Lavado de tanque de almacenamiento de agua área administrativa sede Yopal	
	
Recolección de sedimentos	Extracción de agua sucia con equipo de bombeo

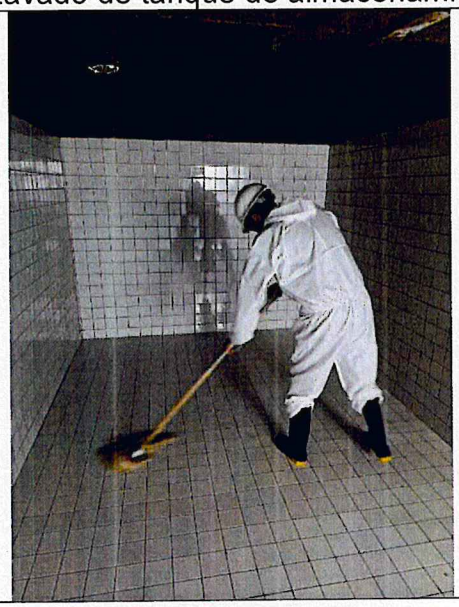
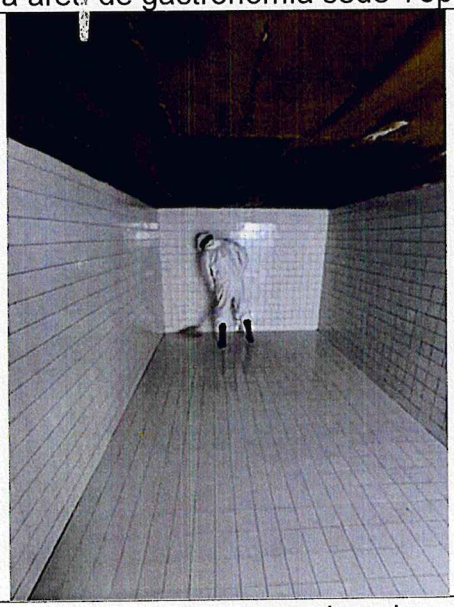
Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

Lavado de tanque de almacenamiento de agua área administrativa sede Yopal	
	
Lavado de muros y piso con cepillo	Tanque lavado

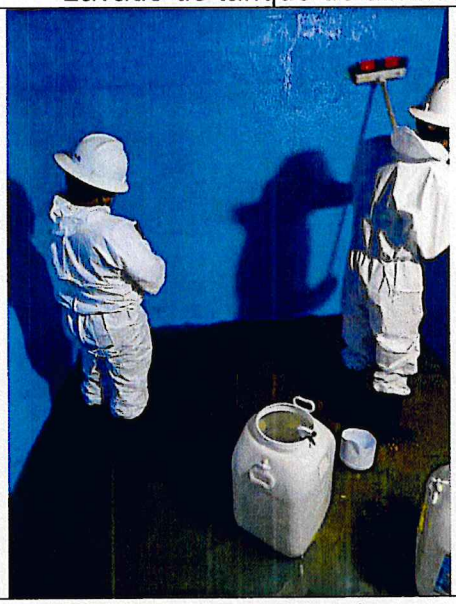
Lavado de tanque de almacenamiento de agua área de gastronomía sede Yopal	
	
Lavado de muros y piso con cepillo	Lavado de muros y piso con cepillo

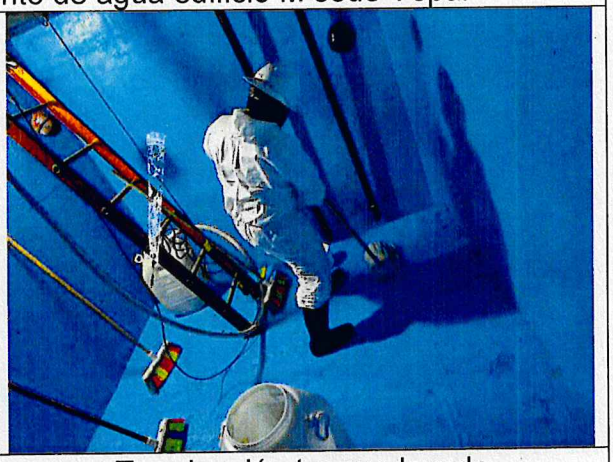
Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

Lavado de tanque de almacenamiento de agua área de gastronomía sede Yopal	
	
Estado de muros manchas de oxido	Extracción de agua sucia con equipo de bombeo

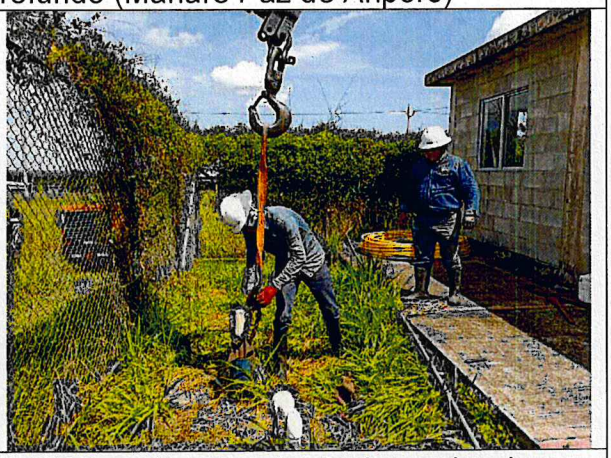
Lavado de tanque de almacenamiento de agua área de gastronomía sede Yopal	
	
Lavado de tanque	Terminación tanque lavado

Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

Lavado de tanque de almacenamiento de agua edificio M sede Yopal	
	
Lavado de muros y piso	Lavado de muros y piso

Lavado de tanque de almacenamiento de agua edificio M sede Yopal	
	
Extracción de agua sucia con equipo de bombeo	Terminación tanque lavado

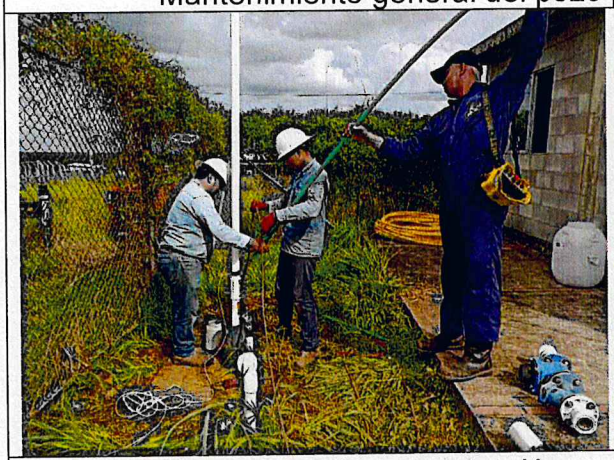
Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

Mantenimiento general del pozo profundo (Manare Paz de Ariporo)	
	
Camión grúa y logística para el mantenimiento del pozo	Extraccion de tuberia de produccion equipo de bombeo y cable electrico

Mantenimiento general del pozo profundo (Manare Paz de Ariporo)	
	
Extracción de tubería de producción, equipo de bombeo, cable de poder	Aplicación de quimico dispersante de arcillas

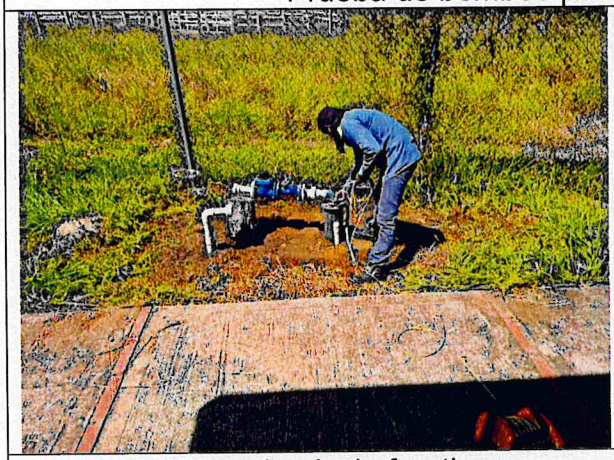
Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

Mantenimiento general del pozo profundo (Manare Paz de Ariporo)	
	
Aplicación de quimico dispersante de arcillas	Aplicación de aire con compresor 150 psi, 185 cfm y extracción de sedimentos

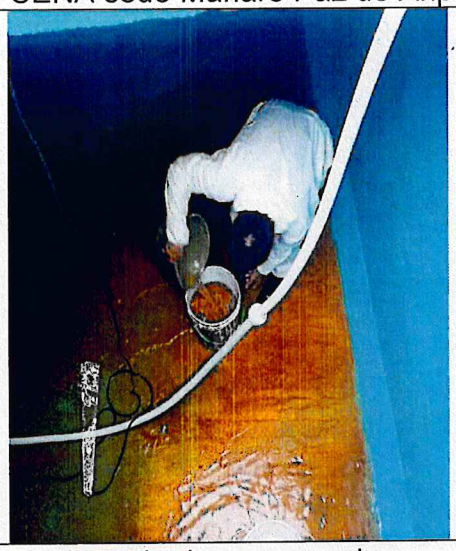
Mantenimiento general del pozo profundo (Manare Paz de Ariporo)	
	
Inmersión de tubería de producción nueva, tubería Conduit, equipo de bombeo, cable de poder	tubería de producción nueva y antigua

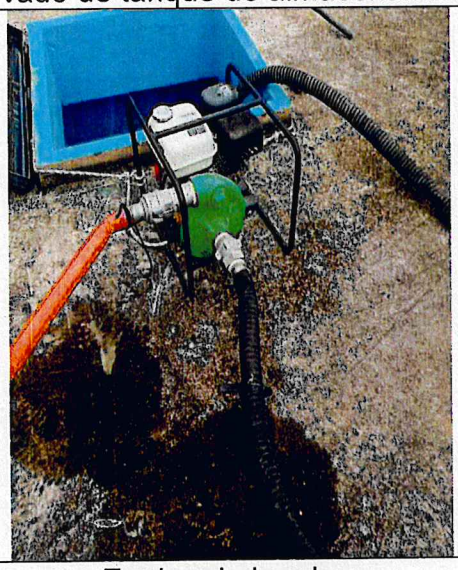
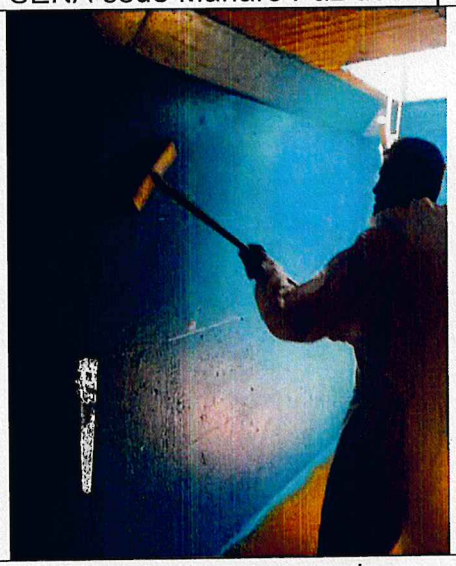
Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

Pintura Recubrimiento acrílico antideslizante para placa multifuncional	
	
Suministro tubería Altamira PVC 2" tipo columna con rosca para pozo profundo x 3 m	Pozo profundo en produción

Prueba de bombeo pozo Manare Paz de Ariporo	
	
Medición de nivele freatico y comportamiento del pozo	Medición de caudal y toma de daos encampo

Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

Lavado de tanque de almacenamiento de agua SENA sede Manare Paz de Ariporo	
	
Lavado de muros y piso	Lavado de muros y piso

Lavado de tanque de almacenamiento de agua SENA sede Manare Paz de Ariporo	
	
Equipo de bombeo	Lavado de muros y piso

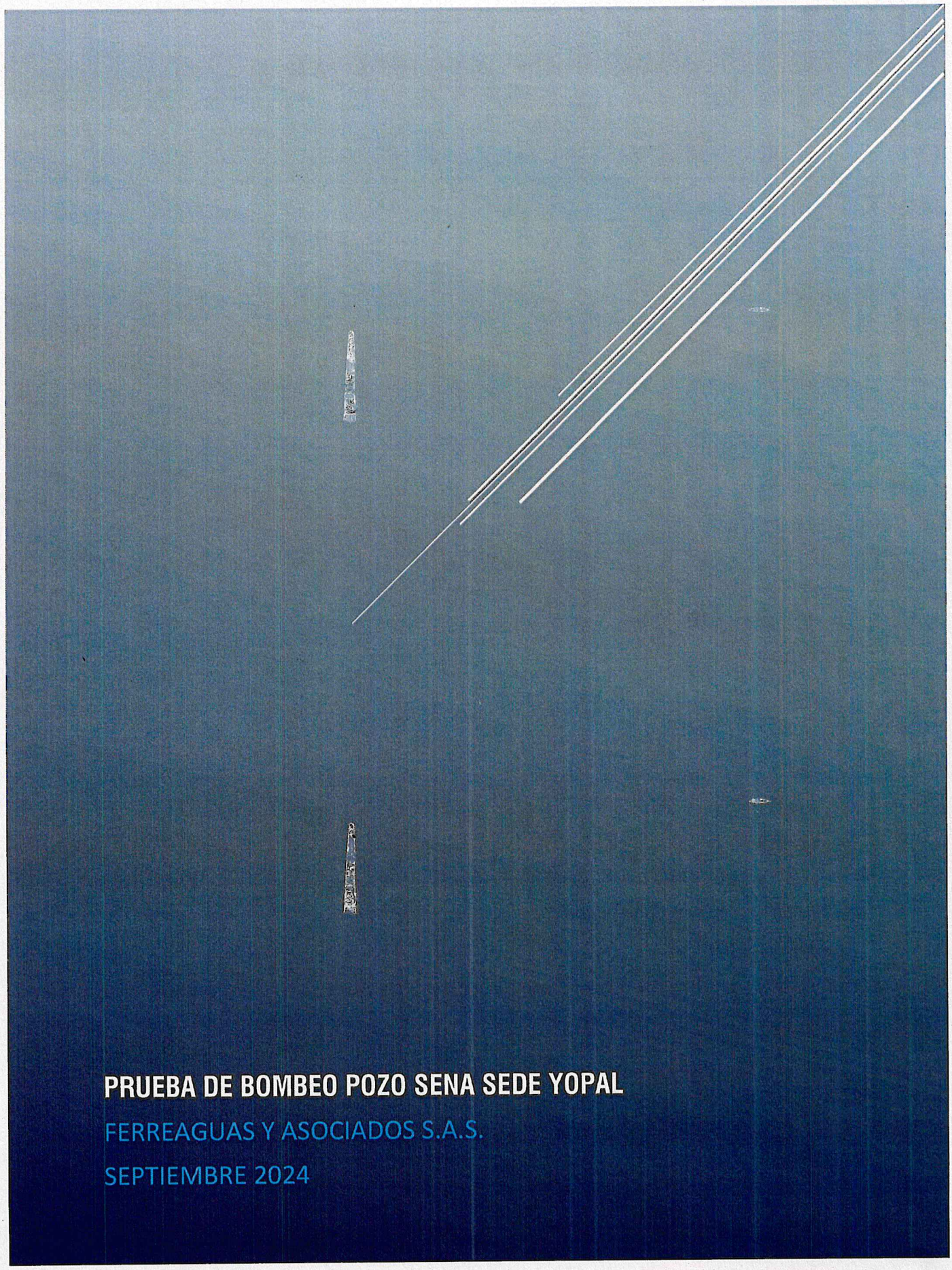
Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

Lavado de tanque de almacenamiento de agua SENA sede Manare Paz de Ariporo	
	
Lavado y desinfección de tanque	Lavado y desinfección de tanque

Calle 15 # 21 - 126 Yopal - Casanare
Tel (608)6354250 Cel 3103045639
www.ferreaguas.com - contacto@ferreaguas.com

ANEXOS

1. INFORME PRUEBA DE BOMBEO POZO PROFUNDO SENA SEDE PRINCIPAL YOPAL
2. IINFORME PRUEBA DE BOMBEO POZO PROFUNDO SENA SEDE MANARE PAZ DE ARIPORO
3. PROTOCOLO PARA EL MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE EN MULTIFAMILIARES Y ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES E INDUSTRIALES
4. FICHA TECNICA
5. PLANILLAS DE SEGURIDAD SOCIAL
6. CERTIFICACION PAGO DE SEGURIDAD SOCIAL Y PARFISCALES
7. DOCUMENTOS DEL CONTADOR
8. RUT
9. CERTIFICACION BANCARIA



PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

FERREAGUAS Y ASOCIADOS S.A.S.

SEPTIEMBRE 2024

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

Contenido

INTRODUCCIÓN 2
OBJETIVOS 3
MARCO NORMATIVO 4
PRUEBA DE BOMBEO 10
DATOS DE CAMPO PRUEBA DE BOMBEO EN RECUPERACIÓN 13
ANÁLISIS DE RESULTADOS 14
CALCULO E INTERPRETACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS 17
TRANSMISIBILIDAD 17
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 20

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

INTRODUCCIÓN

El objetivo de realizar una prueba de bombeo, es para evaluar el acuífero del cual se está extrayendo agua, estimulándolo por medio de bombeo, y observando su respuesta (descenso de nivel) en pozo(s) de observación. Una prueba de bombeo es una herramienta común utilizada en hidrogeología para caracterizar un sistema de acuíferos.

Las pruebas de bombeo, típicamente se interpretan usando un modelo analítico de flujo en un acuífero (siendo el más fundamental la solución de Theis). Así, se hacen calzar los datos observados en el mundo real, asumiendo que los parámetros del modelo ideal son aplicables al acuífero del mundo real. En casos más complejos, un modelo numérico podría ser usado para analizar los resultados de una prueba de bombeo, pero el añadir mayor complejidad no asegura mejores resultados.

Una prueba de bombeo determina las características hidráulicas del acuífero atravesado, se le suele llamar a este ensayo "test de acuífero" ya que lo estudiado más que la bomba o el pozo, es el acuífero en sí mismo. Además, la prueba de bombeo puede proporcionar información sobre el rendimiento y el descenso periódico del nivel de agua en el pozo (nivel dinámico) y el mayor descenso (abatimiento), datos básicos para determinar la capacidad específica y la transmisibilidad del pozo.

Se ejecutó la prueba a caudal constante por 24 horas con el equipo de bombeo instalado, la descripción del equipo corresponde a una electrobomba sumergible de 5.0 HP. la duración de la prueba permitió conocer el caudal de explotación y se observó una tendencia a una línea recta en la gráfica de nivel de agua contra logaritmo de tiempo (NTC 5539). Se calcularon datos para determinar algunas características hidráulicas del acuífero.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

OBJETIVOS

- Dar cumplimiento al requerimiento contractual por la entidad contratante para realizar la prueba de bombeo al pozo existente que se usa actualmente como fuente de abastecimiento para las instalaciones del SENA sede Yopal, con el fin de evaluar el comportamiento de las condiciones hidrogeológicas frente a la captación realizada, registrando caudales, nivel estático, dinámico y abatimiento.

- Registrar los niveles arrojados por el equipo de sondeo de manera precisa en los tiempos preestablecidos en la planilla de registro.

- Registrar los datos de niveles arrojados por el equipo de sondeo de manera precisa en la Prueba de Recuperación del pozo.

- Realizar los cálculos pertinentes e Interpretar de manera acertada y por el método de Jacobs o por el que aplique, los datos de campo, evaluar el comportamiento de las condiciones hidrogeológicas del pozo, determinando propiedades hidráulicas del acuífero y valorar la disponibilidad del recurso.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

MARCO NORMATIVO

La normatividad ambiental nacional brinda soporte a la Autoridad Ambiental en los aspectos relacionados las aguas subterraneas:

Normatividad ambiental	Temática	Articulado	Descripción general
Constitución Política de Colombia	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación	8	La Constitución Política de Colombia en su artículo 8º establece que "Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación"
		79	en el artículo 79 consagra el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano. Igualmente establece para el Estado, entre otros, el deber de proteger la diversidad e integridad del ambiente.
		80	El artículo 80 de la Carta Política, preceptúa que le corresponde al Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y, además, debe prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales, y exigir la reparación de los daños causados.
Ley 99 de 1993	Recursos Naturales Renovables	2	Según el artículo 2º de la Ley 99 de 1993, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible, es el organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables; encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir en los términos de la presente ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación a fin de asegurar el desarrollo sostenible.
Decreto 2811 de 1974	Del dominio de las aguas y sus cauces	83	Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado. f) Los estratos o depósitos de las aguas subterráneas
Decreto 2811 de 1974	De las aguas subterráneas	150	Se organizará la protección y aprovechamiento de aguas subterráneas.
		151	La concesión se otorgará sin perjuicio del derecho preferente del dueño, tenedor o poseedor del terreno en donde se encuentran las aguas, que podrá oponerse a la solicitud.
		153	Las concesiones de aprovechamiento de aguas subterráneas podrán ser revisadas o modificadas o

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

Normatividad ambiental	Temática	Articulado	Descripción general
			declararse su caducidad, cuando haya agotamiento de tales aguas.
		154	El titular de concesión de aguas subterráneas está obligado a extraerlas de modo que no se produzcan sobrantes.
Decreto 1541 de 1978	Aguas subterráneas. Sección I. Exploración	146	La prospección y exploración que incluye perforaciones de prueba en busca de agua subterránea, requiere permiso de la Autoridad Ambiental.
		152	El permisionario tiene un plazo de sesenta (60) días hábiles, a la Autoridad Ambiental, un informe detallado de la perforación realizada.
		153	La prueba de bombeo, deberá ser supervisada por un funcionario designado por la Autoridad Ambiental.
		154	Los permisos de exploración de aguas subterráneas no confieren concesión para el aprovechamiento de las aguas. Los permisos de exploración de aguas subterráneas no confieren concesión para el aprovechamiento de las aguas.
	Sección II. Aprovechamientos	157	La solicitud de concesión de aguas subterráneas debe reunir los requisitos y trámites establecidos en este Decreto, con copia del permiso de exploración e informe de la perforación.
		159	El propietario después de haber realizado la exploración, tendrá dos (2) meses, para solicitar la concesión. Si en un (1) año, no se realiza la solicitud, está podrá ser otorgada a terceros.
	Sección III. Preservación y control	166	La declaración de agotamiento autorizada por los artículos 121 a 123 de este Decreto, es aplicable para las aguas subterráneas por motivos de disponibilidad cuantitativa y cualitativa de las mismas.
Decreto 1594 de 1984	Del ordenamiento del recurso	24	Para el establecimiento de los modelos de simulación de calidad, la Autoridad Ambiental, deberá realizar periódicamente, los análisis pertinentes para obtener la información.
	De la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas, estuarias y servidas	29	Usos del agua: a) Consumo humano y doméstico; b) Preservación de flora y fauna; c) Agrícola; d) Pecuario; e) Recreativo; f) Industrial; g) Transporte.
		30	Se entiende por uso del agua para consumo humano y doméstico: a) Fabricación de alimentos; b) Bebida directa y preparación de alimentos; c) Higiene personal y limpieza de utensilios; d) Fabricación de medicamentos y cosméticos.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

Normatividad ambiental	Temática	Articulado	Descripción general
Resolución 250 de 1997	Tasa de aprovechamiento de aguas subterráneas	1	Fijar las tasas por el aprovechamiento de aguas subterráneas: Costo del aumento de riesgo del acuífero a ser contaminado (CC) y Costo de la renovación del recurso (CR).
		2	Los usuarios de aguas subterráneas deberán enviar trimestralmente al D.A.M.A., sus consumos y cancelar el pago correspondiente.
		3	En caso de encontrarse alterada la información aportada, se aplicarán las medidas preventivas y sancionatorias a que se refiere el artículo 85 de la Ley 99 de 1993.
		4	Los usuarios de aguas subterráneas deberán enviar anualmente al D.A.M.A, la medición de niveles estáticos y dinámicos y las características físico-químicas: Temperatura, PH, Dureza, Alcalinidad, Sólidos Suspendidos, Hierro Total, Fosfatos, Coliformes, Salinidad, Amoníaco, Conductividad, Aceites y Grasas, DBO, Oxígeno Disuelto.
Ley 373 de 1997	Programa para el uso eficiente y ahorro del agua	1	Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua, acciones que deben elaborar y adoptar, los servicios de acueducto, alcantarillado y demás usuarios del recurso hídrico.
		2	El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal, debe contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas.
Resolución 815 de 1997	Medidor	1	En un término de 60 días, todos los pozos de extracción de aguas subterráneas, deberán contar con un medidor o contador que permita medir de manera periódica el volumen del agua consumida.
		2	El D.A.M.A. revisará de manera continua y aleatoria los medidores que se instalen en los pozos para verificar su funcionamiento y la información sobre consumo.
Resolución 1391 de 2003	Formatos de solicitud de trámites administrativos ambientales	1	Adóptese los siguientes formatos: 10) Solicitud de permiso de exploración de aguas subterráneas; 11) Solicitud de modificación de la concesión; 12) Solicitud de concesión de aguas subterráneas; 13) Solicitud para renovación de concesión.
		3	Los formatos relacionados con trámites administrativos ambientales estarán disponibles en la oficina de atención al ciudadano del DAMA y en la página web: www.dama.gov.co.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

Normatividad ambiental	Temática	Articulado	Descripción general
Resolución 2173 de 2003	Cobro por evaluación y seguimiento de concesiones	2	Se establece las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento a concesiones de competencia del DAMA en su jurisdicción.
		3	Valor del proyecto, obra o actividad. Comprende la sumatoria de los costos de inversión y operación.
		5	Los usuarios del servicio de evaluación y seguimiento, están obligados a suministrar al DAMA información relacionada con el valor del proyecto, obra o actividad.
		9	El DAMA procederá a liquidar los cargos por concepto de evaluación y seguimiento con base al valor de los honorarios, gastos de transporte y gastos de administración.
Decreto 155 de 2004	Tarifa de la tasa por utilización de agua	7	La tarifa de la tasa por utilización de agua (pesos/m^3), es igual a: TUA=TM * FR, donde TM: es la tarifa mínima nacional ($/m^3$). FR: corresponde al factor regional, adimensional.
		12	El valor a pagar por cada usuario es VP = TU * [V* FOP], donde TU: es la tarifa de la tasa por utilización de aguas (pesos/m3). V: es el volumen captado (m3). FOP: Factor de costo de oportunidad, adimensional.
		14	Se cobrará la TUA mensualmente, mediante factura, la cual no podrá ser mayor a un (1) año. Las facturas se deben expedir dentro de los 4 meses después de finalizar el período de cobro. No se podrá cobrar períodos no facturados.
Resolución 240 de 2004	Bases para cálculo de Tasa por utilización de agua	1	Bases para el cálculo de la depreciación, para la determinación de la tarifa mínima (TM) de la tasa por utilización de aguas.
		2	Tarifa mínima (TM). La tarifa mínima (TM) de la tasa por utilización de del agua (TU) será establecida y estimada en pesos por metro cúbico de agua (pesos/m3).
		3	Cálculo de la Tarifa mínima (TM). El monto tarifario mínimo de las tasas por utilización de aguas se calculará de acuerdo con las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima.
		4	El valor de la tarifa mínima será de 0.5 $/m3.
		5	El valor de la tarifa mínima se ajustará anualmente con base en el Índice de Precios al Consumidor ¿ IPC. Las inversiones para el cálculo de las bases para la depreciación se actualizarán cada cinco (5) años.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

Normatividad ambiental	Temática	Articulado	Descripción general
Decreto 1575 de 2007	Definiciones	2	Agua Potable o Agua para Consumo Humano: se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal.
		2	Certificación Sanitaria: Es el acto administrativo expedido por la autoridad sanitaria competente a través del cual se acredita el cumplimiento de las normas y criterios de la calidad del agua para consumo humano.
	Concesiones para consumo humano	28	Para la expedición o renovación de las concesiones de agua para consumo humano, el interesado, deberá solicitar la autorización sanitaria favorable, a la Autoridad Sanitaria, para continuar con los trámites de concesión ante la Autoridad Ambiental.
	Del servicio de seguimiento ambiental	26	Concepto: se entiende por servicio de seguimiento ambiental, aquel causado por el cumplimiento de la Entidad de sus funciones de control y seguimiento ambiental motivadas por los actos administrativos y obligaciones establecidas a los usuarios concesiones.
Decreto 1640 de 2012	Definiciones	3	Acuífero. Unidad de roca o sedimento, capaz de almacenar y transmitir agua, entendida como el sistema que involucra las zonas de recarga, tránsito y de descarga, así como sus interacciones con otras unidades similares, las aguas superficiales y marinas.
		3	Aguas Subterráneas. Las subálveas y las ocultas debajo de la superficie del suelo o del fondo marino que brotan en forma natural, como las fuentes y manantiales captados en el sitio de afloramiento o las que requieren para su alumbramiento obras como pozos, galerías filtrantes u otras similares.
		3	Recurso Hídrico. Corresponde a las aguas superficiales, subterráneas, meteóricas y marinas.
	Del programa nacional de monitoreo del recurso hídrico	17	La autoridad ambiental competente, implementará en su respectiva jurisdicción la Red Regional de Monitoreo, con el apoyo del Ideam y el Invemar, en el marco del Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico.
	Autorzaciones ambientales	25	La Autoridad Ambiental Competente, podrá otorgar, modificar o renovar los permisos, concesiones, una vez se cuente con el plan la aprobación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, debidamente aprobado.
	De la fase de seguimiento y evaluación	39	Las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible realizarán anualmente el seguimiento y evaluación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SEMA SEDE YOPAL

Normatividad ambiental	Temática	Articulado	Descripción general
Resolución 2171 de 2016	Tasa por Utilización de Aguas Subterráneas	2	Adoptar la metodología para el cálculo según el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, o la norma que los modifique, sustituya o derogue, a partir de la promulgación de la presente Resolución.
		2	La tarifa de la Tasa por Utilización de Aguas Subterráneas, vigencia de 2016, para uso doméstico es de $898,20m3 y para otros usos es de $1.150,95m3.
		2	De conformidad con lo establecido en el Artículo 2.2.9.6.1.7 del Decreto Nacional 1076 de 2015, la formula aplicable para el cálculo de la tarifa de la Tasa por Utilización de Aguas Subterráneas a partir del año 2017, será: TUA = TM * FR.
Resolución 760 de 2017	Pozos de la red de monitoreo de aguas subterráneas	1	Declarar los pozos que se identifican, como parte de la red de monitoreo de aguas subterráneas del Distrito Capital.
		2	Permitir el acceso de los profesionales de la SDA, para instalación de equipos de medición automática, verificación de las lecturas de los medidores, toma de muestra de aguas subterráneas y medición de niveles hidrodinámicos.
		2	Mantener en adecuadas condiciones, ambientales, físicas y sanitarias la boca del pozo y sus alrededores de manera que se evite en todo momento la contaminación del acuífero por infiltración o escorrentía de aguas residuales o aguas lluvias.
		2	Informar a esta entidad la enajenación que a cualquier título realice sobre el inmueble objeto del presente acto administrativo
		3	Los propietarios de los pozos señalados en el artículo 1, que no cuenten con concesión de aguas subterráneas y pretendan realizar explotación del recurso hídrico subterráneo, deberán solicitar ante la SDA la correspondiente concesión.
		4	Una vez que se instale los equipos de medición automática, en los pozos de la red de monitoreo, se suscribirá un acta, en donde conste el número de la referencia; firmada por la Secretaría y el propietario del predio.
Norma Tecnica Colombiana NTC 5539	Construcción de pozos profundos		Describe la construcción de pozos y las pruebas aplicables a éstos, su duración y métodos a emplear.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

PRUEBA DE BOMBEO

Hay diferentes metodologías para analizar una prueba de bombeo a Caudal Constante, y su diferencia radica en el comportamiento del flujo de agua subterránea de la zona, en las características propias del acuífero, en las características constructivas del pozo y en el equipo de bombeo utilizado. Para la presente prueba de bombeo se utilizaron dos fases:

Recopilación de datos de campo:

- Fecha – periodo lluvioso / Periodo Seco
- Nivel estático del pozo
- Información sobre el equipo de bombeo
- Información constructiva del pozo
- Caudal de bombeo
- Tiempos de medición
- Descensos del nivel de agua en función del tiempo

Análisis de la información:

- En una hoja de cálculo se ingresaron los datos de campo de la Prueba de Bombeo a Caudal Constante y se calculó el abatimiento según el avanzaba el tiempo.
- En una hoja de cálculo se ingresaron los datos de campo de la Prueba de Recuperación y se calculó el abatimiento según avanzaba el tiempo.
- Se evaluaron los datos partiendo de la determinación del acuífero atravesado según la gráfica obtenida comparada con los patrones gráficos de Krusseman.
- Se realizaron los análisis según el tipo de acuífero.
- Se calculó la Capacidad Especifica por medio de una hoja de cálculo con los valores de abatimiento y el caudal correspondiente.
- Se ingresaron los datos para determinar las gráficas correspondientes (Tiempo Vs Nivel dinámico, Tiempo Vs Abatimiento Residual), se midió el abatimiento en un ciclo logarítmico y con este dato se calculó la Transmisibilidad.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL POZO Y LOCALIZACIÓN

Como resultado de la recopilación de información básico tenemos:

Información Recopilada por: Albeiro Macias – Manuel Hincapié (Ferreaguas y asociados S.A.S.)
Contratante: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.
Ubicación del Pozo: SENA-Municipio de Yopal
Coordenadas: LAT.: 5º32'21" N LONG: 72º39'06" O
Tipo de Captación: Pozo Profundo
Uso: Consumo Humano
Profundidad: 150m
Diámetro de revestimiento: 6"
Revestimiento: Acero 6"
Filtro Captante: ranura continua

TIPO DE PRUEBA: prueba de bombeo a caudal constante en abatimiento por 24 horas y prueba de recuperación

EQUIPO DE BOMBEO UTILIZADO: Electrobomba sumergible motor franklin electric de potencia 5.0 hp y 84 m. de tubería de producción en micro PVC, diámetro 2".

MÉTODO DE MEDIDA DE CAUDAL: Con Instrumento (Macromedidor 2")

MEDICIÓN DE NIVELES: Medidor de nivel de agua sonoro

MEDIDA DE TIEMPO: Cronómetros (uno para control de tiempo en medición de niveles y el otro para tomar el tiempo en medición de caudal).

REGISTRO DE DATOS: formatos de campo preestablecidos.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO

Los datos de campo tomados fueron: Fecha, Hora real, Estado del tiempo, Datos del pozo, Tiempos secuenciales preestablecidos (en minutos), Nivel estático (en metros), Niveles dinámicos (metros), caudal (litros por segundo). Se analizaron los resultados de campo con el método gráfico de Jacobs, y se realizaron los cálculos respectivos.

DATOS DE CAMPO PRUEBAS DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE EN ABATIMIENTO

Proyecto: PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE POZO PROFUNDO SENA SEDE YOPAL

FERREAGUAS Y ASOCIADOS S.A.S. — Fecha: 21 y 22 de Septiembre de 2024 — Hora de Inicio: 09:55 am Hora Final: 01:55 pm

LOCALIZACIÓN		CARACTERISTICAS DEL POZO		EQUIPO DE BOMBEO
Departamento:	Casanare	Profundidad del Pozo (m):	150	Sistema de extracción: Electrobomba Sumergible
Municipio:	Yopal	Diametro de revestimiento (pulg):	6	Longitud de tuberia (m): 84 Diametro (pulg) 2"
Lugar:	SENA	Material revestimiento:	Acero al carbon	Equipo de bombeo: Franklin Electric
Coordenada:	5° 32´ 21´´ N			Potencia: 5.0 HP
Coordenada:	72° 39´ 06´´ E			Alimentado por punto electrico existente

PERIODO CLIMATICO: LLUVIOSO: X SECO: ESTADO DEL TIEMPO: SOLEADO X LLUVIOSO

TIPO DE POZO		PRUEBA DE BOMBEO		NIVEL ESTATICO	OBSERVACIONES
Bombeo	☑	En Abatimiento	☐	N.E (m)	
Observación	☐	En Recuperación	☐	37,00	CONSUMO HUMANO

HORA DE REGISTRO	TIEMPO (MINUTOS)	NIVEL DE AGUA (m)	ABATIMIENTO	CAUDAL (L/S)	OBSERVACIONES
9:55	0	37,00	0		
9:56	1	40,25	3,25	3,48	AGUA TURBIA
9:57	2	41,38	4,38	3,47	
9:58	3	41,50	4,5	3,48	
9:59	4	41,56	4,56	3,45	AGUA SIN PRESENCIA DE TURBIEDAD
10:00	5	41,69	4,69	3,48	
10:05	10	41,80	4,8	3,46	
10:10	15	41,90	4,9	3,46	
10:15	20	41,96	4,96	3,48	
10:20	25	42,02	5,02	3,45	
10:25	30	42,06	5,06	3,48	
10:35	40	42,12	5,12	3,48	
10:45	50	42,16	5,16	3,48	
10:55	60	42,18	5,18	3,47	
11:05	70	42,19	5,19	3,48	
11:25	90	42,21	5,21	3,45	
11:55	120	42,24	5,24	3,46	
12:25	150	42,26	5,26	3,48	
12:55	180	42,35	5,35	3,48	
13:55	240	42,35	5,35	3,48	
14:55	300	42,35	5,35	3,47	
15:55	360	42,35	5,35	3,47	
17:55	480	42,35	5,35	3,48	CONTINUA EL AGUA CLARA
19:55	600	42,35	5,35	3,47	
22:55	780	42,35	5,35	3,48	
3:55	1080	42,35	5,35	3,48	
9:55	1440	42,35	5,35	3,48	
CAUDAL PROMEDIO (TOMADO COMO CAUDAL CONSTANTE)				3,47	

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

DATOS DE CAMPO PRUEBA DE BOMBEO EN RECUPERACIÓN

Proyecto: PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE POZO PROFUNDO SENA SEDE YOPAL

FERREAGUAS Y ASOCIADOS S.A.S. Fecha: 21 y 22 de Septiembre de 2024 Hora de Inicio: 09:55 am Hora Final: 01:55 pm

LOCALIZACIÓN		CARACTERISTICAS DEL POZO		EQUIPO DE BOMBEO
Departamento:	Casanare	Profundidad del Pozo (m):	150	Sistema de extracción: Electrobomba Sumergible
Municipio:	Yopal	Diametro de revestimiento (pulg):	6	Longitud de tuberia (m): 84 Diametro (pulg) 2"
Lugar:	SENA	Material revestimiento:	Acero al carbon	Equipo de bombeo: Franklin Electric
Coordenada:	5° 32´ 21´´ N			Potencia: 5.0 HP
Coordenada:	72° 39´ 06´´ E			Alimentado por punto electrico existente

PERIODO CLIMATICO: LLUVIOSO: SECO: X ESTADO DEL TIEMPO: SOLEADO X LLUVIOSO

TIPO DE POZO		PRUEBA DE BOMBEO		NIVEL ESTATICO	OBSERVACIONES
Bombeo	☑	En Abatimiento	☐	N.E. (m)	
Observación	☐	En Recuperación	☑	37,00	CONSUMO HUMANO

HORA DE REGISTRO	TIEMPO (MINUTOS)	(t + t´)/t´	NIVEL DINAMICO (m)	ABATIMIENTO RESIDUAL (m)	RECUPERACIÓN	OBSERVACIONES
9:55	0		42,35	5,35		
9:56	1	1441	37,83	0,83	4,52	
9:57	2	721	37,66	0,66	4,69	
9:58	3	481	37,58	0,58	4,77	
9:59	4	361	37,56	0,56	4,79	
10:00	5	289	37,49	0,49	4,86	Recuperación del 90%
10:05	10	145	37,35	0,35	5	
10:10	15	97	37,31	0,31	5,04	
10:15	20	73	37,27	0,27	5,08	Recuperación del 95%
10:20	25	58,6	37,23	0,23	5,12	
10:25	30	49	37,20	0,2	5,15	
10:35	40	37	37,18	0,18	5,17	
10:45	50	29,8	37,16	0,16	5,19	
10:55	60	25	37,14	0,14	5,21	
11:05	70	21,57	37,11	0,11	5,24	
11:25	90	17	37,07	0,07	5,28	
11:55	120	13	37,03	0,03	5,32	
12:25	100	15,4	37,00	0	5,35	
12:55	160	10,00	37,00	0	5,35	
13:55	240	7,0	37,00	0	5,35	

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

ANÁLISIS DE RESULTADOS

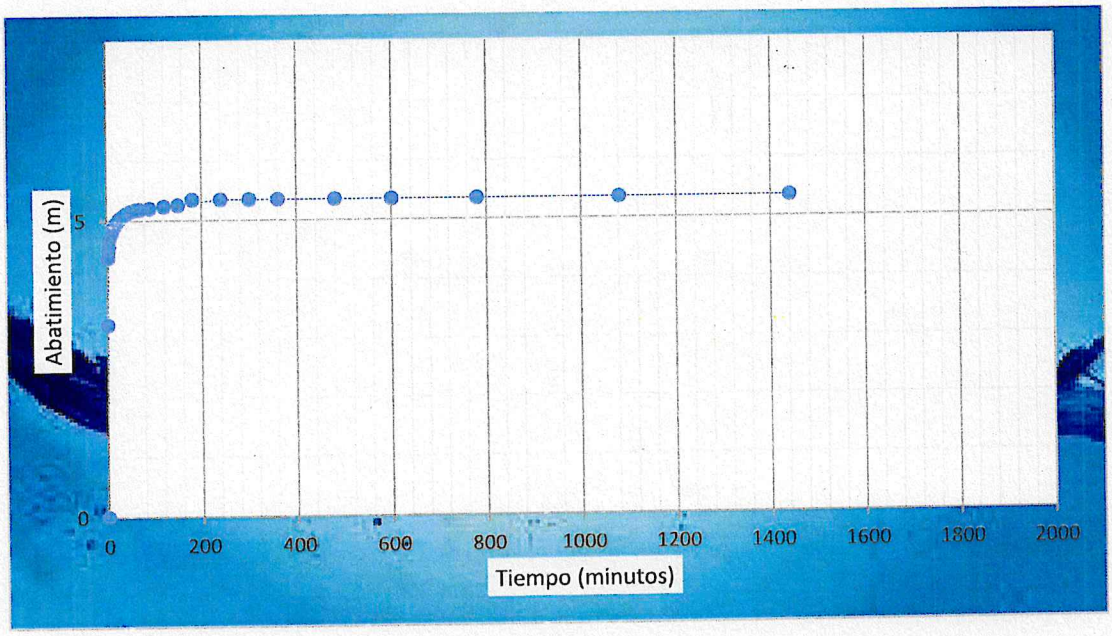
TIPO DE ACUÍFERO:

Para confirmar el tipo de acuífero se debe contar con información como: espesor del acuífero, cambios en la configuración en el área, planos o mapas de las discontinuidades del acuífero causadas por cambios en la litología o por la presencia de ríos y lagos y estimados de todas las propiedades hidráulicas pertinentes del acuífero y de las rocas adyacentes.

Para nuestro caso se confirma el tipo de acuífero según el grafico y se supone la siguiente información:

El acuífero tiene una extensión superficial infinita.
El acuífero, es homogéneo, isótropo y de espesor uniforme.
Antes de bombear, la superficie piezométrica y/o superficie freática son (casi) horizontales en el área influenciada por el ensayo por bombeo.
Se bombea el acuífero a caudal de descarga constante.
El pozo de bombeo penetra totalmente en el acuífero y por ello recibe agua de todo el espesor del acuífero siendo el flujo horizontal.
La transmisibilidad es constante

Según los datos de campo obtenidos en la prueba de bombeo, se realizaron los gráficos en escala logarítmica Tiempo Vs Abatimiento y se compararon con las curvas tipo de KRUSEMAN, para identificar la clase de acuífero:



GRÁFICA 1. TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN VS TIEMPO DE BOMBEO

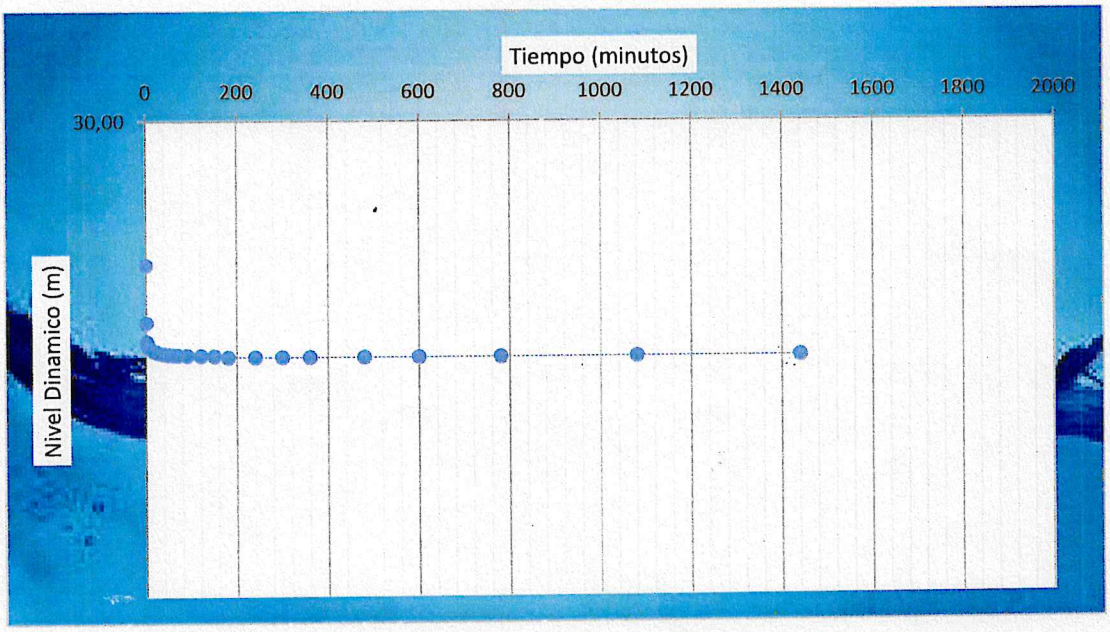
PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

Se realizó la comparación de la Gráfica anterior, que corresponde a una Curva logarítmica (gráfica C -C') presenta el caso de un acuífero a lámina libre. Inicialmente, se libera flujo instantáneamente desde el almacenamiento del acuífero bombeado siguiendo el comportamiento de la curva de Theis. A medida que pasa el tiempo, más flujo es aportado desde el acuitardo superior, hasta alcanzar la totalidad del caudal extraído. A partir de ese momento, el abatimiento se estabiliza y el registro es pseudo-estático. –Fuente: G.P. Kruseman N.A. de Ridder, 1994-. Según la interpretación se observa que por su forma las gráficas se asemejan a un ACUÍFERO LIBRE.

En los acuíferos Libres, también llamados no confinados o freáticos, existe una superficie libre y real del agua almacenada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada. La superficie hasta dónde llega el agua, se denomina superficie freática; cuando esta superficie es cortada por un pozo se habla de nivel freático en ese punto.

COMPORTAMIENTO CUALITATIVO

En las siguientes gráficas de Tiempo de Bombeo Vs Nivel Dinámico, se observan de manera CUALITATIVA el comportamiento del nivel del pozo según avanza el tiempo de bombeo.



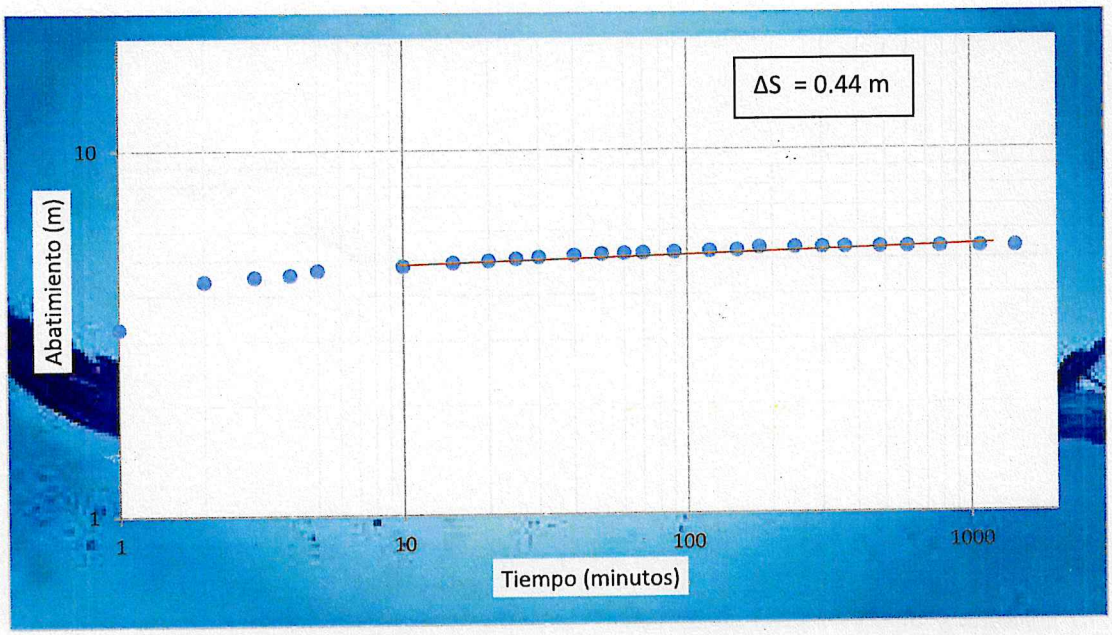
GRÁFICA 2. TIEMPO VS NIVEL DE ABATIMIENTO

El primer punto sobre el eje vertical es el Nivel Estático que es 37.00 m. y el punto al final de la gráfica representa el máximo nivel dinámico correspondiente a 42.35 m., la diferencia entre estos dos puntos representa el máximo abatimiento, o sea 5.35 m.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

GRÁFICA SEMILOGARÍTMICA DEL NIVEL DINÁMICO VS TIEMPO EN ABATIMIENTO.

Según la NTC 5539 en el ítem 5.1.2.2. dice que el pozo debe bombearse a un caudal constante al menos hasta que se observe una tendencia a una línea recta en una gráfica de nivel de agua contra logaritmo de tiempo. A continuación, se representa dicha gráfica para donde se tomaron los datos con tendencia a la línea recta después de los 15 minutos. De la gráfica se calculó el Δs que es la diferencia de abatimiento en un ciclo logarítmico; con este valor se calculó la Transmisibilidad en abatimiento, que se presenta más adelante.



GRÁFICA 3. ESTABILIZACIÓN VS ABATIMIENTO

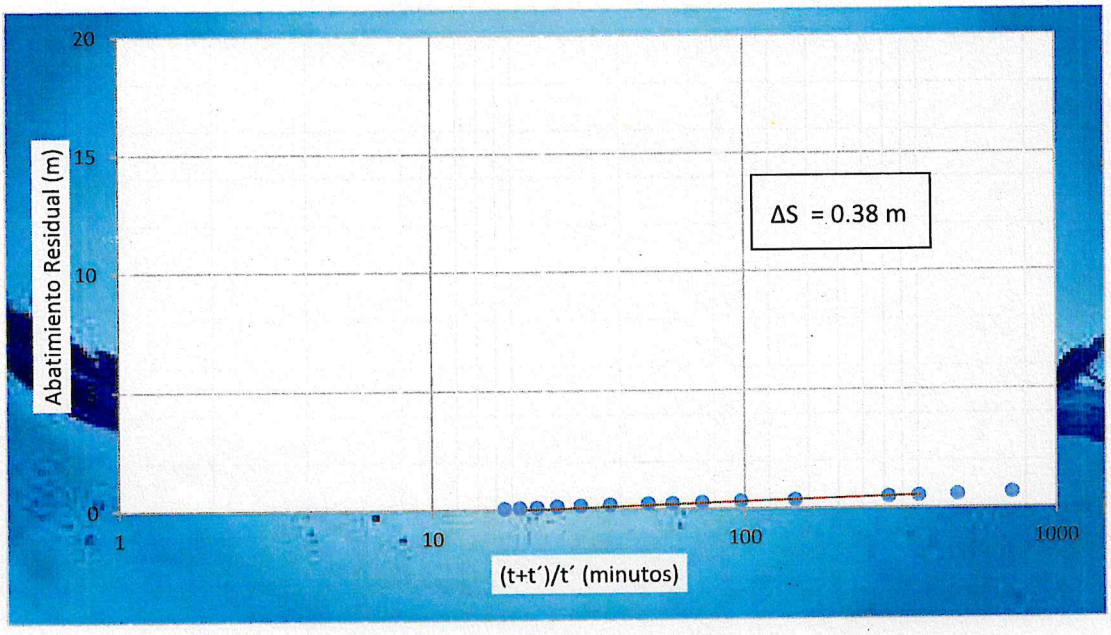
En las gráficas se observa que se forma una recta después de los 10 minutos, y se mide el valor Δs en abatimiento que dio como resultado 0.44 m.

ANÁLISIS DEL PERIODO DE RECUPERACIÓN.

Los métodos de recuperación se interpretan con los datos obtenidos una vez se suspende el bombeo; es entonces cuando los niveles de agua empiezan a subir tendiendo a recuperar el nivel estático del pozo. El efecto de suspender el bombeo en un pozo que ha funcionado por un tiempo determinado a un caudal constante, se asemeja en que a partir de un instante se le inyecta un determinado caudal. El descenso que se observa en el pozo se le llama "descenso residual" que es la diferencia entre el nivel estático y niveles de agua en un tiempo determinado.

Los datos de Tiempo – Abatimiento Residual en la prueba de Recuperación son similares a los que se usan para los datos Tiempo – Abatimiento en el bombeo. En las gráficas la escala de tiempo es logarítmica, y el resultado de Δs en recuperación es 0.39 m. El pozo recuperó hasta el 90% de su abatimiento en 5 minutos y 95% en 25 minutos.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL



GRÁFICA 4. TIEMPO VS ABATIMIENTO RESIDUAL

CALCULO E INTERPRETACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Con base en los datos obtenidos en campo y por los métodos gráficos de Jacob se calcularon los siguientes parámetros hidráulicos:

TRANSMISIBILIDAD

Transmisibilidad es el producto de la conductividad hidráulica media (o permeabilidad) por el espesor del acuífero. Por tanto, la transmisividad es el caudal del flujo de agua bajo un gradiente hidráulico igual a la unidad a través de una sección transversal de anchura unidad y altura todo el espesor del acuífero. Tiene dimensiones de Longitud^3 / Tiempo x Longitud, o lo que es lo mismo, de Longitud^2 / Tiempo; por lo general se expresa en m2/día.

Se aplicó el método de Jacob, bajo la siguiente fórmula para calcular transmisibilidad:

$$T = 0.183 \frac{Q}{\Delta s}$$

Donde:

Q = Caudal constante bombeado. Para un caudal de **3.47 l/s** es de **300** m^3/día

Δs = Descensos para un ciclo logarítmico en m.

$\Delta S_{Abatimiento}$ = 0.44 m.

$\Delta S_{Recuperación}$ = 0.38 m.

$T_{Abatimiento}$ = 124.78 m^2/día

$T_{Recuperación}$ = 144.48 m^2/día

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

Al analizar los datos en el periodo de bombeo y realizar el cálculo de Transmisibilidad, se determina que la Transmisibilidad para este pozo con resultados de **124.78** m²/día y **144.48** m²/día, tiene una calificación estimativa BAJA, lo que indica que las posibilidades del acuífero están entre 1 y 10 litros por segundo con 10 metros de depresión teórica.

TABLA I

VALORES DE LA TRANSMISIVIDAD (según autores)

T (m²/día)	Calificación estimativa	Posibilidades del acuífero
T < 10	Muy baja	Pozos de menos de 1 l/s con 10 m de depresión teórica.
10 < T < 100	Baja	Pozos entre 1 y 10 l/s con 10 m de depresión teórica.
100 < T < 500	Media a alta	Pozos entre 10 y 50 l/s con 10 m de depresión teórica.
500 < T < 1.000	Alta	Pozos entre 50 y 100 l/s con 10 m de depresión teórica.
T > 1.000	Muy alta	Pozos superiores a 100 l/s con 10 m de depresión teórica.

TABLA VALORES DE TRANSMISIVIDAD. (Pozos y Acuíferos; Manuel Villanueva-Alfredo Iglesias)

CAPACIDAD ESPECÍFICA:

La capacidad especifica (Ce)=Q/s, es importante y útil para aproximar el abatimiento (s) que sufriría el nivel de agua en el pozo a cualquier caudal (Q) de explotación. Sin embargo, la experiencia (basada en principios teóricos y prácticos), permite inferir que la capacidad especifica de un pozo decrece con el aumento del caudal de bombeo (y en menor proporción con el tiempo), hasta una magnitud del orden del 20% cada vez que se duplica el caudal de bombeo, entre otros factores debido al incremento de perdidas por fricción. El caudal o la cantidad de agua que se produce en el bombeo de un pozo, en un acuífero, por cada metro (o unidad de longitud) que desciende el nivel del agua dentro de él. Es el cociente entre el caudal bombeado y el abatimiento producido.

Es la relación que existe entre el caudal que se obtiene y el abatimiento producido. Se expresa en unidades de caudal por longitud.

$$Ce = 0.649 \text{ l/s-m}$$

El resultado indica un rendimiento de 0.6.49 litros por segundo por un metro de descenso en la columna de agua, lo que indica que tenemos un acuífero de capacidad especifica baja, los cuales son acuíferos continuos de extensión local, de baja productividad.

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

Tabla 15. Clasificación de acuíferos en función de la capacidad especifica

10	TIPO DE ACUIFERO
Muy Alta Mayor de 5,0	Acuíferos continuos y discontinuos de extensión regional, de muy alta productividad.
Alta Entre 2.0 y 5.0	Acuíferos continuos y discontinuos de extensión regional, de alta productividad.
Media Entre 1,0 y 2,0	Acuíferos continuos y discontinuos de extensión regional, de mediana productividad.
Baja Entre 0,05 y 1,0	Acuíferos continuos de extensión local, de baja productividad,
Muy Baja Menor de 0,05	Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad

Fuente: (Asociacion Internacional de Hidrogeologos, (IAH) , 1983)

Este es el parámetro más importante a medir y controlar durante la operación de un pozo ya que indica su verdadero estado de rendimiento. En la medida que el valor de este parámetro sea menor la eficiencia del pozo se reduce en la misma proporción. A continuación, se presentan los resultados consolidados de la prueba de bombeo en abatimiento y recuperación:

Caudal de bombeo (l/s)	3.47
Caudal de bombeo máx. día (m^3/día)	300.0
Nivel Estático (m.)	37.00
Nivel dinámico (m.)	42.35
Abatimiento (m.)	5.35
Tipo de acuífero predominante	LIBRE
Tiempo en que el pozo se recupera (%/min.)	90% en 5 minutos 95% en 20 minutos
Transmisibilidad en Abatimiento (m^2/día)	124.78
Transmisibilidad en Recuperación (m^2/día)	144.48
Capacidad Específica (l/s-m)	0.649

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó la comparación de la Gráfica anterior, que corresponde a una Curva logarítmica (gráfica C -C') presenta el caso de un acuífero a lámina libre. Inicialmente, se libera flujo instantáneamente desde el almacenamiento del acuífero bombeado siguiendo el comportamiento de la curva de Theis. A medida que pasa el tiempo, más flujo es aportado desde el acuitardo superior, hasta alcanzar la totalidad del caudal extraído. A partir de ese momento, el abatimiento se estabiliza y el registro es pseudo-estático. –Fuente: G.P. Kruseman N.A. de Ridder, 1994-. Según la interpretación se observa que por su forma las gráficas se asemejan a un ACUÍFERO LIBRE.

Los resultados de la transmisibilidad, 124.78 m^2/día en abatimiento y 144.48 m^2/día en recuperación, indica que tiene una calificación estimativa dada por Villanueva-Iglesias como BAJA y pertenece a un acuífero de la zona con capacidad de 1 l/s y 10 l/s con 10 m. de depresión teórica.

El resultado de Capacidad Específica del pozo fue de 0.649 l/s-m, Su abatimiento fue de 5.35 m. con producción de 3.47 l/s. La recuperación del pozo superando el 90% se logró en 5 minutos.

El pozo puede producir un caudal máximo de 5 l/s sin causar efectos negativos del recurso.

Se debe realizar un mantenimiento preventivo por lo menos una vez cada año.

Alberto Peralta

DOLFUS ALBERTO PERALTA MARTÍNEZ
R.L. FERREAGUAS Y ASOCIADOS S.A.S.

MANUEL FERNANDO HINCAPIÉ CRUZ
ING. EN RECURSOS HÍDRICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
M.P. 25305131170CND

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL

REGISTRO FOTOGRÁFICO

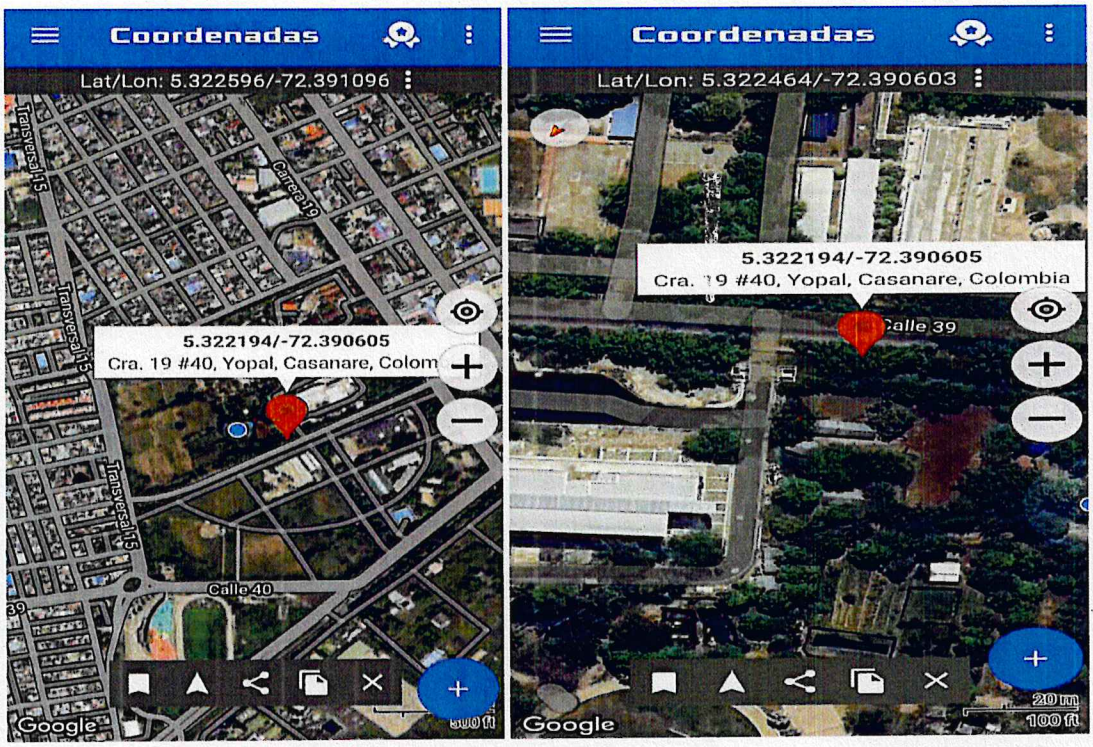


Foto. 1 Georeferenciación Pozo Profundo SENA Yopal / Foto 2. Localización INSITU Pozo Profundo SENA Yopal



Foto 3. Instrumentos para Prueba de Bombeo

PRUEBA DE BOMBEO POZO SENA SEDE YOPAL



Foto 4. Medición de Nivel Estático con sonda / Foto 5. Toma de Niveles



Foto 6. Toma de Tiempo para cálculo de caudal / Foto 7. Medición de Niveles Recuperación



PRUEBA DE BOMBEO POZO PROFUNDO SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE -SENA- SUBSEDE MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORO

FERREAGUAS & ASOCIADOS S.A.S.

SEPTIEMBRE 2024

Contenido

INTRODUCCIÓN..... 2
OBJETIVOS..... 3
MARCO NORMATIVO..... 4
PRUEBA DE BOMBEO..... 11
Contratante: Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA- Subsede Municipio de Paz de Ariporo..... 12
DATOS DE CAMPO PRUEBA DE BOMBEO EN RECUPERACIÓN..... 14
ANÁLISIS DE RESULTADOS..... 15
CALCULO E INTERPRETACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS..... 19
TRANSMISIBILIDAD..... 19
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 22

• Cra 22 No. 15 -10 / Fax: 634 8674
Tel: 635 4250 - 634 0439 - 634 3740
www.ferreaguas.com
YOPAL - CASANARE

INTRODUCCIÓN

El objetivo de realizar una prueba de bombeo, es para evaluar el acuífero del cual se está extrayendo agua, estimulándolo por medio de bombeo, y observando su respuesta (descenso de nivel) en pozo(s) de observación. Una prueba de bombeo es una herramienta común utilizada en hidrogeología para caracterizar un sistema de acuíferos.

Las pruebas de bombeo, típicamente se interpretan usando un modelo analítico de flujo en un acuífero (siendo el más fundamental la solución de Theis). Así, se hacen calzar los datos observados en el mundo real, asumiendo que los parámetros del modelo ideal son aplicables al acuífero del mundo real. En casos más complejos, un modelo numérico podría ser usado para analizar los resultados de una prueba de bombeo, pero el añadir mayor complejidad no asegura mejores resultados.

Una prueba de bombeo determina las características hidráulicas del acuífero atravesado, se le suele llamar a este ensayo "test de acuífero" ya que lo estudiado más que la bomba o el pozo, es el acuífero en sí mismo. Además, la prueba de bombeo puede proporcionar información sobre el rendimiento y el descenso periódico del nivel de agua en el pozo (nivel dinámico) y el mayor descenso (abatimiento), datos básicos para determinar la capacidad específica y la transmisibilidad del pozo.

Se ejecutó la prueba a caudal constante por 24 horas con el equipo de bombeo instalado, la descripción del equipo corresponde a una electrobomba sumergible de 5.0 HP. la duración de la prueba permitió conocer el caudal de explotación y se observó una tendencia a una línea recta en la gráfica de nivel de agua contra logaritmo de tiempo (NTC 5539). Se calcularon datos para determinar algunas características hidráulicas del acuífero.

• Cra 22 No. 15 -10 / Fax: 634 8674
Tel: 635 4250 - 634 0439 - 634 3740
www.ferreaguas.com
YOPAL - CASANARE

OBJETIVOS

- Dar cumplimiento al requerimiento contractual por la entidad contratante para realizar la prueba de bombeo al pozo existente que se usa actualmente como fuente de abastecimiento de las instalaciones de la subsede SENA Paz de Ariporo, con el fin de evaluar el comportamiento de las condiciones hidrogeológicas frente a la captación realizada, registrando caudales, nivel estático, dinámico y abatimiento.

- Registrar los niveles arrojados por el equipo de sondeo de manera precisa en los tiempos preestablecidos en la planilla de registro.

- Registrar los datos de niveles arrojados por el equipo de sondeo de manera precisa en la Prueba de Recuperación del pozo.

- Realizar los cálculos pertinentes e Interpretar de manera acertada y por el método de Jacobs o por el que aplique, los datos de campo, evaluar el comportamiento de las condiciones hidrogeológicas del pozo, determinando propiedades hidráulicas del acuífero y valorar la disponibilidad del recurso.

• Cra 22 No. 15 -10 / Fax: 634 8674
Tel: 635 4250 - 634 0439 - 634 3740
www.ferreaguas.com
YOPAL - CASANARE

MARCO NORMATIVO

La normatividad ambiental nacional brinda soporte a la Autoridad Ambiental en los aspectos relacionados las aguas subterraneas:

Normatividad ambiental	Temática	Articulado	Descripción general
Constitución Política de Colombia	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación	8	La Constitución Política de Colombia en su artículo 8º establece que "Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación"
		79	en el artículo 79 consagra el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano. Igualmente establece para el Estado, entre otros, el deber de proteger la diversidad e integridad del ambiente.
		80	El artículo 80 de la Carta Política, preceptúa que le corresponde al Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y, además, debe prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales, y exigir la reparación de los daños causados.
Ley 99 de 1993	Recursos Naturales Renovables	2	Según el artículo 2º de la Ley 99 de 1993, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible, es el organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables; encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir en los términos de la presente ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación a fin de asegurar el desarrollo sostenible.
Decreto 2811 de 1974	Del dominio de las aguas y sus cauces	83	Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado. f) Los estratos o depósitos de las aguas subterráneas
Decreto 2811 de 1974	De las aguas subterráneas	150	Se organizará la protección y aprovechamiento de aguas subterráneas.

• Cra 22 No. 15 -10 / Fax: 634 8674
Tel: 635 4250 - 634 0439 - 634 3740
www.ferreaguas.com
YOPAL - CASANARE

Normatividad ambiental	Temática	Articulado	Descripción general
		151	La concesión se otorgará sin perjuicio del derecho preferente del dueño, tenedor o poseedor del terreno en donde se encuentran las aguas, que podrá oponerse a la solicitud.
		153	Las concesiones de aprovechamiento de aguas subterráneas podrán ser revisadas o modificadas o declararse su caducidad, cuando haya agotamiento de tales aguas.
		154	El titular de concesión de aguas subterráneas está obligado a extraerlas de modo que no se produzcan sobrantes.
Decreto 1541 de 1978	Aguas subterráneas. Sección I. Exploración	146	La prospección y exploración que incluye perforaciones de prueba en busca de agua subterránea, requiere permiso de la Autoridad Ambiental.
		152	El permisionario tiene un plazo de sesenta (60) días hábiles, a la Autoridad Ambiental, un informe detallado de la perforación realizada.
		153	La prueba de bombeo, deberá ser supervisada por un funcionario designado por la Autoridad Ambiental.
		154	Los permisos de exploración de aguas subterráneas no confieren concesión para el aprovechamiento de las aguas. Los permisos de exploración de aguas subterráneas no confieren concesión para el aprovechamiento de las aguas.
	Sección II. Aprovechamientos	157	La solicitud de concesión de aguas subterráneas debe reunir los requisitos y trámites establecidos en este Decreto, con copia del permiso de exploración e informe de la perforación.
		159	El propietario después de haber realizado la exploración, tendrá dos (2) meses, para solicitar la concesión. Si en un (1) año, no se realiza la solicitud, está podrá ser otorgada a terceros.
	Sección III. Preservación y control	166	La declaración de agotamiento autorizada por los artículos 121 a 123 de este Decreto, es aplicable para las aguas subterráneas por motivos de disponibilidad cuantitativa y cualitativa de las mismas.

PRUEBA DE BOMBEO POZO PROFUNDO SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE -SENA- SUBSEDE MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORO

Normatividad ambiental	Temática	Articulado	Descripción general
Decreto 1594 de 1984	Del ordenamiento del recurso	24	Para el establecimiento de los modelos de simulación de calidad, la Autoridad Ambiental, deberá realizar periódicamente, los análisis pertinentes para obtener la información.
	De la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas, estuarias y servidas	29	Usos del agua: a) Consumo humano y doméstico; b) Preservación de flora y fauna; c) Agrícola; d) Pecuario; e) Recreativo; f) Industrial; g) Transporte.
		30	Se entiende por uso del agua para consumo humano y doméstico: a) Fabricación de alimentos; b) Bebida directa y preparación de alimentos; c) Higiene personal y limpieza de utensilios; d) Fabricación de medicamentos y cosméticos.
Resolución 250 de 1997	Tasa de aprovechamiento de aguas subterráneas	1	Fijar las tasas por el aprovechamiento de aguas subterráneas: Costo del aumento de riesgo del acuífero a ser contaminado (CC) y Costo de la renovación del recurso (CR).
		2	Los usuarios de aguas subterráneas deberán enviar trimestralmente al D.A.M.A., sus consumos y cancelar el pago correspondiente.
		3	En caso de encontrarse alterada la información aportada, se aplicarán las medidas preventivas y sancionatorias a que se refiere el artículo 85 de la Ley 99 de 1993.
		4	Los usuarios de aguas subterráneas deberán enviar anualmente al D.A.M.A, la medición de niveles estáticos y dinámicos y las características físico-químicas: Temperatura, PH, Dureza, Alcalinidad, Sólidos Suspendidos, Hierro Total, Fosfatos, Coliformes, Salinidad, Amoníaco, Conductividad, Aceites y Grasas, DBO, Oxígeno Disuelto.
Ley 373 de 1997	Programa para el uso eficiente y ahorro del agua	1	Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua, acciones que deben elaborar y adoptar, los servicios de acueducto, alcantarillado y demás usuarios del recurso hídrico.
		2	El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal, debe contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas.

PRUEBA DE BOMBEO POZO PROFUNDO SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE -SENA- SUBSEDE MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORO