

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS  
SUPERIORES DE OCCIDENTE, A.C.**



**Reporte de Laboratorio**

**ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA DE LA COMUNIDAD  
SAN PEDRO VALENCIA**

Presentado por:

Eliska Salcido Usela; Clarisa Nuztas Sepúlveda; Laura Ortiz Monroy;  
Ana Sofía Echávarri Santos Coy; Mario Grijalva

8 de Julio de 2016

San Pedro Valencia, Jalisco

## Contenido

RESUMEN .....	3
OBJETIVO .....	3
<b><u>Análisis microbiológico</u></b>	
Marco Teórico .....	6
Metodología .....	8
Preparación del material.....	8
Resultados.....	13
<b><u>Parámetros de calidad de agua</u></b>	
Marco teórico .....	15
Mediciones de los parámetros <i>in situ</i> .....	17
Medición de DBO (Demanda biológica de oxígeno).....	22
Resultados .....	22
Conclusiones.....	25
Referencias Bibliográficas .....	26

## RESUMEN

El presente documento contiene la metodología utilizada y los resultados obtenidos del estudio y análisis de calidad del agua realizado por el equipo de trabajo de ingeniería ambiental en su Proyecto de Aplicación Profesional en San Pedro Valencia durante el periodo de verano 2017. El proyecto consistió en un análisis microbiológico del agua potable de la comunidad al igual se realizó un análisis de calidad del agua de la presa El Hurtado, con el objetivo de conocer las condiciones en las que se encuentra el agua que consume la población de San Pedro Valencia y el nivel de contaminación de la presa; su principal proveedor de sus actividades económicas. Mediante estos resultados, se pretende darle a conocer a la población, un diagnóstico de la condición de su recurso hídrico y así a partir del mismo, brindar las herramientas adecuadas para la toma de decisiones de la población en relación con sus recursos.

## OBJETIVO

Determinar las condiciones en las que se encuentra el agua que consume la población de San Pedro Valencia mediante un análisis microbiológico y así mismo determinar la concentración de parámetros e indicadores de calidad del agua en la presa “el Hurtado” y verificando los resultados con la normativa adecuada.

Este proyecto consistió en dos etapas: un análisis microbiológico y la determinación de parámetros de calidad de agua. Para realizar ambos, se realizaron varios muestreos en diferentes días. Si la toma de muestras es para análisis microbiológico, se deben de llevar envases de vidrio especial, previamente esterilizado. Las principales muestras que se tomaron fueron:

Para análisis microbiológico

- Agua de garrafón “Los Chorros”. Proveniente de Acatlán
- Agua de garrafón “Osmoplus”. Provenientes de San Isidro Mazatepec



Imagen 1 Garrafón de los chorros previo a muestreo

Para parámetros de calidad de agua:

- Agua potable proveniente del pozo (sin Cloro)
- Muestra de la presa. Cerca de los restaurantes.
- Muestra de la represa. Enfrente de “Don Chayo”

Se realizaron pruebas *in situ* para cuerpos de agua, en este caso la presa, represa, el agua proveniente del pozo (Acuífero Lagunas) y el agua de los garrafones para la obtención de los parámetros de calidad de agua.



**Imagen 2. Toma de muestras de la presa y pozo.**



**Imagen 3. Mediciones in situ.**

La toma de muestras debe de realizarse cada vez que se realizarán análisis. Este muestreo se realiza de acuerdo a la NOM-014-SSA1-1993.

# Análisis Microbiológico

## Marco Teórico

Los microorganismos se encuentran presentes en todas partes, en los ecosistemas y en las partes más internas de nuestro cuerpo (Harvey, 2007); el estudio de estos organismos resulta prioritario debido a la gran importancia de las funciones que llevan a cabo, sin embargo, es de alto interés determinar la nocividad de estos para el humano.

La microbiología es la ciencia encargada del estudio de los microorganismos desde su origen hasta su comportamiento en distintos ambientes, debido a que es una ciencia biológica los problemas relacionados a la industria, la agricultura y la medicina pertenecen a algunas de las ramas en las cuales puede ser aplicada (Madigan, 2009).

En los términos ambientales existen diversos microorganismos de interés debido a la forma en la que actúan en los ecosistemas, algunas especies son capaces de sanear sitios contaminados debido a sus procesos biológicos, sin embargo existen ciertos microorganismos indicadores de contaminación de origen fecal y resultan de gran ayuda en el análisis de agua que tenga posible contacto con el humano, la ruta de contaminación de los patógenos que se transmiten por el agua según Madigan (2009) inicia en el crecimiento en el intestino de seres vivos para subsecuentemente ser expulsados a través de las heces, por eso como se mencionó previamente, la presencia de ciertos organismos ya sean patógenos o no, nos indica que la fuente de agua estuvo en contacto con heces y no es apta para consumo humano.

Los medios sólidos son una útil metodología para la siembra de agua que requiere de un análisis, estos medios están compuestos por una mezcla gelatinosa conocida como Agar, inicialmente introducido debido a los experimentos de Robert

Koch los agares presentan un rango de temperaturas ideal para su operación debido a que son cercanas a la temperatura humana (Madigan, 2009), en diversas ocasiones se les agrega caldos nutritivos para favorecer el crecimiento de bacterias, estos son contenidos en recipientes de plástico estéril conocidos como cajas Petri, estas cajas están diseñadas para facilitar la siembra y observación de los microorganismos cultivados.

En algunos casos los caldos nutritivos pueden contener lo necesario para presentar cierto grado de selectividad acorde a los microorganismos que se buscan en una muestra. En el caso de aguas con algún grado de incertidumbre relacionado a su procedencia y tratamiento, la búsqueda de organismos gramnegativos (clasificación dada debido a las características de su pared celular) como el *Escherichia Coli*, cuyo nicho es el intestino de seres vivos, se puede realizar mediante diversas metodologías. En el presente documento se presentan dos: Agar Mac Conkey y Placas Petrifilm.

El agar MacConkey se utiliza para la separación de bacterias fermentadoras de lactosa de aquellas que no son capaces de fermentarla, debido a su contenido en sales biliares y cristal violeta este inhibe el crecimiento de bacterias grampositivas (Rodríguez, 2005). Por otro lado, las placas petrifilm sirven para el conteo de coliformes totales debido a que contiene un medio diferencial, esta metodología es reconocida por la AOAC International (Association of Official Agricultural Chemists) como un método oficial de análisis.

Según la Norma oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, los límites permisibles de características bacteriológicas en agua potable, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1

**Tabla 1. Límites máximos permisibles coliformes**

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml
	2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml

	Cero UFC/100 ml
--	-----------------

Tener certeza sobre la inocuidad en el agua que tiene contacto con los pobladores de San Pedro Valencia fue el objetivo prioritario del análisis reportado a continuación.

## Metodología

### Preparación del material

#### Esterilización de material para análisis microbiológico y preparación del medio de cultivo

Material		
Solución isotónica	Esterilización del material	Preparación del medio de cultivo
NaCl (sal)	10 tubos de ensayo	Agar McConkey
Agua destilada	8 frascos de vidrio 500 ml	Agua destilada
Balanza	2 frascos de vidrio de 200 ml	Espátula
Espátula	Cinta adhesiva	Balanza
Frasco de 500 ml	Mechero Fisher	Estufa eléctrica / pastilla agitadora
	Autoclave	Recipiente metálico
	Agua destilada	Frasco 1000 ml
	Guantes especiales	Cajas petri
		Campana de extracción

Se comenzó esterilizando la zona de trabajo con etanol al 70% (con atomizador) para evitar contaminación de muestras.

Posteriormente, se preparó la solución isotónica<sup>1</sup> de NaCl al 85% (para evitar plasmólisis o turgencia de las células<sup>2</sup>). Para ello, se pesó 3.4 g de NaCl y se

<sup>1</sup> Es aquel en el cual la concentración de soluto es igual fuera y dentro de una célula

midieron 400 ml de agua destilada (con una probeta de 1 L) para preparar la solución isotónica. Se vertieron tanto el agua como la sal en un frasco de 1 L para esterilizar la solución una vez homogeneizada.

Para la esterilización de material, tanto a los frascos como a los tubos, además de a la solución isotónica, se les sobrepuso la tapa y se les colocó una cruz de cinta para evitar que se caiga la tapa. Se introdujo el material en el autoclave con un litro de agua destilada para esterilizar. Se selló la tapa. Se esteriliza por 15 minutos a 121°C (regulada por el mechero fisher) manteniendo una presión de 15 lb/in<sup>2</sup>.

Una vez pasados los 15 minutos, con la presión indicada, pasamos el autoclave a la tarja (con guantes especiales) para verter agua fría sobre la tapa para evitar choque de temperaturas del agua dentro del autoclave, cuando la válvula de metal se baja, está listo para abrir la tapa y sacar el material. Se sacó el material con guantes especiales y se cerraron las tapas completamente.

Para la preparación del medio de cultivo se pesaron 25 g de agar nutritivo MacConkey y se midieron 500 ml de agua destilada. Se vierte el agua y el agar a un recipiente metálico y se deja reposar alrededor de 15 minutos para rehidratarlo. Posteriormente, se coloca éste en una estufa eléctrica para calentar el agar y esperar la clarificación (homogeneización) la cual se logra agitando la solución (agitador manual o eléctrico), esperar a que hierva 1 minuto y luego verter en un recipiente de vidrio de 1L. Se realizó la misma metodología antes mencionada para esterilizar el medio de cultivo. Una vez esterilizado el medio de cultivo, se enfría con un chorro de agua fría y se vierte en las cajas Petri, llenando a la mitad de la altura y evitar formación de burbujas (si se tienen, tronar con encendedor). Este traspase debe de realizarse en la campana de extracción para evitar contaminación externa.

---

<sup>2</sup> Turgencia es el fenómeno por el cual las células al absorber agua, se hinchan, ejerciendo presión contra las membranas celulares, las cuales se ponen tensas. Mientras que en la plasmólisis pasa lo contrario; las células al perder agua se contraen, separando el protoplasto de la pared celular.



*Imagen 4. Esterilización del material.*

## **Análisis de laboratorio**

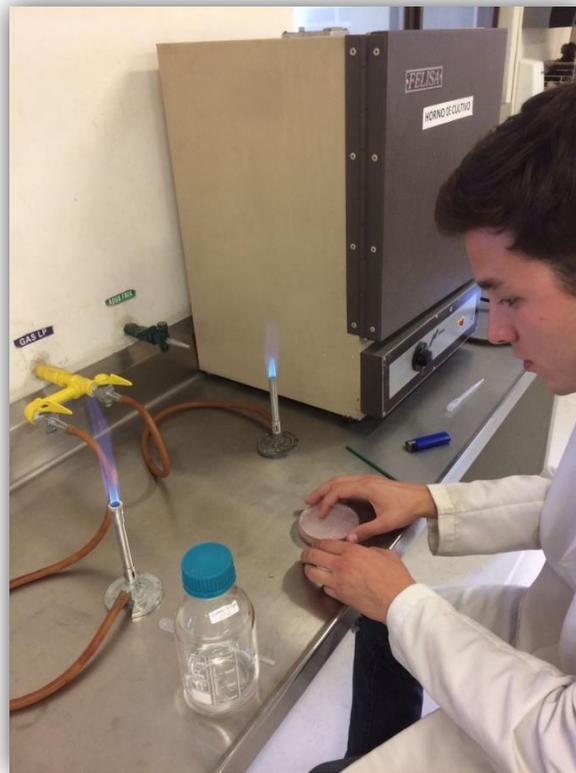
### **Inoculación de Medios de Cultivo**

Se prepararon las diluciones de las muestras, tomadas un día antes de la inoculación, con solución isotónica. En un frasco se colocan 10 ml de muestra por 90 ml de solución isotónica. Dilución (1/10).



En un campo estéril (2 mecheros y 20 cm de distancia) se inocularon las muestras en el medio de cultivo previamente preparado (Agar McConkey). Abriendo cuidadosamente la caja Petri y la muestra seleccionada (agua de los Chorros y osmoplus, presa y represa), se añadió 0.1 ml sobre el medio de cultivo con una pipeta graduada y posteriormente se extendió con una asa en forma de L por 1 minuto.

Las muestras se colocaron en un horno a 37°C, se observan resultados alrededor de los dos días.



**Imagen 5.** Inoculación en medio de cultivo

## Prueba confirmatoria

### Determinación y conteo de coliformes totales

Según la NOM-210-SSA1-2014, se pueden usar métodos alternativos para el conteo de **coliformes totales** (establecido en guía expedida por fabricante). AOAC INTERNATIONAL valida este método para contar colonias de coliformes.

Para las diluciones de nuestras muestras de agua de Los Chorros, se prepararon 800 ml de solución isotónica. Se pesaron 6.8 g de NaCl, en una balanza analítica *Mettler Toledo AB-204-S*, y se diluyeron con 800 ml de agua destilada, se prosiguió a esterilizar la solución isotónica, junto con otros 3 frascos de vidrio de 1 L, para realizar el método de conteo de coliformes con placas petrifilm.

Tipo muestra	Lugar de obtención	Estado del Garrafón
Agua de garrafón (los chorros)	Restaurant Rosita	Cerrado
Agua de garrafón (los chorros)	Casa Carlos	Cerrado
Agua de garrafón (los chorros)	Restaurant "Don Chayo"	Previamente abierto

Una vez esterilizado se procedió a verter 90 ml de la solución isotónica en los 3 frascos de siembra (previamente esterilizados) y mediante una pipeta se agregaron 10 ml de una muestra específica a un frasco en particular (3 frascos con 3 diluciones diferentes). Se obtienen disoluciones 1/10 (1 ml de muestra en 10 ml de solución total) para las 3 muestras obtenidas.

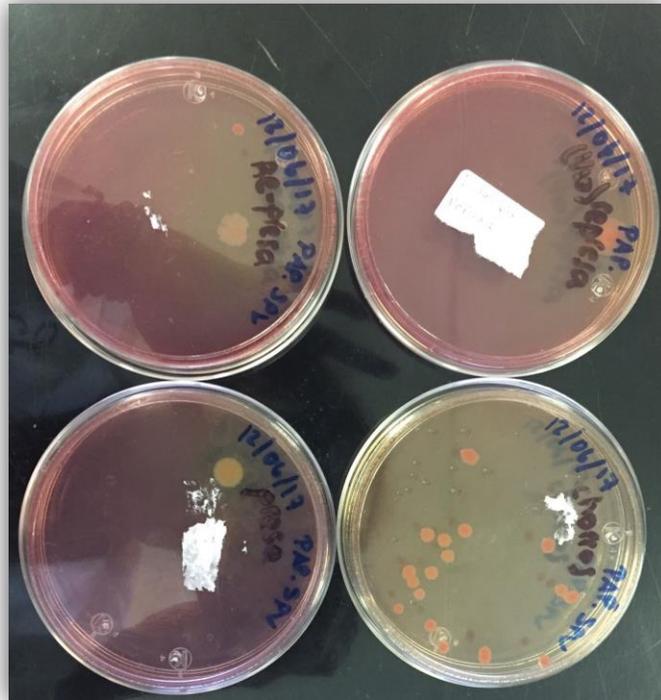
Se realizarán 3 diluciones para cada muestra, por lo que en total se necesitan 9 tubo de ensayo. Estos se llenan con 9 ml de solución isotónica cada uno.

El método de dilución consta en colocar 1 ml de la disolución 1/10 en el primer tubo de ensayo, posteriormente se agitó para que se volviera en una mezcla homogénea. Se lavó la pipeta con el contenido del tubo 1 (1/10) y se tomó 1 ml de

este tubo para posteriormente adicionárselo al tubo 2 ( $1/10^2$ ). Se procedió de esta forma también para el tubo 3 ( $1/10^3$ )

### Resultados

Después de un tiempo (48 horas) de incubación en el horno, obtuvimos resultados positivos sobre la presencia de coliformes en 3 muestras: en la presa, en la represa y en el agua potable de “Los Chorros”.



*Imagen 6. Resultado de coliformes.*

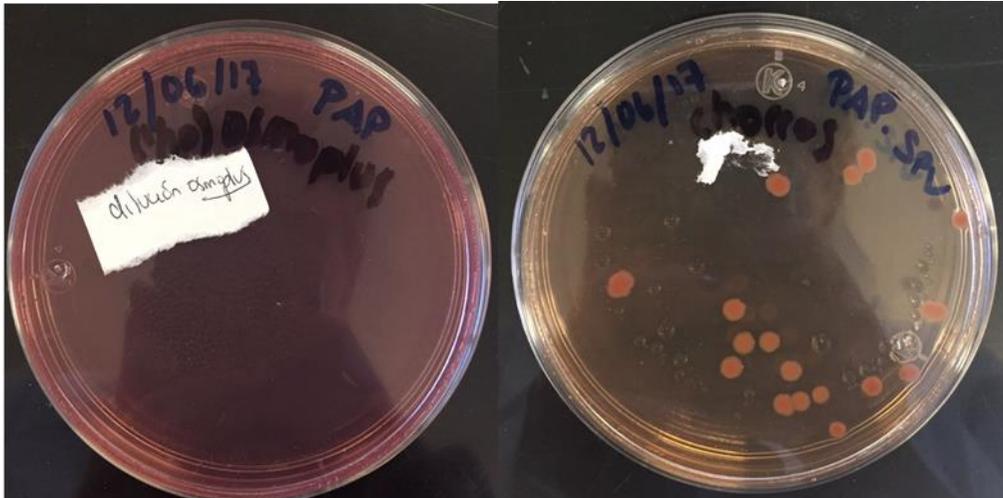
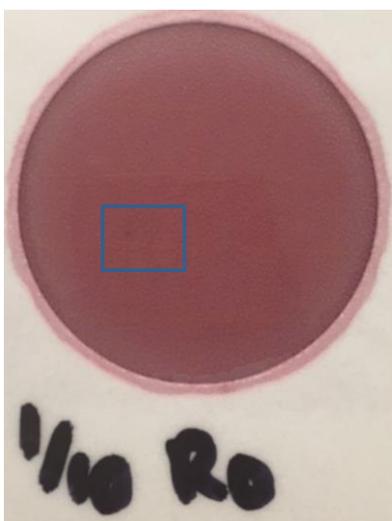


Imagen 7 Comparativo entre Agar Mac Conkey Negativo (izq) y positivo (der)

Mediante las tiras reactivas previamente mencionadas se midieron algunos parámetros de agua (fosfatos, nitratos, nitritos, cloro etc..) y se observó que la muestra de Osmoplus presentaba una ligera presencia de cloro, por otro lado, en la muestra de “Los Chorros” no se encontró presencia alguna de cloro, esto es relevante debido a que la cloración es una metodología de bajo costo para el tratamiento de agua por lo que la presencia de coliformes en la muestra de chorros se puede deber a una ausencia de tratamiento o incluso una mala desinfección de los garrafones.

Posterior a la obtención de estos resultados se realizó la prueba confirmatoria, se determinó que de las 4 muestras tomadas de Los Chorro (en total) el 50% presentó presencia de coliformes debido a que una de las placas petrifilm presentó crecimiento microbiano (Rosita 1/10).



Debido a que la colonia que se formó en el petrifilm es roja y está asociada a una burbuja de gas, descarta la presencia de *e. coli* específicamente (que sería un punto de color azul), pero si se documenta la presencia de coliformes.

Haciendo una regresión en las disoluciones se obtiene lo siguiente:

$$\frac{1 \text{ colonia observada}}{\left(\frac{1 \text{ ml de muestra diluida}}{10 \text{ ml de disolución}}\right)} \approx 10 \frac{UFC}{ml}$$

Para realizar la comparación con la normativa se multiplica esta cifra con el volumen especificado (100 ml)

$$10 \frac{UFC}{ml} * 100 \text{ ml} = 1000 \text{ UFC}$$

Lo establecido por la norma son 2 UFC/100 ml de coliformes totales por lo que la muestra de los chorros es aproximadamente 500 veces más alto que lo permitido.

Es importante mencionar que en términos del agua de la presa y la represa se buscó realizar la determinación de las unidades formadoras de colonias mediante la metodología establecida por la NMX-AA-102-SCFI-2006 donde se hace uso de una membrana para el filtrado del agua que retiene hasta los microorganismos más pequeños para su posterior siembra y conteo, debido a la gran cantidad de coliformes en las muestras de agua superficial la membrana se saturó y no permitió el conteo, este análisis puede ser retomado en un futuro para determinar si las concentraciones de microorganismos están dentro de los límites máximos permisibles establecidos para los bienes nacionales localizados en la NOM-001-SEMARNAT-1996, donde se especifica que el promedio mensual y diario de una muestra de 100 ml no puede sobrepasar de un rango de 1,000 – 2,000 UFC.

## Parámetros de Calidad de Agua y DBO

### Marco teórico

En la actualidad existen diversos parámetros para medir la calidad del agua en una muestra de un cuerpo, los tipos más generales son: parámetros físicos, como el sabor, olor, color y turbidez; parámetros químicos, como el pH, la dureza o la alcalinidad; y los parámetros biológicos, como la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es el principal parámetro para conocer el estado del cuerpo de agua (presa y represa). La determinación del DBO arroja

resultados prácticos, ya que sería muy complicado medir cada una de las sustancias que se arrojan al alcantarillado que va a la presa o directamente a ésta: detergentes, papel higiénico, residuos de comida, orina y materia fecal, pelos, residuos industriales, etc.

El DBO, o demanda bioquímica de oxígeno, indica la cantidad de oxígeno ( $O_2$ ) requerida o utilizada para degradar la materia orgánica contenida en una muestra líquida. Dicho de otra forma, es la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aerobias o anaerobias facultativas: *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Aerobacter*, *Bacillus*), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra.

Este parámetro es un gran indicador de contaminación del agua ya que pretende medir la concentración (generalmente en mg/l) de contaminantes orgánicos, así como la oxidación de nitritos y las sales de amoniacos susceptibles a ser oxidadas por las bacterias en la dilución. Cuanta mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla. Con fines de estandarización, se ha establecido que, como el proceso de descomposición varía según la temperatura, este análisis se debe realizar en forma durante 5 días a  $20^{\circ}C$ , indicándose como  $DBO_5$ .

Existen dos metodologías para la medición del DBO, la del método respirométrico y la del método de dilución. Este último método, el de dilución, fue el sucesor del método respirométrico después de determinar que era mucho más exacto y práctico.

El método respirométrico fue propuesto por Adney en 1890, el cual sugiere la utilización de un aparato manométrico, desarrollado por el mismo, el cual mide la presión constante del aire dentro de un contenedor de muestra en el cual se observaba el índice de la absorción del oxígeno. A una presión constante, la disminución del volumen, debido a la absorción del oxígeno, fue observada por la distancia que una columna del agua sube un tubo vertical, graduado, en forma de "u" que conectaba dos recipientes, uno llenado parcialmente de la muestra, y el otro que contenía un volumen igual de agua.

La NOM-001-SEMARNAT da los parámetros para la calidad de agua de uso urbano y rural como lo es esta presa:

Parámetro	Embalses naturales y artificiales			
	Uso en riego agrícola (B)		Uso Público urbano (C)	
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub> (mg/L)	75	150	30	60

Otra norma para el análisis de DBO es la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-28-1981, Análisis de Aguas.- Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, en el cuál vienen los procedimientos para realizar los cálculos de conocer el DBO real.

Existen numerosos factores que afectan la prueba de la DBO, entre ellos la relación de la materia orgánica soluble a la materia orgánica suspendida, los sólidos sedimentables, los flotables, la presencia de hierro en su forma oxidada o reducida, la presencia de compuestos azufrados, peróxido, cloro y las aguas no bien mezcladas. Al momento no existe una forma de corregir o ajustar los efectos de estos factores.

#### **Mediciones de los parámetros *in situ***

Como se mencionó con anterioridad, al momento del muestreo se realizaron mediciones *in situ* de parámetros físicos y químicos de las muestras.

Para ello, primeramente se midió la temperatura ambiente y la temperatura de la muestra mediante un termómetro. Se utilizó un electrodo de medidor de pH Hanna HI 9812 con el cual también se tomó la conductividad. Para la medición del oxígeno disuelto, se utilizó un electrodo Hanna Instrument, el cual fue introducido a las muestras hasta que se estabilizara la medición. En cuanto a la claridad de la presa y represa, se introdujo lentamente el disco secchi con una cuerda graduada cada 0.50 m hasta que se perdiera su visualización a simple vista y se registró el valor al cual fue sumergido basándose en la cuerda graduada.

Una vez terminadas las determinaciones con equipo analítico, se procedió a realizar las mediciones mediante tiras reactivas. Al finalizar, se almacenaron las muestras en una hielera a una temperatura aproximada de 4° C.

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 2.** Condiciones fisicoquímicas Presa, represa y agua del pozo.

Condiciones fisicoquímicas					
Parámetro	Equipo	Unidad	Represa	Presa	Agua Pozo
Potencial de hidrógeno	Hanna Instrument HI9812	pH	7.5	8.4	6.7
Temperatura de muestra	Termómetro Brannan 76mm	°C	30	28	27
Temperatura ambiente		°C	31	34	34
Conductividad	Hanna Instrument HI9812	microS	430	520	500
Oxígeno disuelto	Hanna Instrument	mg/L	0.9	5.6	2.8
Claridad	Disco secci	cm	65	35	N/A

**Tabla 3.** Reactivos analíticos.

Parámetro	Unidades	Chorros	Osmoplus	Represa	Presa	Agua Pozo
Dureza Total (As CaCO <sub>3</sub> )	ppm	35	25	120	120	250
Cloro Libre	ppm	0	0	0	0	0
Cloro total	ppm	0	0.5	0	0	0
pH	*	7.2	6.8	5.4	8.4	7
Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> )	ppm	120	120	240	240	240
Amonio	ppm	0.25	0.24	0.25	0.25	0.25
Cobre	ppm	0	0	0	0	0
Fosfatos (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	ppm	30	30	30	50	30
Nitratos	ppm	1	1	50	50	50
Nitritos	ppm	0	0	3	3	1.5

Observamos que el oxígeno disuelto de la represa se encuentra muy por debajo de los niveles de oxígeno disuelto estándar para la altura de Guadalajara aproximadamente (aproximadamente 6.4 mg/L OD). El valor es de 0.9 mg/l por lo que queda muy poco oxígeno libre para los peces.

Valores por debajo de los 5 mg/l son críticos y valores por debajo de los 1-2 mg/L puede resultar en muerte masiva de especies (Lenntech, 2017). El valor tan bajo de OD en la represa se debe por la presencia del lirio que consume mucho oxígeno, a lo largo del verano se pudo observar una reproducción exponencial del lirio en la represa.

La presencia del Lirio concuerda con las grandes concentraciones de nitratos y fosfatos presentes en la represa, nutrientes vegetales inorgánicos. El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de organismos, por lo que la descarga de fosfatos en cuerpos de aguas puede estimular el crecimiento de macro y microorganismos fotosintéticos en cantidades nocivas. Es el principal responsable de la eutrofización (NMX-AA-029-SCFI-2001).

Una fuente importante de fosfatos en las aguas superficiales son las descargas de aguas que contienen detergentes comerciales, estos contribuyen con el 20% del total de vertidos de fosfato, el resto procede del sector agropecuario y las aguas residuales urbanas.

Tan sólo 1 gramo de fosfato-fósforo ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) provoca el crecimiento de hasta 100g de algas. Cuando estas algas mueren, los procesos de descomposición dan como resultado una demanda de oxígeno de alrededor de 150 gramos (Pütz, P., 2010)

Una fuente importante de fosfatos en las aguas superficiales son las descargas de aguas que contienen detergentes comerciales, estos contribuyen con el 20% del total de vertidos de fosfato, el resto procede del sector agropecuario y las aguas residuales urbanas.

Los nitratos, que también son nutrientes esenciales, proceden en parte, de la descomposición natural de proteínas de plantas o animales por medio de microorganismos dando lugar al catión amonio ( $+\text{NH}_4$ ), el cual se oxida a nitritos y éstos a nitratos. El cuerpo de agua, al ser un embalse artificial, cuenta con materia orgánica que quedó inundada, que tras su descomposición da lugar a nitratos. Así mismo, fertilizantes utilizados en la agricultura (abonos nitrogenados

tipo nitrato potásico o nitrato amónico) son una fuente importante de nitratos a cuerpos de agua.

La OMS señala como valor máximo orientativo para los nitratos el límite de 50 mg/L y nitritos 3 mg/L, en agua potable, con el objetivo de prevenir el principal problema tóxico de los nitratos la metahemoglobinemia <sup>3</sup>de los niños menores de 4 meses. Observamos que el agua de garrafón no superan estos límites, sin embargo el agua de la represa, presa y pozo se encuentran justo en este valor por lo que hay que evitar la ingesta de agua proveniente de estos cuerpos.

El exceso de nitratos y fosfatos, provenientes de fertilizantes, que no son utilizados por las plantas, puede llegar a las aguas superficiales, o bien, infiltrarse o lixivarse a través del suelo y/o llegar a los acuíferos subterráneos.

Una aplicación adecuada de fertilizantes y plaguicidas proporcionará menor contaminación a los suelos, las aguas superficiales y principalmente a las aguas subterráneas.

De acuerdo a la NOM 001 SEMARNAT 1996, la presa y la represa son cuerpos de agua tipo B, ya que es un embalse natural o artificial con uso en riego agrícola. Al observar las muestras de la presa y la represa y del pozo, se observó un mínimo de sólidos sedimentables. La temperatura de los cuerpos se encuentra en el rango normal. Sin embargo se puede observar en la tabla 2 de la NOM-001, que el límite permisible para nuestro cuerpo receptor de nitrógeno total es de 40 ppm (P.M.: promedio mensual) y se rebasa ese límite tan sólo con los nitratos con 50 ppm en la presa, represa y pozo; al igual que con fósforo total que tiene un límite máximo permisible de 20 ppm P.M., tan sólo de fosfatos, la represa y el pozo llegan a 30 ppm y la presa a 50 ppm.

De acuerdo a la NOM 127, tanto el agua proveniente de “Osmoplus” como el agua proveniente de “Los Chorros” no cuentan con ningún excedente de los

---

<sup>3</sup> Es una enfermedad caracterizada por la presencia de un nivel anormalmente alto de metahemoglobina (Met-Hb) en la sangre. La metahemoglobina es una forma oxidada de la hemoglobina que tiene una mayor afinidad para el oxígeno lo que reduce la concentración de oxígeno circulante puesto que no lo cede a los tejidos.

constituyentes químicos que analizamos. Y según los límites permisibles de la OMS, la cantidad de nitratos y nitritos no es excedida

### Medición de DBO (Demanda biológica de oxígeno).

Para el inicio de la mediación del DBO, se tomó muestras el día anterior (21 de Junio del 2017) para no exceder de las 24 hrs límite que se establece en la norma y se refrigeraron a 4 °C.

Primeramente, para la preparación de la muestra se añadió un 1 ml de cada nutriente (A,B,C,D). Se agregó 400 ml de la muestra. A continuación se preparó un blanco con la misma cantidad de nutrientes y 400 ml de agua de la llave. Para evitar producción de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en el tapón de hule, se agregó aprox. 1.7 g gránulos de Hidróxido de potasio (KOH). Una vez puesto todo en el vaso anaranjado se colocó el respirómetro en la escala de 0-90. Dejando presionado *Start* así iniciando el modo de memoria.

Se realizó lo mismo con nuevas muestras tomadas el día 26 junio 2017. Se prepararon las muestras como se indica anteriormente.

Se debe recalcar que las mediciones tanto como de OD y DBO fueron realizadas en la época del año que hay más luz solar, por lo que esto influye en los resultados. Se tendría que realizar un muestreo durante todo el año para tener resultados más cercanos al real.

### Resultados

Estos fueron los resultados obtenidos en las dos corridas válidas:

Mediciones DBO						
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Corrida 1	Blanco	0.5	-	-	2.1	1.6
	Presa 1	0.5	-	-	9.3	10.9
	Presa 2	0	-	-	9.3	10.9
	Represa 1	0	-	-	3.8	3.2
	Represa 2	0	-	-	3.8	3.8
Corrida 3	Blanco	-	10.9		11.5	12
	Presa 1	-	10.9		13.7	22.5
	Presa 2	-	8.7		11.5	20.8

	Represa 1	-	-		2.7	5.4
	Represa 2	-	3.8		3.8	6.5

Estos resultados se comparan con la NOM-001-SEMARNAT como se menciona arriba es de tipo B, por lo tanto sus valores no sobrepasan los límites, por el contrario se encuentran muy bajos en ambas muestras; pero si comparamos la presa con la represa, se nota como la represa es muy bajo. Se puede crear la hipótesis que si existen descargas de aguas grises que contienen fosfatos ya que en la prueba que se realizó in situ, salieron valores elevados.

El fosfato es un producto que, cuando proviene de detergentes, es acompañado por tensoactivos. Los también llamados surfactantes son sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases. Entre los tensoactivos se encuentran las sustancias sintéticas que se utilizan regularmente en el lavado, como shampoos, geles corporales, detergentes para ropa y platos, sustancias utilizadas frecuentemente en casas. Su acción más importante en las aguas superficiales está relacionada con la interferencia en el poder autodepurador de los recursos hídricos, debido a la inhibición de la oxidación química y biológica. Como consecuencia de la inhibición de la oxidación química y biológica, aun en aguas fuertemente contaminadas, la determinación de la DBO suele presentar valores bajos. Esto se debe, entre otras causas, a que las bacterias en presencia de detergentes se rodean de una película que las aísla del medio e impide su acción.

Cabe mencionar que la popularidad de la determinación de la DBO<sub>5</sub> a 20°C se dio, ya que era la temperatura promedio de verano en Londres, donde éste método se popularizó. Hay que tener en cuenta que puede que los valores reales de las DBO<sub>5</sub> obtenidas sean mayores, ya que la temperatura de los cuerpos de agua es mayor a 20°C (como se estableció en el laboratorio).

Otra de las razones por las cuales se tienen valores bajos de DBO (hablando especialmente de la presa) se debe a que los microorganismos degradan mejor la materia en un rango de 6.5 a 7.5 y la presa presenta un pH de 8.4 por lo que los microorganismos degradadores no están en óptimas condiciones (Del Ángel, M. 1994). La literatura indica que para obtener valores confiables de DBO se necesita

estabilizar el pH de la muestra, sin embargo, en este caso, el pH se dejó igual para apegarse a la realidad de la presa.

Otra suposición puede ser que los cuerpos de agua simplemente no cuenten con la cantidad requerida por los microorganismos de oxígeno disuelto, lo que no da lugar a la degradación de la materia orgánica. Tal es el caso de la represa que cuenta con niveles críticos de oxígeno disuelto, podemos observar que su DBO es mucho menor que el DBO de la presa.

En las fechas que se realizó el muestreo, ya había llovido, por lo que la materia orgánica se presenta más disuelta. Esta puede ser otra razón de los valores bajos de DBO.

Para tener resultados más certeros se necesitaría de realizar pruebas de DBO5 continuas, para poder realizar un modelo de cuándo es que se tienen picos de mayor o menor demanda biológica de oxígeno a lo largo del tiempo. Además se podría realizar una curva de la DBO a lo largo de más días y observar si esta demanda de oxígeno llega a estabilizarse. Así se podría conocer la verdadera demanda biológica de oxígeno.

## Conclusiones

Antes de descargar las aguas residuales al cuerpo receptor se necesita de un tratamiento previo, para evitar efectos contra la flora y fauna y propiciar una depuración natural más rápida. Esto se lograría si se instala la PTAR para los pueblos alrededor de la presa. Los sólidos orgánicos al descomponerse crean regiones de alta demanda de DBO, sin embargo en nuestros cuerpos receptores no se cuenta con un DBO alto, capaz de degradar toda la materia orgánica que llega al cuerpo receptor.

Los análisis realizados fueron muy útiles para poder establecer hipótesis en lo que a calidad de agua respecta, específicamente en el análisis microbiológico

Mediante este proyecto, se pudo observar la calidad en la que se encuentra el recurso del agua en la población. Además se implementaron conocimientos

adquiridos a lo largo de la carrera, se realizaron muestreos de agua de acuerdo a la normatividad mexicana. También se hizo énfasis en la aplicación de las normas oficiales en relación con contaminantes, parámetros y los límites máximos permisibles para que la CONAGUA la considere agua de calidad aceptable.

### Referencias Bibliográficas

1. Cavallini, E. R. (2005). *Bacteriología general: principios y prácticas de laboratorio*. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
2. Harvey, R. A., Champe, P. C., & Fisher, B. D. (2008). *Microbiología*. Barcelona: Wolters Kluwer.
3. Madigan, M. T. (2009). *Brock: biología de los microorganismos*. Madrid: Pearson Addison Wesley.
4. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
5. Norma Oficial Mexicana NOM-AA-28-1981, Análisis de Aguas.- Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno. (Esta Norma cancela a la NOM-AA-28-1976), así como el Aviso de la Declaratoria de Vigencia.
6. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano- límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
7. Organización mundial de la salud. 10 datos sobre la inocuidad de los alimentos. [http://www.who.int/features/factfiles/food\\_safety/es/](http://www.who.int/features/factfiles/food_safety/es/)
8. Water Treatment Solutions <http://www.lenntech.es/por-que-es-importante-el-oxigeno-disuelto-en-el-agua.htm>
9. Ing. María Magdalena del Ángel Sánchez. (1994). Tesis de contribución al estudio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. <http://eprints.uanl.mx/7204/1/1020091184.PDF>
10. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]: incluye el primer apéndice. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición. 2006. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwq3_es_full_lowres.pdf)
11. Petra Pütz (2010). Eliminación y determinación de fosfato. Interempresas.net <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/37743-Eliminacion-y-determinacion-de-fosfato.html>

12. Campuzano, Silvia; Camacho, Judith Elena; Alvarez, Alicia; (2006).  
Caracterización del desecho tóxico producido en PYMES que fabrican  
detergentes. *Gestión y Ambiente*, Sin mes, 77-88.  
<http://www.redalyc.org/html/1694/169421183006/>