INFORME DE EXPLORACION GEOLECTRICA Y DISEÑO DEL POZO

Desde gerencia gerencia <gerencia@cabreranasaesp.gov.co>
Fecha Mié 20/05/2026 9:42
Para Lisett Dayan Vanegas Gómez <ca.lvanegas@santander.gov.co>

1 archivo adjunto (2 MB)
INFORME DE RESULTADOS - POZO PROFUNDO CABRERA.pdf;

Cabrera, 20 de mayo de 2026

Ingeniera
LISETT DAYAN VANEGAS GOMEZ
Supervisor Convenio interadministrativo No CO1.PCCNTR.8129610

REF: Informe de exploración geoeléctrica y diseño del pozo

Cordial saludo

En cumplimiento a las obligaciones del convenio interadministrativo No CO1.PCCNTR.8129610, de manera atenta me permito informe de la exploración geoeléctrica y diseño del pozo Municipio de Cabrera, para su conocimiento.

Cordialmente

LUZ MIREYA MURILLO DELGADO
Gerente
Carrera 7 No. 7-43, Palacio Municipal, Cabrera, Santander.
3208468297 / 3123695163

Cabrera de servicios públicos

ConstruSuelos de Colombia S.A.S
Nit. 804.015.242-8

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO EN LA VEREDA COLORADO UBICADO EN EL SECTOR RURAL DEL MUNICIPIO DE CABRERA, SANTANDER

INFORME DE EXPLORACIÓN GEOELECTRICA Y DISEÑO DE POZO

Revisión	Modificaciones	Fecha
A	Emitido para comentarios del cliente	Mayo de 2026

Revisión y aprobación						
Revisión	**Elaborado por:**		**Revisado por:**		**Aprobado por:**	
00	R.P.		D.G		M.A.C.	

Calle 34 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos 6382809 – 6848430 Cel: 3124503836
construsuelosltda@gmail.com

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4

2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 5

3. MODELO GEOLÓGICO 6

3.1 GEOLOGÍA REGIONAL 6

4. HIDROGEOLOGÍA 7

4.1 ACUÍFERO MESA – NGQP 9

5. EXPLORACIÓN GEOFÍSICA 10

5.1 TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA 10
5.2 PROGRAMA DE INVERSIÓN DE DATOS 2-D, EATHLMAGER 2D 12
5.3 MÉTODO DE TRABAJO 12
5.4 RESULTADOS OBTENIDOS 13
5.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA 15

6. METODOLOGÍA DE PERFORACIÓN POZO PROFUNDO 16

- *Diámetro del Pozo 16*

6.1 INSTALACION BOMBA SUMERGIBLE 22
6.2 PRUEBA DE BOMBEO 27
6.3 ÁREA REQUERIDA Y TIEMPOS PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO 30
6.4 DISEÑO GENERAL DEL POZO 31

7. BIBLIOGRAFÍA 32

7.1 FIRMA DEL ESPECIALISTA 32

Calle 19 # 9 – 68 Leyva / Floridablanca – Santander
Teléfonos 6382809 – 6848430 Cel. 312 [illegible]
construsuelos@gmail.com

LISTA DE ILUSTRACIONES

Pág.

Ilustración 1. Localización General 5
Ilustración 2. Localización general del área de estudio. (GOOGLE EARTH) 5
Ilustración 3. Geología regional del área de estudio (círculo rojo), escala 1:100000. Se halla sobre rocas correspondientes a depósitos aluviales recientes (Qal) y cerca de la formación Mesa (Tmm) 6
Ilustración 4. Mapa unidades hidrogeológicas de la zona del estudio de estudio. 8
Ilustración 5. Equipo implementado en la tomografía SUPERSTING R8 11
Ilustración 6. Arreglo típico para las tomografías 2D 11
Ilustración 7. Etapas seguidas en el proceso de inversión eléctrica 11
Ilustración 8. Arreglo Dipolo Dipolo y Wenner-Schlumberger 12
Ilustración 9. Proceso de generación de la tomografía mediante la inversión método Dipolo-Dipolo tomografía geoeléctrica 13
Ilustración 10. Proceso de generación de la tomografía mediante la inversión método Wenner tomografía geoeléctrica 13
Ilustración 11. Resultado Tomografía geoeléctrica 14
Ilustración 12. Perfil General del Pozo 31

Calle 24 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos 6382859 – 6848430 Cel. 3121153936
construsuelos@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El agua subterránea se presenta como una opción viable y económica para aquellas actividades que no requieren de agua potable, aun cuando se realicen en zonas urbanas, he de ahí de donde nace la importancia de cuidar los acuíferos, para garantizarles un buen manejo, y evitar daños inminentes en dichas formaciones.

Los sondeos eléctricos verticales son un método geofísico económico que permite interpretar el subsuelo utilizando corriente eléctrica y midiendo de las variaciones de resistividad; para posteriormente interpretar los cambios como diversos tipos de litologías. Ampliamente utilizados para Hidrogeología.

Útil para detección de interfaces entre cuerpos de distinta resistividad, tales como depósitos aluviales y roca, depósitos saturados (prospección de agua), y depósitos de diversos tamaños de grano.

El resultado final de este tipo de estudio es una sección en profundidad con la distribución de la resistividad real del subsuelo, fácilmente comprensible en términos geológicos o geotécnicos.

Para este estudio se realizaron sondeos eléctricos verticales mediante un arreglo Schlumberger, con el objeto de establecer valores de resistividad de los diferentes depósitos de suelo que conforman el perfil estratigráfico de la zona de estudio, los cuales serán utilizados para diseñar la puesta a tierra.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124505836
construsuelosltda@gmail.com

2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La zona en estudio está localiza en el sector rural del municpio de Cabrera.

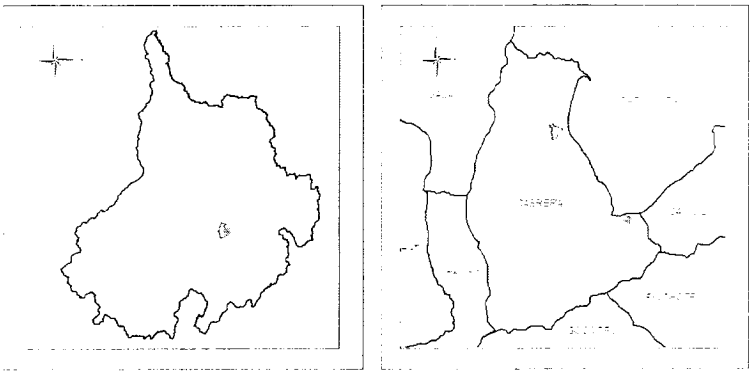


Ilustración 1. Localización General



Ilustración 2. Localización general del área de estudio. (GOOGLE EARTH)

Calle 39 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382605 – 6848430 Cel: 3124533836
construsuelos@gmail.com

3. MODELO GEOLÓGICO

3.1 GEOLOGÍA REGIONAL

De acuerdo con la geología de la plancha 135 de Puerto Parra (SGC 2008 – Transformada a datúm Magna Sirgas 2013) escala 1:100000

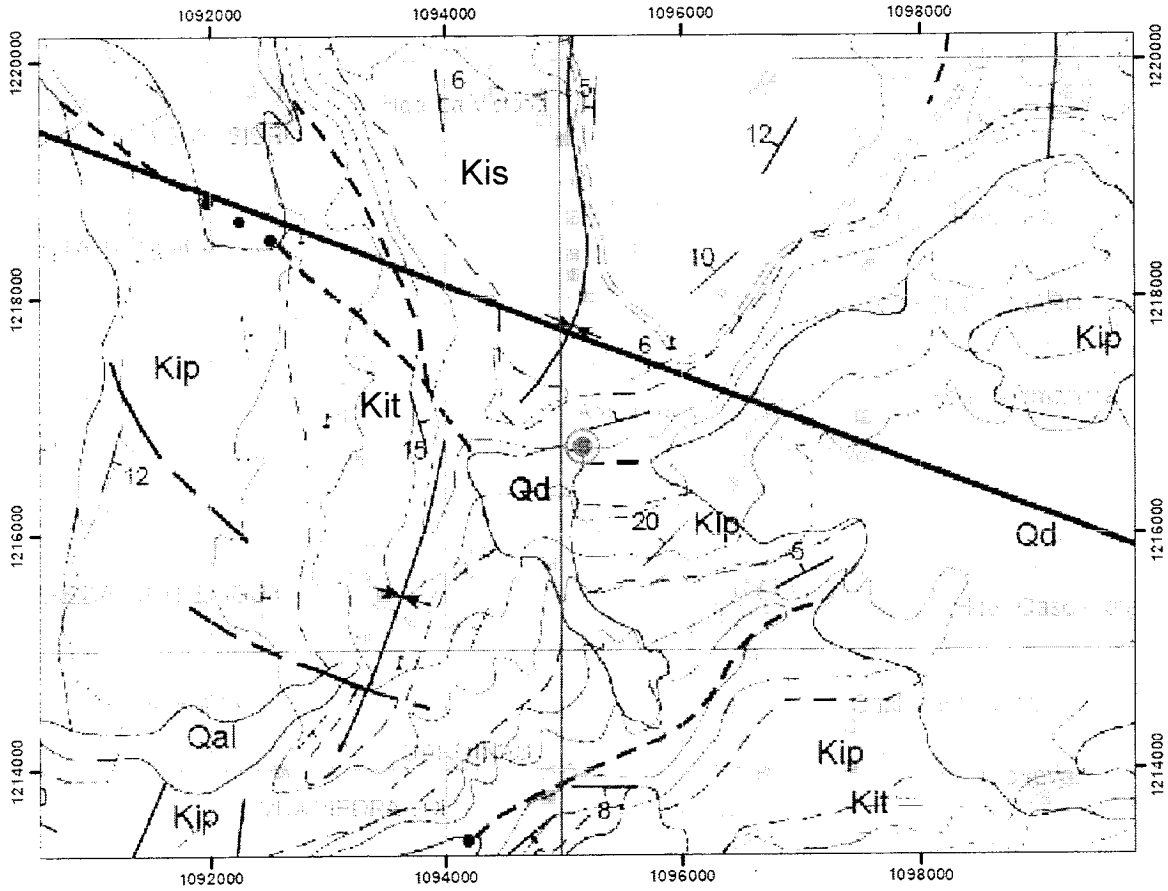


Ilustración 3. Geología regional del área de estudio (círculo rojo), escala 1:100000. Se halla sobre rocas correspondientes a depósitos aluviales recientes (Qal) y cerca de la formación Mesa (Tmm)

Tomado y Modificado de geología de la plancha 134 Puerto Parra (Servicio Geológico, 2008 – Transformada a datúm Magna Sirgas 2013) escala 1:100000.

Calle 19 # 9 – 68 Apto 1 Floridablanca – Santander
Teléfonos 6382809 – 6848431 Cel. 3124703839

4. HIDROGEOLOGÍA

Uno de los aspectos más importantes, relacionados con el desarrollo de las aguas subterráneas, es su regionalización, representada a través de la división del territorio en provincias hidrogeológicas, (Unesco, 1996). Los factores principales que condicionan la regionalización de este recurso son la climatología, expresada principalmente a través de la precipitación, la temperatura y la evaporación, como también la fisiografía, la hidrografía, la vegetación y los suelos. La constitución geológica de los diferentes tipos de acuíferos, influye primordialmente en la distribución regional de las aguas subterráneas.

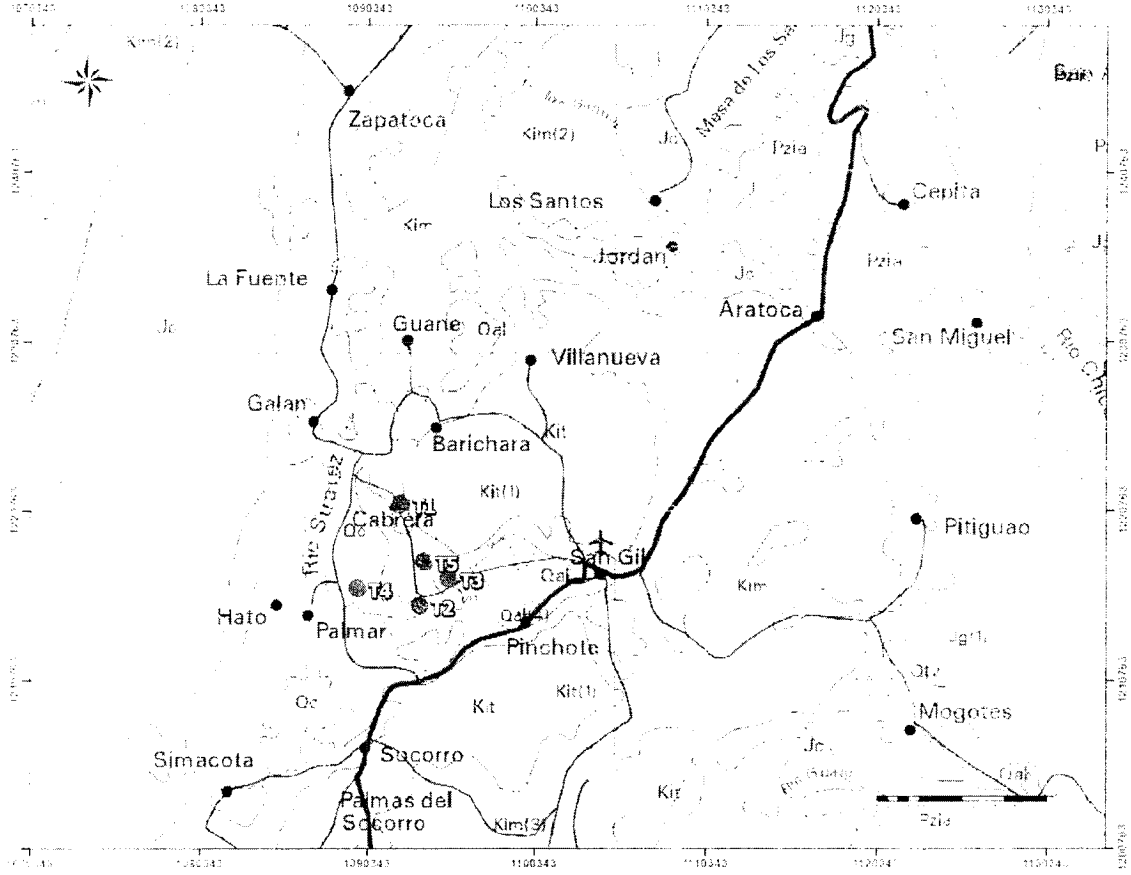
En la zona de influencia del área de estudio, el flujo de agua superficial está controlado por el Río Magdalena que desemboca en el Mar Caribe y su principal tributario el Río Sogamoso. Aun cuando en esta provincia las corrientes superficiales son fuentes importantes para el suministro de agua a varias poblaciones como Bucaramanga, Puerto Berrío, Barrancabermeja, Puerto Wilches, Gamarra y otras localidades menores, un 20% de la población, particularmente las que habitan las zonas rurales, dependen del agua subterránea para su abastecimiento. Regiones como la correspondiente al Departamento del Cesar, al área metropolitana de Bucaramanga y al Valle Medio del Río Magdalena, usan el agua subterránea como fuente primordial de abastecimiento público.

En la zona en estudio se identificó una unidad hidrogeológica, Kim – Formaciones Tablazo y Rosa Blanca. Estos acuíferos son discontinuos de extensión regional, conformados por rocas sedimentarias causticas y carbonatadas de edad cretácica depositadas en ambiente marino.

El Acuífero Tablazo consiste de calizas grises a negras, fosilíferas, localmente glauconíticas y arcillosas de color negro, con niveles intercalados de arcillolitas grises a gris azulado, calcáreas, fosilíferas, en capas medianas a gruesas, con intercalaciones de areniscas grises de grano fino a medio, arcillosas, levemente calcáreas, en capas delgadas, alcanzando un espesor máximo de 350 m. El Acuífero Rosablanca presenta en la parte superior intercalaciones delgadas de arcillas pizarrosas calcáreas y fosilíferas y hacia la parte media e inferior consta de calizas con presencia de conchas, de color gris oscuro que se transforman lateralmente en calizas bituminosas negras, caliza gris oscuro cristalina fosilífera y bancos de caliza gris oscura dura, masiva, con un espesor promedio de 300 m, descansando sobre el Acuífero Tambor. Los dos primeros acuíferos se encuentran separados por la Formación Paja de carácter impermeable y fueron depositados en un ambiente marino somero durante el Cretáceo Inferior.

Por sus características litológicas y desarrollo de una buena porosidad secundaria por fracturamiento y disolución carstica, se considera un acuífero discontinuo de extensión regional, recargado en las zonas de afloramiento, catalogadas de alta capacidad de infiltración, por la precipitación y las corrientes superficiales.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382869 – 6848430 Cel.: 3104303836
construcuelosltda@gmail.com



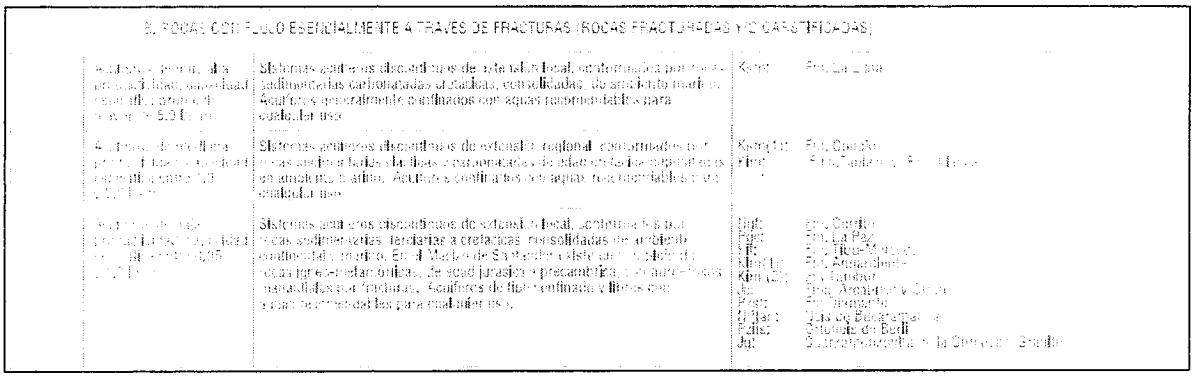


Ilustración 4. Mapa unidades hidrogeológicas de la zona del estudio de estudio.
Fuente: ATLAS E AGUAS SUBTERRÁNEAS DE COLOMBIA V2.0

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Telefonos: 6392603 – 6843430 Cel: 3213705536
construsuelos@gmail.com

4.1 ACUÍFERO MESA – NGQP

Es la unidad acuífera más extendida en el área de la plancha 5-06, cubriendo en forma de mesetas aisladas de muy poca altura el Valle del Río Magdalena, desde la localidad de Puerto Wilches al sur hasta cercanías de las poblaciones de Vijagual y San Alberto en el norte, ocupando un área de aproximadamente 4000 km2.

Hacia el sur consta de intercalaciones de areniscas cuarzofeldespáticas, areniscas conglomeráticas pobremente cementadas, areniscas arcillosas y delgadas capas de conglomerados con fragmentos de grava fina, alcanzando un espesor de 400 m. Hacia la parte media y norte del valle, entre Puerto Wilches y San Alberto, está constituido por estratos gruesos de areniscas ortocuarcíticas friables y arcillolitas con delgados niveles conglomeráticos con cantos desde 0.5 cm de diámetro hasta tamaño grava fina, con un espesor de 580 m. Se depositó en el Terciario Superior (Neógeno) en un ambiente continental fluvial sobre formaciones permeables o impermeables del Paleógeno.

Se considera un acuífero continúo de extensión regional, de tipo libre a semiconfinado, recargado principalmente por la infiltración directa del agua lluvia en sus zonas de afloramiento, consideradas de baja capacidad de infiltración. La dirección regional del flujo subterráneo es hacia el Río Magdalena, contribuyendo a su flujo base en las épocas de sequía.

El Acuífero Mesa presenta niveles estáticos desde 10 hasta 15 m de profundidad, con caudales de producción de 5 a 20 l/s y capacidades específicas entre 1.0 y 2.0 l/s/m. La transmisividad promedio es de 250 m2/día y la conductividad hidráulica de 5 m/día. Frente a la población de Barrancabermeja, en el campo Casabe, existen varios pozos para la recuperación secundaria de petróleo, los cuales se explotan con caudales de 10 l/s, presentando valores de transmisividad entre 120 y 400 m2/día y coeficientes de almacenamiento del orden de 4.0 E-04, (DNP, 1983).

Para el cálculo de los recursos y reservas pasivas a nivel de pronóstico en este acuífero se usaron los siguientes datos: transmisividad (T) de 250 m2/d, gradiente hidráulico (i) de 0.02 y ancho de corriente (B) de 50000 m. En las reservas pasivas se utilizaron: área de 4000 km2, espesor de 400 m y porosidad eficaz de 0.21. Los resultados de estos cálculos fueron: recursos de 250000 m3/d (2.9 m3/s) y reservas pasivas de 336000 Mm3. Su caudal total de extracción se desconoce, siendo el agua empleada para cubrir principalmente las necesidades de abastecimiento público, el riego y la industria petrolera.

Calle 19 # 9 – 68 Apto 1 Floridablanca – Santander
Teléfonos 6382501 – 6848437 Cel. 311 2 075696
construsuelos@gmail.com

5. EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

Para la caracterización del modelo geológico-geotécnico, se llevó a cabo una exploración de campo mediante una tomografía geoeléctrica.

5.1 TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA

El método de tomografía eléctrica (TE) en dos dimensiones es una técnica de investigación de resistividad (res) de áreas con anomalías complejas (resistivas o conductivas), donde los empleos de otras técnicas no permiten obtener información de detalle en 2D a profundidades someras y moderadamente profundas. La TE consiste en obtener una serie de medidas de res aparente con un micro dispositivo tetraelectródico determinado y con una separación constante entre electrodos denominada "a", y variar (aumentar) las distancias entre los pares de electrodos emisor-receptor por múltiplos de un valor denominado "n", de tal forma que el resultado final será una sección de resistividades aparentes a varios niveles "n" en profundidad. Estos datos necesariamente deben ser tratados por algoritmos matemáticos para llegar a obtener una imagen de res-profundidad verdadera, proceso denominado inversión.

La Tomografía eléctrica tiene por objetivo específico determinar la distribución real de la resistividad del subsuelo en el ámbito comprendido entre dos sondeos o bien hasta un cierto rango de profundidad a lo largo de un perfil de medida, a partir de los valores de resistividad aparente obtenidos mediante medidas realizadas por métodos convencionales de corriente continua.

El resultado obtenido mediante la técnica de TE es una imagen geoeléctrica o sección de alta resolución con una muy buena aproximación del modelo de resistividades y profundidades verdaderas del subsuelo, resultado que puede ser, en la mayoría de los casos, correlacionado y constatado con las observaciones de campo, información geológica, perforaciones, calicatas mecánicas, geoquímica, hidrogeología, edafología, etc.; resultados con cuya interpretación se llega a las conclusiones del diagnóstico.

del subsuelo, resultado que puede ser, en la mayoría de los casos, correlacionado y constatado con las observaciones de campo, información geológica, perforaciones, calicatas mecánicas, geoquímica, hidrogeología, edafología, etc.; resultados con cuya interpretación se llega a las conclusiones del diagnóstico.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6383309 – 6848430 Cel: 3103103836
construsuelosltda@gmail.com

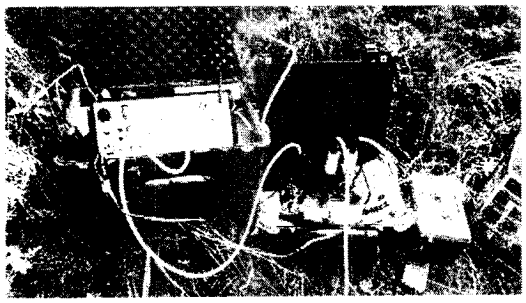


Ilustración 5. Equipo implementado en la tomografía SUPERSTING R8

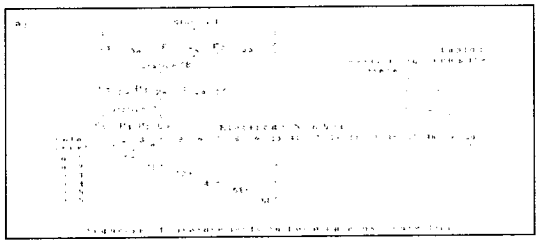


Ilustración 6. Arreglo típico para las tomografías 2D

El procedimiento de generación de una tomografía eléctrica mediante inversión, parte de los datos de resistividad aparente medidos, representados en forma de seudo perfil. A continuación, se genera un modelo hipotético de resistividades verdaderas del subsuelo, y resolviendo lo que se define como "cálculo del problema directo", se llega al modelo de resistividades aparentes que se derivaría del mismo. Estas resistividades aparentes se comparan con las realmente medidas, y se calcula el error cometido. A través de este error se modifica el modelo hipotético real de resistividades verdaderas, y se repite el proceso anterior. De este modo, tras una serie de iteraciones, se consigue un modelo de resistividades verdaderas del subsuelo que da explicación a las resistividades aparentes medidas.

En el esquema de seudo secciones que se incluye a continuación se detalla el procedimiento de inversión seguido para la obtención de una Tomografía Eléctrica.

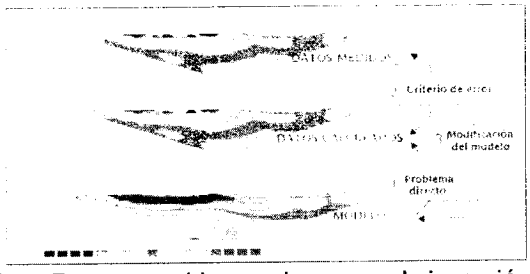


Ilustración 7. Etapas seguidas en el proceso de inversión eléctrica

Teléfonos: 6382822 - 6848430 Cel: 312 [illegible]

5.2 PROGRAMA DE INVERSIÓN DE DATOS 2-D, EATHLMAGER 2D

AGI EarthImager 2D es un programa de computadora que interpreta la resistividad eléctrica bidimensional (2D) y los datos de polarización inducida (IP) y produce secciones de resistividad invertida y IP que revelan el objetivo buscado y la geología subsuperficial. El objetivo de la prueba de resistividad es la imagen de una distribución de resistividad subsuperficial estrechamente correlacionada con la geología subsuperficial. La distribución de resistividad subsuperficial (o su conductividad eléctrica recíproca) es el parámetro del modelo en la inversión.

El modelo es la ecuación diferencial parcial que rige la relación entre los datos y los parámetros del modelo. El modelo resultante se define como el proceso de predecir los datos sobre la base de la distribución conocida del parámetro del modelo, la configuración del electrodo y el modelo. El modelo resultante crea conjuntos de datos sintéticos y también se conoce como simulación resultante, problema resultante y solución resultante.

La inversión se define como el proceso de determinación de las estimaciones del parámetro de modelo sobre la base de los datos y el modelo. La inversión es un mapeo desde el espacio de datos al espacio modelo, y se reconstruye la distribución de la resistividad del subsuelo a partir de datos de voltaje y corriente medidos. La inversión también se conoce como modelado inverso, simulación inversa y problema inverso.

5.3 MÉTODO DE TRABAJO

Se implementó un arreglo dipolo-dipolo, en el cual el espaciamiento entre los electrodos, C1-C2, es determinado como "a" al igual que la distancia entre los electrodos potenciales P1-P2. Este arreglo tiene otro factor denominado "n" en la Ilustración 6. Este es la relación de la distancia entre los electrodos C1 y P1 y la separación de dipolo "a" C2-C1 (o P2-P1). Para relevamientos con este dispositivo, el espaciamiento "a" se mantiene inicialmente fijo y el factor "n" se aumenta desde 1, 2, 3 y hasta 15 veces a fin de aumentar la profundidad de investigación. Cuando se acompaña con la medida de IP, "n" normalmente no sobrepasa el valor de 8 debido a la fuerte atenuación de la cargabilidad.

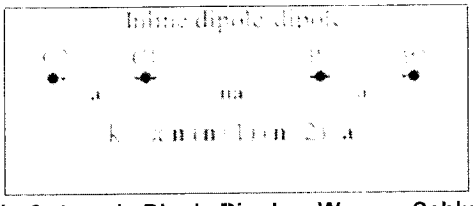


Ilustración 8. Arreglo Dipolo Dipolo y Wenner-Schlumberger

Calle 34 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos 6382656 – 6848436 Cel. 3143303576
construsuelos@gmail.com

5.4 RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se presentan los resultados de las tomografías geoeléctricas.

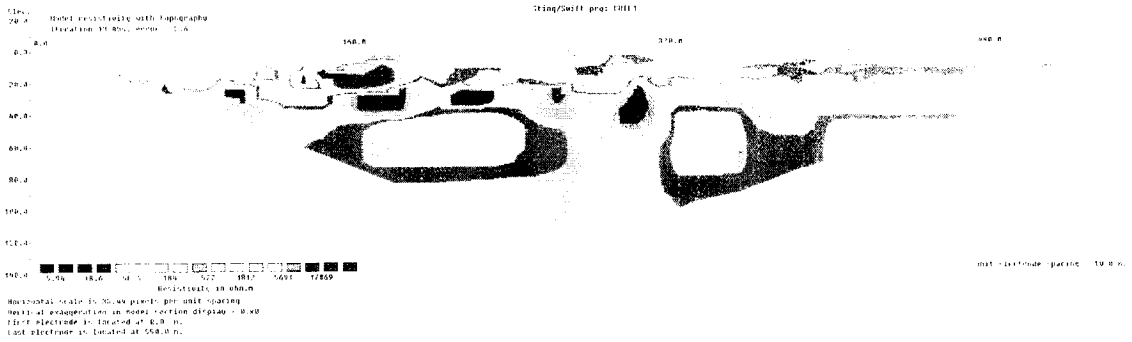


Ilustración 9. Proceso de generación de la tomografía mediante la inversión método Dipolo-Dipolo tomografía geoeléctrica

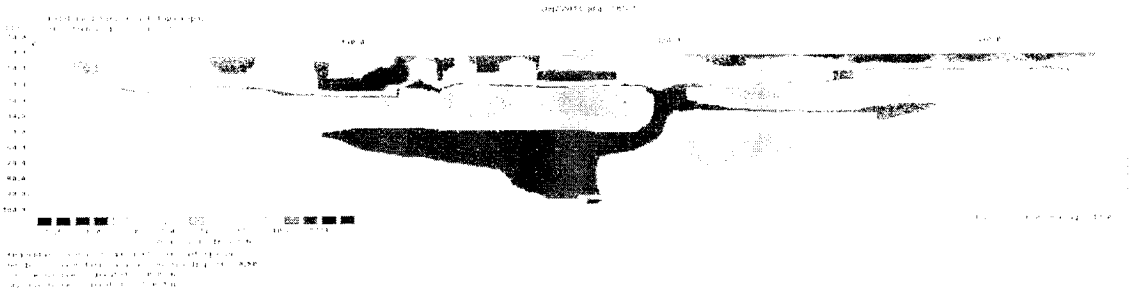


Ilustración 10. Proceso de generación de la tomografía mediante la inversión método Wenner tomografía geoeléctrica

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836
construsuelosltda@gmail.com

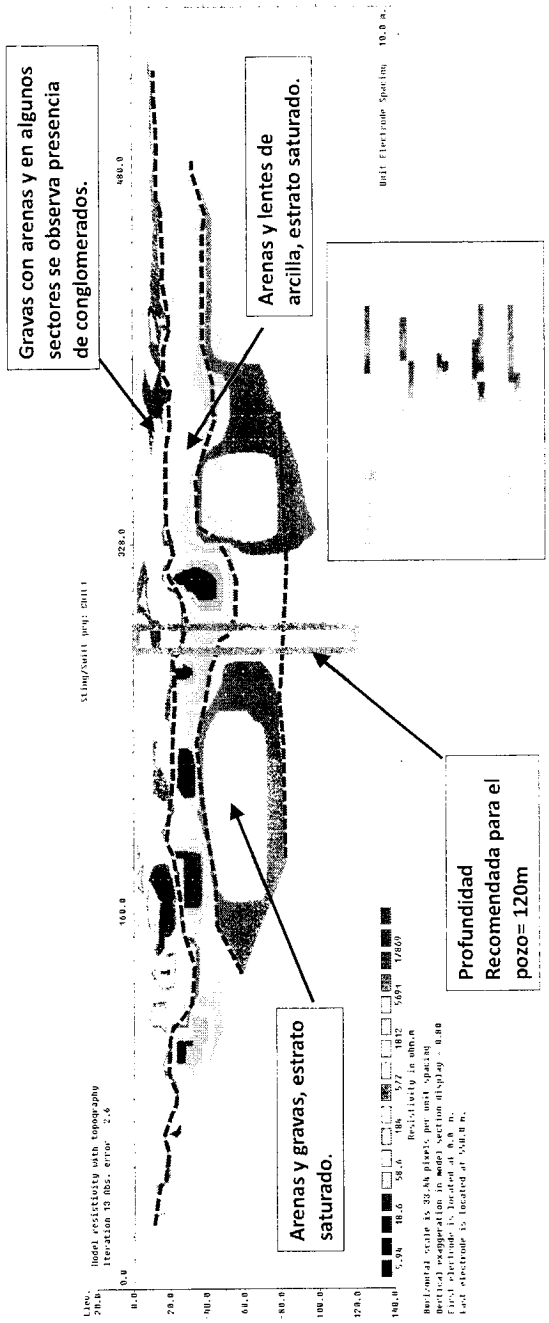


Ilustración 11. Resultado Tomografía geoeléctrica

Calle 29 # 9 - 68 Bgos | Floridablanca - Santander
Teléfonos 6362509 - 6848437 Cel. 3163903836

5.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS TOMOGRAFÍA GEOELÉCTRICA

De acuerdo con los resultados de las tomografías geoeléctricas, en particular analizando las secciones bidimensionales de resistividad invertida, se busca identificar zonas en donde el contraste de resistividad con el medio circundante, muestren algún tipo de anomalía o cambios bruscos en los valores de resistividad.

Con base en los resultados del modelo de inversión de los valores de resistividad, se presenta en la ilustración 15, una interpretación basada en las características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de la zona de estudio y el contraste de los valores de resistividad aparente del modelo de inversión.

Como primer elemento, se identificó una zona con altos valores de resistividad, de 700.0 a 6000.0 Ωm. Esta zona corresponde a gravas con arenas y conglomerados de la formación Mesa. Esta capa se presenta hasta profundidades variables entre 20.0 y 30.0m

Subyaciendo a estos depósitos se detectó una capa con valores de resistividad de 5 a 50 Ωm, las cuales están conformadas por arenas e intercalaciones con lentes de arcillas. Por los bajos valores de resistividad y por el contraste de resistividades con el medio circundante se infiere que esta capa se encuentra saturado y corresponde al acuífero de la formación Mesa, el cual es un acuífero libre con potencial de mediana productividad con rangos de producción que pueden estar entre 1.0 y 2.0 litros/segundo. Esta capa se presenta hasta profundidades variables entre 50.0 y 60.0m.

siguiendo con la secuencia litológica, se identificó un tercer estrato conformado por arenas y gravas con valores de resistividad entre 500 y 1800 Ohm-m. Los altos valores de resistividad, indican que se trataría de un conglomerado con poco aporte de aguas subterráneas. Este estrato iría hasta una profundidad variable entre 80.0 y 90.0m.

Como último elemento, se identificó una zona con valores de resistividad cercanas a los 180 Ohm-m, que corresponde a arenas muy húmedas y se espera que este segundo nivel del acuífero aporte el agua adicional que garantice el caudal de consumo, por esta razón se proyecta el pozo hasta una profundidad de 120 - 130.0m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6387509 - 6848431 Cel: 311 [illegible]
construsuelos@gmail.com

6. METODOLOGÍA DE PERFORACIÓN POZO PROFUNDO

- **Diámetro del Pozo**

El diámetro de un pozo profundo para aguas subterráneas está sujeto al diámetro de la tubería de encamisado o tubería de pozo, dejando un espacio anular entre la tubería de encamisado y la perforación ampliada, siendo este espacio de mínimo de 2" de radio.

De acuerdo al diámetro previsto según los requerimientos del proyecto, El diámetro escogido para la perforación del pozo es el siguiente:

- Perforación exploratoria: 6"de diámetro.

Si los resultados de la perforación exploratoria son exitosos se realizará la ampliación de la perforación:

- Ampliación de perforación: 8 "de diámetro.

Con los diámetros escogidos para la tubería de encamisado y ampliación de perforación, se garantiza que el espacio anular sea de al menos 2" de diámetro, lo que ofrecerá un proceso de filtrado del agua a través del empaquetamiento de grava exitoso.

- **Perforación**

La elaboración mecánica de la perforación debe seguir el siguiente procedimiento:

Se realizará una **perforación exploratoria** en 6" de diámetro con 120 metros de profundidad (Ver Informe de Tomografía Eléctrica). Utilizando lodo bentónico durante la perforación, agua libre de grasas, detergentes no bio-degradables y aceites, teniendo una circulación del lodo adecuada sin tener la posibilidad de afectar los acuíferos y que nos permita evacuar eficazmente los recortes de formación.

Durante la perforación exploratoria se tomarán muestras en intervalos metro a metro, o en cada cambio de formación o material con el fin de describir en forma completa la columna estratigráfica, simultáneamente se medirá y controlará la rata de penetración ROP cada metro, con el fin de determinar los cambios geo-mecánicos en la PERFORACIÓN DEL POZO EXPLORATORIO, asimismo la viscosidad del lodo y los niveles de tanques, para identificar las formaciones y acuíferos a medida que se perfora.

Calle 29 # 9 – 65 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382309 – 6846139 Cel.: 3104303836
construsuelos@gmail.com

- **Perforación exploratoria**

La perforación exploratoria es un sondeo mecánico utilizado para obtener información geológica e hidrogeológica del sitio de interés; su propósito es brindar a los profesionales información acerca de los resultados de la misma, que servirá como base para tomar decisiones de los pasos siguientes en el plan de perforación.

Para la perforación exploratoria, se escoge un diámetro de **4";** este es suficiente para obtener información geológica e hidrogeológica del subsuelo, siendo un diámetro suficiente para poder correr el registro eléctrico de pozo.

El sistema de perforación a usar es de tipo rotacional; en este caso la perforación se realiza haciendo girar una herramienta que también lleva una broca, colocada en el final de la tubería de perforación y que rota en el fondo del pozo triturando el terreno. Durante la operación se introduce agua a presión a través de la tubería de perforación y hacia fuera por perforaciones en la broca, retornando a la superficie por el espacio entre la tubería de perforación y las paredes del pozo, llevando los materiales triturados y liberados en la superficie.

- **Ampliación de Perforación**

La ampliación de la perforación se definirá de acuerdo al diseño final del pozo, soportado en los resultados de la perforación exploratoria y registro eléctrico de pozo.

Una vez caracterizado el pozo exploratorio se procederá a ampliar el pozo exploratorio a un diámetro mayor de acuerdo al diámetro previsto en el diseño final del pozo de producción, teniendo en cuenta las características del terreno tales como el material del subsuelo, tamaño granulométrico y por medio de los estudios previos realizados, éste diámetro puede ser de **8".**

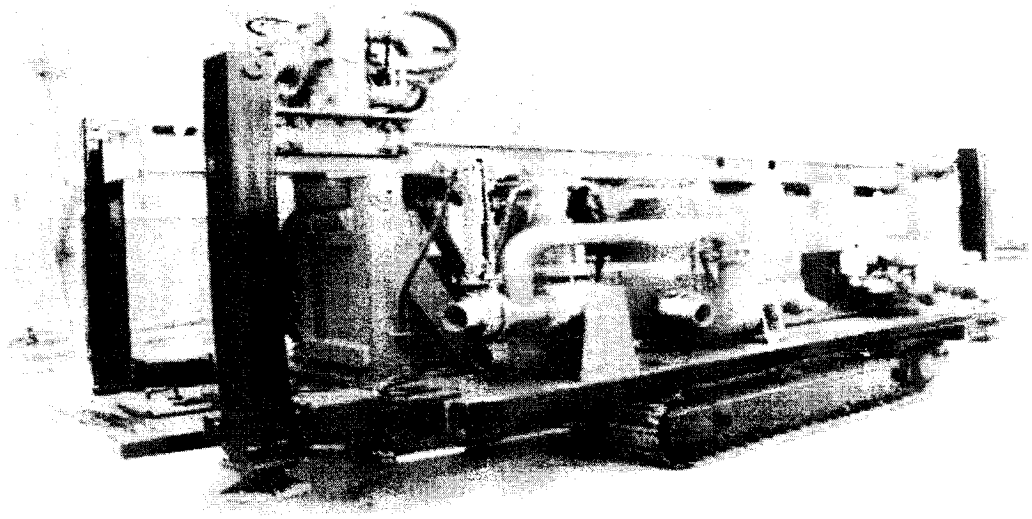
- **Equipo a utilizar**

Se realizará empleando la plataforma hidráulica HFK-400L es una plataforma de circulación directa e inversa, con capacidad de perforar utilizando los martillos DTH de perforación, también puede realizar perforación rotacional, la operación de taladrado puede ser realizada en condiciones geológicas diferentes. También puede realizar perforaciones anchas en diámetro, exploración geológica, perforación vertical, entre otras.

Poder del motor	160 Kw
Torque de rotación	22,000 Nm
Velocidad de rotación	0-60 rpm

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836
construsuelosltda@gmail.com

Elevación máxima	30 kN
Empuje máximo	30 kN
Inyección	3.5 metros
Tubería de taladro	89 x 3000 o 159 x 3000 mmm
Sistema de desplazamiento hidráulico	Doble 100/80/50 ml/r
Volumen del tanque de aceite hidráulico	300 litros
bomba de circulación directa e inversa de 6 pulgadas de BW	Bomba de lodo 600



Fotografía. Equipo de perforación HFK 400 L

- **Registro eléctrico**

Una vez terminado la perforación se toma el registro eléctrico del pozo que consiste en bajar una sonda dentro de la perforación. La sonda está conectada por medio de un cable a un equipo eléctrico que está en la superficie del terreno, mediante el cual se envía una corriente eléctrica. Este aparato registra la RESISTIVIDAD y la DIFERENCIA de POTENCIAL de las capas atravesadas en la perforación, parámetros asociados a la calidad de agua que contienen los acuíferos. Gráfica dos curvas, una enfrentada a la otra con respecto a la profundidad. Los valores de la resistividad se dan en ohmios-metro y la diferencia de potencial en milivoltios.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382803 – 6848430 Cel: 3124303836
construsuelosltda@gmail.com

- **Entubado del pozo.**

Se instalará tubería PVC 6" RDE-21 acampanada mediante conexión de soldadura y tornillo y tubería ranurada tipo filtro de acuerdo al diseño final basados en los datos de la perforación exploratoria. La tubería de entubación definitiva del pozo debe ser capaz de resistir la presión provocada por los empujes laterales del terreno y la presión hidrostática de los acuíferos existentes, esto por posibles diferencias de nivel de aguas entre el interior y el exterior del pozo. La zona de captación está conformada por dos partes: tubería ranurada y el filtro de gravas. Ambos elementos tienen por objeto permitir el acceso de agua libre de materiales finos en suspensión, impidiendo además derrumbes en la perforación. Los referidos elementos deben ser diseñados con el fin de generar el mínimo de pérdidas de carga hidráulica en el pozo.

El entubado del pozo se debe realizar en forma continua, la tubería debe bajar libremente y en cada roscada se debe mantener y chequear la verticalidad con un nivel. Se instala tramo por tramo hasta que al final, la tubería queda colgada del gancho del winche principal de la máquina de perforación, se centra y se asegura en la superficie mediante un anclaje compuesto por dos rieles de acero de 3 metros de longitud aproximada cada uno, que se apoyan en el terreno y se soldán al pozo por medio de platinas de acero. La tubería nunca se debe apoyar en el fondo de la perforación. Entre el fondo de la perforación y la profundidad máxima de revestimiento del pozo, se deben dejar unos tres (3) metros de tolerancia para que los sedimentos que puedan caer durante el entubado se depositen en el fondo y no vayan a impedir el descenso de la tubería. En la figura se observa la instalación del revestimiento de un pozo.

- **Instalación del filtro de grava**

El filtro de grava se debe instalar en el espacio anular comprendido entre la perforación definitiva y la tubería de revestimiento.

Antes de instalarlo, se debe uniformizar la viscosidad del lodo de perforación que aún permanece dentro del pozo. Se instala la tubería de perforación por dentro de la de revestimiento del pozo y se pone a circular el lodo, cuando su viscosidad se uniformice, se inyecta agua para disminuirla a un punto tal que permita el libre descenso de la grava en el espacio anular. La grava se instala por gravedad desde la superficie, a pala, lentamente para garantizar su descenso hasta el fondo del pozo. Labor que se realiza en forma continua para que el espacio anular quede lleno hasta la superficie.

El volumen del filtro de grava es fácil calcularlo: Se calcula el volumen de la perforación que es de forma cilíndrica, luego se calcula el volumen que ocupa la tubería de revestimiento. La diferencia entre estos dos volúmenes es el volumen mínimo de grava que debe entrar en el pozo. Es muy importante que la grava quede continua desde el fondo hasta la superficie, porque la creación de vacíos en el filtro de grava es un problema que a veces es difícil de solucionar.

Calle 29 # 9 – 65 Agua Blanca – Floridablanca – Santander
Teléfonos 6382509 – 6848130 Cel. 3104703836
construsuelos@gmail.com

La grava es previamente lavada y clasificada para poder garantizar uniformidad y no ingreso de materiales extraños al pozo.

- **Desarrollo del pozo**

El desarrollo del pozo tiene como objetivo lograr el máximo rendimiento posible, es decir la mayor capacidad específica. Una vez terminado el pozo deberá realizarse operaciones de limpieza que tienen como objetivo desalojar la bentonita. Los métodos de desarrollo son básicamente chorros de agua a altas velocidades, aire comprimido, bombeos intermitentes o agitación y sobre bombeo. Es conveniente tomar en cuenta que la limpieza será más difícil conforme el acuífero sea más fino, o cuando el tiempo de construcción del pozo tenga una larga duración.

El método más eficiente y práctico que se va utilizar es una combinación de varios de ellos y se realiza en varias etapas así:

- Aplicación de agua a presión, con la bomba de lodos del equipo de perforación, en frente de cada filtro para extraer el lodo de perforación. El aditamento a través del cual se inyecta el agua a presión se puede observar en la figura.

- En la práctica se ha establecido que un compresor que tenga una presión disponible de 100 a 125 PSI (lbs. /pulg2) y una capacidad de volumen de 250 pies3/minuto es suficiente para desarrollar pozos hasta de 400 m de profundidad. El compresor funciona

Calle 94 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382502 – 6848437 Cel.: 3132133836
construsuelos@gmail.com

como una bomba de flujo intermitente. El aire se inyecta dentro del agua y como tiene más baja densidad, arrastra el agua estableciendo el flujo hacia afuera del pozo.

- El aire se inyecta al pozo a través de una tubería de acero o hierro galvanizado de un diámetro entre %" y 1 %" que se instala por dentro de la tubería de bombeo a la cual esta acoplado el pistón.

- Para que el agua y los sedimentos puedan ser extraídos hasta la superficie es fundamental que la línea de aire esté sumergida dentro del agua como mínimo en un 60% de su longitud total, en caso contrario el agua no alcanzará a salir a la superficie. En la figura se pueden observar las condiciones de instalación y operación del sistema.

- Posteriormente al desarrollo hay que realizar las mediciones de los niveles del pozo.

Los niveles se miden con una sonda eléctrica que consiste en un electrodo conectado a través de un cable a una linterna que emite una corriente. Cuando el electrodo toca el agua, cierra el circuito y la aguja del amperímetro se mueve. Una vez se meta la sonda en el pozo y se registre

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382809 - 6846430 Cel: 3124703936
construsuelos@gmail.com

un nivel de agua, se marca el cable en la boca del pozo y se mide la longitud hasta el electrodo con una cinta métrica. Los niveles de agua se referencian siempre al nivel del terreno, en la boca del pozo. En la figura se observa la sonda eléctrica y la manera de utilizarla.

- **Realizar un sello sanitario.**

El espacio anular entre la pared del pozo perforado y la superficie exterior de la rejilla será rellenado con un filtro de grava o arena graduada desde la base del pozo perforado, hasta un nivel no menor de 3 metros arriba del nivel estático del agua. Sobre la parte superior de éste filtro debe colocarse un sello de arcilla no menor que 2 metros de longitud, para evitar la contaminación de la sección de la rejilla. Arriba del sello de arcilla deberá colocarse material de relleno hasta 3 metros por debajo de la superficie.

Un relleno de cemento de 7 metros de longitud deberá sellar la sección superior del espacio anular arriba mencionado desde la superficie hasta el fondo del material de relleno.

6.1 INSTALACION BOMBA SUMERGIBLE

Las bombas sumergibles estándar sirven para impeler agua limpia y fría bajo condiciones normales de servicio. Cualquier otro modo de aplicación o de servicio ha de consultarse con, el fabricante.

Las bombas sumergibles, antes de salir de la fábrica, se someten a una detenida verificación y se les adjunta las instrucciones de servicio para el montaje, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento, de acuerdo con las normas internacionales de seguridad. A continuación, se describen los procedimientos aplicables para la instalación, el servicio y el mantenimiento de las bombas sumergibles estándar.

Los trabajos en la instalación solamente pueden realizarse estando la misma en reposo. Hay que atenerse estrictamente a las instrucciones del Manual de servido para poner la instalación en reposo.

Las bombas y equipos dedicados al transporte de medios peligrosos para la salud han de ser descontaminados.

Inmediatamente después de terminados los trabajos han de montarse o ponerse en función todos los dispositivos de seguridad y protección.

- **Condiciones normales de servicio:**

- Temperatura: véase hoja de características

- Contenido de arena: <25 mg)1 –

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos 6382809 – 6848430 Cel 3124503836
construsuelosltda@gmail.com

- Ausencia de suciedad que pueda producir depósitos y atascamientos en la bomba o sedimentaciones en la superficie del motor

- Ausencia de golpes de agua

- No puede funcionar contra la corredera cerrada

- Funcionamiento sólo dentro de los márgenes de tolerancia de tensión prescritos

- Margen autorizado de servicio: 50 a 120% de la corriente óptima de caudal

- Protección del motor correctamente seleccionada y ajustada

- Observancia de la frecuencia máxima permisible de conexión

- **Posición de montaje**

Al determinar la posición y profundidad de montaje hay que considerar los criterios siguientes:

- Montaje vertical en el pozo, por encima del trayecto de filtrado, de modo que se consiga un caudal sin dificultad alguna a lo largo de la pared exterior del motor

- Sumersión suficiente

- Nivel de agua tranquiló por lo menos 2 m por encima de la salida de la bomba - Superficie dinámica del agua por encima de la carcasa de aspiración, teniendo en cuenta el valor NPSH necesario para la bomba (véase curva característica de la bomba)

- Caudal (véase curva característica de la bomba)

- Condiciones de aflujo del medio que se transporte (depende de las condiciones de montaje

- **Frecuencia de conexión**

El número de conexiones regularmente distribuidas a lo largo de una hora pueden verse en la hoja de características. Una mayor frecuencia de conexión solamente es permisible de acuerdo con el fabricante.

Número de conexiones máximas permisibles un tras otra:

Motor frío: 3 conexiones

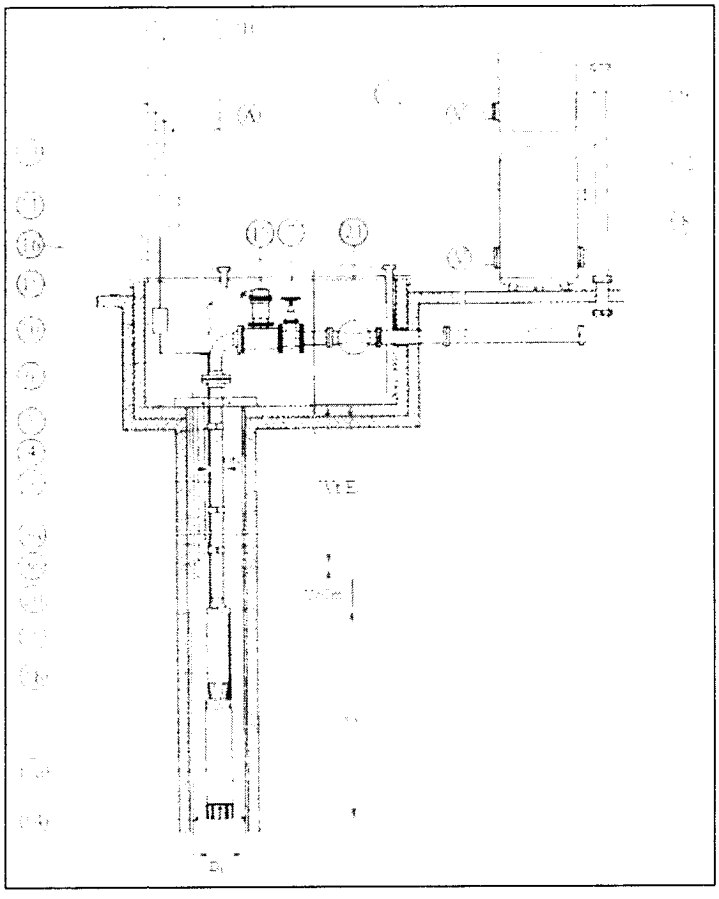
Motor caliente: 2 conexiones

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos 6382809 – 6848430 Cel. 3124703836
construsuelos@gmail.com

Pausa tras cada ciclo: 5 minutos

- **Conexión hidráulica**

El montaje a título ejemplar de un equipo de abastecimiento de agua se indica en siguiente figura. Dado que se trata de un esquema de principio, la realización final habrá que adaptarla a las condiciones in situ. Los componentes adicionales indicados son recomendaciones destinadas a aumentar la seguridad de servicio y la protección del equipo.



1a Motor sumergible
1b Bomba sumergible
2 Válvula de retención
3 Tubería ascendente
4 Abrazadera para suministro de energía y cables de señal
5 Abrazadera de soporte
6 Codo con conexión de manómetro
7 Válvula de Control

Calle 29 # 9 – 65 Ciudad Bonita – Bucaramanga
Teléfonos 6382800 – 6848430 Cel. 3104133630
construsuelos@gmail.com

8 Tubería de descarga
9 Estanque de presión o estanque elevado
10 Caja terminal / salida de cable de energía eléctrica
11 Tablero con unidades de conexión, control y señales
12 Switch de presión o flotador
13 Fusibles del sistema
14 Dispositivo de centraje
15 Manómetro
16 Venteo del pozo
17 Ventosa
18 Válvula de seguridad
19a Detector de nivel superior
19b Detector de nivel inferior
20 Sensor de presión para medición del nivel de agua
21 Flujómetro

- **Explicaciones y abreviaturas:**

DB Diámetro del pozo
ET Profundidad del Fitting
LA Largo de la unidad, inc. Válvula de retención
US Punto de operación más bajo = protección func. en seco
OS Punto de operación más alto (solo operación automática)
U Nivel mínimo de agua sobre la instalación
WT Nivel mínimo de agua (dinámico)
V Al consumo
A Conexión para motor trifásico
B Conexión para motor monofásico

- **Montaje**

Todos los equipos de las bombas solamente pueden ponerse en funcionamiento estando el motor totalmente lleno y absolutamente sumergido. Antes de proceder a la instalación, hay que verificar en cada caso si el motor está lleno y, si hay que proceder de acuerdo a la "INSTRUCCIÓN PARA LLENAR MOTORES SUMERGIBLES"

- **Medidas a adoptar al recibir el suministro**

Inmediatamente después de la recepción hay que retirar el embalaje del equipo y comprobar posibles deterioros y si el suministro está completo y es correcto. Si se aprecian deterioros hay que ponerlo inmediatamente en conocimiento del transportista. Los datos de la placa de

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382909 – 6846430 Cel.: 3124303836
construsuelosltda@gmail.com

características deben de estar de acuerdo con los de la documentación de entrega. Si el equipo de la bomba ha de almacenarse o transportarse a otra parte, hay que tener en cuenta los capítulos "Transporte" o "Almacenamiento" respectivamente.

- **Trabajos y verificaciones antes del montaje**

Hay que asegurarse de que la corriente de la red (medida entre dos fases) corresponda a la tensión del motor de acuerdo con la placa de características. Las oscilaciones de tensión máximas permisibles están indicadas en la hoja de características. Si hay mayores oscilaciones de tensión o de frecuencia, hay que indicarlo en el pedido y el fabricante habrá de confirmarlo. En caso de duda, rogarnos consultar al fabricante o a su representación más próxima, antes de poner la instalación en funcionamiento.

Antes del montaje hay que medir la resistencia al aislamiento del motor de acuerdo con el catalogo del fabricante.

Hay que asegurarse de que el diámetro del pozo (DB) hasta la profundidad de instalación es suficiente para poder montar el equipo de la bomba sin dificultades.

- **Instalación de equipos de bombas ya montados**

Montar en el equipo de bombas ya montado el primer tramo de la tubería ascendente, el cual no deberá ser más largo de 0,5 m.

Fijar el conductor de corriente y, si es necesario, los conductores de mando y/o medición, con abrazaderas al tubo ascendente. Por debajo de la brida del tubo colocar una abrazadera de montaje y entonces suspender el equipo completo con un aparejo o equipo de elevación adecuado.

Hacer descender el equipo en el pozo hasta que la abrazadera de montaje se encuentre sobre el tubo del pozo o sobre la cabeza del pozo. Colocar el siguiente tramo de la tubería ascendente (3). Los conductores de corriente y, dado el caso los conductores de medición y/o de mando, hay que fijarlos con una abrazadera (4) unos 0,5 m por encima de la brida. Colocar una segunda abrazadera de montaje (5) debajo de la brida superior y, en el caso de tubos atornillados, debajo del manguito. Suspender el equipo con la abrazadera de montaje superior en el equipo de elevación y subir un poco, aflojar después la abrazadera inferior de montaje y hacer descender lentamente el equipo en el pozo.

Al descender el equipo, prestar atención a que el cable conductor de corriente no quede aprisionado ni sometido a tracciones.

Para proteger el cable recomendamos revestir con una plancha de goma el lugar de entrada del cable en el pozo, haciéndolo descender al través de un rodillo. Al descender en el pozo, el

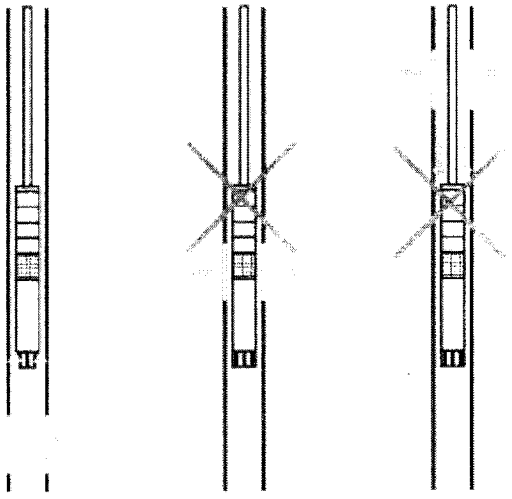
Calle 29 # 9 – 68 Local 1 Floridablanca – Santander
Telefonos: 6382309 – 6848430 Cel.: 3124503036
construsuelos@gmail.com

equipo ha de estar siempre libremente suspendido, sin quedar enganchado en las paredes del pozo. Posibilidad de control: la bomba ha de poder girarse libremente.

Unos 0,5 m por debajo de la brida/manguito superior hay que colocar la segunda abrazadera para el cable. Hacer descender el equipo hasta que la abrazadera de montaje se sustente sobre la entrada del pozo, atornillando entonces el siguiente tramo de la tubería ascendente. Si es necesario, hay que colocar una abrazadera para el cable cada 3 m de tramo de tubería.

Consejos de Instalación para asegurar una larga vida útil del equipo de bombeo.

Para permitir una apropiada refrigeración del motor, una velocidad de flujo de refrigeración mínima a lo largo del motor tiene que ser entregada (referirse la data sheet y placa nominal del motor). Para una mejor refrigeración del motor, la velocidad de flujo a lo largo de la superficie de éste debe ser: 0,5 – 2 m/seg.



La unidad de bombeo debe siempre estar instalada sobre el filtro del pozo, de tal manera que toda la capacidad de bombeo fluirá a lo largo de la superficie del motor, entregando continuamente la refrigeración adecuada del motor.

6.2 PRUEBA DE BOMBEO

La prueba de bombeo tiene dos objetivos:

- Calcular los parámetros hidráulicos de los acuíferos, Transmisibilidad (T) y Coeficiente de Almacenamiento (8) para conocer su comportamiento hidráulico.

Calle 24 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836
construsuelos@gmail.com

- Calcular los parámetros hidráulicos del pozo: abatimiento (s), caudal (Q) y capacidad específica (Q/s) para establecer el rendimiento del pozo y seleccionar el equipo de bombeo.

El equipo necesario para realizar una prueba bombeo es el siguiente:

- Una bomba con motor sumergible o motor en la superficie.
- Un dispositivo de aforo para medir el caudal del pozo.
- Un medidor de nivel de agua (sonda eléctrica).
- Una válvula de compuerta para regular el caudal.
- Una tubería de pequeño diámetro para meter el cable de la sonda.
- Cronómetro para llevar el control del tiempo durante la prueba.
- Tacómetro para medir la velocidad de la bomba.
- Hoja de reporte de datos (cartera de prueba de bombeo).

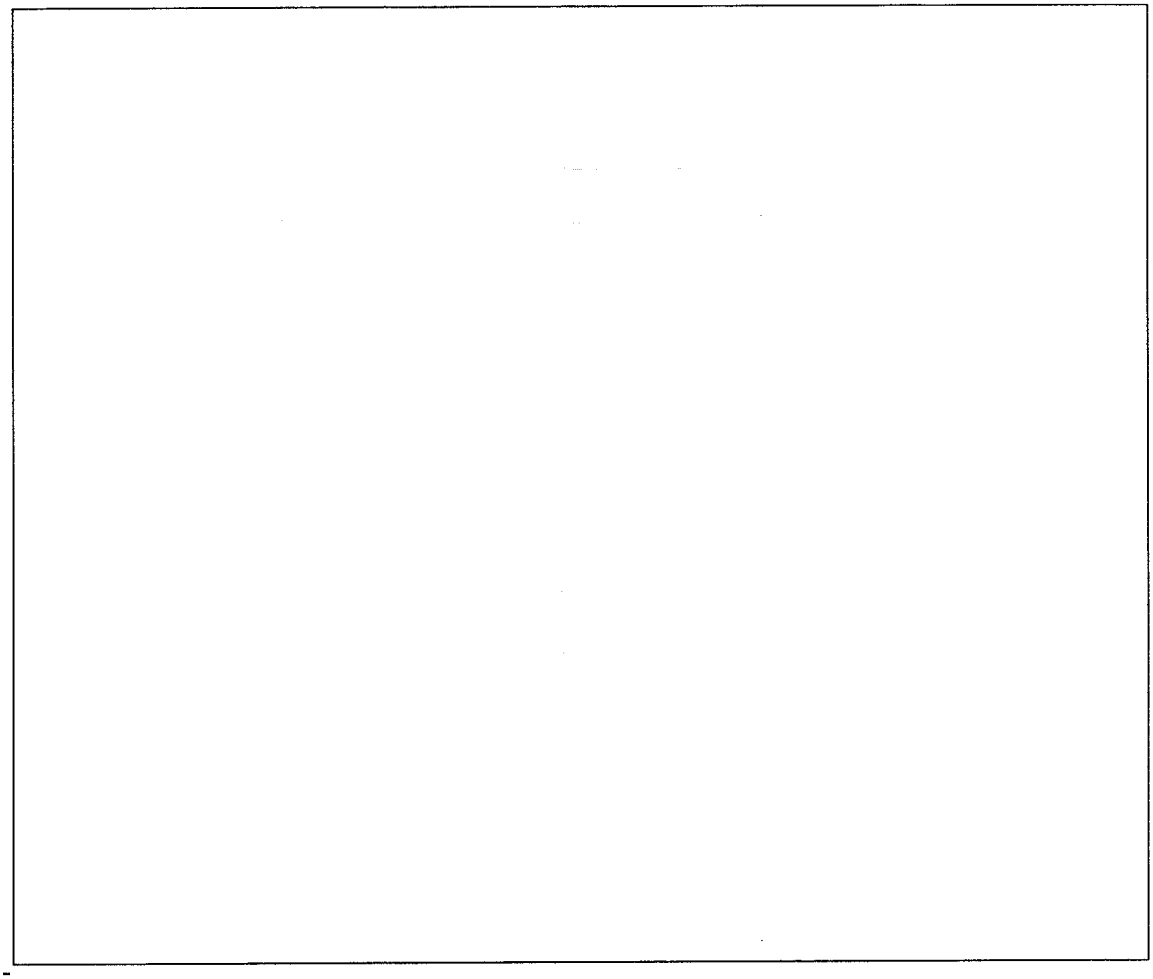
¿Qué medidas hay que realizar?

- Niveles de agua: Nivel estático y Niveles de bombeo
- Caudal.
- Tiempo.
- Velocidad la bomba.

El caudal se puede controlar con una válvula de compuerta o regulando la velocidad de la bomba si la prueba se hace con un motor de combustión.

Al inicio del primer ciclo de bombeo se miden los niveles del agua cada cinco minutos durante la primera media hora luego cada diez minutos hasta los 100 minutos y después cada media hora hasta finalizar la prueba.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382809 – 6848436 Cel.: 3124335836
construsuelosltda@gmail.com



Calle 39 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124007836
construsuelosltda@gmail.com

6.3 ÁREA REQUERIDA Y TIEMPOS PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

- **Área Requerida**

Para la construcción del pozo y sus obras complementarias, se requiere un área aproximada de 10M X 10M = 100 metros cuadrados (100m2).

- **Plazos para ejecución del proyecto**

Tiempo de Construcción de la Infraestructura = **2 meses**

Tiempo de Aprovechamiento de la fuente = **10 Años**

9.0. OTROS APROVECHAMIENTOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Se realizó una inspección en los sectores aledaños al área de estudio del proyecto y no se encontró otros aprovechamientos de aguas subterráneas existentes dentro del área respecto de la cual se está solicitando el presente permiso.

Cra 19 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Teléfonos 6352840 – 6848439 Cel. 3134010830
construsuelosltda@gmail.com

493

6.4 DISEÑO GENERAL DEL POZO

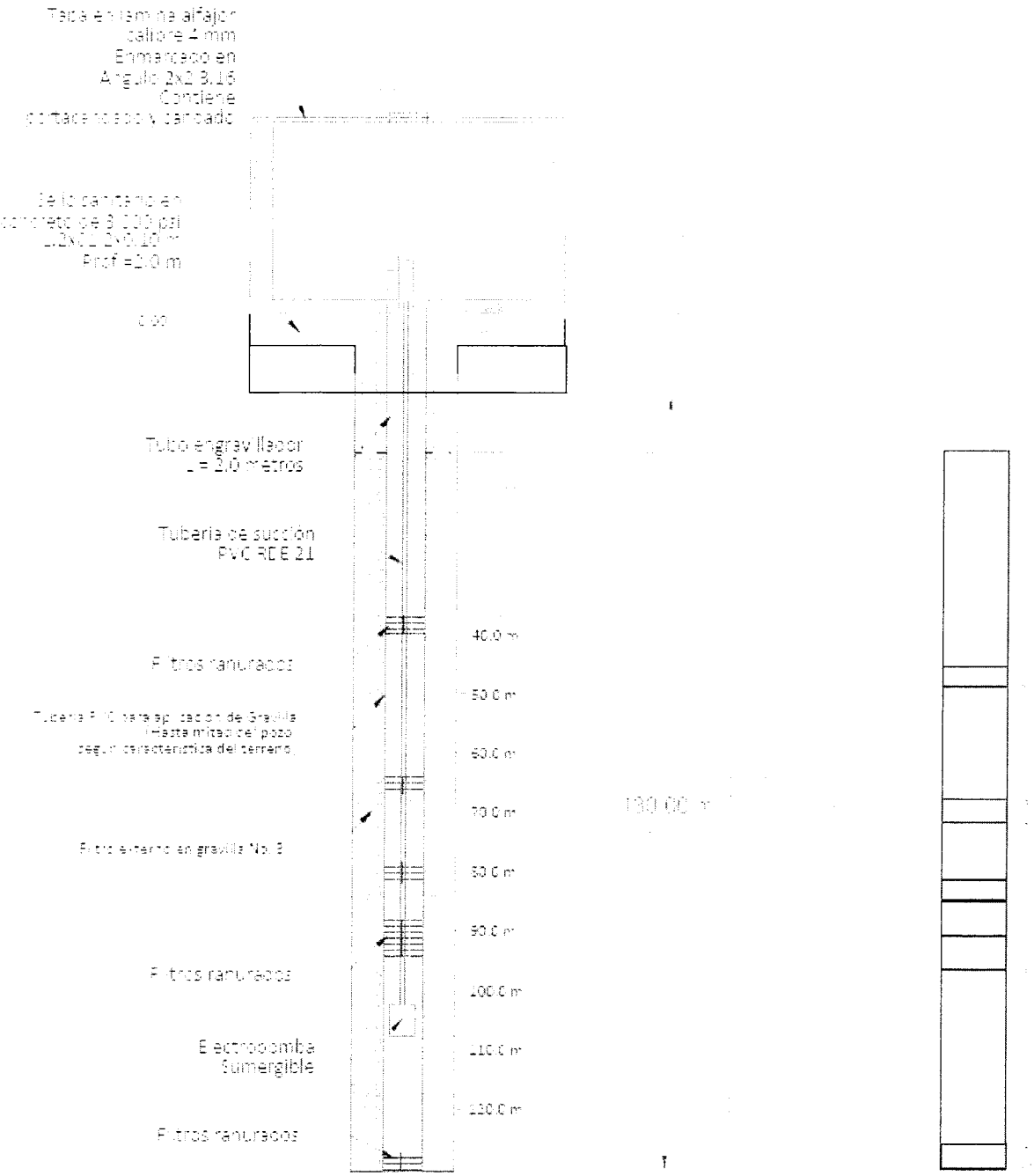


Ilustración 12. Perfil General del Pozo

Calle 29 # 9 – 65 Piso 1 Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6362600 6848400 Cel. 3121173336
construsuelos@gmail.com

7. BIBLIOGRAFÍA

- EPRI (1990), Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design, 1990.
- Loke, M. H. 2001. Tutorial: 2-D y 3-D electrical imaging surveys. Geotomo Software, Malasia.
- Loke, M. H. 2002. Rapid 2D resistivity forward modelling using the finite-diffrrence and finite-element methods. Geotomo Software, Malasia.
- Loke. M. H. 2004. Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys.
- Loke, M. H. y Barker, R. D. 1995. least-squares deconvolution of apparent resistivity pseudosections. Geophysics, v.60, p. 1682-1690.
- Loke, M. H. y Barker, R. D. 1996, Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by quasi-Nexton method. Geophysical Prospecting, v.44, p. 131-152.
- Look, B. (2007). Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables.
- Orellana, E. 1982. Prospección geoeléctrica en Corriente Continua. Editorial paraninfo.
- Sarria Molina, Alberto. Ingeniería Sísmica. Ediciones Unidas Universidad de los Andes Bogotá, Colombia. 1990.

7.1 FIRMA DEL ESPECIALISTA

El ingeniero da fe que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del presente estudio.

Ing. MIGUEL ÁNGEL CAMARGO JAIMES
CC. 91.242.962 de Bucaramanga
Ingeniero Civil, Especialista en Geotecnia Ambiental
Matrícula Profesional 68202097608 STD

Calle 29 # 9 – 68 Local 1 Floridablanca – Santander
Teléfonos: 6382809 – 6848430 Cel: 3124503836
construsuelos@gmail.com

495

ANEXO 1. REGISTRO DE RESISTIVIDAD

Calle 14 # 9 – 68 Apto 1 Floridablanca – Santander
Telefonos: 6382303 – 6848430 Cel: 321 [illegible]836
construsuelos@gmail.com