

# CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

---

## CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

Pablo F. Santos<sup>1</sup>, Julio R. Luna<sup>2</sup>, Jorge I. Cifuentes<sup>3</sup>, Andrea M. Barrera<sup>4</sup>

### RESUMEN

El Campus Central de la Universidad San Carlos de Guatemala, ubicado en la zona 12 capitalina, cuenta con 5 pozos que suplen la demanda de agua para servicios sanitarios, servicios de limpieza, elaboración de alimentos, riego agrícola, jardinería, clínicas y laboratorios, entre otros. Los pozos fueron evaluados en el año 2009, información que fue recopilada por Argueta (2009). El presente estudio busca realizar un diagnóstico de las condiciones en las que se encuentran los pozos mecánicos del Campus Central. Este diagnóstico se obtiene mediante datos de los perfiles geológicos y de estratigráficos, realizados para conocer la disposición de los diferentes materiales geológico de la zona, así como de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de los pozos 1 y 2 de la División de Servicios Generales, y del pozo 1 de la Facultad de Ingeniería. De acuerdo con los perfiles estratigráficos y geológicos de los pozos, estos presentan propiedades hidráulicas óptimas para la recarga hídrica, con estratos de origen volcánico y depósitos aluviales, además de poseer buenas propiedades hidráulicas como transmisibilidad y permeabilidad. El agua se encuentra dentro de los límites máximos aceptables para el consumo según la norma COGUANOR NTG 29001. Los niveles estáticos han decrecido con el tiempo, y esto quiere decir que además del crecimiento en la demanda en el campus central, existe la posible explotación del acuífero por las edificaciones alrededor de éste.

**Palabras clave:** Pozo mecánico, recarga hídrica, propiedades hidráulicas, nivel estático.

### ABSTRACT

The Central Campus of the Universidad de San Carlos de Guatemala, located in the capital's zone 12, has 5 wells that supply the demand for water for sanitary services, cleaning services, food preparation, agricultural irrigation, gardening, clinics and laboratories, among others. The wells were last evaluated in 2009, information that was compiled by Argueta (2009). This study seeks to make a diagnosis of the conditions in which the mechanical wells of the Central Campus are found. This diagnosis is obtained through data from the geological and stratigraphic profiles, carried out to know the disposition of the different geological materials in the area, as well as the physicochemical and bacteriological analyzes of wells 1 and 2 of the General Services Division, and well 1 of the Faculty of Engineering. According to the stratigraphic and geological profiles of the wells, they present optimal hydraulic properties for water recharge, with strata of volcanic origin and alluvial deposits, in addition to having good hydraulic properties such as transmissibility and permeability. The water is within the maximum acceptable limits for consumption according to the COGUANOR NTG 29001 standard. The static levels have decreased over time, and this means that in addition to the growth in demand at the central campus, there is the possible exploitation of the aquifer by the buildings around it.

**Keywords:** Mechanical well, water recharge, hydraulic properties, static level.

---

<sup>1</sup>Ingeniero Ambiental y cursando la Maestría en Hidrogeología en la Universidad de San Carlos de Guatemala e integrante del Proyecto Agua Futura de Italia, email: santospa6@gmail.com

<sup>2</sup>Ingeniero Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Maestría en Ciencias con especialidad en Geología del Instituto Politécnico Nacional de México, Profesor e Investigador del Centro Estudios Superiores de Energías y Minas, Coordinador del programa de Maestría en Gestión de Recursos Hidrogeológicos y del Proyecto Agua Futura de Italia, email: jlunaarocha@yahoo.com

<sup>3</sup>Ingeniero Mecánico de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Máster en Ingeniería Mecánica/Nanocompuestos de Universidad Kyung Hee University de Corea del Sur, consultor en energías renovables, ha escrito varios artículos técnicos, email: jicifuentes@ing.usac.edu.gt

<sup>4</sup>Estudiante de Cierre de Ingeniería Mecánica y Auxiliar de Investigación en la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Mecánica, email: andream\_bl@hotmail.com

# CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

## INTRODUCCIÓN

La Universidad San Carlos de Guatemala es la casa de estudios más grande del país, para el año 2019 tiene 187,014 estudiantes inscritos de los cuales 99,070 pertenecen al campus central (Dpto. Registro y Estadística, 2019), sin incluir el personal administrativo, profesores y mantenimiento.

El abastecimiento de agua potable para el campus central, se da por medio de pozos mecánicos instalados dentro de las mismas instalaciones. La caracterización de las propiedades hidráulicas, así como de la geología y clima, nos permite conocer las condiciones en las que se encuentra el acuífero que los alimenta. Es importante reconocer los cambios que se dan año con año, no solo en la recarga de los acuíferos, sino también en el crecimiento de la demanda; para el año 2003, el número de estudiantes inscritos en el campus fue de 84,632, lo que indica un crecimiento del 14.57% de la población estudiantil.

El monitoreo constante de los niveles estáticos y dinámicos de los pozos mecánicos es de suma importancia para conocer el estado actual de las aguas subterráneas del territorio y poder planificar así el manejo integral del recurso en pro de satisfacer las necesidades de una comunidad, (FUNCAGUA, 2019) además se debe de incluir la calidad del agua, obteniendo sus propiedades físico-químicas y microbiológicas asegurándose que sean aptas para consumo humano. Para ello se realizó un monitoreo de los diferentes pozos del campus central, verificando sus condiciones y obteniendo toda la información disponible, como lo son la estratigrafía, dimensiones del pozo, propiedades hidráulicas, ubicación y uso actual.

## LOCALIZACIÓN

El campus central de la Universidad San Carlos de Guatemala se encuentra ubicada en la zona 12 capitalina y para ingresar se puede hacer por el final del anillo periférico, al sur de la ciudad o por la 32 calle de la avenida Petapa, su ubicación geográfica es: 14.5852 latitud y -90.5539 longitud y altura sobre el nivel del mar 1,485.

La ciudad capital está ubicada en las cabeceras de las cuencas hidrográficas de los ríos Michatoya y Las Vacas; afluentes principales de las cuencas de los ríos María Linda en la vertiente del Pacífico y

Motagua en la vertiente del Atlántico, respectivamente. El campus central se encuentra ubicado en la cuenca sur, correspondiente a la cuenca principal del Río María Linda, específicamente en la cuenca afluyente de ésta que es la del Río Michatoya, es por ello que, para fines de este trabajo, el estudio se centra en la cuenca del Río Michatoya.

## AGUA SUBTERRÁNEA

El agua subterránea es de gran importancia, especialmente en aquellos lugares secos donde el escurrimiento fluvial se reduce mucho en algunas épocas del año, o estén contaminadas.

Las aguas del subsuelo, como las aguas superficiales, provienen de las lluvias. No son independientes unas de otras, sino que, por el contrario, están muy ligadas entre sí. Muchas corrientes superficiales reciben agua del subsuelo y, a su vez, el agua del subsuelo se realimenta de las aguas superficiales

### Captaciones de agua subterránea

Se llamará captación de agua subterránea a toda instalación que permita poner a disposición de uso el agua contenida en los acuíferos. Los tipos de captaciones de agua más comunes, pueden clasificarse en: drenes y galerías, pozos, socavones, zanjas y pozos de drenes radiales (Chereque, 2003).

### Pozos

Perforación vertical en general de forma cilíndrica y de diámetro mucho menor que la profundidad. Un pozo es una estructura hidráulica que debidamente diseñada y construida permite efectuar la extracción económica de agua de una formación acuífera. El agua penetra a lo largo de las paredes creando un flujo de tipo radial. Es por mucho el tipo de captación más común (Herrera, 2019).

En general a la hora de la toma de decisión sobre el diseño de un pozo mecánico, también se deben de tomar en cuenta el criterio de los participantes en la ejecución del proyecto, porque estos obedecen a la disponibilidad de equipos, herramientas y tuberías (González, 2015).

### Diámetro de perforación

El diámetro de la perforación definitiva o de explotación, depende de varios factores estrechamente relacionados, entre los que se destacan: caudal requerido, productividad del

## CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

acuífero, diámetro del entubamiento, características del equipo de bombeo.

El caudal requerido, es uno de los principales condicionantes del diámetro del pozo y su entubamiento, dado que para lograr caudales elevados se necesitan grandes equipos de bombeo, cuya instalación requiere de cañerías de gran diámetro (Auge, 2005)

### Diámetro de entubado

El diámetro de la tubería de revestimiento o de entubado es la que llevará todos los componentes de importancia para el pozo, como serán las rejillas de captación y servirá de barrera para que entre el diámetro perforado y el entubado en el pozo se puedan colocar el sello sanitario y el filtro de grava, es aquí donde se encuentra la tubería de bombeo a una profundidad específica aprovechando de la mejor manera el acuífero e impulsando el agua subterránea (Argueta, 2009).

### Profundidad

Es la distancia desde la superficie del terreno hasta la parte más baja de la zona filtrante o zona por donde penetra el agua (Herrera, 2019).

### Prueba de bombeo

Es la forma más confiable de determinar las características hidrogeológicas de un acuífero alrededor de un pozo. El pozo debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser un pozo de reciente perforación.
- Estar dotado de equipo de bombeo en condiciones apropiadas para sostener un caudal constante durante el tiempo de ejecución de la prueba.
- No haber sido bombeado en las últimas 24 horas.
- Presentar condiciones satisfactorias para evitar que el agua bombeada se infiltre en las proximidades del pozo.
- Estar colocado a una distancia no menor de 1 km de pozos que estén bombeando durante la prueba.
- Ser de características constructivas y de corte geológico conocido.
- Encontrarse próximo a pozos de características constructivas similares que puedan ser utilizados como pozos de observación.

La prueba de bombeo completa consta de dos etapas: la de bombeo y la de recuperación. La primera etapa se extrae agua del pozo midiendo los abatimientos tanto en este como en los pozos de observación; la duración de la prueba puede variar de 4 a 96 horas, sin embargo, es conveniente extender a la máxima duración. La prueba de recuperación posterior se inicia una vez terminada la prueba de bombeo (Herrera, 2019).

### Registro e informes

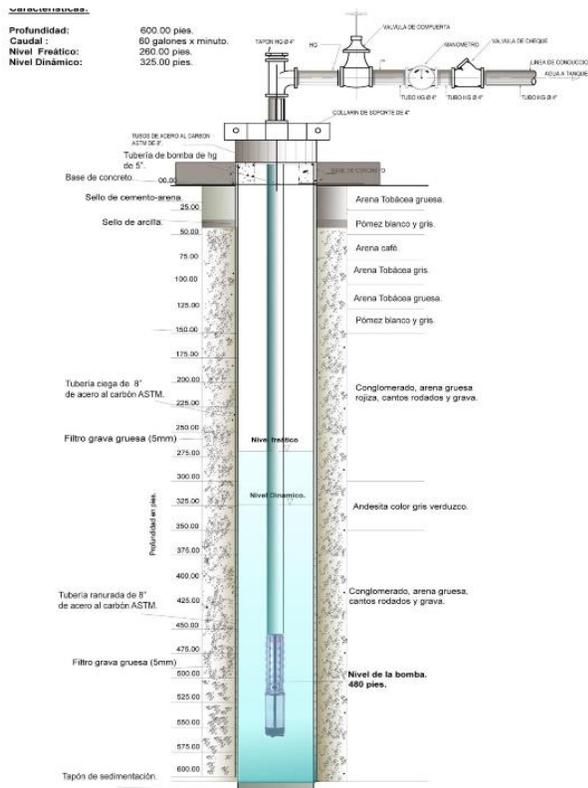
Durante la perforación se deberá llevar un registro diario o bitácora de todas las actividades de perforación que se realizan.

Al final de la perforación del pozo, el ejecutor de la perforación entregará al responsable del proyecto un informe completo del pozo construido, describiendo todos los trabajos efectuados e indicando los resultados logrados y las recomendaciones para lograr una explotación adecuada del pozo.

- Formulario de control diario de perforación.
- Registro estratigráfico.
- Registro de pruebas de bombeo y recuperación.
- Diseño y datos de construcción del pozo.
- Análisis de la calidad del agua.
- Toda información que la empresa de perforación considere útil a los fines del diseño y posterior operación y mantenimiento del pozo.
- Perfil litográfico del pozo final (González, 2015).

**Figura 1.** Ejemplo de un perfil en un pozo.

# CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA



Fuente: González, 2015.

## METODOLOGÍA

### Diagnóstico de las condiciones en las que se encuentra un pozo mecánico

#### Caudal

La productividad de un acuífero depende de su permeabilidad (K) o conductividad hidráulica y del espesor saturado. La permeabilidad es la resistencia que ofrece el acuífero al movimiento del agua y la (T) es el producto de la permeabilidad por el espesor saturado.

$$T = K \cdot e \quad \text{ec.1}$$

T= transividad (m<sup>2</sup>/día).

K= permeabilidad (m/día).

e= espesor saturado (m) (Auge, 2005).

El caudal es el punto de mayor interés, por ello se busca que el pozo pueda abastecer adecuadamente una necesidad, para ello se puede medir por medio de un vertedero volumétrico y de descarga abierta

obteniendo un volumen por unidad de tiempo (ej. m<sup>3</sup>/s).

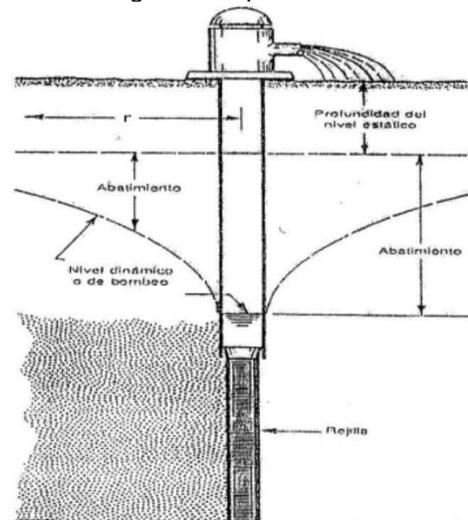
### Simbología en hidráulica de pozos

La altura del agua sobre la base del acuífero antes del bombeo se designa como H<sub>0</sub> (**nivel estático**) y durante el bombeo la altura de agua sobre la base del acuífero se designa como H y se obtiene el **abatimiento**:

$$S = H_0 - H \quad \text{ec. 2.}$$

En caso de recarga, se llama ascenso, y se representa por el mismo símbolo. Comúnmente cuando el nivel del agua en el acuífero, cuando no hay bombeo se llama nivel estático y el nivel cuando existe una captación en funcionamiento de llama **nivel dinámico** (Ver figura 2).

Figura 2. Simbología de un pozo.



Fuente: Chereque, 2003.

### Caudal específico

Es el caudal obtenido por metro de descenso del nivel dinámico, obteniendo esto se encuentran las condiciones reales en las que se encuentra el pozo (Gancio, s. f).

$$Q_{\text{esp}} = Q / \text{abatimiento} \quad \text{ec. 3}$$

Q<sub>esp</sub>= Caudal específico

Q= Caudal producido según el aforo realizado al pozo

## CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

Abatimiento= Diferencia entre los niveles estático y dinámico.

### Parámetros para agua potable COGUANOR 29001

Es aquella que, por sus características organolépticas, física, químicas y bacteriológicas, no representan un riesgo para la salud del consumidor y cumple con lo establecido en la presente norma.

**El LMP** (límite máximo permisible): Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual, el agua no es adecuada para el consumo humano.

**El LMA** (límite máximo aceptable: Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial, pero sin que implique un daño a la salud del consumidor (COGUANOR NTG 29001, 2013).

**Tabla 1.** Parametros fisicos del agua potable.

Características físicas	Límite Máximo Aceptable (LMA)	Límite Máximo Permisible (LMP)
Color	5.0 unidades	50 unidades
Olor	No rechazable	No rechazable
Temperatura	10 a 30 °C	No mayor de 34 °C
Turbidez	5.0 Utn	25.0 Utn
Ph	7 - 8.5	6.5 – 9.2
Sabor	No rechazable	No rechazable
Conductividad eléctrica	50 µmhos/cm	Menor de 1500 µmhos/cm

Fuente: COGUANOR NTG 29001, 2013

**Tabla 2.** Parámetros químicos del agua potable.

Características químicas	Límite Máximo Admisible (LMA)	Límite Máximo Permisible (LMP)
Cloruro (Cl)	200.00 mg/L	600.00 mg/L
Cloro residual libre	0.3 - 0.5 mg/L	0.6 – 1.0 mg/L
Fluoruro	-----	1.700 mg/L
Calcio (Ca)	75.00 mg/L	200 mg/L
Zinc (Zn)	5.00 mg/L	15.00 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Sulfato (SO4)	200.00 mg/L	400.00 mg/L
Hierro (Fe)	0.100 mg/L	1.000 mg/L
Dureza total (CaCO3)	100.00 mg/L	500.00 mg/l
Sólidos totales	500 mg/L	1500 mg/L
Sólidos totales disueltos	500.00 mg/L	1000.00 mg/L
Manganeso (Mn)	0.050 mg/L	0.500 mg/L
Plomo (Pb)	-----	0.100 mg/L
Nitrato (NO3)	-----	45.00 mg/L
Nitrito (NO2)	-----	0.010 mg/L
Alcalinidad	-----	300 mg/L

Fuente: COGUANOR NTG 29001, 2013

**Tabla 3.** Valores guía para verificación de la calidad microbiológica del agua.

Microorganismos	Límite Máximo Permisible
Agua para consumo directo	No deben ser detectables en 100mL de agua
Coliformes totales y <i>E. coli</i>	No deben ser detectables en 100mL de agua
Agua tratada que entra al sistema de distribución	No deben ser detectables en 100mL de agua
Coliformes totales y <i>E. coli</i>	No deben ser detectables en 100mL de agua
Agua tratada en el sistema de distribución	No deben ser detectables en 100mL de agua
Coliformes totales y <i>E. coli</i>	

Fuente: COGUANOR NTG 29001, 2013

### Condiciones del suministro de agua

La División de Servicios Generales suministra agua potable al 85.27% del total de estudiantes en el campus central, esto lo hace por medio de los pozos que administra. La facultad de ingeniería suministra al 14.75% del total de estudiantes del campus. La facultad de agronomía cuenta con un pozo mecánico pero su uso es casi exclusivo para fines de riego en el centro experimental de agronomía, este pozo esta interconectado y puede formar parte del circuito de distribución central del campus.

La finca experimental de veterinaria cuenta también con un pozo de agua, pero éste es de uso exclusivo para las actividades de la finca y no se puede unir al circuito central del campus ni puede abastecer a los edificios de esta facultad (Argueta, 2009).

**Tabla 4.** Ubicación de pozos y estado actual.

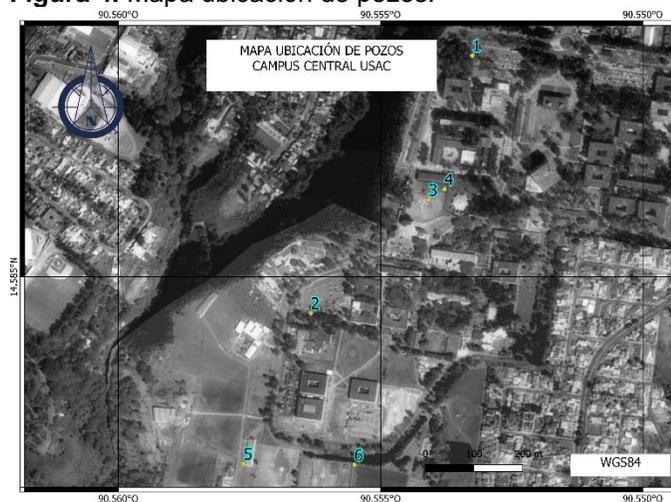
No.	Pozo	lat_y	Lon_x	msnm
1	División de Servicios generales	14.58922	90.55325	1492

## CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

2	División de Servicios generales	14.58431	90.55633	1486
3	Pozo 1. Facultad de ingeniería	14.58647	90.55408	1491
4	Pozo 2. Facultad de ingeniería (no está en funcionamiento)	14.58667	90.55378	1491
5	Finca experimental de Veterinaria	14.58144	90.55761	1483
6	Centro experimental de Agronomía CEDA	14.58142	90.55550	1489

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4.** Mapa ubicación de pozos.



Fuente: Elaboración propia

### Caracterización de los acuíferos aprovechados

Es de gran importancia realizar un estudio de la geología y estratigrafía de la zona, es decir conocer la disposición de los diferentes materiales geológicos, ya que estos pueden afectar grandemente la cantidad de recarga hídrica, y en base a los datos obtenidos de caudales aforados se puede deducir si el acuífero que está siendo explotado es de buenas características de permeabilidad y transmisibilidad (Orozco, Padilla, & Salguero, 2003).

### MUESTREO Y RESULTADOS

**Tabla 5.** Ficha técnica pozo 1. División de Servicios Generales.

Datos del pozo mecánico	
Pruebas realizadas el día 27/08/2009	
Diámetro del pozo	8" en hierro negro
Profundidad del pozo mecánico	800'
Longitud ranurada	366'
Sello sanitario de cemento	Desde 315' a 335'
Filtro de grava	Desde 335' a 800'
Profundidad de la bomba	600'
Diámetro de tubería de pozo a tanque	4" en PVC
Nivel estático	466'
Nivel dinámico	480'
Abatimiento	14'
Caudal	250 gpm
Caudal específico	17.86 gpm/pie

Fuente: División de Servicios Generales

**Tabla 6.** Datos del equipo hidráulico pozo 1. División de Servicios Generales.

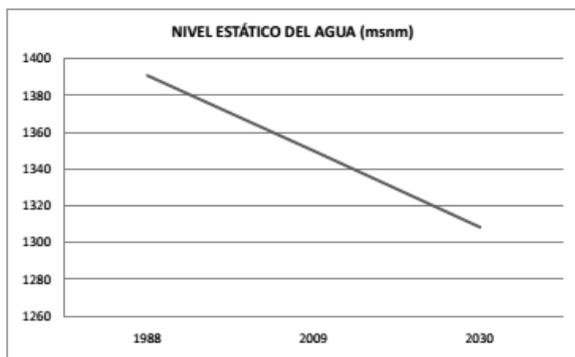
Datos del equipo hidráulico			
Línea de aire	½"		
Válvula de compuerta en descarga	4"		
Diámetro de tubería en pozo mecánico	4" galvanizada tipo mediana		
Bomba sumergible	Marca Berkeley 6T50-250/50HP/12 etapas		
Motor sumergible	Franklyn Electric 50 HP 3 PH 460 Voltios		
Datos del equipo eléctrico			
Banco de transformación	3 de 15 KVA		
Cable de tierra	No tiene		
Cable sumergible	4/3		
Flip-On principal	De 3 polos por 90 amperios		
Flip-On de mando	1 de 3 polos de 6 amperios y 1 de 2 polos por 6 amperios		
Datos de mediciones del consumo del amperaje del motor			
Medición 1	A/T1	R/T2	N/T3
	68.5	68.5	68.5
Amperaje nominal	67.7	Amperaje máximo	77

Fuente: División de Servicios Generales

El acuífero explotado se encuentra desde los 400' de profundidad hasta los 800', este estrato está constituido por un sedimento de tipo aluvial, compuesto por arena fina negra con presencia de grava negra (Argueta, 2009)

**Figura 6.** NE pozo 1, División de Servicios Generales (msnm).

# CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA



Fuente: Argueta, 2009

- **Pozo 2.** División de Servicios Generales

El acuífero explotado se encuentra desde los 360' de profundidad hasta los 900', este estrato está constituido por un sedimento de tipo aluvial, compuesto por arena gruesa con presencia de grava negra (Argueta, 2009).

**Tabla 7.** Ficha técnica pozo 2. División de Servicios Generales.

Datos del pozo mecánico	
Diámetro del pozo	8" en hierro negro
Profundidad del pozo mecánico	900'
Profundidad de la bomba	600'
Longitud ranurada	420'
Sello sanitario de cemento	Desde 220' a 240'
Filtro de grava	Desde 240' a 900'
Diámetro de tubería de pozo a tanque	4" en PVC
Nivel estático	No hay datos
Nivel dinámico	No hay datos
Abatimiento	No hay datos
Caudal	231 gpm
Caudal específico	No hay datos

Fuente: División de Servicios Generales.

**Tabla 8.** Datos del equipo hidráulico pozo 2. División de Servicios Generales

Datos del equipo hidráulico			
Pruebas realizadas el día 27/08/2009			
Línea de aire	No tiene		
Válvula de compuerta en descarga	4"		
Diámetro de tubería en pozo mecánico	4" galvanizada tipo mediana		
Bomba sumergible	Marca Berkeley 6T50-250/40HP/14 etapas		
Motor sumergible	Franklyn Electric 40 HP 3 PH 460 Voltios		
Datos del equipo eléctrico			
Banco de transformación	3 de 25 KVA		
Arrancador suave	Tiene rampa de arranque de 3 s y paro de 3 s		
Cable de tierra	No tiene		
Cable sumergible	2/3		
Flip-On principal	De 3 polos por 90 amperios		
Flip-On de mando	1 de 3 polos de 6 amperios y 1 de 2 polos por 6 amperios		
Datos de mediciones del consumo del amperaje del motor			
Medición 1	A/T1	R/T2	N/T3
	51.3	53.7	50
Amperaje nominal	53.5	Amperaje máximo	62

Fuente: División de Servicios Generales.

- **Pozo** Finca experimental de veterinaria.

**Tabla 9.** Ficha técnica pozo finca experimental de veterinaria.

Datos del pozo mecánico			
Pruebas realizadas el día 27/08/2009			
Diámetro del pozo	8" en hierro negro		
Diámetro de tubería de pozo a tanque	2" en PVC		
Caudal	66 gpm		
Datos del equipo hidráulico			
Línea de aire	No tiene		
Diámetro de tubería en pozo mecánico	2" galvanizada tipo mediana		
Bomba sumergible	Marca Red Jacket 10HP		
Motor sumergible	Franklyn Electric 10 HP 3 PH 230 Voltios		
Datos del equipo eléctrico			
Banco de transformación	2 de 10 KVA		
Cable sumergible	6/3		
Flip-On principal	De 3 polos por 50 amperios		
Flip-On de mando	1 de 2 polos de 6 amperios		
Datos de mediciones del consumo del amperaje del motor			
Medición 1	A/T1	R/T2	N/T3
	28.6	30.3	28.1
Amperaje nominal	28.4	Amperaje máximo	32.2

Fuente: División de Servicios Generales.

- **Pozo** Centro Experimental de Agronomía CEDA

El acuífero explotado se encuentra desde los 380' de profundidad hasta los 1000', este estrato está constituido por un sedimento de tipo aluvial, compuesto por arena gruesa con arena fina blanca y presencia de grava negra (Argueta, 2009).

# CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

**Tabla 10.** Ficha técnica pozo Centro Experimental de Agronomía CEDA.

Datos del pozo mecánico	
Pruebas realizadas el día 28/08/2009	
Diámetro del pozo	8" en hierro negro
Profundidad del pozo mecánico	1002'
Profundidad de la bomba	728'
Longitud ranurada	600'
Sello sanitario de cemento	Desde 282' a 300'
Filtro de grava	Desde 300' a 1002'
Diámetro de tubería de pozo a tanque	4" en PVC
Nivel estático	555'
Nivel dinámico	578'
Abatimiento	23'
Caudal	360 gpm
Caudal específico	15.65 gpm/pie

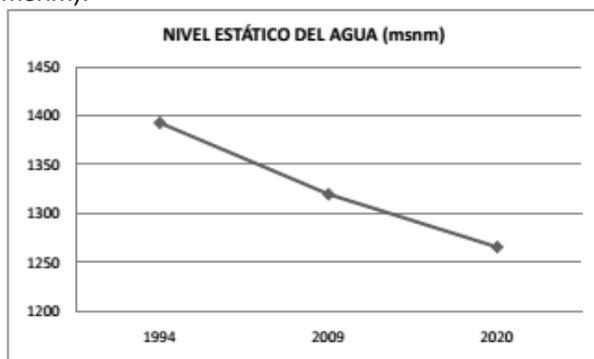
Fuente: División de Servicios Generales.

**Tabla 11.** Datos del equipo hidráulico pozo Centro Experimental de Agronomía CEDA.

Datos del equipo hidráulico			
Línea de aire	¼"		
Válvula de compuerta en descarga	4"		
Diámetro de tubería en pozo mecánico	4" galvanizada tipo mediana		
Bomba sumergible	Marca Berkeley 6T50-250/60HP/14 etapas		
Motor sumergible	Franklyn Electric 60 HP 3 PH 460 Voltios		
Datos del equipo eléctrico			
Banco de transformación	3 de 25 KVA		
Cable de tierra	No tiene		
Cable sumergible	2/3		
Flip-On principal	De 3 polos por 125 amperios		
Flip-On de mando	1 de 3 polos de 6 amperios y 1 de 2 polos por 6 amperios		
Datos de mediciones del consumo del amperaje del motor			
Medición 1	A/T1	R/T2	N/T3
	83.5	77.9	81.5
Amperaje nominal	80.5	Amperaje máximo	91

Fuente: División de Servicios Generales

**Figura 9.** NE pozo Centro Experimental de Agronomía CEDA. División de Servicios Generales (msnm).



Fuente: Argueta, 2009.

- **Pozo 1** Facultad de Ingeniería.

**Tabla 12.** Ficha técnica pozo 1 Facultad de Ingeniería.

Datos del pozo mecánico	
Pruebas realizadas el día 28/08/2009	
Diámetro del pozo	6" en hierro negro
Profundidad del pozo mecánico	600'
Profundidad de la bomba	No hay datos
Longitud ranurada	180'
Sello sanitario de cemento	Desde 80' a 100'
Filtro de grava	Desde 100' a 600'
Diámetro de tubería de pozo a tanque	4" en tubería galvanizada
Nivel estático	No hay datos
Nivel dinámico	No hay datos
Abatimiento	No hay datos
Caudal	190 gpm
Caudal específico	No hay datos

Fuente: Departamento de Mantenimiento, FIUSAC.

**Tabla 13.** Datos del equipo hidráulico pozo 1 Facultad de Ingeniería.

Datos del equipo hidráulico			
Línea de aire	¼" pero en mal estado		
Válvula de compuerta en descarga	4"		
Diámetro de tubería en pozo mecánico	4" galvanizada tipo mediana		
Bomba sumergible	No hay datos, sólo potencia de 30HP		
Motor sumergible	Franklyn Electric 30 HP 3 PH 230 Voltios		
Datos del equipo eléctrico			
Banco de transformación	3 de 25 KVA		
Cable de tierra	No tiene		
Cable sumergible	2/3		
Flip-On principal	De 3 polos por 125 amperios		
Flip-On de mando	1 de 3 polos por 6 amperios		
Datos de mediciones del consumo del amperaje del motor			
Medición 1	A/T1	R/T2	N/T3
	85.0	81.1	88.6
Amperaje nominal	79	Amperaje máximo	90.4

Fuente: Departamento de Mantenimiento, FIUSAC

- **Pozo 2** Facultad de ingeniería

**Tabla 14.** Datos técnicos pozo 2 Facultad de Ingeniería.

Datos del pozo mecánico	
Diámetro del pozo	6" en hierro negro
Profundidad del pozo mecánico	400'
Profundidad de la bomba	No hay datos
Diámetro de tubería de pozo a tanque	3" en tubería galvanizada
Nivel estático	365'
Nivel dinámico	No hay datos
Abatimiento	No hay datos
Caudal	No está en funcionamiento
Caudal específico	No hay datos

## CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

Fuente: Departamento de Mantenimiento, FIUSAC.

### Pruebas de laboratorio

El análisis se realizó solo a los pozos que se encuentran en funcionamiento y que abastecen al consumo humano, ellos son: pozos 1 y 2 de la División de Servicios Generales y el pozo 1 de la facultad de ingeniería.

**Tabla 15.** Resultados análisis fisicoquímico y bacteriológico.

Análisis fisicoquímico				
Sustancias	Unidad	pozo 1 División de Servicio s General es	pozo 2 División de Servicio s General es	Pozo 1 Faculta d de Ingenie ría
Amoniaco	mg/L	0.21	0.15	0.14
Nitrito	mg/L	0	0	0
Nitrato	mg/L	9.68	9.68	14.36
Cloro Residual	mg/L			
Manganes o	mg/L	0.01	0.03	0.015
Cloruro	mg/L	10	20	17.5
Fluoruros	mg/L	0.14	0.19	0.19
Sulfatos	mg/L	5	10	11
Hierro Total	mg/L	0.02	0.04	0.01
Dureza Total	mg/L	92	120	114
Solidos Totales	mg/L	154	201	211
Solidos volátiles	mg/L	8	7	9
Solidos Fijos	mg/L	146	194	202
Sólidos en Suspensi ón	mg/L	1.4	1.4	1
Solidos Disueltos	mg/L	139	187	198
aspecto	-	Claro	claro	claro
Color	unidade s	1	1	1
Turbiedad	UNT	0.44	0.48	0.16
pH	unidade s	6.6	6.7	6.6

Conductivi dad ele.	µmhos/ cm	263	353	347
Examen bacteriológico				
Coliformes	Ausenci a de gas a 35 °C	si	si	si

Fuente: Elaboración propia extraído de Argueta, 2009.

### DISCUSIÓN

Los perfiles estratigráficos de los pozos mecánicos se pudo observar un área con estratos de origen volcánico, rellenos y aglomerados volcánicos y depósitos aluviales, los cuales poseen buenas propiedades hidráulicas como transmisibilidad y permeabilidad.

Comparando los resultados de laboratorio con los parámetros de la norma COGUANOR NTG 29001, el agua se encuentra dentro de los LMA.

Los pozos 1 y 2 de la División de Servicios Generales y el pozo del Centro Experimental de Agronomía son los únicos que tienen registros del perfil estratigráfico.

El pozo 2 de la facultad de Ingeniería no está en funcionamiento. Además, no se logró realizar la medición de los niveles estáticos y dinámicos de los pozos 2 de la División de Servicios Generales, Veterinaria, pozo 1y 2 de la facultad de Ingeniería ya sea por falta de infraestructura o daños de la misma que no permitieron la medida.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado con el apoyo del Centro de estudios Superiores de Energía y Minas CESEM, FIUSAC, Maestría en gestión de Recursos Hidrogeológicos del proyecto Italiano Agua Futura,

### CONCLUSIONES

1. Se determinó que el acuífero que cuenta con las mejores cualidades está formado por arena gruesa negra, con una mezcla de grava negra, ubicado a una profundidad promedio que va desde los 400 hasta los

## CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

1000 pies de profundidad, lo que indican que se trata de un sedimento aluvial.

2. Anterior al estrato de sedimentos aluviales, se encuentran formaciones comprendidas por rellenos de tipo volcánico, aglomerados volcánicos, estratos de piedra pómez y un estrato superior arcilloso.
3. Las muestras de agua utilizadas para el análisis de laboratorio, indican que es agua potable, estando dentro de los LMA de acuerdo a la norma COGUANOR 29001, por lo que es apta para consumo humano.
4. En los pozos existentes, pueden llegar a presentar deficiencias a corto plazo, debido a que no cuentan con un mantenimiento preventivo.
5. Los niveles estáticos han disminuido conforme los años, debido al incremento de la demanda, como por la explotación de las colonias y edificios cercanos al campus central.

### REFERENCIAS

González, E. E. (2016). *contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria*. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, 16(2), 66-77. doi:ISSN 2422-4324.

Ledezma, k. P. (2009). *contaminación por metales pesados*. Revista Científica Ciencia Médica, 45-46. doi:ISSN 2077-3323

Montoya Jaramillo, Luis Javier; Montoya Ramírez, Rubén Darío. *Transporte de sedimentos en las corrientes del departamento de Antioquia*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 4, núm. 7, julio-diciembre, 2005, pp. 101-109 Universidad de Medellín, Medellín, Colombia

Ochoa Orozco, Wener Armando; Alcántara Pérez, Wilfrido Miguel; guzmán aquino, Nery Boanerges. *Planificación de uso de la tierra en la subcuenca del río Panajachel, cuenca del lago de Atitlán, Sololá*. Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente

–PUIRNA. Dirección General de Investigación (DIGI), Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 87 p.

Oms. (2006). *Guías para la calidad del agua potable, primer apéndice a la tercera edición: recomendaciones (vol. Volumen 1)*. Doi:isbn 92 4 154696 4 (clasificación de la nlm:wa 675).

Quiñones, F. Guzmán, S. (1986). *DETERMINACION DE CAUDAL Y TECNICAS DE MUESTREO EN AGUA SUPERFICIAL*. San Juan, Puerto Rico: U.S. Geological Survey.

REYES, Yulieth; VERGARA, Inés; TORRES, Omar; DÍAZ LAGOS, Mercedes; GONZÁLEZ JIMENEZ, Edgar Emir. *Contaminación por metales pesados Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria*. Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+D, ISSN-e 2422-4324, ISSN 1900-771X, Vol. 16, N°. 2, 2016 p. 66-77.

Sanchez de Rojas, I., De Luxan, P., & Frias, M. (1986). *La espectrometría de emisión con fuente de plasma de acoplamiento inductivo*. *Materiales de Construcción*, 31-46.

Soria, R. (2011). *Aplicación de la técnica analítica de espectrometría de emisión óptica de plasma*. *Contacto Nuclear*, 35-37.

Waisberg, M., JOSEPH, P., HALE, B. and BEYERSMANN, D. *Molecular and celular mechanisms of cadmium carcinogenesis*. *Toxicology*, 3(4), 2013, p. 95-117.

Argueta, L. A. (2009). *Aprovechamiento del agua subterránea y manejo sostenible de los recursos hidráulicos, en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. USAC. Guatemala: USAC.

Auge, M. (2005). *Perforaciones Hidrogeológicas*. Pilar: Universidad de Buenos Aires.

Chereque, M. W. (2003). *Hidrología para estudiantes de ingeniería civil*. Lima: Pontífica Universidad Católica del Perú.

COGUANOR NTG 29001. (2013). *Agua para consumo humano (agua potable)*. Especificaciones. Guatemala: COGUANOR.

## CARACTERIZACIÓN DE LOS POZOS UBICADOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

Dpto. Registro y Estadística. (2019). Total de estudiantes inscritos por unidad académica y carrera, según categoría de ingreso, ciclo académico 2019. Guatemala: USAC.

FUNCAGUA. (2019). Análisis piezométrico de pozos de agua para los municipios de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. Guatemala: FUNCAGUA.

Gancio, F. (s. f). Riego de Cultivos Intensivos. Universidad de la República de Uruguay.

González, H. O. (2015). Sistemas de agua potable y perforación de pozos mecánicos en arquitectura. Guatemala: USAC.

Herrera, I. I. (2019). Hidrogeología práctica. Guatemala: USAC.

OMS. (2006). Guías para la calidad del agua potable, PRIMER APÉNDICE A LA TERCERA EDICIÓN: RECOMENDACIONES (Vol. Volumen 1). doi:ISBN 92 4 154696 4 (Clasificación de la NLM:WA 675)

Orozco, E., Padilla, T., & Salguero, M. (2003). Metodología para la determinación de áreas de recarga hídrica natural (capacitación técnica). Guatemala: USAC/INAB.