MANUAL DE FUNCIONAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL POZO PROFUNDO DEL PROYECTO:

"CONTRATAR LA OBRA DE CONSTRUCCIÓN DE POZO PROFUNDO PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA DEL CENTRO AGROPECUARIO LA GRANJA".

ELABORADO POR:

R/L. Mario Arturo Rojas Rodríguez.

Ing. de Petróleos.

2026

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

TABLA DE CONTENIDO.

1. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DE POZOS PROFUNDOS. 4
2. CAUSAS DE LA DISMINUCIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN POZO. 4
2.1. INCRUSTACIÓN. 5
2.1.1. INCRUSTACIÓN QUÍMICA. 5
2.1.2. INCRUSTACIÓN BACTERIOLÓGICA. 5
2.1.3. INCRUSTACIÓN MECÁNICA. 6
3. TRATAMIENTOS CONTRA LA INCRUSTACIÓN. 7
3.1. TRATAMIENTO QUÍMICO. 7
3.1.2. APLICACIÓN DE QUÍMICOS. 8
3.2. TRATAMIENTO MECÁNICO. 10
4. CORROSIÓN. 11
4.1. CONSECUENCIAS DE LA CORROSIÓN. 11
4.2. ¿QUE SE PUEDE HACER CONTRA LA CORROSIÓN? 12
4.3. ¿CÓMO SE PUEDEN LOCALIZAR LAS FALLAS O ROTOS EN LA TUBERÍA? 13
5. DESINFECCIÓN DE POZOS. 13
5.1. ¿CÓMO DE HACE LA DESINFECCIÓN? 14
6. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. 16
6.1. HOJA DE REPORTE DE MANTENIMIENTO DEL POZO. 16
6.2. MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE BOMBEO. 18
6.2.1. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA. 18
7. MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO. 23
7.1. ALISTAMIENTO PREVIO. 23
7.2. LIMPIEZA Y LAVADO. 23
7.3. DESINFECCIÓN. 24
7.3.1. ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL. 25

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

8. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL POZO Y DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO. 26
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 29

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Desincrustantes más utilizados. 7
Tabla 2. Dosis de hipoclorito para pozos. 15
Tabla 3. Reporte mantenimiento del pozo. 17
Tabla 5. Resistencia del motor. 22
Tabla 6. Reporte mantenimiento equipo de bombeo. 22
Tabla 7. Concentraciones de cloro/materia orgánica. 24
Tabla 8. Elementos de protección personal. 25
Tabla 9. Cronograma de mantenimiento. 26
Tabla 10. Actividades y Tiempos para ejecución. 26
Tabla 11. Frecuencia de las Actividades para el pozo profundo. 30
Tabla 12. Frecuencia de las Actividades para la electrobomba sumergible. 30

LISTA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Aplicación de ácido dentro del pozo. ---------- 8
Ilustración 2. Características del pozo profundo. ----------11
Ilustración 3. Prueba de resistencia del motor. ----------20

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

1. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DE POZOS PROFUNDOS.

El mantenimiento es una labor indispensable que garantiza el máximo rendimiento de un pozo y la prolongación de su vida útil.

El mantenimiento adecuado de los pozos puede aumentar su productividad, reducir al mínimo los requisitos de energía, los costos de bombeo y disminuir el descenso excesivo del nivel del agua cerca del pozo.

Dada la importancia del pozo como fuente de abastecimiento de una comunidad y/o vivienda, este debe mantenerse en óptimas condiciones para que garantice el suministro de agua en forma confiable y segura.

Para que el pozo funcione bien, también necesita que su equipo de bombeo se mantenga en buenas condiciones de operación, luego su mantenimiento también es definitivo e importante.

Así mismo los tanques de almacenamiento de agua, deben estar en óptimas condiciones para garantizar la salubridad y seguridad del agua que posteriormente será consumida por el usuario.

2. CAUSAS DE LA DISMINUCIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN POZO.

- ✓ La obstrucción de los filtros y los alrededores del pozo con incrustaciones químicas, bacteriológicas y mecánicas.
- ✓ Descenso excesivo del nivel freático por interferencias de pozos cercanos y veranos prolongados.
- ✓ Desgaste de la bomba por envejecimiento, mala calidad de los materiales o instalación deficiente.

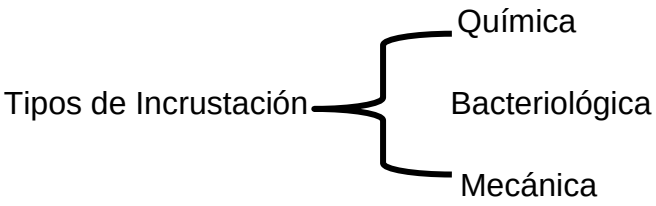
Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

- ✓ Corrosión de la tubería o filtros que pueden producir el derrumbamiento del pozo y pérdida total de las instalaciones sino es corregida a tiempo.

2.1. INCRUSTACIÓN.

La incrustación es la causa más común de disminución de la capacidad específica o rendimiento de un pozo, provocada por una resistencia excesiva al flujo de agua hacia él.

Esto se produce cuando los filtros, el filtro de grava y las formaciones alrededor del pozo se obstruyen con depósitos que podrían ser sedimentos (arena y arcilla), minerales (hierro, manganeso, carbonatos) o bacterias.



2.1.1. INCRUSTACIÓN QUÍMICA.

La química del agua subterránea es el factor más importante que afecta el potencial de incrustación.

Los gases y minerales disueltos que se encuentran en el agua subterránea están en equilibrio, el cual se rompe cuando se bombea el pozo produciendo precipitación de los minerales disueltos como carbonatos de calcio y de magnesio, hierro y manganeso principalmente sus óxidos e hidróxidos.

2.1.2. INCRUSTACIÓN BACTERIOLÓGICA.

Es la producida por bacterias ferrosas que son orgánicas fundamentalmente, que desarrolla crecimiento fangoso.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

La bacteria de hierro oxida al hierro disuelto (y al manganeso) y acumula grandes cantidades de hidróxidos férricos fangosos.

Es una pasta gelatinosa que se deposita en las ranuras de los filtros obstruyéndolos.

Las bacterias del hierro generalmente se encuentran en aguas:

- ✓ Poca profundas.
- ✓ Con temperaturas menores de 18 grados centígrados.
- ✓ Con alto contenido de hierro o manganeso, mayores a un miligramo por litro.
- ✓ Con menos de 1000 miligramos por litro de sólidos totales disueltos.

2.1.3. INCRUSTACIÓN MECÁNICA.

Es el taponamiento mecánico producido por la sedimentación de arcilla, limo o arena en el filtro de grava y en los acuíferos alrededor del pozo.

Esta incrustación no es tan frecuente como las dos anteriores y se presenta cuando un pozo ha tenido deficiencia en su diseño o construcción o el acuífero tiene cantidades anormales de sedimentos finos.

Es esta situación el pozo produce agua con arena limitando seriamente la vida útil del equipo de bombeo.

Si los problemas de incrustación se detectan y tratan a tiempo la mayoría de los pozos se puede mantener en condiciones óptimas de rendimiento siempre y cuando no exista una falla estructural o descenso anormal de los niveles del agua por sobre explotación de los acuíferos.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

3. TRATAMIENTOS CONTRA LA INCRUSTACIÓN.

Para eliminar estas incrustaciones existen dos tipos de tratamientos:

- ✓ Tratamiento químico.
- ✓ Tratamiento mecánico.

3.1. TRATAMIENTO QUÍMICO.

Consiste en el empleo de productos químicos para eliminar las incrustaciones de minerales, bacterias y arcilla que se depositan en las ranuras de los filtros y alrededor del pozo.

Estos productos son: ácidos, polifosfatos y cloro. Vienen en diferentes formas de presentación: líquidos o granulares, algunos de estos deben ser previamente preparados antes de aplicarlos.

Para que un tratamiento químico sea efectivo, es fundamental que la aplicación de los químicos se realice en los filtros que estén incrustados, obligándolos a que penetren bien dentro de los acuíferos. Un químico mal aplicado equivale en la mayoría de los casos a un mantenimiento INEFECTIVO.

Tabla 1. Desincrustantes más utilizados.

Desincrustantes	Tipos más utilizados	Presentación	Tipo de incrustaciones que atacan	Dosis	Tiempo de contacto (horas)
Ácidos	muriático	liquido	todos los minerales	1,5 volúmenes de agua contenida en los filtros del pozo.	2
	Sulfónico	granular	carbonatos y óxidos de hierro	1,5 volúmenes de agua contenida en los filtros del pozo.	12

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

	Acético.	liquido		1 galón de ácido por cada 1,5 galones de agua contenida en los filtros.	16
Polifosfatos	Exametafosfato de sodio. Tripolifosfato de sodio.	granular Líquido.	Arcillas, limos, arenas e incrustaciones de hierro.	Un (1) kg x cada 200galones de agua contenida en los pozos.	24
Cloro	hipoclorito de calcio Hipoclorito de sodio.	granular Líquido.	Bacterias.	Un (1) kg cada 200 galones de agua contenida en los pozos.	12

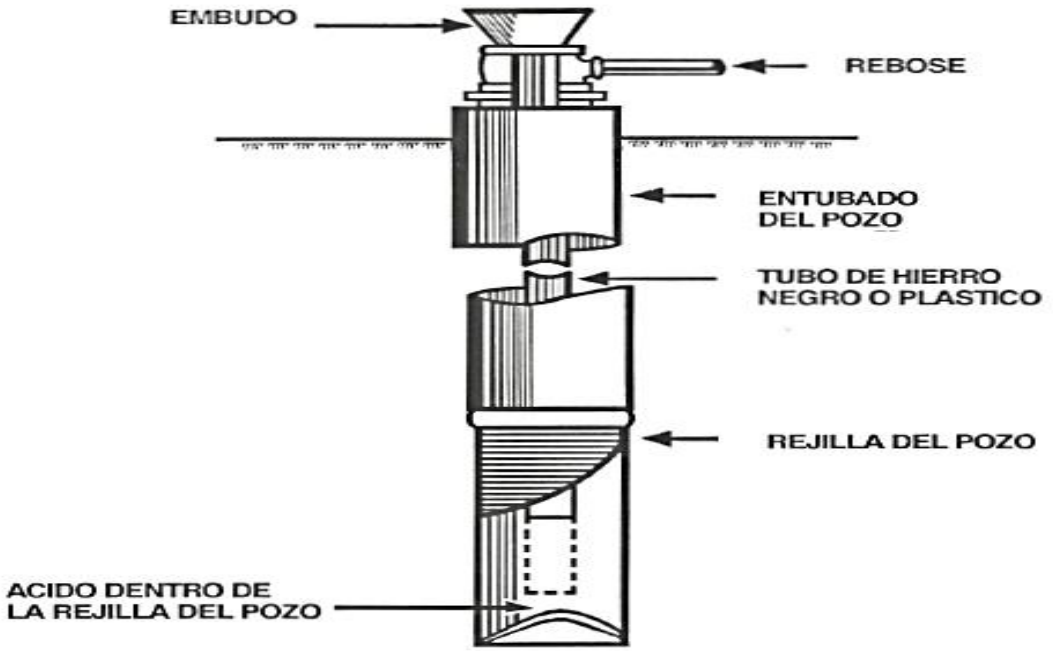
Fuente: Constructor.

3.1.2. APLICACIÓN DE QUÍMICOS.

¿Cómo se deben aplicar?

La forma de aplicación de estos químicos se realiza de la siguiente manera:

Ilustración 1. Aplicación de ácido dentro del pozo.



Fuente: Constructor.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

Se instala tubería de PVC plástica de diámetro de 3/4" a 1" hasta la profundidad donde está ubicado el filtro que se quiere limpiar.

Los químicos granulares deben ser previamente disueltos en agua. Unos 20 galones de agua para cada 10 Kg de polifosfato o 5 Kg de hipoclorito.

Se vierte el ácido, polifosfato o hipoclorito por medio de la tubería plástica a través de un embudo al cual se conecta una manguera que hace las veces de sifón con el recipiente que contiene el ácido o donde se preparen previamente los químicos a utilizar.

El químico baja por gravedad, como tiene mayor densidad que el agua desciende sin problemas, aunque es recomendable inyectarle agua o aire para forzarlo a que penetre bien en los acuíferos.

Luego se agita vigorosamente con el pistón para que su efecto sea completo en los filtros, el filtro de grava y en los acuíferos.

Se deja en reposo durante el tiempo necesario (tiempo de contacto) para que el desincrustante ejerza su acción.

Finalmente se bombean con compresor o bomba los químicos utilizados y las incrustaciones disueltas hasta que el agua salga completamente limpia, sin sabor y sin olor.

RECOMENDACIONES CUANDO SE USAN ÁCIDOS

- ✓ La velocidad a la que el ácido retira la incrustación está relacionada con su PH. Entre más bajo sea el PH, más rápido funcionará el ácido.
- ✓ Siempre utilice anteojos, protectores y guantes impermeables.
- ✓ Vierta el ácido lentamente en el agua. NUNCA vierta el agua en el ácido.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

- ✓ Trabaje con ácido, solo en espacios bien ventilados.
- ✓ Bombee todo el ácido aplicado después de que ejerza su acción.

3.2. TRATAMIENTO MECÁNICO.

El tratamiento mecánico se aplica cuando las incrustaciones están constituidas por arcilla, limo o arena o por que el pozo esté produciendo mucho arrastre de arena y finos en suspensión. Este tratamiento consiste en pistonear cada filtro del pozo vigorosamente inyectando aire comprimido con un compresor en forma simultánea para evacuar los sólidos, es la misma labor que se ejecuta cuando se desarrolla un pozo nuevo.

Se realiza hasta que agua salga limpia sin sedimentos en suspensión.

En estos casos casi siempre el filtro de grava se mueve, es decir, desciende para ocupar el espacio que deja la arena o los finos que saca la bomba.

Esta grava se debe ir completando por el oído de alimentación localizado en la superficie, en la base del pozo y debe ser de características y tamaño similar a la que tiene el pozo.

Para esto, siempre se debe disponer de grava en la caseta del pozo, para el caso en que esta descienda bruscamente y a gran profundidad, sino se completa rápidamente, el pozo se puede derrumbar.

Lo mismo puede ocurrir cuando el pozo está produciendo mucha arena y el filtro de grava no baja, se puede formar una "caverna" dentro del pozo hasta producir su derrumbamiento.

Por todo lo anterior es necesario programar el mantenimiento del pozo cuando el arrastre de arena sea anormal, luego de 10 minutos después de iniciado el bombeo.

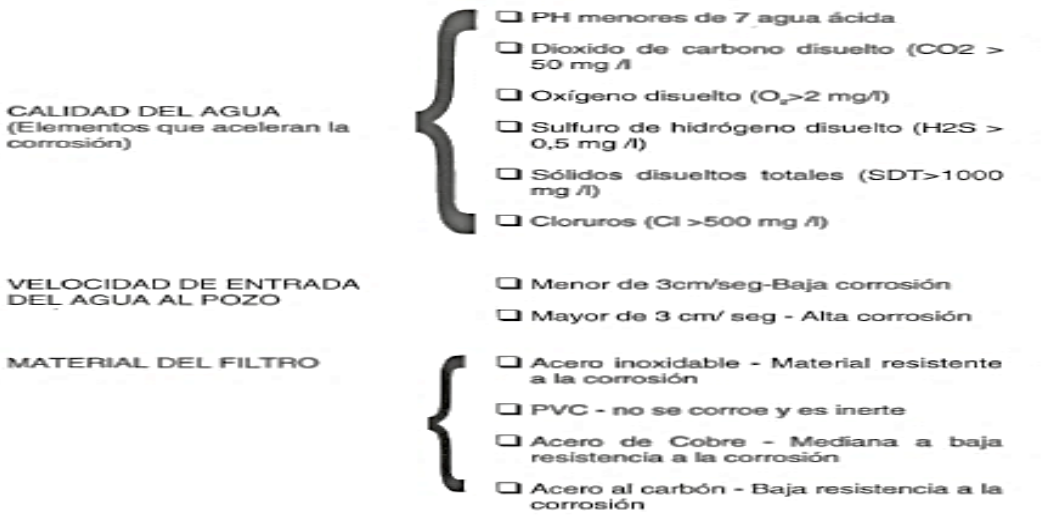
Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

4. CORROSIÓN.

La corrosión se define como una actividad química del agua sobre los materiales de revestimiento del pozo, ejercida por elementos externos, que causan que el material sea corroído o destruido.

Factores que influyen en la corrosión de los pozos La corrosión de la tubería y los filtros de un pozo depende de la calidad del agua que capte, la velocidad de entrada del agua y del material con que estén construidos.

Ilustración 2. Características del pozo profundo.



Fuente: Constructor.

4.1. CONSECUENCIAS DE LA CORROSIÓN.

La corrosión de un pozo produce:

- ✓ Aumento del tamaño de las ranuras del filtro.
- ✓ Entrada de arcillas, arenas y gravas.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

- ✓ Rotura de la tubería.
- ✓ Falla estructural y derrumbe parcial o total.
- ✓ Disminución del caudal cuando arrastre muchos sedimentos.
- ✓ Frenada de la bomba cuando salen materiales gruesos de la formación.

4.2. ¿QUE SE PUEDE HACER CONTRA LA CORROSIÓN?

La corrosión se previene desde la construcción del pozo, seleccionando un material de filtro adecuado a la calidad del agua de los acuíferos que este capte y teniendo en cuenta de que el área abierta de los filtros sea la necesaria para que la velocidad de entrada del agua sea en lo posible menor a tres centímetros por segundo (3 cm/seg).

SOLUCIONES

Una vez que un pozo esté corroído o roto, ¿Qué se puede hacer?

Lo único que se puede hacer es "ENCAMISARLO" para tapar el roto. Esta labor consiste en instalar un tubo de diámetro menor al del pozo, el cual se debe apoyar, ya sea en el fondo del pozo, desde la superficie o en el cono de reducción, si lo tiene, para que tape el roto. Si este se presenta en un filtro se debe instalar otro filtro similar para que el agua pueda seguir entrando.

La mayoría de las veces los pozos se rompen en cercanías del sitio donde está instalada la bomba debido a la turbulencia que se produce y gran cantidad de veces lo que falla es la tubería ciega y no los filtros, especialmente en las uniones soldadas.

Cuando un pozo se "ENCAMISA", el caudal se reduce de un 10% a un 20% aproximadamente, situación que se debe tener en cuenta para la operación posterior del pozo, lo importante en estos casos recuperar el pozo y lograr prolongar su vida útil unos años más.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

Los pozos generalmente cumplen su vida útil a la par con la vejez y resistencia del material de la tubería y filtros con que está revestido, es muy poco usual que los pozos se abandonen por agotamiento de los acuíferos, lo más común es el daño estructural.

4.3. ¿CÓMO SE PUEDEN LOCALIZAR LAS FALLAS O ROTOS EN LA TUBERÍA?

Con la toma de un Vídeo del pozo. Existen cámaras de vídeo que se introducen dentro del pozo donde se puede observar perfectamente el estado de la tubería y localizar el sitio y estado de la falla, haciendo más fácil la labor de ENCAMISADO. Este vídeo también es importante para observar el tipo de incrustaciones que tienen los filtros y la tubería en general.

5. DESINFECCIÓN DE POZOS.

La desinfección es una labor obligatoria que se debe realizar a todos los pozos de abastecimiento para consumo humano para eliminar las bacterias coliformes que pueden estar presentes, especialmente las fecales, que afectan la salud humana.

La desinfección se debe hacer como fase final al construir un pozo nuevo y en cada mantenimiento que se programe a los que estén en operación y en lo posible cada que se extrae la bomba para su reparación.

Las bacterias coliformes pueden llegar al pozo así:

- ✓ Si en la perforación del pozo se utiliza agua de mala calidad para preparar el lodo y el contacto de los materiales y herramientas de perforación con el suelo y demás agentes externos que los contaminan.
- ✓ En la instalación y desinstalación de la bomba.
- ✓ En las operaciones de mantenimiento, al introducir herramientas dentro del pozo que generalmente están contaminadas.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

- ✓ Por infiltración de aguas residuales domésticas y municipales en el suelo como letrinas, tanques sépticos, campos de infiltración o lagunas de tratamiento de aguas residuales, etc.

5.1. ¿CÓMO DE HACE LA DESINFECCIÓN?

La desinfección se realiza utilizando una solución de cloro como agente desinfectante puesto que es el más fácil de manejar y efectivo para esterilizar un pozo, una bomba, un tanque o una tubería.

¿Cómo se prepara esta solución de cloro?

La solución se prepara disolviendo en agua el Hipoclorito de Calcio o el Hipoclorito de Sodio. El Hipoclorito de Calcio, es el más utilizado por su fácil y más seguro manejo, es un material granular blanco que contiene alrededor de 70% de cloro disponible, por peso.

Su concentración se da en miligramos de cloro por litro de agua (mg/l) o partes por millón (ppm), 1 mg/l = 1 ppm. Por ejemplo, una solución de 15 mg/l equivale a una proporción de 15 miligramos de cloro en un litro de agua.

El hipoclorito de calcio es muy estable, bien empacado y a la temperatura adecuada puede durar hasta 12 meses después de fabricado.

El hipoclorito de sodio solo se encuentra en solución porque su composición química es muy inestable, toda las soluciones blanqueadoras para lavar lo contienen y en la práctica es poco utilizado lo mismo que el cloro gaseoso.

Para la desinfección de pozos y bombas se puede emplear hipoclorito de sodio en concentraciones del 5 al 10%.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

Forma de aplicación:

1. Mezclar agua con el hipoclorito hasta que quede bien disuelto.
2. Se aplica a través de tubería plástica de PVC de una pulgada de diámetro en frente de cada filtro y a lo largo de toda la profundidad del pozo.
3. La solución de cloro debe tener alrededor de 100 mg/l de cloro disponible, para garantizar su efectividad.
4. Luego de aplicado se debe agitar vigorosamente dentro del pozo con un pistón o con aire con un compresor.
5. El tiempo de contacto en el pozo debe ser entre 6 y 8 horas.
6. Luego se debe bombear el pozo durante un tiempo mínimo de 2 horas o el que se necesite hasta que el agua salga sin residuos, ni olor a cloro.
7. Se deben tomar muestras de agua para su análisis bacteriológico, antes y después de la desinfección, para verificar su efectividad.
8. Todos los elementos que componen la bomba, la tubería de conducción, accesorios y tanque de almacenamiento también deben ser desinfectados en forma simultánea con el pozo.
9. En cuanto a las dosis, se recomienda de acuerdo a la longitud y el diámetro de los filtros, es decir, a su volumen de almacenamiento. En promedio, de acuerdo a la profundidad del pozo, las dosis siguientes resultan bastante aceptables:

Tabla 2. Dosis de hipoclorito para pozos.

PROFUNDIDAD DEL POZO (m)	DOSIS en Kg de Hipoclorito de Calcio
100	10
200	15
400	15

Fuente: Constructor.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

Para nuestro caso con un pozo de aprox. 60 metros de profundo, la dosis es de 6 KG de hipoclorito de calcio.

6. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El mantenimiento preventivo de un pozo se puede programar cuando:

- ✓ La capacidad específica se haya reducido en más de un 20% de su valor original.
- ✓ El pozo produce arrastre de arenas y finos en suspensión por más de diez minutos después de iniciado el bombeo.
- ✓ El pozo comience a presentar señales de intermitencia en el flujo por descenso excesivo del nivel de bombeo.
- ✓ La bomba presente problemas de desgaste.
- ✓ Se aprovecha la reparación de la bomba para limpiar el pozo.

Una técnica que se puede utilizar para determinar el momento de programar el mantenimiento preventivo de un pozo es hacer una prueba de bombeo corta de 3 horas de duración a 3 caudales diferentes para calcular la ecuación de comportamiento hidráulico, su curva característica y la eficiencia de operación.

Si la ecuación calculada demuestra un excesivo aumento de las pérdidas de carga en el pozo es porque presenta señales de incrustación y se debe programar su mantenimiento cuanto antes. Confrontando esta técnica con las otras observaciones realizadas se puede establecer un programa de mantenimiento realmente preventivo.

6.1. HOJA DE REPORTE DE MANTENIMIENTO DEL POZO.

En esta hoja se deben reportar todas las labores realizadas durante el mantenimiento del pozo, aplicación de químicos, dosis, pistoneo. Se pude observar la hoja de reporte recomendada en la página siguiente:

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

Tabla 3. Reporte mantenimiento del pozo.

REPORTE MANTENIMIENTO DEL POZO

POZO No : _____ PREDIO: _____ VEREDA: _____ CORREGIMIENTO : _____ MUNICIPIO: _____

OPERADOR : _____ MES : _____ AÑO : _____

FECHA	BOMBA		VIDEO	Q U I M I C O S					PISTONEO		DESINFECCION		
	INSTA-LACION	DESINS-TALACION		ACIDOS	POLIFOS-FATOS	CLORO	D O S I S Kg.	D O S I S GALONES	BARRA Y CABLE	COMPRESOR	DESINFEC-TANTES	DOSIS Kg.	OBSERVACIONES
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													

Fuente: Constructor.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

6.2. MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE BOMBEO.

Como los equipos de bombeo, en especial las bombas sumergibles, están instaladas dentro del pozo y son lubricadas por el agua que bombean, el mantenimiento preventivo que debe realizar el operador se reduce a:

Revisar el mantenimiento del sistema eléctrico y las conexiones de las instalaciones hidráulicas.

Para los que tienen bomba turbina, debe revisar los ejes, el engranaje de transmisión, si tiene, y el motor eléctrico.

El programa de mantenimiento de los equipos se debe hacer con base en el reporte diario de operación donde están anotadas todas las anomalías que se han presentado durante esta labor.

Como las instalaciones de un pozo constan de varios equipos, a continuación, se hace un recuento del mantenimiento que se le debe hacer a cada uno de ellos.

6.2.1. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.

Bomba:

Limpiar completamente todas las piezas de la bomba y revisar los desgastes. Todas las piezas desgastadas deben reemplazarse.

Como la reparación o revisión de una bomba-puede tardar uno o varios días, es recomendable tener a disposición en el sitio un cuerpo de tazones o una bomba sumergible, similar a la que está instalada en el pozo.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

En bombas turbinas diariamente se debe verificar que el eje gire libremente y la lubricación de los cojinetes con agua debe ser previo antes de prender la bomba.

Motor eléctrico sumergible:

Prueba de aislamiento

Para proteger el motor y el sistema eléctrico se deben practicar pruebas de aislamiento que previenen posibles fallas que se puedan presentar durante la operación de los pozos.

Cualquier falla en el aislamiento causa calentamiento excesivo. Este calentamiento puede ser producido por:

- ✓ Sobrecarga en el motor.
- ✓ Bajo voltaje.
- ✓ Falla de una fase.
- ✓ Bloqueo del motor.
- ✓ Excesivo número de arranques en determinado periodo de tiempo.
- ✓ Falla a tierra.

La perforación o fallas de aislamiento también pueden ser producidas por maltrato técnico o envejecimiento natural.

¿Cómo se realiza la prueba de aislamiento?

La prueba se realiza utilizando un instrumento llamado MEGGER U OHMIOMETRO y la unidad de medida es el OHMIO.

El Megger tiene una escala en la cual se puede medir la resistencia de los aislamientos eléctricos en ohmios.

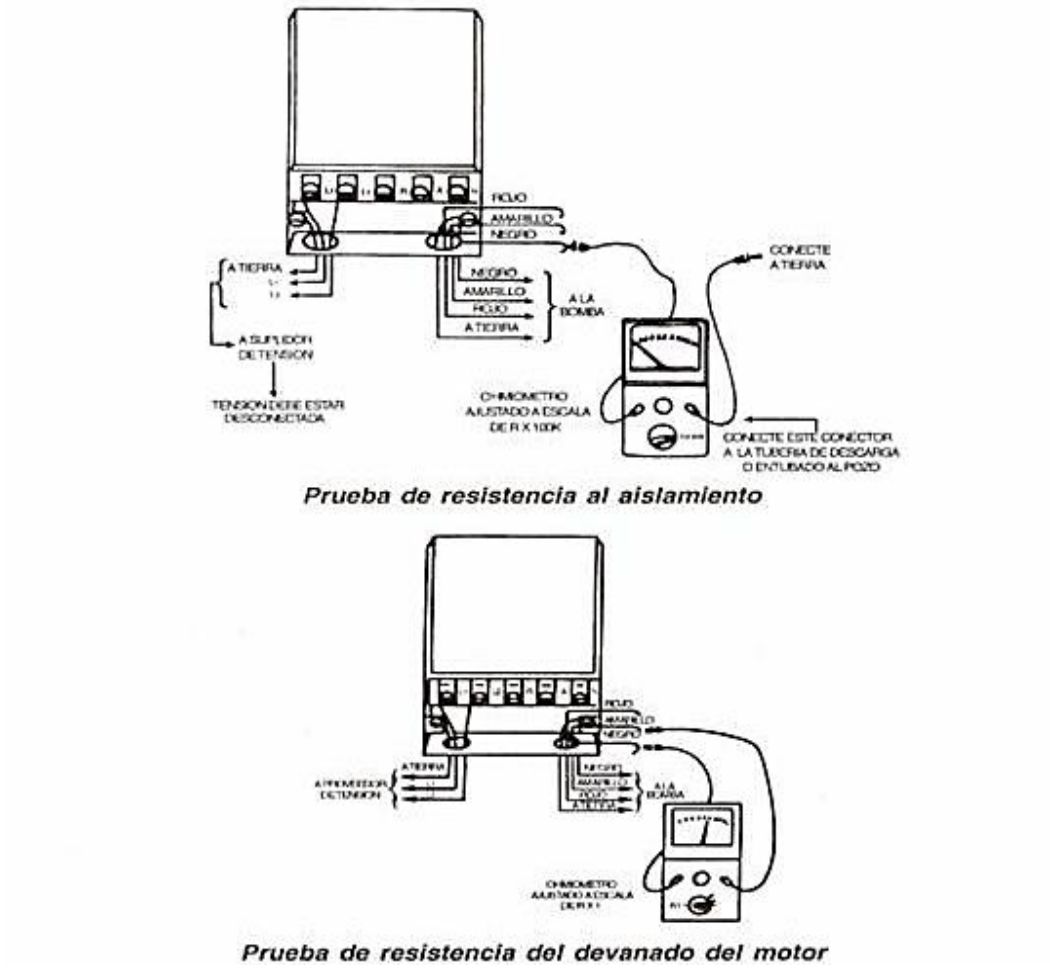
Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

¿Cómo se mide?

Se mide de la siguiente manera:

- ✓ Se posiciona a la escala Rx100K y se calibra en cero.
- ✓ Abra el interruptor principal y desconecte todos los cables de la caja de control para evitar daño al medidor o producir un golpe eléctrico.
- ✓ Conecte un cable del Megger a alguno de los cables del motor y el otro a tierra en el tubo de descarga.

Ilustración 3. Prueba de resistencia del motor.



Fuente: Constructor.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

En la siguiente tabla se pueden observar las resistencias mínimas del motor sumergible:

Lecturas menores a las indicadas significan una falla en el aislamiento del cable o en el devanado del motor.

Motor eléctrico de superficie horizontal o vertical.

A los motores eléctricos de superficie, horizontal o vertical, para su protección se les debe verificar la corriente absorbida con el amperímetro, revisar periódicamente los rodamientos y lubricarlos con aceite y grasa cada 2000 horas de trabajo.

Los aceites y grasas necesarios para lubricar el motor y el engranaje de transmisión, deben ser recomendados por el fabricante de cada equipo.

Mantenimiento de partes del motor y equipos eléctricos

Puesto que estos equipos son especializados y se trabaja con alto voltaje y energía trifásica, el operador solo debe revisar el estado de todas las conexiones, limpiarlas si tienen polvo y secarlas si tienen humedad, lo mismo que apretarlas si están flojas.

Observando las normas de seguridad desconectando la corriente antes de hacer estas labores. Las demás revisiones deben ser realizadas por el técnico electricista.

El operador debe anotar todas las anomalías que se presenten y se observen en el sistema. El operador debe vigilar y supervisar todas las labores realizadas durante el mantenimiento de los pozos, en lo posible participar en algunas de ellas, tales como la instalación y desinstalación de la bomba, desinfección del pozo y mantenimiento del equipo eléctrico. Como norma general una bomba se debe desmontar cada 2 años o cuando se presenten condiciones de ruido, vibración o reducción del flujo de descarga cuando es causada por desgaste de la bomba.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

Tabla 4. Resistencia del motor.

Motor	Resistencia mínima
Nuevo - Fuera del agua	2,0 Megaohmios (2'000.000 ohmios)
Usado - Fuera del agua	1,0 Megaohmios (1'000.000 ohmios)
Buenas condiciones en agua	0,5 a 1,0 Megaohmios

Fuente: Constructor.

Tabla 5. Reporte mantenimiento equipo de bombeo.

REPORTE MANTENIMIENTO EQUIPO DE BOMBEO

POZO No : PREDIO: VEREDA: CORREGIMIENTO : MUNICIPIO:

OPERADOR : MES : AÑO :

BOMBA

FECHA	INSTALACION	DESINSTALACION	ESTADO DE LA BOMBA B	ESTADO DE LA BOMBA R	ESTADO DE LA BOMBA M	PROFUNDIDAD DE INSTALACION - METROS	NUMERO DE TUBOS COLUMNA	PIEZAS REMPLAZADAS	RUIDOS NORMAL	RUIDOS FALLAS	FUGAS NORMAL	FUGAS FALLAS	ALINEAMIENTO NORMAL	ALINEAMIENTO FALLAS	LUBRICACION ENGRANAJE	OBSERVACIONES
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																

Fuente: Constructor.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

7. MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

7.1. ALISTAMIENTO PREVIO.

El día anterior al lavado del tanque se deberá cerrar el registro o válvula de entrada de agua a este de tal forma que en el desarrollo de actividades propias del predio se consuma el agua contenida en el tanque y se garantice las condiciones óptimas para realizar la actividad.

Esta actividad se debe realizar garantizando el suministro permanente de agua en el predio, sin afectar el funcionamiento del predio. Para realizar todo el proceso de lavado y desinfección del tanque el personal que realice la actividad, debe de utilizar los elementos y equipo de protección personal.

Verifique las condiciones físicas del tanque, empaques, válvulas y tuberías “desgaste, grietas y hermeticidad” si encuentra alguna anomalía evidénciela y comunique para su reparación.

De existir residuos sólidos presentes en el tanque realice la remoción manual.

Abra la válvula de entrada de agua al tanque para garantizar un nivel de agua entre 10 y 20 cms. de altura, cuando se haya logrado la lámina de agua deseada, cierre la válvula.

7.2. LIMPIEZA Y LAVADO.

Con el agua presente en el tanque inicie el lavado en forma manual, comenzando por las paredes internas y luego con el piso del tanque, utilizando material no abrasivo, con el fin de remover los residuos adheridos al tanque.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

Abra la válvula de salida de agua del tanque hasta drenar todo el líquido del mismo, de no contar con válvula de salida retire de forma manual los residuos sólidos y líquidos generados en el proceso.

Abra la válvula de entrada y salida del tanque para permitir el ingreso de agua con el fin de enjuagar el tanque dejando que esta recorra las tuberías, pasado un tiempo en donde se garantice la remoción total de los residuos cierre las válvulas con el fin de comenzar el proceso de desinfección.

7.3. DESINFECCIÓN.

Para realizar la solución de desinfectante la persona deberá contar con los respectivos elementos de protección personal según la ficha técnica del producto a utilizar, en este caso se manejará una solución de hipoclorito de sodio con una concentración del 5% (cloro comercial). La cantidad de cloro requerido para desinfección dependerá de la cantidad de materia orgánica presente. Se ha definido las siguientes concentraciones de acuerdo al nivel de desinfección que se necesite:

Tabla 6. Concentraciones de cloro/materia orgánica.

MATERIA ORGÁNICA	CONCENTRACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO PPM	CONCENTRACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO (%)	TIEMPO DE LA ACTIVIDAD.
Alta	2500	0.5%	15
Baja	2000	0.2-0.25%	20-30

Fuente: Constructor.

Para realizar las diluciones requeridas según desinfección se tendrá en cuenta la siguiente fórmula: $$v = (cd * vd)/cc$$

Dónde:

- ✓ V: volumen requerido de hipoclorito de sodio

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

- ✓ Cd: concentración deseada
- ✓ Vd: volumen deseado
- ✓ CC: concentración conocida del hipoclorito de sodio

7.3.1. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

El personal encargado del lavado, limpieza y desinfección del tanque deberá utilizar los elementos de protección personal y llevar a cabo los siguientes pasos.

Tabla 7. Elementos de protección personal.

CABEZA	Casco.	Cuando se realice trabajo en alturas.
OJOS Y ROSTRO	Mono gafas de seguridad.	Cuando tenga exposición a salpicaduras de productos químicos o ante la presencia de gases, vapores y humos.
	Careta de seguridad.	Utilícela en trabajos que requieran la protección de la cara completa o cuando se manejen químicos en grandes cantidades.
APARATO RESPIRATORIO	Respiradores purificantes (con material filtrante o cartuchos).	Cuando en su ambiente tenga gases, vapores, humos y neblinas. Solicite cambio de filtro cuando sienta olores penetrantes de gases y vapores.
	Respiradores auto contenidos.	Cuando exista peligro inminente para la vida por falta de oxígeno, como en la limpieza de tanques o el manejo de emergencias por derrames químicos.
MANOS	Guantes resistentes a productos químicos.	Protegen las manos contra corrosivos, ácidos, aceites y solventes. Existen de diferentes materiales: PVC, neopreno, nitrilo, butyl, polivinilo.
PIES	Botas plásticas.	Cuando trabaja con químicos.
	Zapatos con suela antideslizante.	Cuanto este expuesto a humedad en actividades de aseo.
TRABAJO EN ALTURAS	Para realizar trabajos a una altura mayor de 1.8 metros sobre el nivel del piso use arnés de seguridad completo: • Casco con barboquejo. • Mosquetones y eslingas. • Línea de vida.	

Fuente: Constructor.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

8. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL POZO Y DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Teniendo en cuenta los aspectos técnicos de manejo relacionados anteriormente se programa el esquema de actividades relacionadas con el mantenimiento del pozo y de los tanques de almacenamiento.

Tabla 8. Cronograma de mantenimiento.

DESCRIPCION DE PROCESO.	FECHA.
MANTENIMIENTO DEL POZO Y LIMPIEZA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	18 DE FEBRERO DE 2027
MANTENIMIENTO DEL POZO Y LIMPIEZA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	18 DE FEBRERO DE 2028
MANTENIMIENTO DEL POZO Y LIMPIEZA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	18 DE FEBRERO DE 2029
MANTENIMIENTO DEL POZO Y LIMPIEZA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	18 DE FEBRERO DE 2030
MANTENIMIENTO DEL POZO Y LIMPIEZA DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	18 DE FEBRERO DE 2031

Fuente: Constructor.

Tabla 9. Actividades y Tiempos para ejecución.

ITEM N°.	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	TIEMPO PARA EJECUCION.
1	Extracción del equipo de bombeo: Sacar la bomba sumergible, extrayendo tubo por tubo hasta que el equipo de bombeo quede completamente fuera del pozo, lo mismo que el cable trifásico encauchetado que sirve para enviarle corriente al motor que se encuentra sumergido (al fondo del pozo), también se extrae el cable que sirve para controlar niveles.	UND	1,00	CADA 12 MESES
2	Toma de Video inicial al Pozo: Es introducir lentamente centímetro a centímetro hasta el fondo del pozo, y nuevamente sacar una cámara de video sumergible con el fin de conocer el estado mecánico y su deterioro, pues estos datos son necesarios para poder continuar con el mantenimiento.	UND	1,00	CADA 24 MESES

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

3	Adición de químicos desincrustantes (incluye valor químicos): Es inyectarle al pozo 50 kilos de Hexametafosfato o tripolisfosfato de Sodio disuelto en agua, con el fin de despegar las incrustaciones que se forman dentro del pozo, especialmente en los filtros y el anillo de gravilla que se encuentra alrededor del pozo, ya que cuando éste se incrusta demasiado disminuye caudal, pues el agua no puede pasar al centro del pozo por estos obstáculos.	UND	1,00	CADA 12 MESES
4	Cepillado del pozo, consta en cepillar verticalmente el pozo en cada uno de los filtros que lo componen hasta la profundidad total del mismo, con el fin de remover todas las partículas que se encuentran adheridas a los filtros y que no se han podido retirar con el lavado a presión y los químicos que se aplican, este procedimiento se aplica con el fin de destapar todos los orificios del filtro y buscar una mejor eficiencia del pozo, para esta actividad se debe contar con una grúa.	UND	1,00	CADA 12 MESES
5	Agitación de químicos desincrustantes dentro del pozo y extracción de aguas contaminadas: Es inyectar al pozo aire a presión (150 PSI) con un compresor estacionario mediante una manguera de alta presión, bajándola hasta el fondo y subiendo metro a metro haciendo énfasis frente a cada filtro con el fin de terminar de remover las incrustaciones y extraerlas, ya que al mezclarse el aire con el agua el volumen dentro del pozo se multiplica y esta mezcla sale a la superficie trayendo consigo las aguas contaminadas con dichas incrustaciones, este paso se efectúa durante doce horas continuas.	Und	1,00	CADA 12 MESES
6	Adición de químicos desoxidantes: Es inyectar al pozo cinco galones de ácido muriático industrial con el fin de diluir el óxido que se encuentra adherida a la tubería de revestimiento.	Und	1,00	CADA 12 MESES
7	Agitación de químicos desoxidantes dentro del pozo y extracción de aguas contaminadas: Es inyectar al pozo aire a presión (150 PSI) con un compresor estacionario mediante una manguera de alta presión, bajándola hasta el fondo y subiendo metro a metro haciendo énfasis frente a cada filtro con el fin de terminar de diluir el óxido y extraerla, ya que al mezclarse el aire con el agua el volumen dentro del pozo se multiplica y esta mezcla sale a la superficie trayendo consigo las aguas contaminadas por el óxido, este paso se efectúa durante doce horas continuas.	Unidad	1,00	CADA 12 MESES

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

8	Adición de químicos desinfectantes: Es inyectar al pozo 20 kilos de Hipoclorito de Calcio y cinco galones de Hipoclorito de Sodio con el fin de desinfectar totalmente el pozo y las partes más cercanas de los acuíferos, este paso es muy importante y , ya que esta agua es para consumo humano y no es tratada con planta de tratamiento.	Unidad	1,00	CADA 12 MESES
9	Extracción de químicos desinfectantes y aguas concentradas con dichos químicos: Es inyectar al pozo aire a presión (150 PSI) con un compresor estacionario mediante una manguera de alta presión, bajándola hasta el fondo y subiendo metro a metro haciendo énfasis frente a cada filtro con el fin de extraer las impurezas que hayan quedado dentro del pozo y al mismo tiempo el agua concentrada con los químicos desinfectantes, ya que si no se extraen totalmente también son nocivas para la salud, este paso se efectúa durante doce horas continuas.	Unidad	1,00	CADA 12 MESES
10	Acomodación de gravas con pistón blando, Incluye Suministro, transporte e instalación de gravilla seleccionada en caso de que baje el nivel del mismo, por los oídos alimentadores de la gravilla.	Unidad	1,00	CADA 12 MESES
11	Instalación del equipo de bombeo: Es introducir la bomba sumergible al fondo del pozo, bajándola mediante la unión de tubo por tubo de descarga, lo mismo que el cable trifásico y el de control de niveles con sus respectivos electrodos.	Unidad	1,00	CADA 12 MESES
12	Mantenimiento de tubería de descarga: Consiste en limpiar la tubería externamente e internamente limpiarla con un cordel construido con Manila y viruta, esto con el fin de prolongar la vida útil de la tubería.	Unidad	1,00	CADA 12 MESES
13	Prueba de Bombeo: Es calcular la cantidad de agua que produce el pozo lo mismo que la que puede extraer el equipo de bombeo, también nos damos cuenta si el pozo mejoró caudal, se efectúa midiendo el agua que sale por la tubería de descarga hacia la superficie y al mismo tiempo el nivel del agua dentro del pozo, pues éste desciende a medida que se extrae el agua, hasta obtener estabilización de caudal y nivel.	Unidad	1,00	CADA 12 MESES
14	Mantenimiento preventivo del tablero de controles o arrancador: Consiste en, hacer pruebas y verificar que los aparatos que se encuentran en dicho tablero estén cumpliendo su función y cambiar los que se encuentran en mal estado, aplicar limpiador de contacto electrónicos a cada uno de estos elementos como son: contactor, relé electrónico, control de nivel,	Unidad	1,00	CADA 12 MESES

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

	monitor de voltaje, Breacker y supresores de picos de voltaje, contactos y terminales, verificar voltímetros y amperímetros.			
15	Mantenimiento del Equipo de Bombeo (bomba / motor): Es llevar al banco de prueba o taller autorizado por los fabricantes del equipo, con el fin de verificar y en caso de ser necesario cambiarle a la bomba: impulsores, difusores y el eje.	Unidad	1,00	CADA 12 MESES
16	Toma de video final del pozo: Es introducir lentamente centímetro a centímetro hasta el fondo del pozo por segunda vez y nuevamente sacar una cámara de video sumergible con el fin de conocer la efectividad del mantenimiento y si hubo algún cambio en el estado mecánico del pozo ya que al efectuar la limpieza se pueden observar con más exactitud las paredes y filtros.	Und	1,00	CADA 24 MESES
17	Análisis físico-químico del agua. Identificar características físico-químicas y bacteriológicas de la salida del pozo.	Und	1,00	CADA 12 MESES
18	Informe Final con descripción de las actividades ejecutadas, registro fotográfico, resultados de las pruebas a caudal constante y escalonado, certificación de los trabajos ejecutados a la entidad ambiental.	Und	1,00	CADA 12 MESES

Fuente: Constructor.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda al iniciar la operación del pozo profundo abrir todas las válvulas y luego encender el tablero de control.
2. Se recomienda realizar otros mantenimientos tales como se relacionan a continuación:

   ✓ Pozo Profundo;

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com

Tabla 10. Frecuencia de las Actividades para el pozo profundo.

Frecuencia	Actividad
Continuamente	Mantener limpia la plataforma lavándola para quitar la suciedad
	Limpiar el área adyacente quitando plantas, hierbas piedras y otro material extraño.
	Barrer y limpiar el canal de drenaje
	Asegurarse que nunca haya agua detenida alrededor del pozo y que el pozo tenga malla de protección.
	Revisar el área cercana al pozo (al menos 30 metros a la redonda), para identificar la presencia de fuentes de contaminación como son las letrinas, botaderos de basura, industrias o minas.
Cada vez que sea necesario	Limpiar los pozos. Lo recomendable para la limpieza de pozos es contratar a especialistas en ello. La técnica de limpieza dependerá del tipo de sustancia que obstruye los filtros. Así como la calidad del agua que succiona la bomba. Este proceso puede dañar un pozo viejo que tenga filtros o tubos debilitados por el tiempo, por lo que deberá realizarse solo si es estrictamente necesario.

Fuente: Constructor.

- ✓ Electrobomba Sumergible;

Tabla 11. Frecuencia de las Actividades para la electrobomba sumergible.

Frecuencia	Actividad
Continuamente	Observar anomalías (vibraciones, ruido o calentamiento excesivo) Usualmente la esfera de un rodamiento emitirá un ruido cuando existe una falla inminente. Este aviso temprano da el tiempo necesario para planificar un cierre por mantenimiento y llamar a un técnico calificado.
Cada mes	Observar y registrar y el consumo de electricidad de la bomba, para luego comparar los datos de meses anteriores.
Cada dos años	Realizar aforo y curva de bombeo para compararla con registros anteriores e identificar si hay un desgaste en la bomba.

Fuente: Constructor.

Calle 36 No. 24ª-03 Barrio Santa Inés - Villavicencio, Celular: 350 270 16 32
Email: construnaldeaguasas@hotmail.com