



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Ingeniería Civil

“Diagnóstico de la calidad del agua en el sistema de abastecimiento de la localidad de Buenavista Tomatlán, Michoacán”

Tesis

que para obtener el título de Ingeniero Civil

Presenta

P.I. Francisco Javier Soto Madrigal

Asesor de tesis: Ing. Sonia Juárez Aguilera

Morelia Michoacán, junio de 2016





DEDICATORIA

Esta tesis está dedica primero que a nadie a Dios por permitirme llevar hasta aquí y siempre llenarme de enormes Bendiciones.

A mis padres, María de Jesús Madrigal Carrillo y Rafael Soto Naranjo quienes no solo me dieron la vida también me criaron, me inculcaron valores, me ayudaron a formar mi carácter, me enseñaron a esforzarme, a lograr mis objetivos, a ser constante, les agradezco por siempre estar apoyándome a lo largo de mi vida en todas mis decisiones, porque aunque mi padre no está conmigo hoy en día de manera física yo sé que sigue apoyándome desde donde se encuentre al igual que mi madre la cual tengo la fortuna de tener a mi lado.

A mis nueve hermanos: María del Carmen, Teresa, Rosalba, Martina, Ana María, Agustín, José María, Isabel y Gabriela. Agradezco por que al igual que mis padres me han apoyado, animado y aconsejado a lo largo de toda la vida.

A todos mis familiares en general tíos, primos, y sobrinos que siempre estuvieron preocupados por mi bienestar y me han apoyado tanto, muy en especial a María del Carmen Rodela Madrigal y a María de Jesús Soto Madrigal.

A mi novia María de Lourdes Solorio Serrato quien siempre ha estado a mi lado tanto en los buenos momentos como en las malas rachas, y doy gracias por seguir a mi lado.

A todos mis amigos, que han estado siempre dispuestos a brindarme su ayuda en todo momento.

También les agradezco a todas aquellas personas que sin ser parte de mi familia hay contribuido de muchas maneras a realizar mis propósitos.

¡A todos ustedes... gracias!



AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero que a nadie a mi asesora de tesis: Sonia Aguilera Juárez que siempre me ha apoyado, aconsejado y alentado en todo el trayecto transcurrido de mi proyecto de tesis.

A mis sinodales, por el apoyo y consejos brindados para la mejor realización de mi proyecto de titulación.

También agradezca la ayuda que me brindo la administración del señor Presidente municipal de Buenavista Tomatlán, Luis Torres Chávez, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible realizar los análisis de laboratorio que tan necesarios fueron para este proyecto, también agradezco al departamento de agua de la localidad encabezado por el Sr. Ramiro Zepeda Aguilar, por la accesibilidad a la hora de tomar muestras, fotografías y brindar la tan valiosa información que muy amablemente fue brindada por los trabajadores a su cargo.

Agradezco también la actual administración encabezada por el señor presidente municipal de Buenavista Tomatlán, Lorenzo Barajas Heredia por brindarme su apoyo en especial al departamento de agua de la localidad, encabezado por el Arq. Jonathan Reina Jiménez por la accesibilidad a la hora de tomar muestras, fotografías y brindar la tan valiosa información que muy amablemente fue brindada por los trabajadores a su cargo.

Agradezco también a todo el personal del laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental perteneciente a la Facultad de Ingeniería Civil de la U.M.S.N.H, especialmente al jefe actual, M.C. Ricardo Ruiz Chávez por su ayuda para la realización de las pruebas necesarias para este proyecto.



RESUMEN

En el Diagnóstico de la calidad del agua del sistema de abastecimiento de la localidad de Buenavista Tomatlán, Michoacán se presentan los resultados de los análisis de calidad del agua potable, obtenidos mediante pruebas de laboratorio a muestras del manantial “Río Buenavista” así como a diferentes puntos del sistema de abastecimiento de la localidad mencionada. Se encuentra también la descripción general de la zona de estudio, información hidrológica, aforos, gráficas de parámetros y sus límites máximos permisibles, según se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. La investigación contempla periodo de lluvias y estiaje, así como comparaciones entre los límites normados a nivel nacional y los parámetros que marca la Organización Mundial de la Salud (OMS), revisión del sistema de cloración, aspectos toxicológicos de algunos parámetros que se establecen en la Norma, y un análisis estadístico de incidencia de enfermedades crónicas en la localidad, así como su posible relación con el consumo del agua.

Para el mejoramiento de la calidad y funcionamiento integral del sistema, se describen también las conclusiones más sobresalientes del estudio y algunas recomendaciones; entre ellas, la rehabilitación y mantenimiento de algunas obras.

Palabras claves: Análisis, calidad, agua, parámetros, manantial, distribución, norma, Buenavista Tomatlán Michoacán.

SUMMARY

The results of a water quality investigation on the Buenavista Tomatlan's water supply network are presented here. Several water samples were obtained from different locations of the network and the main water source: the Buenavista River. Applicable laboratory tests were conducted and the obtained results were analyzed. A general description of the studied area, its hydrological properties, gauging methodologies, testing parameters, and allowable limits (according to the Mexican standard NOM-127-SSA1-1994) are also discussed.

The parameters considered in this study range from the establishment of run-off and dry periods, comparison between national standard limitations and those from the World Health Organization (OMS in Spanish), inspection of the network's disinfection system, and coverage of toxicological aspects as established by the Mexican standard.

The results of a statistical correlation between regional chronic diseases and water consumption are discussed. Finally, the most relevant conclusions were drafted and important recommendations were provided (i.e. rehabilitation and maintenance of the network infrastructure).

KEYWORDS: Analysis, water quality, water parameters, water source, water distribution, standard, Buenavista Tomatlan, Michoacan.



ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1. Introducción.....	2
CAPÍTULO II. OBJETIVOS	3
2. Objetivos	4
2.1. Objetivo general.....	4
2. 2 Objetivos particulares	4
2.3 Hipótesis.....	4
CAPÍTULO III. ANTECEDENTES	5
3. Antecedentes	6
CAPÍTULO IV. ESTUDIOS PRELIMINARES DEL DIAGNÓSTICO	8
4.1 Marco teórico.....	9
4.1.1 Localización de la cuenca del Balsas.....	9
4.1.2 Sistema hidrológico	9
4.1.3 Hidrología superficial.....	10
4.1.4 Aguas subterráneas	10
4.1.5 Actividades económicas	11
4.1.6 Tipo de suelo de la región hidrológica numero 18 Balsas.....	11
4.1.7 Uso del suelo.....	13
4.1.8 Áreas agrícolas.....	13
4.1.9 Climas predominantes en la región hidrológica número 18 balsas	14
4.1.10 Esgurrimiento de la cuenca Balsas.....	14
4.1.11 Demografía	16
4.1.12 Precipitación	17
4.1.12.1 Disponibilidad natural media del agua.....	17
4.1.13 Cuenca hidrológica Río Tepalcatepec	18
4.1.14 Localización de subcuenca de estudio Río Tepalcatepec (RH18je).....	18
4.1.15 Reseña histórica y datos notables del municipio de Buenavista Tomatlán, Michoacán.....	19
4.1.16 Localización	19



4.1.17 Extensión	20
4.1.18 Orografía	20
4.1.19 Hidrografía	20
4.1.20 Clima	20
4.1.21 Principales ecosistemas	20
4.1.22 Recursos naturales	20
4.1.23 Características y uso de suelo	20
4.1.24 Macrolocalización del manantial de estudio	20
4.1.25 Micro localización del manantial de estudio	22
4.1.26 Datos del Manantial	23
CAPÍTULO V. NORMATIVIDAD EN MATERIA DE AGUA.....	24
5.1 Toxicología.....	25
5.1.1 Factores que influyen en la Toxicidad.....	25
5.1.2 Características microbiológicas	25
Organismos coliformes totales	25
E. Coli o coliformes fecales.....	26
5.1.3 Características físicas.	27
Sabor y olor	27
Color	27
Turbiedad.....	27
pH.....	28
Dureza.....	28
5.1.4 Características químicas – inorgánicas.....	28
Aluminio	28
Arsénico	28
Bario	29
Cadmio	29
Cianuro.....	29
Cloro residual libre.....	29
Cobre	29



Cromo.....	30
Manganeso.....	30
Mercurio	30
Nitrito	31
Nitrato	31
Nitrógeno amoniacal	31
Plomo	31
Sodio.....	32
Sulfatos	32
Zinc	32
Hierro.....	32
Fluoruro.....	33
5.1.5 Características químicas – compuestos orgánicos.....	33
Etilbenceno.....	33
Tolueno	33
Xileno.....	33
5.1.6 Pesticidas.....	33
Aldrín	33
Clordano.....	33
DDT.....	34
Hexaclorobenceno.....	34
5.2 Estándares de calidad del agua potable según la Organización Mundial de la Salud (OMS).....	34
5.2.1 Comparativa de Estándares de calidad del agua según la OMS y la Unión Europea (UE)	41
5.3 Metodología para tomar una muestra de agua.....	42
Procedimientos sanitarios para el muestreo.....	42
Material, reactivos y equipo de muestreo:.....	42
Manejo de muestras.....	45
Identificación y control de muestras.	45
5.4 Aforo	46



5.5 Sistema de cloración actual	47
5.6 Propuesta de un método de desinfección de agua potable para la localidad de Buenavista Tomatlán, Michoacán.	48
Importancia de los métodos de desinfección	48
Cloro	49
Características del cloro.	49
Modo de acción del cloro	50
Diseño del sistema de cloración	50
Dosis de cloro	51
5. 7 Revisión de la Norma NOM-127-SSA1-1994.	52
CAPÍTULO VI. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	54
6.1 Resultados de la encuesta aplicada a los habitantes de la localidad de Buenavista Tomatlán Michoacán.	55
6.1.1 Olor o sabor	56
6.1.2 Tratamiento.	57
6.1.3 Enfermedades	57
6.1.4 Percepción de la calidad del agua	58
6.1.5 Padecimientos cancerígenos.	59
6.1.6 Tipos de cáncer.	60
6.2 Pruebas de laboratorio para la época de estiaje.	60
6.3 Pruebas de laboratorio para la época de lluvias	70
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
Conclusiones:	81
Recomendaciones:	82
CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS CONSULTADAS	83
Referencias	84
CAPÍTULO IX. ANEXOS	85
Anexo 1. “Pruebas de laboratorio”	86
Anexo 2. “Concesión de agua”	96
Anexo 3. “Encuesta”	98
Anexo 4. “Preservación de muestras”	100



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la Región Hidrológica número 18 Balsas.	9
Figura 2. División de la Región Hidrológica numero 18 Balsas, en quince cuencas.....	10
Figura 3. Tipos de suelos existentes en la Región Hidrológica número 18 Balsas.	12
Figura 4. Usos del suelo en la Región Hidrológica número 18 Balsas.	14
Figura 5. Población por entidad federativa.	16
Figura 6. Porcentaje de población por Entidad Federativa en Región Hidrológica número 18 Balsas.	17
Figura 7. Ciclo del agua en la zona de la Región Hidrológica número 18 BALSAS.....	17
Figura 8. Ubicación de la cuenca rio Tepalcatepec.	18
Figura 9. Localización de la subcuenca R. Apatzingán.	19
Figura 10. Macro Localización del Manantial.	21
Figura 11. Micro localización del Manantial “Puente del Diablo”.	22
Figura 12. Procedimiento para tomar las muestras.	44
Figura 13. Estado actual del depósito principal.....	46
Figura 14. Estado actual del dispositivo de cloración.	47
Figura 15. Porcentajes de personas que han detectado olores o sabores extraños.....	56
Figura 16. Porcentajes de personas que saben que tratamiento recibe el agua potable.	57
Figura 17. Porcentajes de personas que creen que agua es culpable de enfermedades en su localidad.	58
Figura 18. Percepción de la calidad del agua según las personas de la localidad.....	59
Figura 19. Porcentaje de personas que tienen parientes con alguna enfermedad cancerígena.	59
Figura 20. Tipos de cáncer encontrados en la localidad.	60
Figura 21. Coliformes totales en época de estiaje.....	61
Figura 22. Color en época de estiaje.....	62
Figura 23. Olor en época de estiaje.....	62
Figura 24. Turbiedad en época de estiaje.....	63
Figura 25. Aluminio en época de estiaje.....	63
Figura 26. Bario en época de estiaje.....	64
Figura 27. Cadmio en época de estiaje.....	64
Figura 28. Cloro en época de estiaje.....	65
Figura 29. Cobre en época de estiaje.....	65
Figura 30. Cromo en época de estiaje.....	66
Figura 31. Dureza total en época de estiaje.....	66
Figura 32. Fluoruro en época de estiaje.....	67
Figura 33. Plomo en época de estiaje.....	67
Figura 34. Sólidos Disueltos Totales en época de estiaje.....	68
Figura 35. Sulfatos en época de estiaje.....	68
Figura 36. pH en época de estiaje.....	69
Figura 37. Zinc en época de estiaje.....	69
Figura 38. Coliformes totales en época de lluvias.....	70
Figura 39. Color en época de lluvias.....	71
Figura 40. Olor en época de lluvias.....	71



Figura 41. Olor en época de lluvias.....	72
Figura 42. Aluminio en época de lluvias.....	73
Figura 43. Bario en época de lluvias.....	73
Figura 44. Cadmio en época de lluvias.....	74
Figura 45. Cloro en época de lluvias.....	74
Figura 46. Cobre en época de lluvias.....	75
Figura 47. Cromo en época de lluvias.....	75
Figura 48. Dureza total en época de lluvias.....	76
Figura 49. Fluoruro en época de lluvias.....	76
Figura 50. Bario en época de lluvias.....	77
Figura 51. Sólidos Disueltos Totales en época de lluvias.....	77
Figura 52. Sulfatos en época de lluvias.....	78
Figura 53. pH en época de lluvias.....	78
Figura 54. Zinc en época de lluvias.....	79



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades realizadas en la Región Hidrológica número 18 Balsas.....	11
Tabla 2. Subtipos de suelo en la región hidrológica número 18.....	12
Tabla 3. Uso del suelo de la región hidrológica numero 18 Balsas.....	13
Tabla 4. Climas predominantes en la cuenca del río Balsas.	14
Tabla 5. Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo, en millones de metros cúbicos anuales.	15
Tabla 6. Superficie y población por entidad federativa y subregión de la cuenca BALSAS. .	16
Tabla 7. Parámetros de la OMS.....	36
Tabla 8. Parámetros de la OMS.....	37
Tabla 9. Parámetros de la OMS.....	39
Tabla 10. Parámetros de calidad según la (OMS).	41
Tabla 11. Matriz de resultados de laboratorio.	53
Tabla 12. Tabla 1 de la NOM-127-SSA1-1994.....	60
Tabla 13. Tabla 2 de la NOM-127-SSA1-1994.....	61
Tabla 14. Tabla 3 de la NOM-127-SSA1-1994.....	63
Tabla 15. Tabla 1 de la NOM-127-SSA1-1994.....	70
Tabla 16. Tabla 2 de la NOM-127-SSA1-1994.....	70
Tabla 17. Tabla 3 de la NOM-127-SSA1-1994.....	72



CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN



1. Introducción

Con el propósito de descartar cualquier contaminante que pueda dañar la salud de los pobladores de Buenavista Tomatlán Michoacán. Se realizarán pruebas de calidad de agua potable para consumo humano basadas en la 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), en la cual se presentan los tipos de contaminantes y los límites máximos permisibles. Las pruebas se realizarán tanto en periodo de estiaje como de lluvias para tomar casos diferentes y así confirmar que en ningún periodo se tenga presencia de algún contaminante ó que en algunas fechas se salga de los niveles que nos marca la norma antes mencionada, cabe destacar que las pruebas se realizarán tanto en el manantial de donde se extrae el agua que es suministrada a los pobladores así como también se realizarán pruebas en diferentes puntos de la red municipal de agua potable e incluso en el depósito principal, con esto se pretende descartar que la red municipal pueda estar en malas condiciones y afecte la calidad del agua, también se analizará que el sistema de cloración utilizado sea el adecuado.

Con esta tesis se pretende que los pobladores que consumen agua directamente de la red municipal cuenten con la información que les permita saber si es o no seguro para su salud consumir el agua directamente de la red, del mismo modo, el resto de los pobladores que no la ingieren habitualmente tengan la confianza de consumirla.

Además se analizará si el sistema de cloración que se encuentra en operación en la red de agua potable se emplea de manera correcta y se revisará si la red de suministro de agua potable está en condiciones óptimas para realizar el transporte del líquido.

Ya una vez determinando si el agua está o no contaminada o que los parámetros no sean los adecuados se realizarán recomendaciones enfocadas a lo que determinemos en las pruebas de laboratorio, estas recomendaciones se realizarán enfocadas a cada uno de los puntos donde se realizarán pruebas (manantial, red municipal, depósitos).

Se realizarán gráficas que nos muestren si algún parámetro se sale de los límites que nos marca la NOM-127-SSA1-1994, y si es así analizarlo por separado para llevar a cabo las acciones necesarias.

También se realizarán encuestas en el poblado de Buenavista Tomatlán Michoacán, esto con el fin de conocer los casos de cáncer y ver si las personas del lugar tienen conocimiento de los procesos de potabilización a los que está sometida el agua de su localidad.

Una vez realizado todo lo anterior podremos emitir las conclusiones apropiadas y con estas definir las condiciones en que se encuentra el agua potable, la red de distribución y el sistema de cloración con que cuenta la localidad de Buenavista Tomatlán Michoacán.



CAPÍTULO II. OBJETIVOS



2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Diagnosticar la calidad del agua para consumo humano en el manantial y en los demás componentes de la red de distribución en la localidad de Buenavista Tomatlán, Michoacán,

2. 2 Objetivos particulares

- 1.- Evaluar la calidad del agua potable que consumen los pobladores del municipio de Buenavista Tomatlán, Michoacán.
- 2.- Recabar información de salud sobre casos de cáncer en el municipio de Buenavista Tomatlán, Michoacán.
- 3.- Analizar el sistema de cloración que se utiliza en los depósitos de la red pública de agua potable del municipio de Buenavista Tomatlán, Michoacán.
- 4.- Revisar si la red pública de agua potable está en condiciones aptas para el suministro.
- 5.- Presentar lineamientos y recomendaciones en base a los resultados obtenidos.

2.3 Hipótesis

Los casos de cáncer que han detectado en los últimos años dentro del municipio de Buenavista Tomatlán, Michoacán, pueden estar relacionados con algún agente contaminante (metales pesados) que se encuentra en el agua potable, consumida por los pobladores de la localidad.



CAPÍTULO III. ANTECEDENTES



3. Antecedentes

El territorio de Tomatlán se localiza a los 102°37" de longitud oeste y 19°13" de latitud norte y, según la monografía del municipio realizada por Agustín Gonzáles del Toro:

“constituye el límite de la fecundidad agrícola y la frontera entre esta y la inmensa región que se encuentra al sur en la Sierra Madre del Sur. Cuenta con terrenos planos, tierras negras de gran calidad, regadas por abundantes aguas procedentes de manantiales”.

Hasta este valle llegó del occidente una tribu Náhuatl que había formado un pequeño imperio en Xilotlán, por lo que se les llamaba “Xilotlanzincas”. A su paso, fundaron un gran poblado al que llamaron Tlapalcatepeque, actual Tepalcatepec, Tetlama que ahora se conoce como Santa Ana Tetlama. Siguiendo hacia el este, encontraron un gran río muy caudaloso al que llamaron río Arimao, actual “Río Grande” o “Tepalcatepec”, siguiendo su curso ya dentro del valle de Tomatlán, fundaron otro pueblo “cabecera” con el mismo nombre que dieron al río citado.

Exploraron los alrededores de un gran cerro y el curso del afluente que nos ocupa y bautizaron al valle, al cerro y al río con el nombre de Tomatlán, debido a la abundancia de tomates que ahí encontraron. Ahí, entre el cerro y el río establecieron un pueblo al que también llamaron Tomatlán.

Se sitúa este imperio con un lapso aproximado de mil años, que van del año 500 al 1500 de nuestra era actual. A finales del siglo XV, los movimientos de expansión del imperio tarasco lo transformaron todo.

En estas acciones guerreras, fue sojuzgado el pueblo de Arimao, que era la cabecera del territorio, y dejado intactas las localidades pequeñas como Xalpan, Tomatlán y Amatlán.

Los tarascos incorporaron este territorio al imperio de Huanimban, sujeto a Caltzontzi, a quien entregaba tributo en maíz, chile y algodón.

Dentro del territorio al que nos referimos hay vestigios de muchos otros asentamientos indígenas, principalmente del periodo preclásico que se ubica por el año 300 a. C., pero otros hallazgos arqueológicos no han sido identificados con ninguna cultura prehispánica hasta la actualidad. Es necesario mencionar que una comisión del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) ha investigado y explorado la región, con el fin de darle forma adecuada y veraz a estas historias prehispánicas.

Los pueblos de esta región, Buenavista Tomatlán entre ellos, estuvieron sujetos a la Alcaldía mayor de Tancítaro desde 1560 hasta 1787, en que la residencia del magistrado se trasladó a Apatzingán, que fue el nuevo nombre de la jurisdicción. Hasta el 5 de diciembre de 1927 en que se estableció el municipio de Buenavista, declarándose oficialmente como Cabecera Municipal. **(Toro, 2002)**

La obra de suministro de agua potable se remonta al 15 de agosto de 1951 realizada por el entonces General de división Lázaro Cárdenas del Río, obra que se realiza debido a que el



poblado no contaba con el servicio de agua potable y se limitaban a tomar agua de arroyos y del río.

El poblado tenía el gran problema de que en temporadas de lluvia el agua no estaba en condiciones para beberla ya que el agua en esta temporada arrastra muchos residuos, que pueden provocar daños serios a la salud.

Al paso de los años el crecimiento de la localidad a forzado la implementación de una red de agua potable que conduzca el agua a cada uno de los hogares, misma que ha tenido muchas modificaciones, ya que en sus inicios el suministro del agua era por medio de llaves públicas donde los pobladores tomaban turno para llevar un poco de agua a sus hogares. También ha cambiado dependiendo de los materiales que se utilizaban en cada época y que aún se está modificando, ya que cada día como en todos los poblados surgen nuevos hogares que necesitan del vital líquido.



CAPÍTULO IV. ESTUDIOS PRELIMINARES DEL DIAGNÓSTICO



4.1 Marco teórico

4.1.1 Localización de la cuenca del Balsas

La Región Hidrológica número 18 Balsas se localiza entre los paralelos 17° 13' y 20° 04' de latitud Norte y los meridianos 97° 25' y 103° 20' de longitud Oeste. Cuenta con una superficie hidrológica de 117,405 kilómetros cuadrados, equivalente al 6% del territorio nacional (ver Figura 1). La región hidrológica, está limitada por las Sierras Madre del Sur y la de Juárez, así como por el eje neo volcánico.



Figura 1. Localización de la Región Hidrológica número 18 Balsas.

La Región Hidrológica número 18 Balsas, incluye en su totalidad al Estado de Morelos (100%) y parcialmente a los Estados de Tlaxcala (75%), Puebla (55%), México (36%), Oaxaca (9%), Guerrero (63%), Michoacán (62%) y Jalisco (4%), así como muy pequeñas porciones del Distrito Federal y del Estado de Veracruz; con un total de 422 municipios y una superficie total de 117,305.9 kilómetros cuadrados.

4.1.2 Sistema hidrológico

Las condiciones de precipitación, la orografía, la geología, el uso del suelo y la extracción que se hace del recurso para su uso y aprovechamiento, definen las condiciones de escurrimiento y filtración hacia el subsuelo a lo largo y ancho en la Región Hidrológica número 18 Balsas.

Tiene la forma de una depresión muy alargada con valles muy angostos, cuyo territorio está formado en su mayor parte por elevaciones con fuertes pendientes y un arreglo geológico poco propicio para el control y almacenamiento de los grandes escurrimientos que se presentan en la región hidrológica, ya que cuenta con un potencial importante de escurrimientos consistentes en más de 900 milímetros al año.

4.1.3 Hidrología superficial

Para el análisis del escurrimiento en la Región Hidrológica número 18 Balsas, ésta se ha integrado en quince cuencas hidrológicas como se muestra en la Figura 2, la división se realizó a partir de las condiciones físicas que las definen y de las estructuras de control existentes, ya sean presas o estaciones hidrométricas. Lo anterior, a excepción de las cuencas cerradas, definidas exclusivamente por sus límites físicos. Por otro lado, para fines de planeación y manejo administrativo, la Región Hidrológica número 18 Balsas, se ha dividido en las Subregiones Hidrológicas Alto, Medio y Bajo Balsas. La primera está integrada por las cuencas hidrológicas Río Libres Oriental, Río Alto Atoyac, Río Nexapa, Río Bajo Atoyac, Río Mixteco, Río Tlapaneco y Río Amacuzac. La Subregión Hidrológica del Medio Balsas está formada por las cuencas hidrológicas Río Medio Balsas y Río Cutzamala. Por su parte, las cuencas hidrológicas de Río Tacámbaro, Río Cupatitzio, Río Zirahuén, Río Paracho, Río Tepalcatepec y Río Bajo Balsas, están consideradas en la Subregión Hidrológica Bajo Balsas.

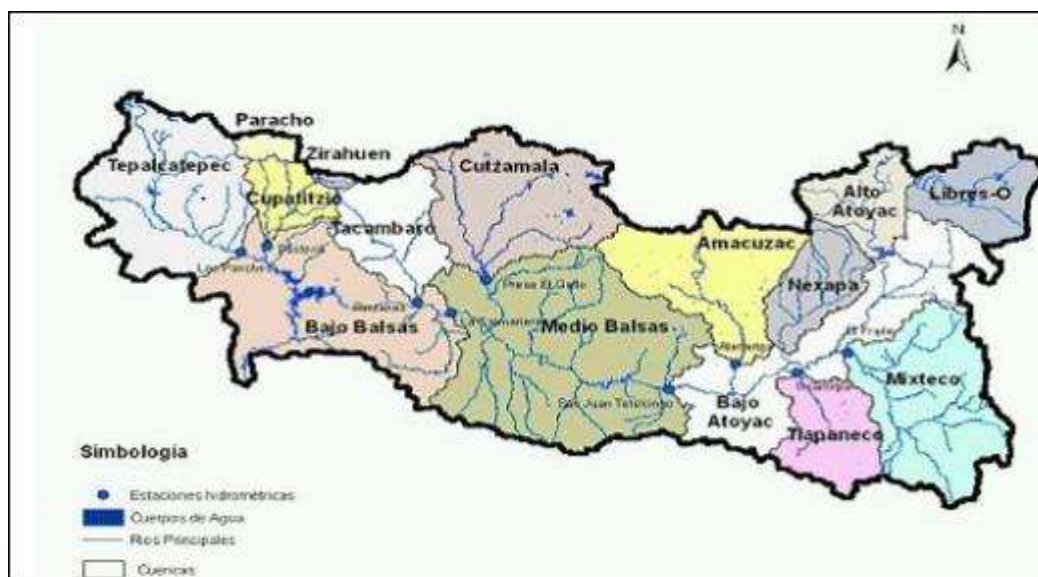


Figura 2. División de la Región Hidrológica numero 18 Balsas, en quince cuencas.

4.1.4 Aguas subterráneas

La región IV Balsas se divide en 46 acuíferos ó unidades hidrogeológicas, para fines de gestión y administración del agua subterránea, publicándose en el DOF el año 2001 los nombres oficiales. Cabe destacar que existen 5 acuíferos en la cuenca sometidos a sobreexplotación, 4 en la subregión Alto Balsas: Tepalcingo-Axochiapan del estado de Morelos y Valle de Tecamachalco, Atlixco-Izucar de Matamoros y Libres Oriental del estado de Puebla, y 1 en la subregión Medio Balsas: el acuífero Ciudad Hidalgo-Tuxpan del estado de Michoacán de Ocampo. La importancia del agua subterránea en la cuenca del Balsas, queda de manifiesto por la magnitud del volumen utilizado por los principales usuarios; del volumen total concesionado para usos consuntivos, de origen subterráneo, el 56% es para uso agrícola, 32% es para uso público-urbano y el 12% para el resto de los usos consuntivos, ello implica el aumento el número de acuíferos en condición de sobreexplotación (SEMARNAT 2011). (CONAGUA, 2011)



4.1.5 Actividades económicas

Sin duda, el agua constituye un factor fundamental en el desarrollo económico-social de cualquier sociedad. En el siguiente cuadro se presentan los usos y cuantificación del volumen utilizado en las diversas actividades humanas.

Uso	Volumen (hm ³)	Aguas nacionales (hm ³)		No. de aprovechamientos
		Superficial	Subterráneo	
Agrícola	5 783.26	4 763.04	1 020.22	13 032
Agroindustrial	0.05	0.01	0.04	3
Doméstico	10.65	6.13	4.53	785
Acuicultura	211.92	211.51	0.41	281
Servicios	52.52	38.09	14.43	592
Industrial	3 360.12	3 225.96	134.17	665
Pecuario	3.39	1.10	2.29	359
Público urbano	996.25	408.47	587.78	13 288
Diferentes usos	173.10	121.72	51.38	1 691
G. de E. E.	36 886.68	36 886.68	0.00	22
Comercio	0.00	0.00	0.00	-
Otros	0.20	0.16	0.04	4
Total	47 478.15	45 662.86	1 815.28	30 722

G. de E.E. (Generación de Energía Eléctrica), Otros (incluye los usos Agroindustrial, Acuicultura, Servicios, Pecuario, Múltiple y Comercio.)

**Tabla 1. Actividades realizadas en la Región Hidrológica número 18 Balsas.
(CONAGUA, 2010)**

4.1.6 Tipo de suelo de la región hidrológica numero 18 Balsas

Existen básicamente tres tipos de suelos en la Región Hidrológica número 18 Balsas: los no evolucionados, los poco evolucionados y los muy evolucionados; atendiendo al grado de desarrollo del perfil, la naturaleza de la evolución y el tipo de humus.

- Los suelos no evolucionados, son suelos brutos muy próximos a la roca madre. Apenas tienen aporte de materia orgánica. Si son resultado de fenómenos erosivos, pueden ser regosoles, si se forman sobre roca madre blanda, o litosoles, si se forman sobre roca madre dura. También pueden ser resultado de la acumulación reciente de aportes aluviales.
- Los suelos poco evolucionados dependen en gran medida de la naturaleza de la roca madre. Existen tres tipos básicos: los suelos ránker, los suelos rendzina y los suelos de estepa.
- Los suelos evolucionados, son los suelos que tienen perfectamente formados los tres horizontes. Encontramos todo tipo de humus, y cierta independencia de la roca madre.

En la Región Hidrológica número 18 Balsas, se presentan distintos tipos de suelos, claramente distribuidos en las cuencas de acuerdo con su origen, la descripción de éstos se presentan a continuación. Dentro de la región hidrológica, se han identificado 17 subtipos de suelos predominantes, de acuerdo con la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, en el Tabla 2, se presenta una lista de los principales subtipos de suelo.

TIPO	AREA		TIPO	AREA	
	TOTAL kilómetros cuadrados	%		TOTAL kilómetros cuadrados	%
Acrisol	4,633.18	3.95	Litosol	29,559.48	25.20
Andosol	9,257.76	7.89	Luvisol	8,046.01	6.86
Cambisol	7,408.63	6.32	Planosol	5.96	0.01
Castañozem	599.50	0.51	Ranker	37.98	0.03
Chernozem	62.57	0.05	Regosol	27,069.97	23.08
Feozem	12,815.05	10.92	Rendzina	6,965.84	5.94
Fluvisol	1,481.68	1.26	Solonchak	241.09	0.21
Gleysol	39.28	0.03	Vertisol	7,555.90	6.44
H2O	1,077.20	0.92	Xerosol	274.93	0.23
Hh+Lk+Hc/2	8.61	0.01	ZU	165.28	0.14
TOTAL	37,383.46	31.86	TOTAL	79,922.44	68.14

Tabla 2. Subtipos de suelo en la región hidrológica número 18.

Se identificaron en total 17 subtipos de suelos, predominando el Litosol con el 25.20% de la superficie total de la cuenca, 23.08% lo ocupan los suelos Regosoles, el 10.93% son Feozem, 7.89% de Andosol, 6.86% Luvisol y 6.32% de Cambisol, estos suelos representan el 80.27% del total del territorio de la cuenca. Las zonas urbanas apenas ocupan el 0.14% y los cuerpos de agua el 0.92%. El resto de la cuenca está ocupado por otro tipo de suelos. En la Figura 3 se presenta la distribución del tipo de suelos de la cuenca.

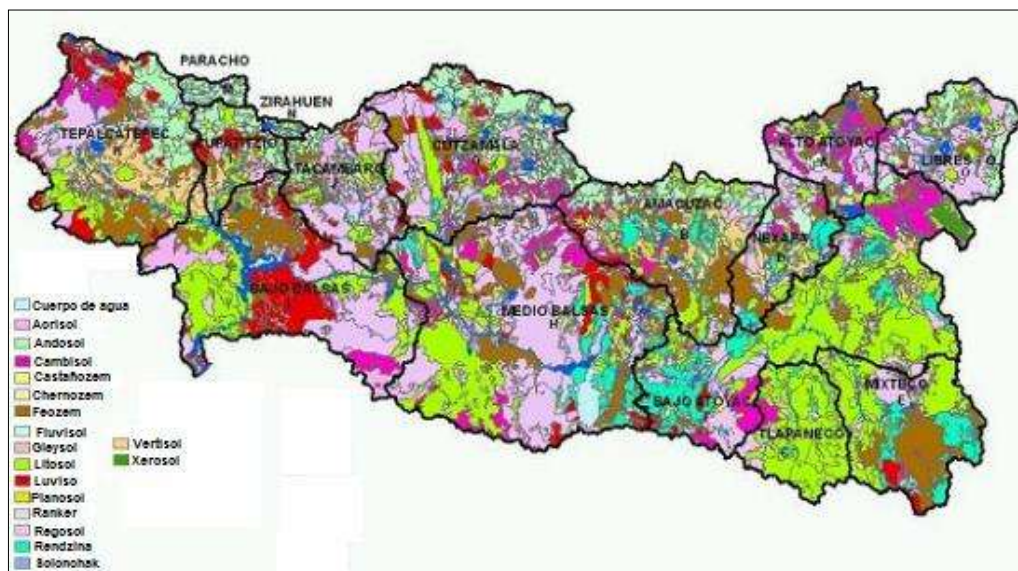


Figura 3. Tipos de suelos existentes en la Región Hidrológica número 18 Balsas.



4.1.7 Uso del suelo

Las condiciones del relieve en la Región Hidrológica número 18 Balsas y el tipo de suelos limitan el uso que se puede hacer del suelo, y cuando se utilizan zonas que naturalmente no son adecuadas para su uso agrícola, se propician alteraciones que han provocado erosión en grandes zonas, sobre todo en la zona mixteca. En la Tabla 3, se presentan los usos que se hacen del suelo en la región hidrológica.

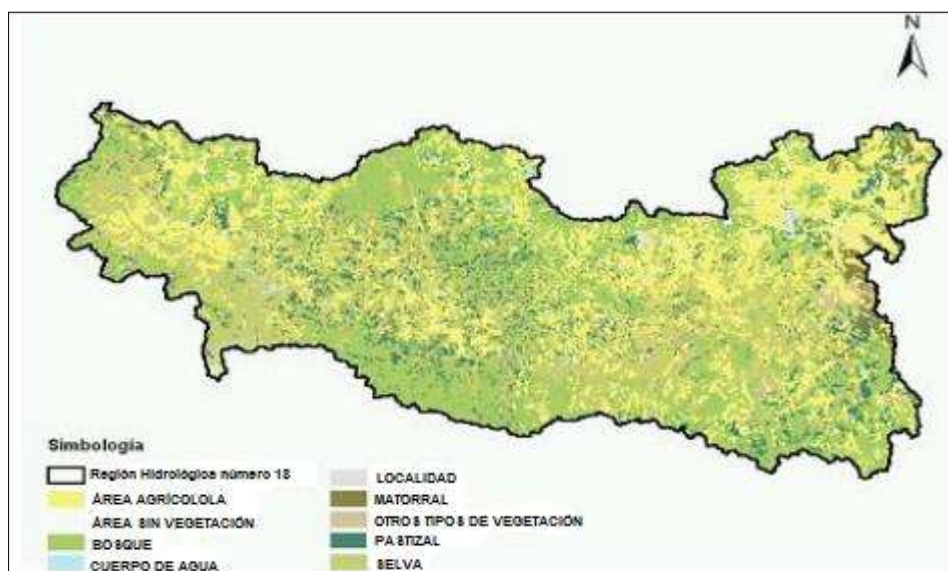
USO	AREA	
	Kilómetros cuadrados	%
Area agrícola	30,844.33	26.29
Area sin vegetación	1,673.73	1.43
Bosque	32,364.38	27.59
Cuerpos de agua	635.35	0.54
Zonas urbanas	856.65	0.73
Matorral	1,448.02	1.23
Pastizal	17,797.65	15.17
Selva	27,067.53	23.07
Otros tipos de vegetación	4,618.27	3.94
TOTAL	117,305.91	100.00

Tabla 3. Uso del suelo de la región hidrológica numero 18 Balsas.

Como se puede observar en la tabla 3, el mayor porcentaje del suelo en la Región Hidrológica número 18 Balsas está ocupado por bosque (cultivado, encino, encino–pino, oyamel, pino, pino-encino, táscate y mesófilo de montaña), con un 27.59%; concentrado en las grandes elevaciones. Por otra parte, el 26.29% (30,844.33 kilómetros cuadrados) de la región hidrológica es utilizado para fines agrícolas; desafortunadamente, el 79% de esta área no está bajo riego, el 2% se riega eventualmente y sólo el 19% es de riego (5,753.29 kilómetros cuadrados), que equivale apenas al 4.9% de la superficie total de la región hidrológica. La selva (baja caducifolia, baja espinosa y mediana subcaducifolia) ocupa un 23.07% del territorio total de la región hidrológica. (CONAGUA, 2011)

4.1.8 Áreas agrícolas

Como se puede apreciar en la Figura 4, las áreas agrícolas están muy dispersas en toda la región hidrológica, salvo en los distritos de riego. El resto de estas áreas, se desarrollan en pequeños valles intermontañosos y en las riberas de los cauces. Esta dispersión, hace muy compleja y costosa la incorporación a sistemas de riego tradicionales.



**Figura 4. Usos del suelo en la Región Hidrológica número 18 Balsas.
(CONAGUA, 2011)**

4.1.9 Climas predominantes en la región hidrológica número 18 balsas

En la siguiente Tabla 4, se muestra la variación del el clima en las zonas de la Región Hidrológica número 18 Balsas.

CLIMA	BAJO BALSAS	MEDIO BALSAS	ALTO BALSAS
	SEMICÁLIDO SUBHÚMEDO	CÁLIDO SUBHÚMEDO	TEMPLADO SUBHÚMEDO
TEMPERATURA MEDIA ANUAL	Entre 12 y 18° C	> 22° C	> 18° C
LLUVIAS DOMINANTES	En Verano	En Verano	En Verano (Verano cálido)
PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL	< 5% Extremoso	< 5% Extremoso	< 5%
OSCILACIÓN ANUAL EN LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL	Entre 7 y 14° C	Entre 7 Y 14° C	Entre 5 y 7° C

**Tabla 4. Climas predominantes en la cuenca del río Balsas.
(SEMARNAT; SEMARNAT)**

4.1.10 Esgurrimiento de la cuenca Balsas

A continuación se muestra el esgurrimiento de agua en millones de metros cúbicos en cada una de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica número 18 Balsas.



CUENCA HIDROLOGICA	ESCURRIMIENTO VIRGEN millones de metros cúbicos anuales	AGUAS ABAJO	
		millones de metros cúbicos anuales	(%)*
Río Alto Atoyac	448.89		0.00
Río Amacuzac	2,102.43	1,232.11	58.60
Río Tlapaneco	1,040.88	1,027.45	98.71
Río Nexapa	497.05	43.75	8.80
Río Mixteco	874.27	814.30	93.14
Río Bajo Atoyac	423.84	3,492.93	98.63
Río Cutzamala	2,246.51	1,511.98	67.30
Río Medio Balsas	3,921.33	8,448.76	94.65
Río Cupatitzio	1,118.58	432.66	38.68
Río Tacámbaro	917.88	761.44	82.96
Río Tepalcatepec	1,734.01	799.48	46.11
Río Bajo Balsas	1,261.12	10,859.54	92.79
Río Paracho-Nahuatzen	83.15	Cuenca cerrada	
Río Zirahuén	40.22	Cuenca cerrada	
Río Libres-Oriental	346.32	Cuenca cerrada	
TOTAL	17,056.48		

*Porcentaje de agua que descarga el cauce hacia la cuenca aguas abajo respecto del volumen total escurrido, es decir, el escurrimiento virgen por cuenca propia más el que, en su caso, recibe de otras cuencas

Tabla 5. Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo, en millones de metros cúbicos anuales.
(CONAGUA, 2011)

4.1.11 Demografía

En la siguiente imagen se muestra como se distribuye la población por entidad federativa y subregión de la cuenca Balsas como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Población por entidad federativa.

En la siguiente tabla se muestra la superficie, población y densidad de población por entidad federativa y subregión de la Región Hidrológica número 18 Balsas

Clave de la entidad federativa	Entidad federativa	Superficie (km ²)	Población 2009	Población 2005	Densidad de población (hab/km ²)
12	Guerrero	35 412	1 074 704	1 342 372	38
14	Jalisco	2 925	18 000	19 723	7
15	México	8 740	891 257	878 029	100
16	Michoacán	32 372	1 621 961	1 645 510	51
17	Morelos	4 882	1 681 096	1 612 899	330
20	Oaxaca	8 430	259 605	267 070	32
21	Puebla	20 160	3 749 313	3 555 499	176
29	Tlaxcala	3 514	1 069 033	999 035	284
Total regional		116 435	10 364 967	10 320 137	89
Subregión de planeación					
Alto Balsas		50 797	7 601 291	7 289 545	144
Medio Balsas		27 179	1 422 302	1 663 109	61
Bajo Balsas		38 459	1 341 373	1 367 483	36
Total regional		116 435	10 364 967	10 320 137	89

Tabla 6. Superficie y población por entidad federativa y subregión de la cuenca BALSAS.

A continuación se puede apreciar en Porcentaje de población por Entidad Federativa en la Región Hidrológica número 18 Balsas, Figura 6.

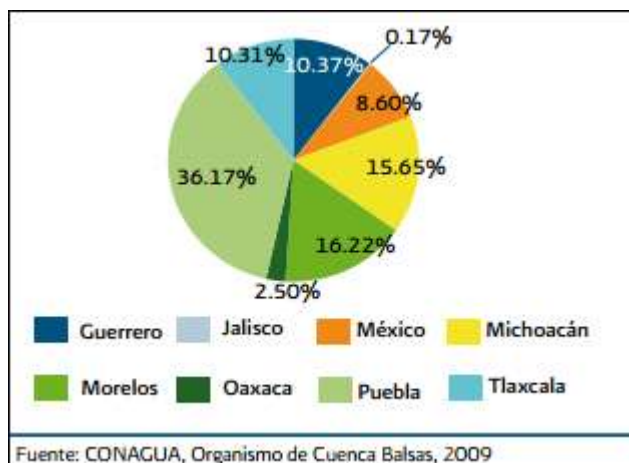


Figura 6. Porcentaje de población por Entidad Federativa en Región Hidrológica número 18 Balsas.

4.1.12 Precipitación

4.1.12.1 Disponibilidad natural media del agua

A continuación se muestra la interacción que del ciclo del agua a través en la Región Hidrológica número 18 BALSAS ejemplificado en la Figura 7.

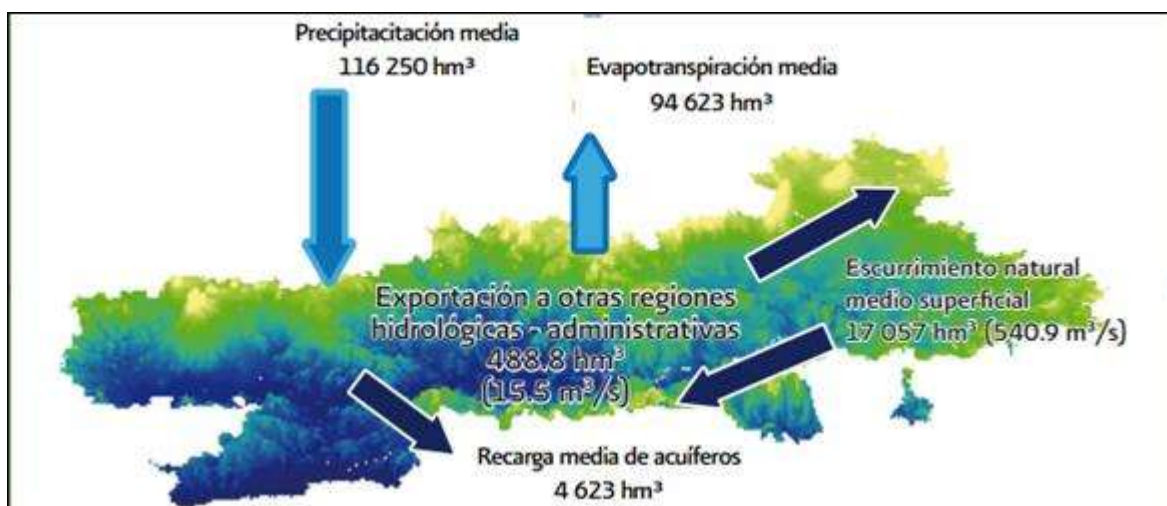


Figura 7. Ciclo del agua en la zona de la Región Hidrológica número 18 BALSAS.
(CONAGUA, 2010)

4.1.13 Cuenca hidrológica Río Tepalcatepec

Comprende desde donde nacen los escurrimientos del Río Quitupan en el cerro de la Tinaja hasta la estación hidrométrica Los Panches, localizada en las coordenadas geográficas 102° 13' 37" de longitud Oeste y 18° 53' 10" de latitud Norte. La cuenca hidrológica Río Tepalcatepec, tiene una superficie de aportación de 11,718.72 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes regiones y cuencas hidrológicas: al Norte por la Región Hidrológica número 12 Lerma-Santiago; al Sur por la Región Hidrológica número 17 Costa de Michoacán; al Este por la cuenca hidrológica Río Cupatitzio; y al Oeste por la Región Hidrológica número 16 Armería-Coahuayana (CONAGUA, 2011)

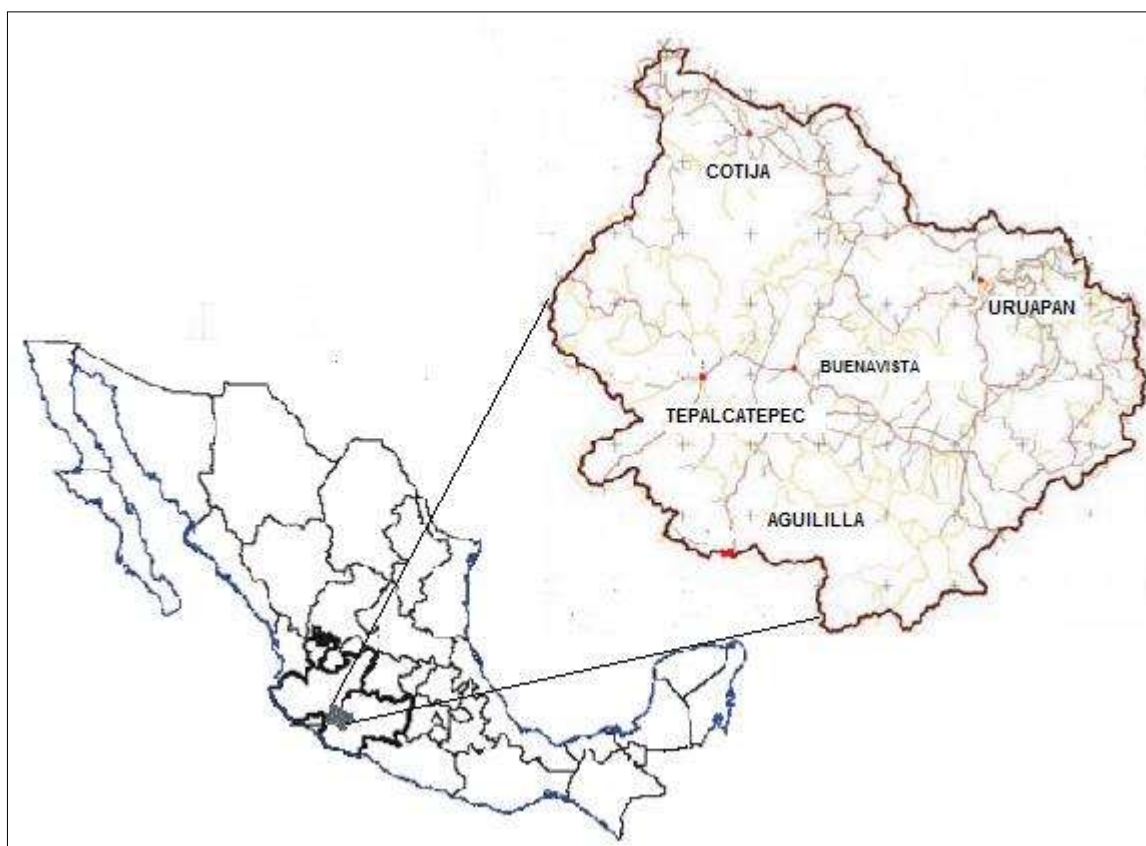
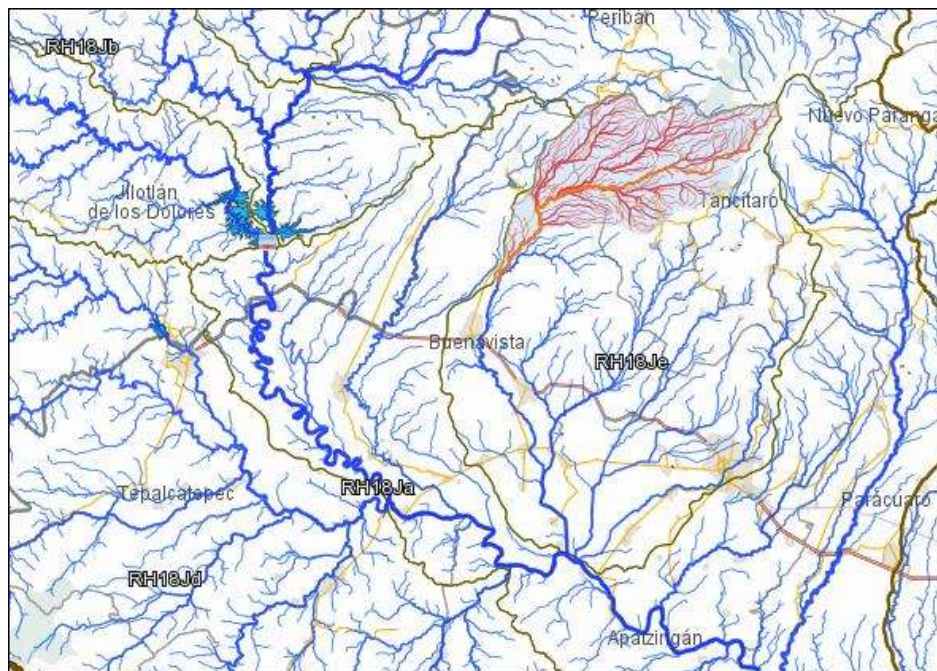


Figura 8. Ubicación de la cuenca río Tepalcatepec.

4.1.14 Localización de subcuenca de estudio Río Tepalcatepec (RH18je)

Se encuentra dentro de la cuenca Río Tepalcatepec, en la carta topográfica (E13b38) (Tancítaro) con un área de 11660.84 km² y un perímetro de 2948.79 km, está ubicada al noroeste de la subcuenca Río Tepalcatepec, en el estado de Michoacán de Ocampo, ubicada entre los municipios de Peribán, Buenavista y Tancítaro, como se muestra en la figura 9. (SEMARNAT)



**Figura 9. Localización de la subcuenca R. Apatzingán.
(INEGI)**

4.1.15 Reseña histórica y datos notables del municipio de Buenavista Tomatlán, Michoacán.

El nombre original es Tomatlán Buenavista, de las cuales Tomatlán es una palabra de origen náhuatl y quiere decir "lugar de tomates".

Este lugar lo fundaron los mexicas durante la época prehispánica, siendo habitado por aztecas, pirindas y purépechas. La fundación del pueblo se hizo más al norte de donde actualmente se localiza Buenavista Tomatlán, lo que puede comprobarse por los vestigios apreciados en el rancho denominado Pueblo Viejo.

Con el transcurso del tiempo, en el asentamiento actual del pueblo, se formó una hacienda y años más tarde, de acuerdo con la Ley Territorial del 10 de diciembre de 1831, este lugar aparece como tenencia del municipio de Apatzingán.

Finalmente, el 5 de diciembre de 1927, por decreto del Congreso del Estado, se estableció el municipio de Buenavista, con cabecera en Buenavista Tomatlán. Esta municipalidad conformó territorialmente con porciones segregadas a los municipios de Apatzingán y Tancitaro.

El manantial del Puente del Diablo, y el Río Buenavista, simbolizan la historia, porque son y han sido durante todo el tiempo, fuente de vida, y testigos mudos de la lucha constante de progreso.

4.1.16 Localización

Se localiza al oeste del Estado, en las coordenadas 19°12' de latitud norte y 102°35' de longitud oeste, a una altura de 450 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Peribán y Tancitaro,



al este con Apatzingán, al sur con Aguililla y al oeste con Tepalcatepec y el Estado de Jalisco. Su distancia a la capital del Estado es de 233 km.

4.1.17 Extensión

Su superficie es de 922.16 km² y representa el 1.56 por ciento de la superficie del Estado.

4.1.18 Orografía

Su relieve lo constituyen estribaciones de sistema volcánico transversal y la depresión del río Tepalcatepec. Predominan las planicies como las lomas de Zirapatiro, del Azúcar, Felipe Catlán, los Osotes y Polón.

4.1.19 Hidrografía

La constituyen el Río Tepalcatepec, arroyos y manantiales.

4.1.20 Clima

Su clima es tropical y seco estepario con lluvias en verano, tiene una precipitación pluvial anual de 745.2 milímetros y temperaturas que oscilan de 18 a 36 grados centígrados.

4.1.21 Principales ecosistemas

En el municipio predominan los bosques: tropical decíduo con parota, tepeguaje, ceiba, mango y zapote. Tropical espinoso con amole, cardones, teteches, viejito, huisache, calabazo y cuéramo; mixto con pino y encino. Su fauna la conforman el cacomixtle (Carnívoro de hábitos nocturnos parecido al tejón y la comadreja pero de mayor tamaño), zorrillo, ardilla, coyote, zorro, gavián, paloma, cerceta (Pato de unos 35 cm de longitud, de pico negro, grueso, más ancho en la parte superior, con el plumaje marrón y verde en la cabeza, y pardo claro y gris con lunares oscuros en el cuerpo) y chachalaca.

4.1.22 Recursos naturales

La superficie forestal de maderables es ocupada por pino y encino, en el caso de la no maderable, por arbustos.

4.1.23 Características y uso de suelo

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, cuaternario y plioceno, corresponden principalmente a los del tipo pradera, castaño y podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción pecuario y agrícola. **(BUENAVISTA, 1996)**

4.1.24 Macrolocalización del manantial de estudio

El manantial en estudio se ubica dentro del municipio de Buenavista Tomatlán Michoacán, con las siguientes coordenadas: latitud 19°13'03.0" longitud 102°34'30.0" es decir, el manantial se localiza al Noroeste de la población.

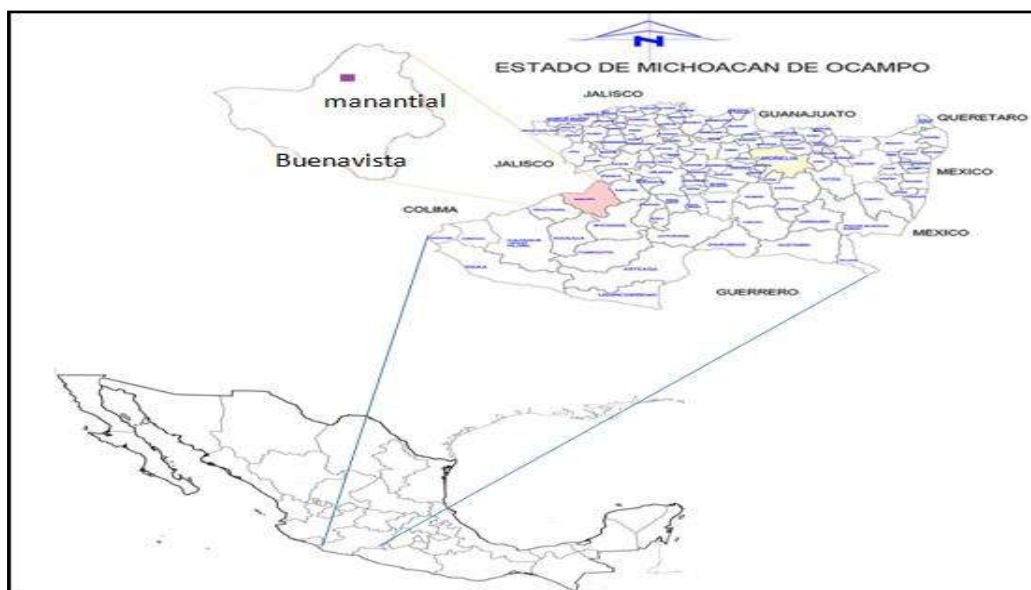


Figura 10. Macro Localización del Manantial.



4.1.25 Micro localización del manantial de estudio

El manantial se encuentra situado a una distancia de 3.36 km al centro del poblado como se muestra en la figura 11 mostrada a continuación.

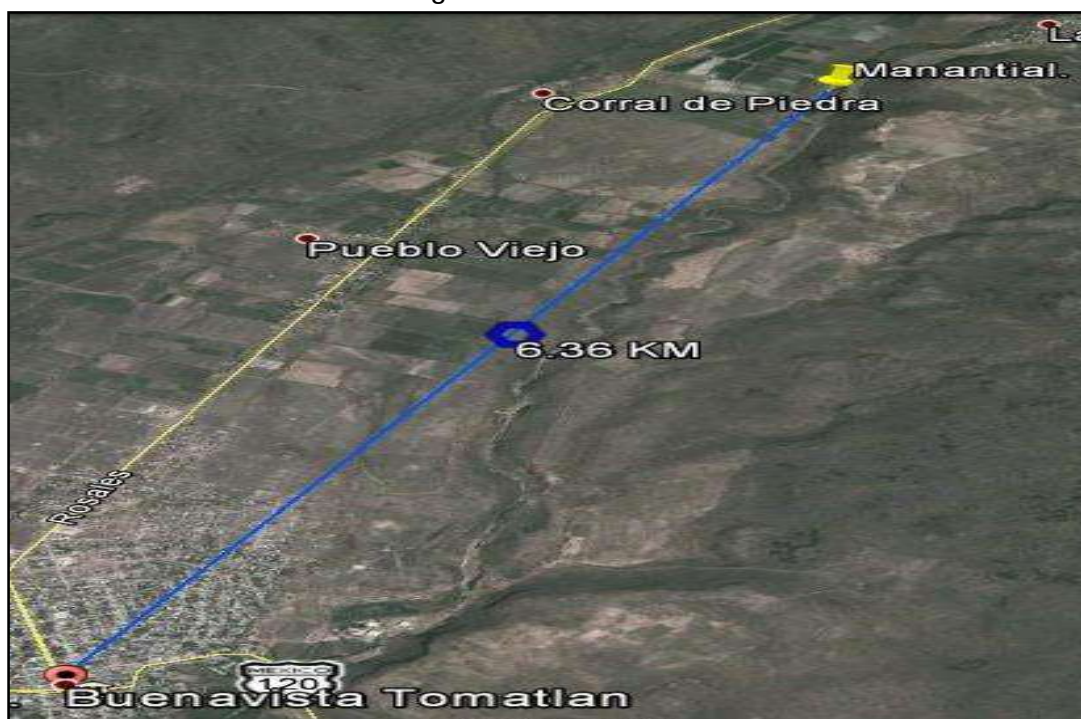


Figura 11. Micro localización del Manantial "Puente del Diablo".
(GOOGLE EARTH)



4.1.26 Datos del Manantial

Nombre del manantial: Río Buenavista.

Número de título: 04MCH125049/18HADA11

Volumen de metros cúbicos anuales para explotar: 211,523.19

Volumen de metros cúbicos anuales para extracción: 211,523.19

Gasto máximo en (l/seg.): 6.7100

Modo de captación: la captación es toma directa y la conducción se realizará por gravedad.

Fecha de concesión o asignación: 24/junio/2011

(CONAGUA, TÍTULO DE ASIGNACIÓN, 2011)



CAPÍTULO V. NORMATIVIDAD EN MATERIA DE AGUA



5.1 Toxicología.

La toxicidad es la capacidad de alguna sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo, al entrar en contacto con él. Tóxico es cualquier sustancia, artificial o natural, que posea toxicidad (es decir, cualquier sustancia que produzca un efecto dañino sobre los seres vivos al entrar en contacto con ellos). El estudio de los tóxicos se conoce como toxicología. Ninguna sustancia química puede ser considerada no tóxica, puesto que cualquier sustancia (agua, oxígeno) es capaz de producir un efecto tóxico si se administra la dosis suficiente. Esto queda representado en la famosa frase de Paracelso "sólo la dosis hace al veneno". Todas las sustancias poseen toxicidad; sin embargo unas tienen mayor toxicidad que otras. La intoxicación es el estado de un ser vivo en el que se encuentra bajo los efectos perjudiciales de un tóxico.

5.1.1 Factores que influyen en la Toxicidad

La toxicidad de una sustancia química depende de: 1.- Sus propias características químicas: toxicidad inherente (cuantía de la dosis tóxica [dosis mínima necesaria para producir efecto tóxico], tipo de efecto tóxico y gravedad del mismo). 2.- Dosis (cantidad de sustancia que entra en contacto con un ser vivo) 3.- Características del organismo con el que entra en contacto

La toxicidad puede ser afectada por muchos factores distintos, como la vía de administración (por ejemplo si se es aplicada en la flor, ingerida, inhalada, inyectada), el tiempo de exposición, el número de exposiciones (solo una dosis única o múltiples dosis con el tiempo), la forma física de la toxina (sólida, líquida o gaseosa), la salud total de un individuo, y muchos otros. Pero varios de estos términos que solían describir estos factores se incluyen aquí:

- **Exposición grave:** una exposición única (sola) a una sustancia tóxica que puede causar el daño biológico severo o incluso la muerte; exposiciones agudas por lo general no son caracterizadas con una duración mayor a un día.
- **Exposición crónica:** Una exposición continua a una toxina durante un período prolongado, es moderado en meses o años.

5.1.2 Características microbiológicas

Organismos coliformes totales

- Los coliformes por sí mismos no constituyen un riesgo para la salud, sin embargo su determinación se usa para indicar la presencia de bacterias nocivas.
- Su presencia es indicio de contaminación por heces fecales humanas o de animales de sangre caliente cuyos microorganismos patógenos presentes pueden causar diarrea, dolor breve y agudo en los intestinos, náuseas, dolor de cabeza u otros síntomas. Estos patógenos representan



un riesgo principalmente a la salud de los bebés, niños pequeños y aquellas personas que han sido detectadas con sistemas inmunológicos bajos o graves.

E. Coli o coliformes fecales.

- No constituyen en sí un riesgo para la salud, pero su determinación se debe a que pueden estar presentes bacterias nocivas.
- E. coli Su presencia indica que el agua puede estar contaminada con heces fecales humanas o de animales de sangre caliente. Los microorganismos patógenos y que están presentes en las heces pueden causar diarrea, dolor breve y agudo en los intestinos, náuseas, dolor de cabeza u otros síntomas. Los patógenos representan un riesgo para la salud de bebés, niños pequeños y aquellas personas con sistemas inmunológicos detectados como graves.



5.1.3 Características físicas.

Sabor y olor

- El sabor es una característica que se utiliza para determinar la aceptabilidad del agua para uso y consumo humano, basado en un valor de juicio sensorial. Como es una prueba organoléptica, no tiene un valor científico particular; de cualquier forma este parámetro es importante ya que pretende medir la aceptabilidad como se mencionó.
- El olor se considera que es creado por las sustancias químicas, principalmente por las orgánicas o por los procesos naturales de descomposición de vegetales o microorganismos. El olor como el sabor son pruebas organolépticas, por lo que tiene sus grandes limitaciones ya que el instrumento para su detección es el olfato. Ambas determinaciones pueden ser una primera señal de alarma de peligro potencial a la salud y juegan un importante rol en la evaluación del consumidor de agua para uso y consumo humano.

Color

- El color juega un papel muy importante desde el punto de vista psicológico para no aceptar el agua.
- Es usual que el color se deba a la presencia de hierro, manganeso, tierra vegetal (humus), combustibles fósiles, plancton y malezas, esto siempre y cuando no exista la presencia de un agua residual.

Turbiedad

- El parámetro se utiliza para indicar el grado de calidad del agua y la eficiencia de los medios de filtrado. Una alta turbiedad es causada por materia coloidal y entre las partículas puede haber microorganismos que pueden causar enfermedades como virus, parásitos y algunas bacteria, provocando síntomas como náuseas, dolor breve y agudo en los intestinos, diarrea y dolores de cabeza asociados.
- La turbiedad puede causar en el consumidor objeciones estéticas y psicológicas.



pH

- En los rangos esperados para aguas crudas o para uso y consumo humano no se tiene efectos directos inmediatos sobre la salud humana.
- Un pH menor de 7 indica un estado ácido, favoreciendo la acción corrosiva de las aguas sobre los sistemas de distribución, provocando la destrucción principalmente de las tuberías y accesorios metálicos con la consecuente contaminación del agua e impacto en la salud humana, debido a la ingestión del metal correspondiente.
- A un pH y temperatura alta, se favorece la formación de los trihalometanos en presencia de gran cantidad de materia orgánica, los cuales pueden causar trastornos renales, hepáticos o del sistema nervioso central y un alto riesgo de cáncer.

Dureza

- Se ha encontrado la asociación de varias características del agua relacionadas con la dureza, las cuales son causa de muchas enfermedades cardiovasculares, especialmente cuando se trata de aguas blandas que contienen altas concentraciones de cadmio, plomo, cobre y zinc como resultado de la corrosividad relativa del agua.

5.1.4 Características químicas – inorgánicas

Aluminio

- Se le ha considerado al aluminio como no tóxico.
- Grandes dosis orales pueden provocar irritación del tracto gastrointestinal.
- Se han tenido resultados negativos al exponer a los animales a estudios mutagénicos, carcinogénicos y teratogénicos.

Arsénico

- Una exposición que supere el nivel de 0.05 mg/l puede provocar lesiones en la piel, trastornos circulatorios y un alto riesgo de cáncer.
 - Puede desarrollarse hiperqueratosis en la piel que no ha sido expuesta al sol, especialmente en la zona palmoplantar, como también vasculopatía periférica, la cual provoca la llamada enfermedad de pie negro. También, se puede producir hiperpigmentación e hipocromía de la piel, gingivitis y estomatitis.
 - Puede producirse neuropatía periférica, la cual se manifiesta como pérdida de sensibilidad en las manos y en los pies con disminución en la percepción del dolor, vibración y posición, así como debilidad muscular y en ocasiones parálisis de pies y manos.
- Se presenta en forma dañina con apariencia inofensiva muchos meses o años después de haberse iniciado la exposición.



- Provoca daño neuronal con degeneración axonal y en forma secundaria la fragmentación de la mielina.
- En términos generales, en las personas que ingieren regularmente agua contaminada con arsénico, se observa cáncer en la piel y puede no manifestarse hasta 24 años después.

Bario

- Una concentración que supere 2 mg/l puede incrementar la presión arterial.
- Una exposición aguda tiene efectos gastrointestinales, neuromusculares y cardíacos en animales y humanos.
- Se ha reportado que una dosis oral fatal en humanos es de 550-600 mg.

Cadmio

- Una concentración mayor de 0,005 mg/l puede causar lesiones renales.
- Su ingestión prolongada provoca daño al funcionamiento de los túbulos renales que se manifiesta por la presencia de proteínas en la orina.
- En el caso de una exposición extrema, las madres de más de cuarenta años que han dado varias veces a luz, además del daño renal se provoca una alteración en el metabolismo del calcio como osteomalacia con osteoporosis, enfermedad llamada Itai-Itai.

Cianuro

- Se le considera al cianuro como un veneno natural.
- Una concentración mayor al nivel de 0.2 mg/l puede provocar lesiones en sistema nervioso o problemas de tiroides.
- No existe evidencia que el ion CN se acumule en el cuerpo.
- Se absorbe en los pulmones, en el tracto intestinal y en la piel.

Cloro residual libre

Cloruros

- Los cloruros por sí mismos tienen poca significancia desde el punto de vista de salud pública.
- Los individuos que tienen afecciones del corazón y riñones deberían tener restricciones en cuanto al consumo de agua con altas concentraciones de cloruros.
- Un alto contenido puede resultar adverso, no tanto a la salud sino al sabor, olor o apariencia.

Cobre

- Una concentración que supere 1.3 mg/l, a corto plazo puede ocasionar molestias gastrointestinales, a largo plazo puede provocar lesiones hepáticas o renales. En el caso de



personas con la enfermedad de Wilson deben consultar al médico si la cantidad de cobre supera el límite mencionado.

Cromo

- En caso de que se tenga una exposición que supere 0.1mg/l puede ocasionar dermatitis alérgica.
- En casos de intoxicación aguda por la ingestión de cromatos solubles se produce daños del conducto o tracto gastrointestinal, así como una depresión cardiovascular grave.
- Se observan secuelas como necrosis hepática y renal, así como daño al sistema hematopoyético.

Manganeso

- El primer nivel de intoxicación se manifiesta en cambios en la capacidad de concentración y atención con movimientos involuntarios.
- Una exposición aguda y prolongada puede provocar, en primera instancia, patrones de conducta compulsiva e irritabilidad con una duración de uno a tres meses, aunque la exposición haya cesado. Después de dos meses de iniciarse los cambios de conducta aparecen las alteraciones motoras.
- La intoxicación crónica provoca dolores de cabeza, inestabilidad emocional e irritabilidad, debilidad, somnolencia, confusión mental, cambios neurológicos como aumento del tono muscular, posturas anómalas, temblor, cambios en el lenguaje hablado y voz monótona
- En las últimas etapas de intoxicación crónica se desarrolla síntomas similares a la enfermedad de Parkinson.

Mercurio

- Una concentración que supere 0.002 mg/l de mercurio inorgánico puede provocar lesiones renales, con trastornos neurológicos.
- La intoxicación no severa por mercurio inorgánico produce manifestaciones pulmonares, gastrointestinales y renales con dolor abdominal, náusea, diarrea, insuficiencia renal y dificultad para respirar.
- Los compuestos de metil-mercurio, los cuales son la mayor fuente de la contaminación, son muy tóxicos al sistema nervioso central.
- El cuadro neurológico tardío de una intoxicación aguda severa comprende: ataxia, agudeza visual disminuída que puede llegar a la ceguera, retardo mental, espasmos mioclónicos y patrones encefalográficos anormales.



Nitrito

- Una concentración mayor de 10 mg/l de nitrato medido como nitrógeno, en bebés de menos de seis meses, pueden enfermarse gravemente y en caso de no tratárseles a tiempo pueden morir; los síntomas que pueden manifestarse son dificultad respiratoria y establecerse el síndrome de bebé cianótico (azul).

Nitrato

- Al igual que el nitrito los bebés que ingieran agua a una exposición mayor de 10 mg/l pueden enfermarse gravemente, en caso de no tratárseles a tiempo pueden morir; los síntomas que pueden manifestarse son dificultad respiratoria y establecerse el síndrome de bebé cianótico (azul).

Nitrógeno amoniacal

- La presencia de nitrógeno amoniacal en un agua para uso y consumo humano representa un riesgo al momento de que el agua es clorada para su desinfección, ya que pueden formarse las cloraminas que son carcinógenas.

Plomo

- Un incremento en la exposición de 0.015 mg/l puede provocar en los bebés y niños un retardo en el desarrollo físico o mental; los niños pueden sufrir una reducción en la atención y capacidad de aprendizaje.
En el caso de los adultos les puede ocasionar trastornos renales e hipertensión.
- La intoxicación severa comprende ataxia, malestar general, confusión, dolor de cabeza, convulsiones, cambios de personalidad, debilidad de las extremidades y parestesia de pies y manos.
- En una exposición aguda y prolongada en la población infantil y por plomo orgánico, como el tetraetilo de plomo, es causante de irritabilidad, disfunción motriz y disminución del coeficiente intelectual.



Sodio

- Se considera al sodio como dañino en agua para uso y consumo humano en altas concentraciones, principalmente aquellos individuos que sufren de trastornos cardiacos, renales y circulatorios.
- Se ha reportado en comunidades que consumen agua con alto contenido de sodio, problemas de alta presión sanguínea.
- La Asociación Americana del Corazón recomienda un consumo no mayor de 20mg/l en el agua, ya que existe un segmento de la población con un alto riesgo debido a: una predisposición genética a la hipertensión, mujeres embarazadas e hipersensibilidad.

Sulfatos

- La Academia Nacional de Ciencias de EUA, en su primera revisión de 1977 y posteriormente a la revisión de 1982, concluyó que no ha habido efectos adversos a la salud a niveles de concentración menores que 500 mg/l.
- Niveles altos de sulfato causan diarrea y deshidratación. Las sales de sulfato son absorbidas por el intestino y desechadas por la orina.
- Después de un periodo de ajuste a dosis altas inusuales con diarrea y gastroenteritis, ocurre principalmente en niños pequeños una tolerancia a la dosis constante sobre los 400 mg/l.
- Se ha observado que comunidades que han ingerido concentraciones entre 2,000 a 3,000 mg/l, aparentemente no han tenido efectos por su ingestión rutinaria.

Zinc

- No se ha identificado efectos adversos.
- En altas concentraciones de 5 a 30 mg/l el agua tiene una apariencia lechosa, por lo que estéticamente no es aceptada.
- Por otra parte, existe duda sobre el efecto en niños pequeños con deficiencias en su nutrición.

Hierro

- Concentraciones de 1.0 mg/l fuera de regulación, podría no tener un efecto significativo en la dieta diaria que es de 1 a 2 mg.
- El contenido de hierro en los sistemas de distribución es objetable, pero no debido a cuestiones de salud, sino a la apariencia rojiza del agua. El sabor y el aroma puede deberse a



microorganismos filamentosos que consumen compuestos de hierro en su ciclo de vida, originando el “agua roja”.

Fluoruro

- Una concentración mayor de 4.0 mg/l de flúor puede ocasionar enfermedades óseas como dolor y fragilidad ósea; en el caso de los niños pueden mancharse sus dientes.

5.1.5 Características químicas – compuestos orgánicos

Etilbenceno

- Concentración mayor de 0.7 mg/l puede ocasionar trastornos hepáticos o renales.

Tolueno

- Un contenido mayor de 1 mg/l puede ocasionar trastornos renales, hepáticos o del sistema nervioso.

Xileno

- Una concentración mayor de 10 mg/l puede provocar lesiones del sistema nervioso.

5.1.6 Pesticidas

Aldrín

- Pertenece al grupo de los compuestos órganoclorados, pueden ser absorbidos por el aparato gastrointestinal, lo cual dependerá del tipo de formulación utilizada para su fabricación.
- Se biotransforma principalmente en el hígado, acumulándose en los depósitos grasos y eliminándose por el riñón. Interacciona con los componentes del sistema nervioso central, sistema reproductor, hígado, miocardio, en los tejidos formadores de células sanguíneas y en los riñones.

Clordano

- Una concentración mayor de 0.002 mg/l puede acarrear trastornos hepáticos o del sistema nervioso con un alto riesgo de cáncer.



DDT

- El DDT es del grupo de los compuestos órganoclorados, los cuales pueden ser absorbidos por el aparato gastrointestinal, dependiendo su absorción del tipo de formulación utilizada para su fabricación.
- Se biotransforma en el hígado, se acumula en los depósitos grasos y se elimina de preferencia por el riñón. Interacciona con los componentes del sistema nervioso central, sistema reproductor, hígado, miocardio, en los tejidos formadores de células sanguíneas y en los riñones.
- Puede causar daños degenerativos en hígado, riñón, problemas cardiovasculares, disnea, taquicardia, opresión y dolor cardiaco, trombopenia, anemia y otros, los cuales causan estados similares a los que se presentan en el estado patológico denominado púrpura.

Hexaclorobenceno

- Concentración mayor de 0.001 mg/l puede ocasionar trastornos hepáticos o renales, dificultades para la reproducción y un alto riesgo de cáncer. Heptacloro y epóxido de heptacloro
- Concentración mayor de 0.0004 mg/l puede provocar lesiones hepáticas y un alto riesgo de cáncer. **(CONAGUA, UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA)**

5.2 Estándares de calidad del agua potable según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Regulaciones concernientes a la calidad del agua para consumo humano:

La Organización Mundial de la Salud (OMS), establece unas directrices para la calidad del agua potable que son el punto de referencia internacional para el establecimiento de estándares y seguridad del agua potable. Las últimas directrices publicadas por la OMS son las acordadas en Génova, 1993.

Como se podrá observar, para algunos de los elementos y sustancias que se mencionan no existe directriz. Esto es así porque no existen suficientes estudios relativos a los efectos de esta sustancia en el organismo, y por tanto no es posible definir un valor límite. En otros casos, la razón para que no exista directriz es la imposibilidad de que esa sustancia alcance una concentración peligrosa en el agua, debido a su insolubilidad o a su escasez, como se muestra en las siguientes Tablas (Tablas 7, 8, 9 y 10).

Nota 1 mg/L = 1000 µg/L (microgramos/Litro); 1 µg/L = 0.001 mg/L



Elemento	Símbolo	Valores normales en aguas dulces/ superficiales/subterráneas	Directriz de la OMS basada en la salud
sustancia	fórmula		
Aluminio	Al		0,2 mg/l
Amonio	NH ₄	< 0,2 mg/l (hasta 0,3 mg/l en aguas anaeróbicas)	No hay directriz
Antimonio	Sb	< 4 µg/l	0.005 mg/l
Arsénico	As		0,01 mg/l
Asbestos			No hay directriz
Bario	Ba		0,3 mg/l
Berilio	Be	< 1 µg/l	No hay directriz
Boro	B	< 1 mg/l	0,3 mg/l
Cadmio	Cd	< 1 µg/l	0,003 mg/l
Cloro	Cl		250 mg/l
Cromo	Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶	< 2 µg/l	0,05 mg/l
Color			No se menciona
Cobre	Cu		2 mg/l
Cianuro	CN ⁻		0,07 mg/l
Oxígeno disuelto	O ₂		No hay directriz
Fluor	F	< 1,5 mg/l (up to 10)	1,5 mg/l
Dureza	mg/lCaCO ₃		No hay directriz
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S		No hay directriz
Hierro	Fe	0,5 - 50 mg/l	No hay directriz
Plomo	Pb		0,01 mg/l
Manganeso	Mn		0,5 mg/l
Mercurio	Hg	< 0,5 µg/l	0,001 mg/l
Molibdeno	Mo	< 0,01 mg/l	0,07 mg/l
Níquel	Ni	< 0,02 mg/l	0,02 mg/l
Nitratos y nitritos	NO ₃ , NO ₂		50 mg/l nitrógeno total
Turbidez			No se menciona
pH			No hay directriz



Elemento	Símbolo	Valores normales en aguas dulces/ superficiales/subterráneas	Directriz de la OMS basada en la salud
Selenio	Se	< 0,01 mg/l	0,01 mg/l
Plata	Ag	5 – 50 µg/l	No hay directriz
Sodio	Na	< 20 mg/l	200 mg/l
Sulfato	SO ₄		500 mg/l
Estaño inorgánico	Sn		No hay directriz
SDT			No hay directriz
Uranio	U		1,4 mg/l
Zinc	Zn		3 mg/l

Tabla 7. Parámetros de la OMS.

Grupo	Sustancia	Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud
Alkanos Clorinados	Tetracloruro de carbono	C Cl ₄	2 µg/l
	Diclorometano	C H ₂ Cl ₂	20 µg/l
	1,1-Dicloroetano	C ₂ H ₄ Cl ₂	No hay directriz
	1,2-Dicloroetano	Cl CH ₂ CH ₂ Cl	30 µg/l
	1,1,1-Tricloroetano	CH ₃ C Cl ₃	2000 µg/l
Etenos clorinados	1,1-Dicloroetano	C ₂ H ₂ Cl ₂	30 µg/l
	1,2-Dicloroetano	C ₂ H ₂ Cl ₂	50 µg/l
	Tricloroetano	C ₂ H Cl ₃	70 µg/l
	Tetracloroetano	C ₂ Cl ₄	40 µg/l
Hidrocarburos aromáticos	Benceno	C ₆ H ₆	10 µg/l
	Tolueno	C ₇ H ₈	700 µg/l
	Xilenos	C ₈ H ₁₀	500 µg/l
	Etilbenzeno	C ₈ H ₁₀	300 µg/l
	Estireno	C ₈ H ₈	20 µg/l
	Hidrocarburos Polinucleares Aromáticos (PAHs)	C ₂ H ₃ N ₁ O ₅ P _{1 3}	0.7 µg/l



Grupo	Sustancia		Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud
Bencenos clorinados	Monoclorobenceno (MCB)		C_6H_5Cl	300 µg/l
	Diclorobencenos (DCBs)	1,2-Diclorobenceno (1,2-DCB)	$C_6H_4Cl_2$	1000 µg/l
		1,3-Diclorobenceno (1,3-DCB)	$C_6H_4Cl_2$	No hay directriz
		1,4-Diclorobenceno (1,4-DCB)	$C_6H_4Cl_2$	300 µg/l
	Triclorobencenos (TCBs)		$C_6H_3Cl_3$	20 µg/l
Constituyentes orgánicos misceláneos	Di(2-etilhexil) adipato (DEHA)		$C_{22}H_{42}O_4$	80 µg/l
	Di(2-etilhexil) phtalato (DEHP)		$C_{24}H_{38}O_4$	8 µg/l
	Acrilamida		C_3H_5NO	0.5 µg/l
	Epiclorohidrin (ECH)		C_3H_5ClO	0.4 µg/l
	Hexaclorobutadieno (HCBd)		C_4Cl_6	0.6 µg/l
	Ácido etilendiamintetraacético (EDTA)		$C_{10}H_{12}N_2O_8$	200 µg/l
	Ácido nitrilotriacético (NTA)		$N(CH_2COOH)_3$	200 µg/l
	Organo-estaños	Dialkil estaños	R_2SnX_2	No hay directriz
		Tributil óxido (TBTO)	$C_{24}H_{54}OSn_2$	2 µg/l

Tabla 8. Parámetros de la OMS

Sustancia	Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud
Alacloro	$C_{14}H_{20}ClNO_2$	20 µg/l
Aldicarb	$C_7H_{14}N_2O_4S$	10 µg/l
Aldrín y dieldrín	$C_{12}H_8Cl_6$	0.03 µg/l
	$C_{12}H_8Cl_6O$	



Sustancia	Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud
Atracina	$C_8H_{14}ClN_5$	2 µg/l
Bentazona	$C_{10}H_{12}N_2O_3S$	30 µg/l
Carbofurano	$C_{12}H_{15}NO_3$	5 µg/l
Clordano	$C_{10}H_6Cl_8$	0.2 µg/l
Clorotolurón	$C_{10}H_{13}ClN_2O$	30 µg/l
DDT	$C_{14}H_9Cl_5$	2 µg/l
1,2-Dibromo-3-cloropropano	$C_3H_5Br_2Cl$	1 µg/l
Ácido 2,4-Diclorophenoxiacético (2,4-D)	$C_8H_6Cl_2O_3$	30 µg/l
1,2-Dicloropropano	$C_3H_6Cl_2$	No hay directriz
1,3-Dicloropropano	$C_3H_6Cl_2$	20 µg/l
1,3-Dicloropropeno	$CH_3CHClCH_2Cl$	No hay directriz
Dibromuro de etileno (EDB)	$BrCH_2CH_2Br$	No hay directriz
Heptacloro y epóxido de heptacloro	$C_{10}H_5Cl_7$	0.03 µg/l
Hexaclorobenzeno (HCB)	$C_{10}H_5Cl_7O$	1 µg/l
Isoproturón	$C_{12}H_{18}N_2O$	9 µg/l
Lindano	$C_6H_6Cl_6$	2 µg/l
MCPA	$C_9H_9ClO_3$	2 µg/l
Metoxicloro	$(C_6H_4OCH_3)_2CHCCl_3$	20 µg/l
Metolacloro	$C_{15}H_{22}ClNO_2$	10 µg/l
Molinato	$C_9H_{17}NOS$	6 µg/l
Pendimetalín	$C_{13}H_{19}O_4N_3$	20 µg/l
Pentaclorofenol (PCP)	C_6HCl_5O	9 µg/l
Permetrin	$C_{21}H_{20}Cl_2O_3$	20 µg/l
Propanil	$C_9H_9Cl_2NO$	20 µg/l



Sustancia		Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud
Piridato		$C_{19}H_{23}ClN_2O_2S$	100 µg/l
Simacina		$C_7H_{12}ClN_5$	2 µg/l
Trifluralín		$C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$	20 µg/l
Clorofenoxi herbicidas (excluyendo 2,4-D and MCPA)	2,4-DB	$C_{10}H_{10}Cl_2O_3$	90 µg/l
	Diclorprop	$C_9H_8Cl_2O_3$	100 µg/l
	Fenoprop	$C_9H_7Cl_3O_3$	9 µg/l
	MCPB	$C_{11}H_{13}ClO_3$	No hay directriz
	Mecoprop	$C_{10}H_{11}ClO_3$	10 µg/l
	2,4,5-T	$C_8H_5Cl_3O_3$	9 µg/l

Tabla 9. Parámetros de la OMS.

Grupo	Sustancia	Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud
Desinfectantes	Cloraminas	$NH_nCl^{(3-n)}$,	3 mg/l
		Where	
		n = 0,	
		1 or 2	
	Cloro	Cl_2	5 mg/l
	Dióxido de cloro	ClO_2	No hay directriz
Subproductos de desinfectantes	Yodo	I_2	No hay directriz
	Bromato	BrO_3^-	25 µg/l
	Clorato	ClO_3^-	No hay directriz



Grupo	Sustancia		Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud
	Clorito		Cl O_2^-	200 µg/l
	Clorofenoles	2-Clorofenol (2-CP)	$\text{C}_6 \text{H}_5 \text{Cl O}$	No hay directriz
		2,4-Diclorofenol (2,4-DCP)	$\text{C}_6 \text{H}_4 \text{Cl}_2 \text{O}$	No hay directriz
		2,4,6-Triclorofenol (2,4,6-TCP)	$\text{C}_6 \text{H}_3 \text{Cl}_3 \text{O}$	200 µg/l
	Formaldehído		HCHO	900 µg/l
	MX (3-Cloro-4-diclorometil-5-hidroxi-2(5H)-furanona)		$\text{C}_5 \text{H}_3 \text{Cl}_3 \text{O}_3$	No hay directriz
	Trihalometanos	Bromoformo	C H Br_3	100 µg/l
		Dibromoclorometano	$\text{CH Br}_2 \text{Cl}$	100 µg/l
		Bromodiclorometano	CH Br Cl_2	60 µg/l
		Cloroformo	CH Cl_3	200 µg/l
	Ácidos acéticos clorinados	Ácido monocloroacético	$\text{C}_2 \text{H}_3 \text{Cl O}_2$	No hay directriz
		Ácido dicloroacético	$\text{C}_2 \text{H}_2 \text{Cl}_2 \text{O}_2$	50 µg/l
		Ácido tricloroacético	$\text{C}_2 \text{H Cl}_3 \text{O}_2$	100 µg/l
	Hidrato clórico (tricloroacetaldehído)		$\text{C Cl}_3 \text{CH(OH)}_2$	10 µg/l
	Cloroacetonas		$\text{C}_3 \text{H}_5 \text{O Cl}$	No hay directriz
	Acetonitrilos halogenados	Dicloroacetonitrilo	$\text{C}_2 \text{H Cl}_2 \text{N}$	90 µg/l
		Dibromoacetonitrilo	$\text{C}_2 \text{H Br}_2 \text{N}$	100 µg/l
		Bromocloroacetonitrilo	$\text{CH Cl}_2 \text{CN}$	No hay directriz
		Tricloroacetonitrilo	$\text{C}_2 \text{Cl}_3 \text{N}$	1 µg/l



Grupo	Sustancia	Fórmula	Directriz de la OMS basada en la salud
	Cianuro de cloro	Cl CN	70 µg/l
	Cloropicrina	C Cl ₃ NO ₂	No hay directriz

Tabla 10. Parámetros de calidad según la (OMS).

Los parámetros que marca la OMS son más estrictos en algunos casos, comparados con los que limita la NOM-127-SSA1-1994.

Algunos ejemplos son:

Parámetro	unidades	OMS	NOM-127-SSA1-1994
Arsénico (As)	(mg/L)	0.05	0.01
Bario (Ba)	(mg/L)	0.07	0.3
Zinc (Zn)	(mg/L)	5	3

(LENNTECH)

5.2.1 Comparativa de Estándares de calidad del agua según la OMS y la Unión Europea (UE)

Los estándares europeos son **más estrictos**, recientes (1998), y completos que los estándares de la OMS (1993).

Algunos ejemplos son:

- Boro (B): Directriz reducida de 0.3 mg/l a 0.001 mg/l.
- Bromato (Br): No mencionado por la OMS, directriz de 0.01 mg/l en los estándares europeos.
- Manganeseo (Mn): Directriz reducida de 0.5 mg/l a 0.05 mg/l.
- Cianuro (CN): Directriz reducida de 0.07 mg/l a 0.005 mg/l.

Pero en algunos casos las directrices europeas son **menos estrictas** que las de la OMS:

- Cadmio (Cd): La directriz fue elevada de 0.003 mg/l a 0.005 mg/l (**LENNTECH**)



5.3 Metodología para tomar una muestra de agua.

Procedimientos sanitarios para el muestreo.

Los procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en los sistemas de abastecimiento y cisternas para el transporte y distribución, público y privado, incluyendo características microbiológicas, físicas, químicas y radiactivas, así como criterios para manejo, preservación y transporte de muestras.

Nota: PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARA ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO, SE
SIGUEN LOS MISMOS LINEAMIENTOS.

Material, reactivos y equipo de muestreo:

- Termómetro que permita mediciones en un intervalo de -1 a 50°C con graduación de 1°C.
 - Comparador visual para determinación de pH (URS-11T Marca HEALGEN).
 - Comparador visual para determinación de cloro residual (D P D DUO-TES Tabletas).
 - Hielera con tapa.
 - Bolsas estériles refrigerantes o bolsas con hielo cerradas capacidad de 125 o 250 ml. (para análisis microbiológico)
 - Recipiente de plástico esterilizado capacidad de 1litro.(para análisis físico químico)
 - Recipiente de vidrio esterilizado capacidad de 1litro. (para análisis físico químico)
- (Equipos muestreadores comerciales).



El procedimiento de muestreo debe iniciar con la toma de muestras para análisis microbiológico.

Antes de tomar la muestra se realizaron los siguientes parámetros de campo:

- 1._ Se registró la fecha, hora y el lugar de la muestra.
- 2._ Se tomó la temperatura ambiente y temperatura del agua.
- 3._ pH del agua.
- 4._ Cloro residual.

Los registros anteriores se realizaron con los materiales que nos marca la

NOM-230-SSA1-2002 (Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.)

Al tomar la muestra es necesario:

- Lavarse manos y antebrazos con agua y jabón, y colocarse guantes y cubreboca.
- En el caso de frascos de vidrio con tapón esmerilado quitar únicamente el papel de protección evitando que se contamine, y en el caso de frascos y bolsas estériles desechables, desprender el sello de seguridad.
- Una vez tomada la muestra se colocara el recipiente en la hielera para su conservación.

La muestra se toma directamente del sitio de muestra, hasta obtener la suficiente cantidad que se necesita para el análisis correspondiente.

En las siguientes imágenes se muestra como fueron tomadas las muestras, tratando de cumplir con lo que nos marca la norma anteriormente mencionada.

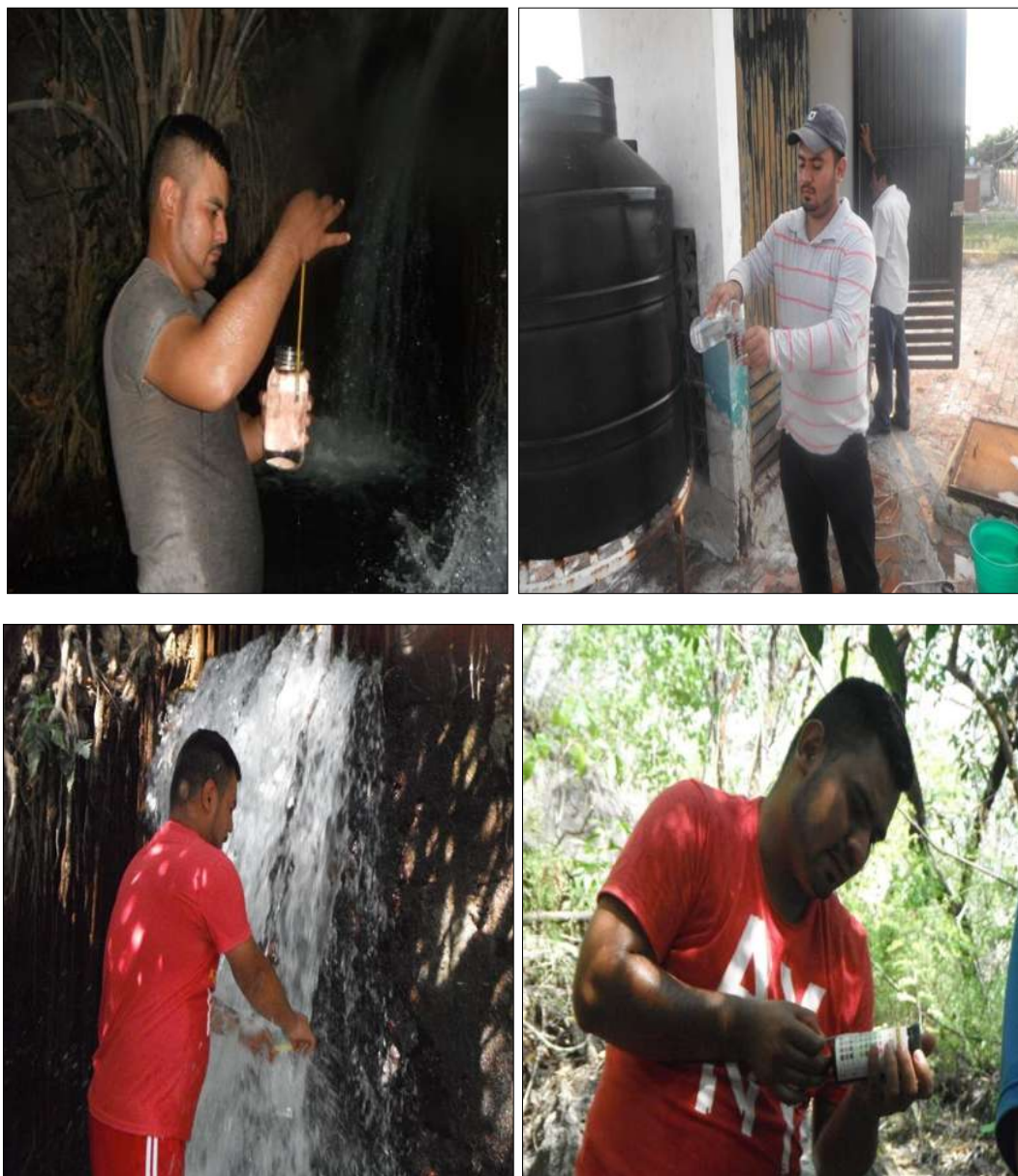


Figura 12. Procedimiento para tomar las muestras.



Manejo de muestras

Las muestras tomadas deben colocarse en hielera con bolsas refrigerantes o bolsas de hielo cerradas para su transporte al laboratorio, a una temperatura entre 4 y 10°C, cuidando de no congelar las muestras.

El periodo máximo que debe transcurrir entre la toma de muestra y el inicio del análisis es:

- Para análisis microbiológico en óptimas condiciones de preservación y transporte hasta 24 horas.
- Para análisis físico químico, varia el tiempo de almacenamiento dependiendo del análisis a efectuar, puede variar de 24 horas hasta 180 días.

Identificación y control de muestras.

Para la identificación de las muestras deben etiquetarse los frascos y envases con la siguiente información:

- Número de control para identificar la muestra, independientemente del número de registro del laboratorio.
- Fecha y hora de muestreo.
- Para el control de la muestra debe llevarse un registro en formato establecido previamente con los datos anotados en la etiqueta del frasco o envase, así como la siguiente información:
 - Identificación del punto o sitio de muestreo.
 - Temperatura del agua.
 - pH.
 - Cloro residual libre.
 - Tipo de análisis a efectuar.
 - En su caso, reactivo empleado para la preservación.
 - Observaciones relativas a la toma de muestra, en su caso, y
 - Nombre de la persona que realizó el muestreo. **(CONAGUA, UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA)**

5.4 Aforo



Figura 13. Estado actual del depósito principal.

Gasto máximo en (L/seg.): 6.7100 según la concesión de agua para la localidad.

Teniendo los siguientes datos del tanque: 9 m de largo, 8 m de ancho y 1.5 m de alto.

Se obtiene un volumen del tanque de 108 m^3 y con un tiempo de llenado aproximado de 2.5 horas.

Obteniendo que el gasto promedio es: 12.00 L/seg.

Nota: El volumen de agua concesionado para la localidad es aproximadamente el 40% del gasto del manantial “puente del Diablo” es decir que el manantial antes mencionado aporta un gasto aproximado 30.00 L/seg. Cabe mencionar que el 60% cantidad que no está concesionada se vierte directamente al “Río Buenavista” de manera natural.

5.5 Sistema de cloración actual

El sistema de cloración se encuentra en el depósito principal que suministra a la mayor parte de la localidad de Buenavista Tomatlán Michoacán, tiene aproximadamente 4 años en funcionamiento es decir funciona de esta manera desde 2012, es un sistema mecanizado que consta de una dispositivo que suministra el cloro y un tanque en el cual es almacena el cloro en estado líquido mismo que es suministrado a razón de una gota por segundo y está en función las 24 horas del día, 365 días al año, excepto cuando se le da mantenimiento al depósito.

Las limpiezas al depósito se realizan aproximadamente cada 2 ó 3 meses para estas limpiezas el depósito consta de una obra de desvío adjunta, el depósito principal y el tramo de red que llega al mismo fueron realizados por el entonces jefe de división Lázaro Cárdenas del Río en agosto de 1951.

En las imágenes siguientes se muestran las condiciones en las que se encuentra operando el sistema de cloración.



Figura 14. Estado actual del dispositivo de cloración.



5.6 Propuesta de un método de desinfección de agua potable para la localidad de Buenavista Tomatlán, Michoacán.

Se recomienda establecer un sistema de desinfección porque al analizar el agua potable de la localidad de Buenavista Tomatlán Michoacán, se obtuvieron resultados positivos al evaluar la presencia de coliformes totales, en dos puntos de muestreo (en el depósito principal y en una vivienda ubicada en la calle Morelos).

Importancia de los métodos de desinfección

La desinfección dentro de los sistemas de tratamiento de agua potable y residual sirve para destruir microorganismos capaces de causar enfermedades de origen hídrico y es considerada como el mecanismo esencial para proteger a los seres humanos de la posible exposición a focos infecciosos por este medio.

Llevar a cabo la desinfección del agua es muy importante. La elección del tipo de proceso se hace con base en los costos, la eficiencia y posible automatización. La desinfección se puede realizar por aplicación de calor, luz, agentes químicos oxidantes, ácidos y álcalis, iones metálicos o contacto con superficies activadas químicamente. Los procesos por los cuales los organismos patógenos pueden ser dañados se clasifican como físicos o químicos. La tabla siguiente indica los principales métodos que existen.

Métodos Físicos	Filtración Temperatura Sedimentación Radiación (solar, luz UV, Gamma) Procesos electrolíticos
Métodos Químicos	Yodo Bromo Plata ionizada Ozono Cloro

Tabla 11. Principales métodos de desinfección.

Para este caso se propone que el sistema de desinfección se a base de cloro ya que actualmente es el que se utiliza en la localidad, además de tomar en cuenta sus ventajas y desventajas como se muestra en la siguiente tabla.



Cloro

El cloro se usó por primera vez con fines sanitarios en 1851 en Londres para desodorizar lodos. En agua, como método continuo de desinfección se empleó hasta 1908 en Bubbley Creck, Chicago. Actualmente, el cloro se aplica tanto en potabilización como depuración e incluye funciones adicionales a la desinfección, como son el control de sabor y olor, la prevención del crecimiento de algas en la infraestructura hidráulica, el mantenimiento de filtros, la remoción de hierro y manganeso, la destrucción del ácido sulfhídrico, la remoción de color por ciertos colorantes orgánicos y el mantenimiento de sistemas de distribución de agua (para controlar el limo). Hoy en día, se dispone de nuevos y eficientes sistemas para el manejo, control y análisis de la cloración y por ello es el método de desinfección más utilizado a nivel mundial (87% de los procesos, Huebner, 1996) y en el país. Lo anterior también contribuye a su bajo costo, confiabilidad, eficiencia, pero sobre todo, el efecto residual que guarda después de ser aplicado y que le permite continuar desinfectando aún después de que el agua haya salido de la planta de tratamiento; característica, que ningún otro método común de desinfección posee.

Características del cloro.

El cloro, en condiciones ambientales de presión y temperatura, es un gas amarillo verdoso, con olor irritante característico. Puede licuarse fácilmente mediante compresión. Es no inflamable aunque en su forma gaseosa mantiene la combustión de algunos materiales. El cloro se produce en forma gaseosa por electrólisis de una solución de cloruro de sodio. Químicamente es un elemento muy activo, motivo por el cual no se encuentra en la naturaleza en estado libre sino asociado con otros elementos como, por ejemplo, el sodio con el cual forma el cloruro de sodio o sal común. Reacciona fácilmente con sustancias explosivas, por lo cual no debe almacenarse cerca de zonas habitadas o lugares de trabajo. El cloro se combina con diferentes compuestos rápidamente incluyendo los nitrogenados (Droste, 1990).

El cloro es ligeramente soluble en agua (a 1 atm y 20 °C se disuelve en 10 000 mg/l, 1 % de concentración). Sus principales características a presión atmosférica son:

Peso molecular: 35.357 uma

Punto de fusión: -101.4 °C

Punto de ebullición: -34.5 °C

Densidad relativa al aire: 2.5

En presencia de humedad, el cloro -ya sea líquido o gaseoso- es sumamente corrosivo pues reacciona con el agua para formar ácidos hipocloroso y clorhídrico.

Por ello, se produce el cloro seco, que no contiene más de 150 ppm de humedad; sin embargo se recomienda incluso que ésta sea menor de 50 ppm para evitar problemas de corrosión.



Modo de acción del cloro

El cloro causa dos tipos de daño en las células. Por un lado, afecta la integridad de la membrana y ocluye su permeabilidad, y por otro, altera funciones celulares (daña enzimas y ácidos nucleicos, Berg *et al.*, 1986). Por ello, la reacción de los microorganismos ante el cloro está determinada por la resistencia de sus membranas así como por la relativa afinidad química de este compuesto con las sustancias vitales del organismo. Para el primer caso, por ejemplo, las bacterias del grupo coliforme y las del género *Salmonella* son poco resistentes ya que efectúan su respiración en la superficie de la célula y su membrana por ello es muy permeable y poco resistente. En cambio, otros microorganismos cuando encuentran condiciones adversas se enquistan y resisten al cloro. Ello ocurre con las amebas cuyos quistes son 100 veces más difíciles de inactivar que *Escherichia coli*. Por su parte, los virus entéricos, como el Echovirus, Cocksakiavirus y Polivirus, también son muy resistentes debido a que poseen una capa de proteínas que los recubre.

También es importante considerar que cuando las bacterias como los estafilococos forman grupos aquéllas que se encuentren en el interior estarán protegidas. Por ello, para que el cloro, y en general cualquier desinfectante actúe, los microorganismos deben estar distribuidos uniforme y libremente en el agua, lo cual se logra por la ausencia de partículas y la agitación del agua.

Ventajas	Desventajas
Tecnología bien establecida	En ocasiones es necesario utilizar una descloración para reducir la toxicidad residual
Muy eficiente	Forma trihalometanos y otros hidrocarburos clorados
Capacidad de mantener efectos residuales	Incrementa las medidas de seguridad
La reacción con amoníaco genera un efecto desinfectante adicional	Las dosis utilizadas para inactivar coliformes no actúan en algunos virus, esporas y quistes
Efecto germicida durante un largo período	El pH del agua residual puede ser reducido si la alcalinidad es insuficiente por la generación del ácido HOCl
Relativamente económica	Libera compuestos orgánicos volátiles
Uso tradicional	Elevado costo de automatización

Tabla 11. Ventajas y desventajas de la cloración.

Diseño del sistema de cloración

Para diseñar una unidad de cloración se debe definir:

- La dosis óptima en relación con la demanda y tiempo de contacto para un agua específica
- La forma del cloro que se va a emplear (gas o sólido)
- El consumo diario, el método de cloración más conveniente, el punto de inyección y el equipo necesario para ello
- El almacenamiento de cloro de acuerdo con el tipo de estibamiento para el cloro sólido o el número de cilindros y su tonelaje
- Los espacios o áreas que debe tener la sala de cloración



- Los métodos para afrontar las emergencias, los equipos usados en ellas y el plan de contingencia
- El método de control (manual, automático, semiautomático, etc).

Dosis de cloro

La dosis de cloro ideal es la necesaria para destruir todos los organismos patógenos presentes en ella, antes de que sea consumida por la población o descargada al medio ambiente. Por tanto, para poder determinarla es indispensable tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Organismos que se intenta destruir u organismos índice (coliformes, *Entamoeba histolytica* o *Giardia lamblia*).
- Tiempo disponible entre el momento en que se aplica el cloro al agua y el momento en que ésta es consumida, usada o descargada.
- Cantidad de cloro que económicamente se debe agregar.
- Clase de desinfectante que se forma en el agua (HOCl , OCl , NH_2Cl) según sea el pH y el contenido de nitrógeno y materia orgánica de ella.
- Definir si el agua requiere pre y poscloración o sólo poscloración, dependiendo de las características de la fuente. Por ejemplo, aguas altamente contaminadas con coliformes superiores a 5×10^3 o que presenten una excesiva producción de algas en la planta, deben siempre preclorarse.
- Definir si se requiere una etapa de descloración.

En potabilizadoras, la poscloración debe usarse en todos los casos. Las dosis dependen de la demanda de cloro en la red. Las redes de gran longitud, al presentar largos periodos de retención, requieren dosis iniciales mayores que las redes cortas.

Para determinar la **dosis óptima**, se deben realizar pruebas de laboratorio agregando cantidades crecientes de cloro al agua y midiendo su concentración a través del tiempo. La dosis óptima será la que produzca un residual de cloro libre siendo de 0.2 a 1.5 mg/l para agua potable al final del período de contacto o la destrucción total o parcial de patógenos según requiera la norma (1000 NMP/100s0 ml de coliformes fecales para agua de riego según la NOM-001-ECOL-96). Por ejemplo, en la tabla 3.5 se presentan las dosis típicas de cloro (en sus diferentes formas) usadas en plantas potabilizadoras.

En base a lo anterior se concluye que no es posible determinar una dosis óptima de cloro ya que no se han realizado las pruebas de laboratorio correspondientes. **(CONAGUA, MANUAL D AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO, 2007)**



5. 7 Revisión de la Norma NOM-127-SSA1-1994.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros obtenidos en el laboratorio analizando una muestra de agua potable, obtenida del manantial de Buenavista Tomatlán Michoacán. SE aprecia que no cumple con los parámetros de la norma en tres casos: (cloro residual, coliformes totales y Bario).

PARÁMETRO	Número de Muestra						UNIDADES	NOM-127-SSA1-1994	
	1	2	3	4	5	6		Límite Máx.	Cumple/ No cumple
	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADOS	RESULTADO	RESULTADO			
pH	7.44	7.44	7.44	7.4	7.59	7.61	U pH	6.5-8.5	cumple
Temperatura	17	17	18	20.6	13.8	17	°C		
Olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	Sin olor	sin olor		Agradable	cumple
Cloruros	2..3	2..3	0.92	1.84	5.53	4.6	mg/L	250	cumple
Conductividad Eléctrica	186.1	160.3	162.3	153.5	150.8	148	us/cm		
Salinidad	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	%o		
Sólidos Disueltos Totales	192	168	144	136	140	168	mg/L	1000	cumple
Sólidos Totales Volátiles	80	76	44	172	144	152	mg/L		
Oxígeno Disuelto	4.91	8.17	7.64	4.98	6.7	6.8	mg/L		
Sulfatos	2	2	2	1	2	2	mg/L	400	cumple
Turbiedad	0.66	2.33	5	1	0	0	UTN	5	cumple
Color verdadero	0	0	0	2	8	4	Pt-Co	20	cumple
Dureza total	55	57.5	55	52.5	55	57.5	(mg/l CaCO ₃)	500	cumple
Dureza cálcica	10	7.5	5	17.5	12.5	37.5	(mg/l CaCO ₃)		
Dureza magnética	45	50	50	35	42.5	20	(mg/l CaCO ₃)		



Diagnóstico de la calidad del agua en el sistema de abastecimiento de la
Localidad de Buenavista Tomatlán, Michoacán.



PARÁMETRO	Número de Muestra						UNIDADES	NOM-127-SSA1-1994	
	1	2	3	4	5	6		Límite Máx.	Cumple/ No cumple
	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADOS	RESULTADO	RESULTADO			
Cloro residual	0	0	<0.2	<0.2	≤0.2	≤0.2	mg/L	0.2-1.5	No Cumple
Alcalinidad Total	84	80	80	88	92	45	mg/L		
Alcalinidad a la fenolfaleína	0.11	0.8	0.8	0.09	0.06	0.6	mg/L		
Acidez	32	24	14	36	38	36	mg/L		
Hidróxidos	0	0	0	0	0	0	mg/L		
Carbonatos	0.22	0.16	0.16	0.18	0.12	0.12	mg/L		
Bicarbonatos	83.53	79.68	79.68	87.64	91.88	44.88	mg/L		
Demanda Química de Oxígeno	0	0	0	0	0	0	mg/L		
Coliformes totales	0	0	0	0	2	45	UFC/ ml	Ausencia	No cumple
Floururos	0.01	0	0.01	0.23	0.35	0.26	mg/L	1.5	Cumple
Aluminio	0	0	0	0	0	0	mg/L	0.2	Cumple
Bario	0	0	0	1.2	1.3	1.2	mg/L	0.7	No cumple
Cadmio	0	0	0	0	0	0	mg/L	0.005	Cumple
Cobre	0.01	0	0.02	0.01	0	0.01	mg/L	2	Cumple
Cromo Total	0	0.044	0.043	0	0.04	0.039	mg/L	0.05	Cumple
Magnesio	0.004	0.005	0	0.003	0.005	0.002	mg/L		
Nitrógeno Total	3	1	2	0	0	0	mg/L		
Plomo	0	0	0	0	0	0	mg/L	0.01	Cumple
Zinc	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	mg/L	5	Cumple

Tabla 11. Matriz de resultados de laboratorio.



CAPÍTULO VI. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



6.1 Resultados de la encuesta aplicada a los habitantes de la localidad de Buenavista Tomatlán Michoacán.

La idea de realizar una encuesta surgió de la necesidad de información sobre los casos de cáncer que se han incrementado en los últimos años en la población, también se decidió que se anexaran preguntas acerca del agua potable para darse cuenta en qué condiciones esta la el agua de la localidad según los pobladores ya que no se encuentra información disponible relacionada con el sistema de distribución de agua potable en el H. Ayuntamiento Buenavista Tomatlán, Michoacán.

La encuesta fue aplicada a 102 personas de la localidad que tienen toda de su vida viviendo en la misma, los sectores a los que se les cuestiono fue muy diversos por ejemplo: amas de casa, profesores, campesinos, agricultores, estudiantes (nivel medio, medio superior y superior) y médicos de la localidad. Lo anterior fue posible gracias a que la encuesta fue diseñada con un lenguaje que pudiera entender cualquier habitante sin importar profesión y edad ya también se realizó para que pudieran entenderla los niños.

En la localidad se llevó a cabo una encuesta, entre los días 10 de marzo de 2016 a 28 de marzo de 2016, para determinar la percepción que tiene la gente del agua que toma y saber cuántos tipos de cáncer se presentan en la localidad, debido a que no se encuentran información sobre salud disponible en las instituciones de salud publicas ni en las privadas ya que los archivos son confidenciales, Buenavista Tomatlán Michoacán cuenta con las siguientes instituciones:

Sector público

- Centro de Salud de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.(SSA)
- Unidad Médica Familiar del IMSS.
- Hospital Rural de Oportunidades del IMSS (creando en el 2010), que da servicio médico a los habitantes de los municipios como Buenavista.

Sector privado

- Clínica "Del Carmen".
- Clínica "Star Medica"
- Clínica Dr. Luis Pardo.
- Clínica Dr. Ignacio Aguilar
- Consultorio médico "San Martín"



6.1.1 Olor o sabor

La primera pregunta fue diseñada con la finalidad de saber cómo perciben el agua que consumen los habitantes de Buenavista Tomatlán, Michoacán.

Pregunta 1. **¿Ha detectado algún olor o sabor fuera de lo normal en el agua que se distribuye por medio de la red municipal?** El resultado queda la siguiente manera: 65% si han detectado un olor o sabor extraño y 35% no han detectado olores o sabores extraños como se muestra en la figura siguiente. La primera pregunta fue diseñada con la finalidad de saber cómo perciben el agua que consumen los habitantes de Buenavista Tomatlán, Michoacán.

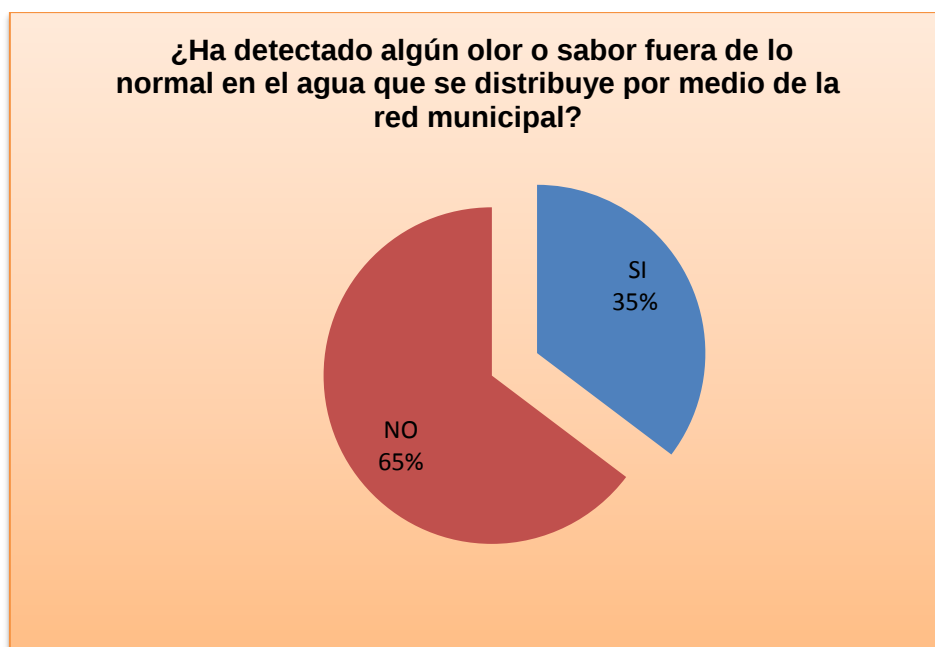


Figura 15. Porcentajes de personas que han detectado olores o sabores extraños.

6.1.2 Tratamiento.

La segunda pregunta fue diseñada con la finalidad de saber si lo pobladores Buenavista Tomatlán, Michoacán saben de los tratamientos de potabilización que se aplican al agua que consumen.

Pregunta 2. **¿Sabe usted cual es el tratamiento o limpieza que recibe el agua antes de llegar a su hogar?** El resultado fue que 22% de los encuestados si saben de los tratamientos que agua recibe y 78% no lo saben, como se muestra la siguiente figura.

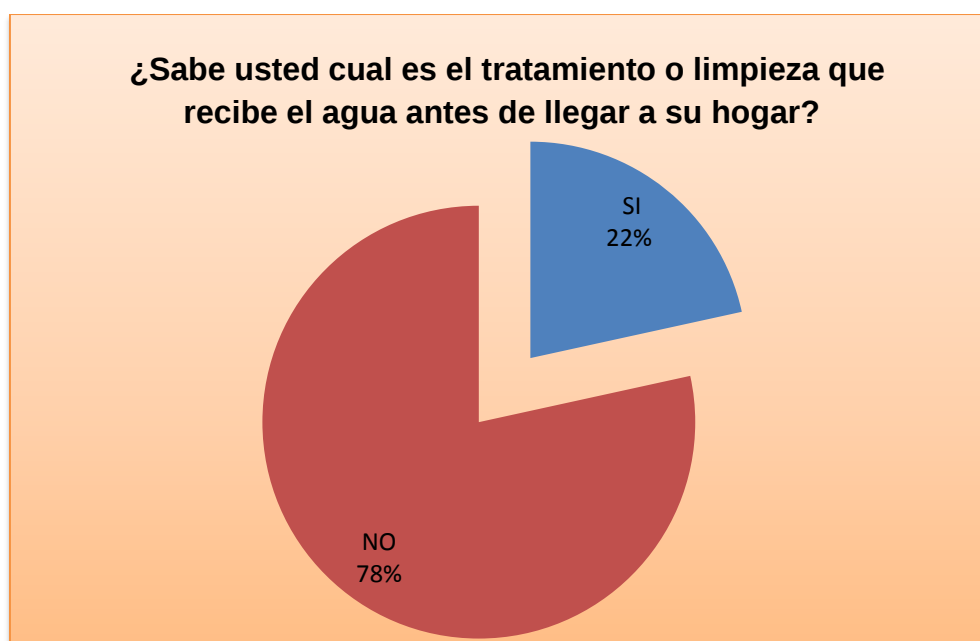


Figura 16. Porcentajes de personas que saben que tratamiento recibe el agua potable.

6.1.3 Enfermedades

La tercera pregunta fue diseñada con la finalidad de saber si lo pobladores Buenavista Tomatlán, Michoacán creen que el agua que consumen puede provocarles enfermedades.

Pregunta 3. **¿Cree usted que el agua que se consume en esta localidad puede provocar alguna enfermedad?** El resultado fue de 74% de los encuestados si creen que el agua de la localidad provoque enfermedades y 35% no creen que agua sea culpable de las enfermedades que se presentan en la localidad, como se muestra en la figura siguiente.

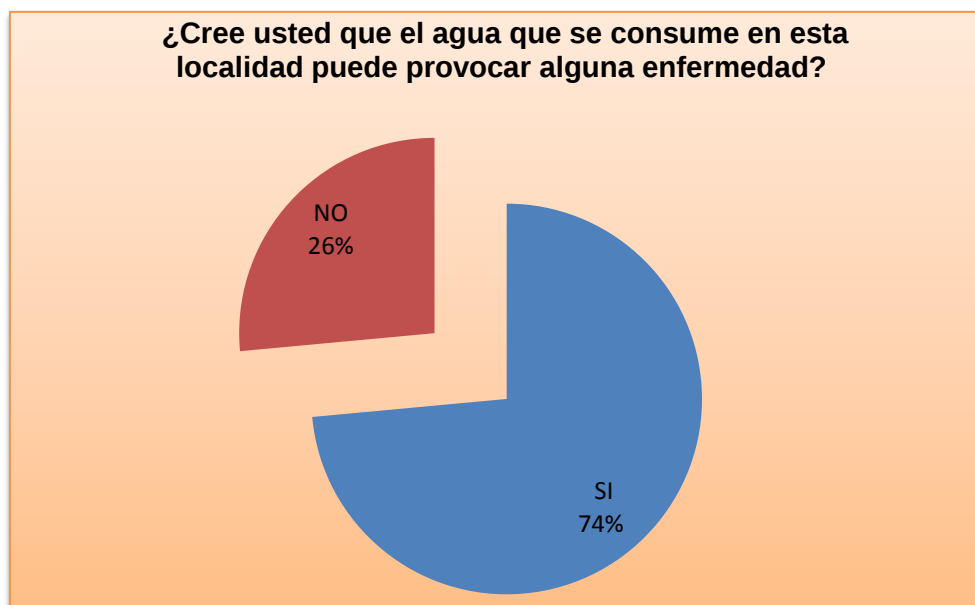


Figura 17. Porcentajes de personas que creen que agua es culpable de enfermedades en su localidad.

6.1.4 Percepción de la calidad del agua

La cuarta pregunta fue diseñada con la finalidad de saber si lo pobladores Buenavista Tomatlán, Michoacán creen que el agua que consumen está en buenas o malas condiciones.

Pregunta 4. ¿Cómo Califica usted la calidad del agua potable que recibe en su hogar?

a) Mala b) Regular c) Buena d) Excelente

El resultado fue de 45% de los encuestados creen que el agua es de buena calidad, el 49% restante creen que es de regular calidad, 3% creen que el agua es de mala calidad y el 3% creen que el agua es de excelente calidad, como se muestra en la figura siguiente.

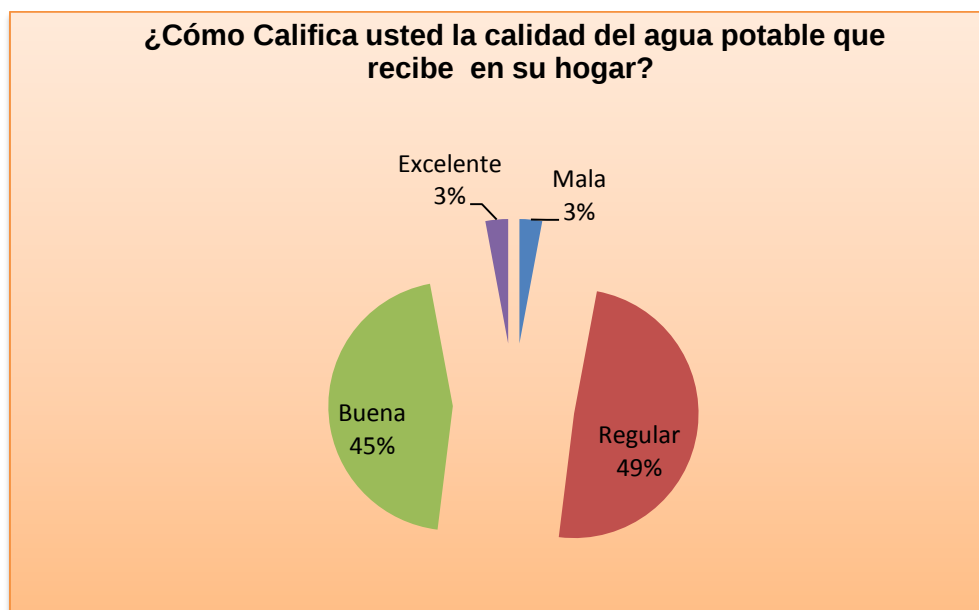


Figura 18. Percepción de la calidad del agua según las personas de la localidad.

6.1.5 Padecimientos cancerígenos.

Pregunta 5. **¿Usted o algún familiar cercano padece o ha padecido alguna enfermedad relacionada con el cáncer?** El resultado fue de 64% de los encuestados tienen al menos un pariente que padece algún tipo de cáncer y un 36% restante no tienen familiares que padezcan enfermedades cancerígenas como se muestra en la figura siguiente.

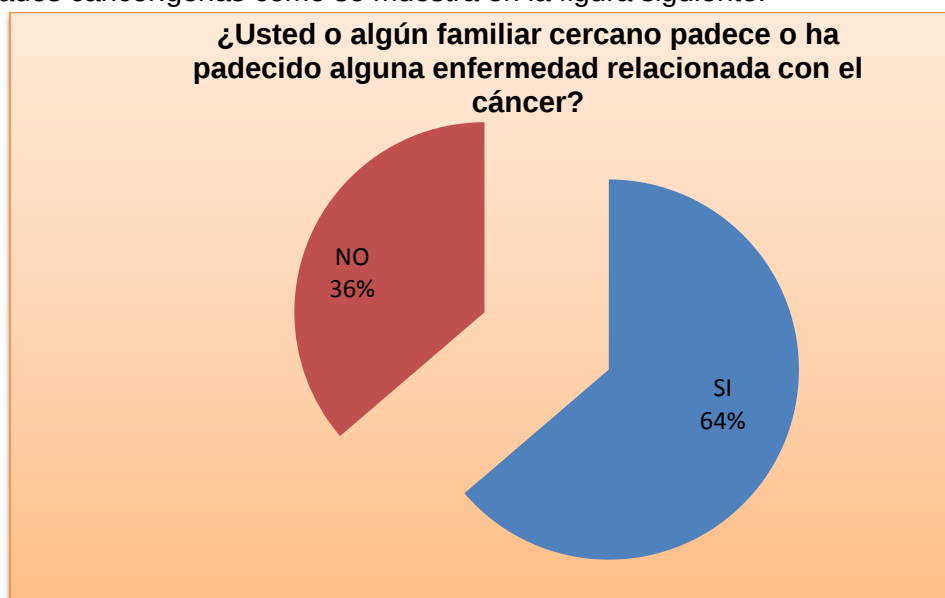


Figura 19. Porcentaje de personas que tienen parientes con alguna enfermedad cancerígena.

6.1.6 Tipos de cáncer.

De los resultados de la pregunta número cinco, se realizó una gráfica más, misma que muestra los diferentes tipos de cáncer que se han encontrado en la localidad, teniendo como resultados: 20% cáncer de matriz, 18% cáncer de mama, 18% cáncer de colon, 15% cáncer de próstata, 12% cáncer de garganta, 7% cáncer de pulmón y 10% casos esporádicos.

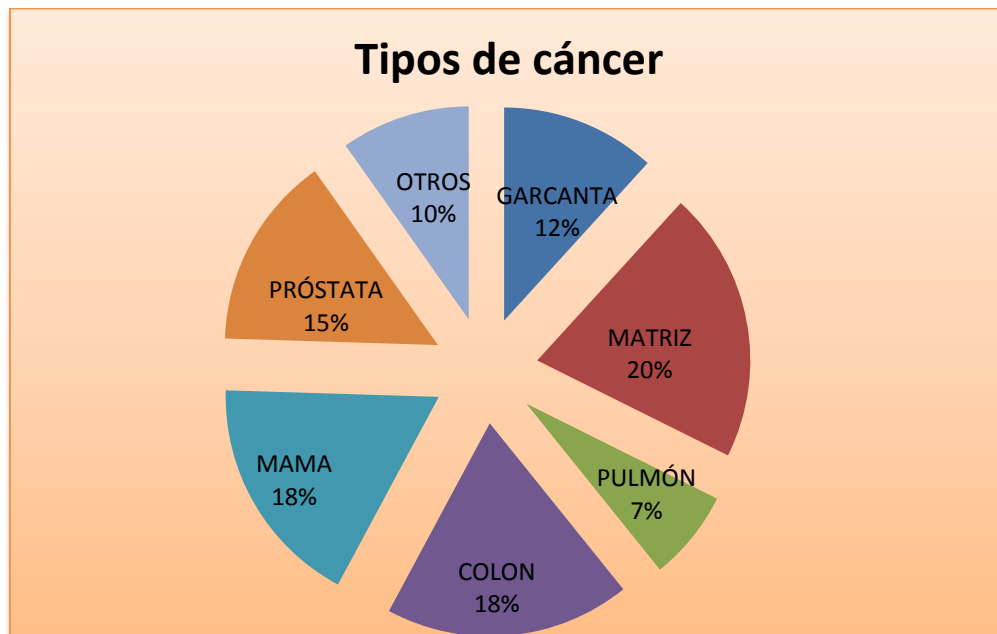


Figura 20. Tipos de cáncer encontrados en la localidad.

6.2 Pruebas de laboratorio para la época de estiaje.

En las siguientes gráficas se revisara si los parámetros estudiados cumplen o no con la NOM-127-SSA1-1994 ya que los estudios se basaron en esta norma antes mencionada.

TABLA 1	
CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables

Tabla 12. Tabla 1 de la NOM-127-SSA1-1994.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que no hay presencia de **Coliformes** totales en la época de estiaje, esto quiere



decir que cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que **NO** debe haber presencia de los mismos.

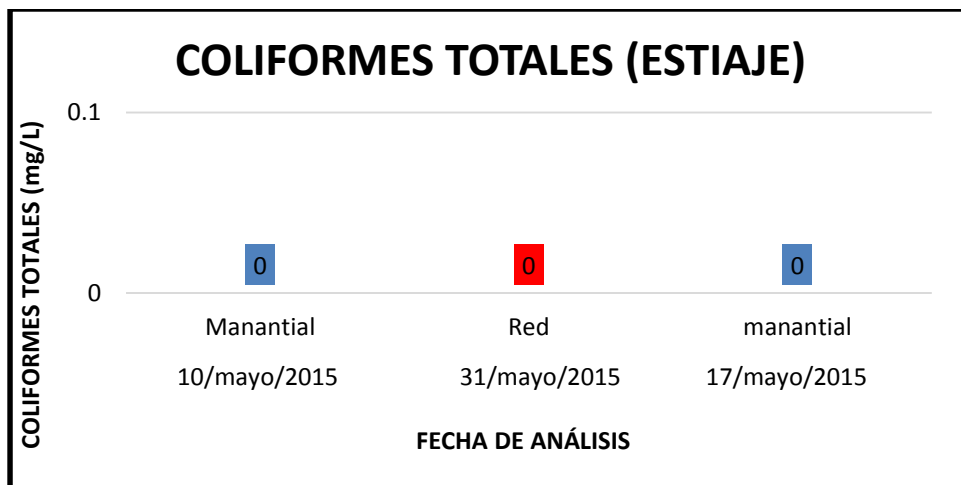


Figura 21. Coliformes totales en época de estiaje.

TABLA 2	
CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

Tabla 13. Tabla 2 de la NOM-127-SSA1-1994.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que no hay presencia de algún **Color** extraño en la época de estiaje, esto quiere decir que cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro de (20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto).

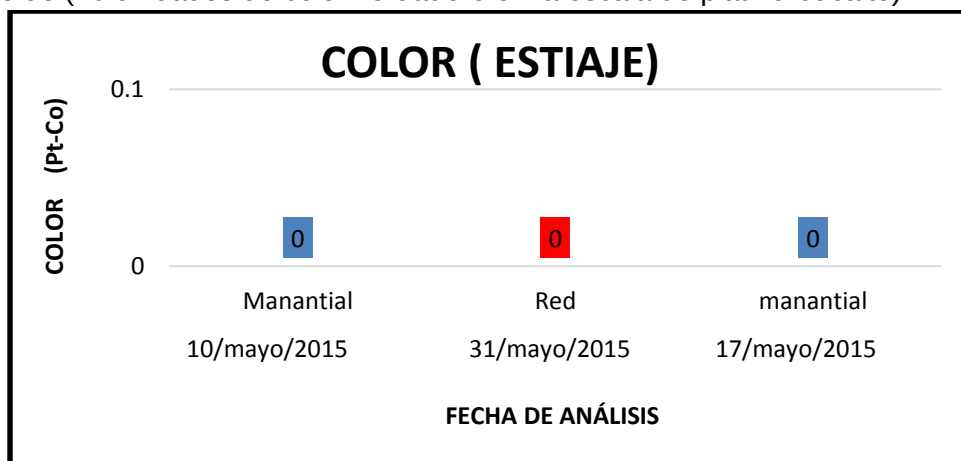




Figura 22. Color en época de estiaje.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que no hay presencia de algún **Olor** en la época de estiaje, esto quiere decir que cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994: **Agradable** (se aceptaran aquellos que sean agradables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).

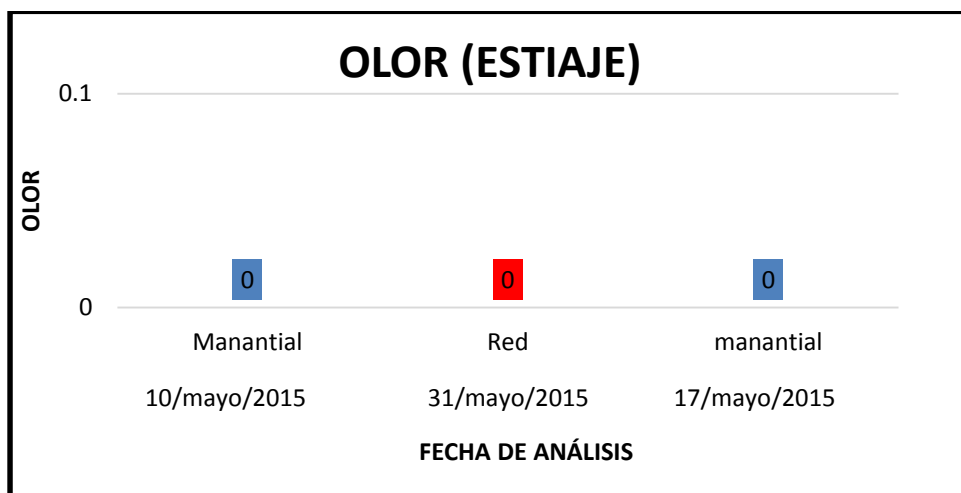


Figura 23. Olor en época de estiaje.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, en la época de estiaje aunque mostro un valor alto de **Turbiedad** (5 UTN) en la red, aún así cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite como máximo (5 UTN).

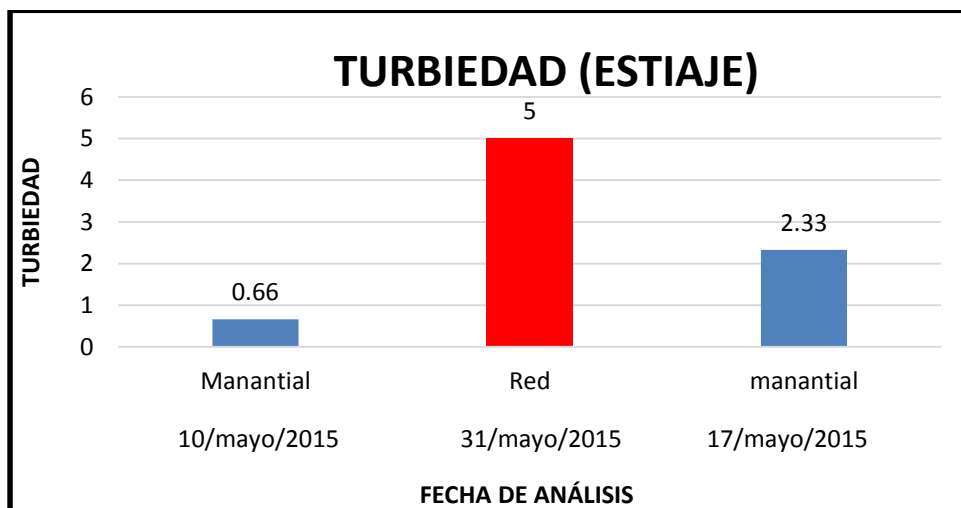




Figura 24. Turbiedad en época de estiaje.

TABLA 3	
CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0,20
Arsénico (Nota 2)	0,05
Bario	0,70
Cadmio	0,005
Cianuros (como CN ⁻)	0,07
Cloro residual libre	0,2-1,50
Cloruros (como Cl ⁻)	250,00
Cobre	2,00

Tabla 14. Tabla 3 de la NOM-127-SSA1-1994.

En la siguiente figura se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que no hay presencia de **Aluminio** en la época de estiaje, por lo tanto cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (0.20 mg/l).

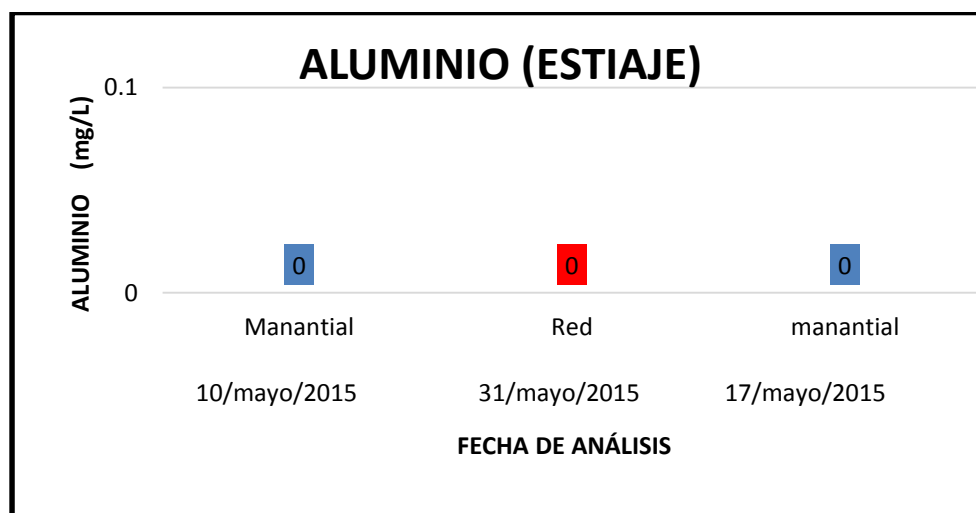


Figura 25. Aluminio en época de estiaje.

En la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que no hay presencia de **Bario** en la época de estiaje, por lo tanto cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (0.70 mg/l).

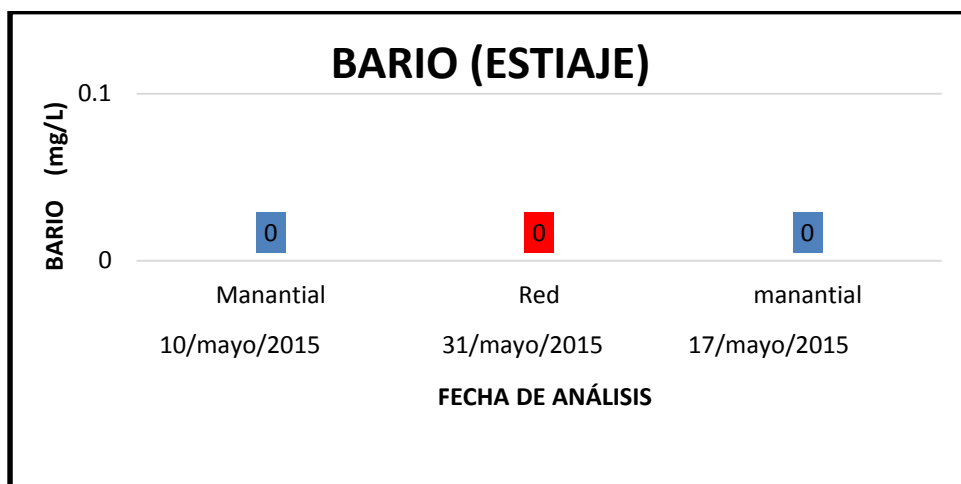


Figura 26. Bario en época de estiaje.

Como se muestra en la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que no hay presencia de **Cadmio** en la época de estiaje, por lo tanto cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro de (0.005 mg/l).

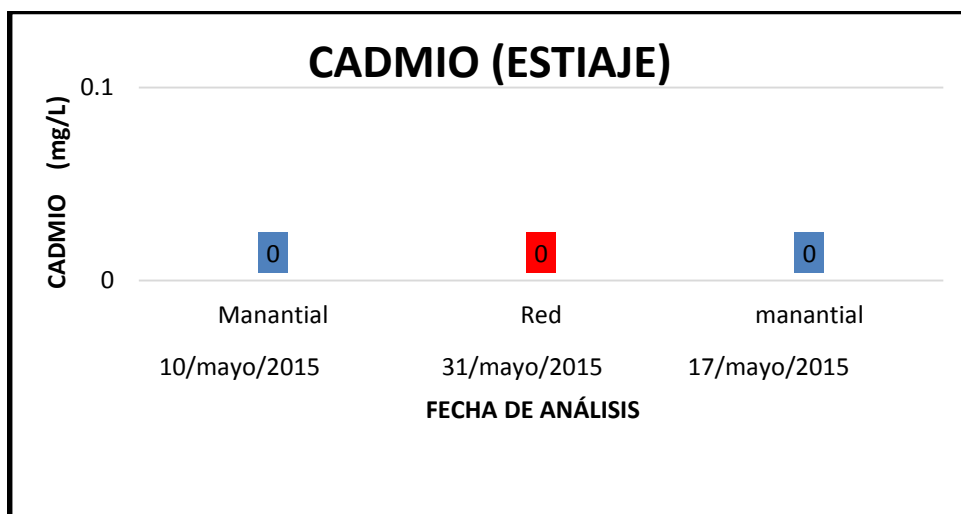


Figura 27. Cadmio en época de estiaje.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que si hay presencia de **Cloro** en la época de estiaje, el valor más elevado se presenta en la red con un valor de (2.3 mg/l) pero los límites cumplen con los que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (0.2-1.5 mg/l).

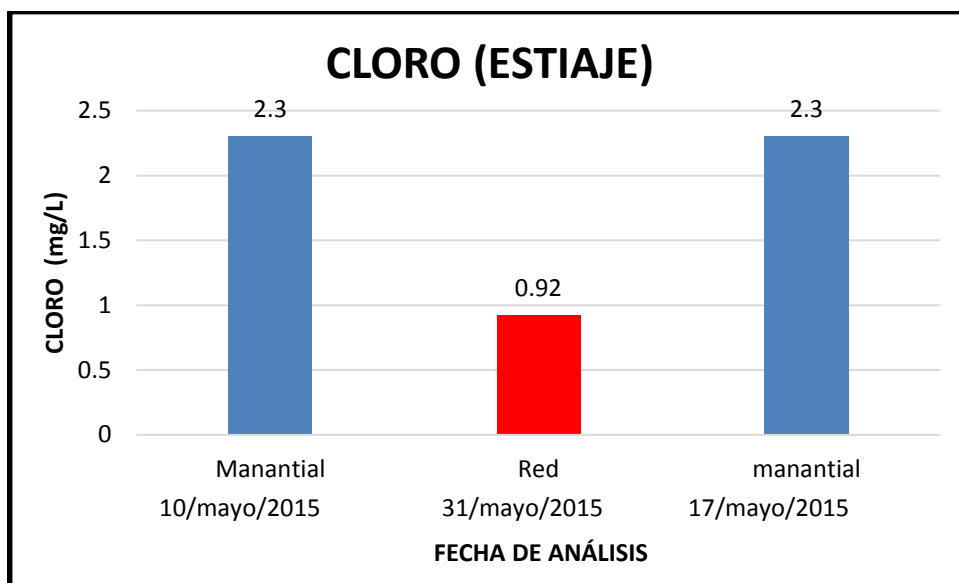


Figura 28. Cloro en época de estiaje.

En la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que si hay presencia de **Cobre** en la época de estiaje, solo en la red con un valor de (0.02 mg/l) y en el manantial no se encontró presencia del elemento antes mencionado por lo tanto cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (2 mg/l).

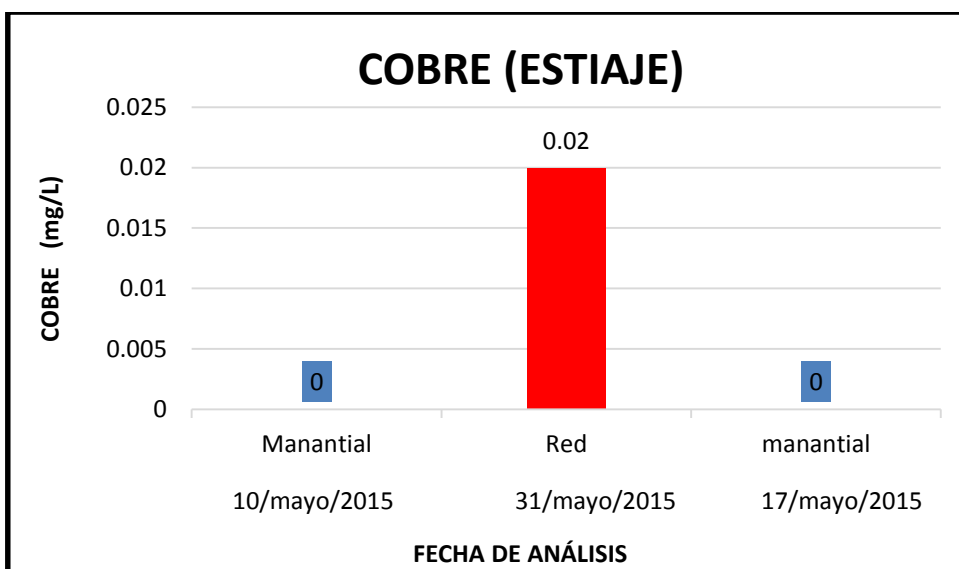


Figura 29. Cobre en época de estiaje.

En la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que si hay presencia de **CROMO** en la época de estiaje, pero solo en la red con un valor (0.043



mg/l) y en el manantial no se encontró presencia del elemento antes mencionado, por lo tanto cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (0.05 mg/l).

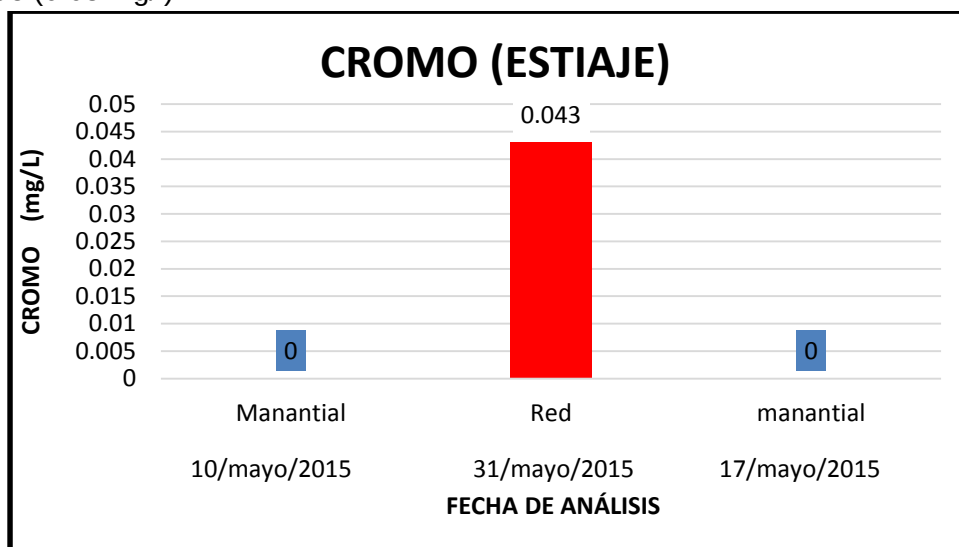


Figura 30. Cromo en época de estiaje.

En la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que si hay **dureza** en la época de estiaje, tanto en la red como en el manantial pero los parámetros son bajos con un rango de (55-57.5 mg/l) por lo tanto cumplen con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (500 mg/l).

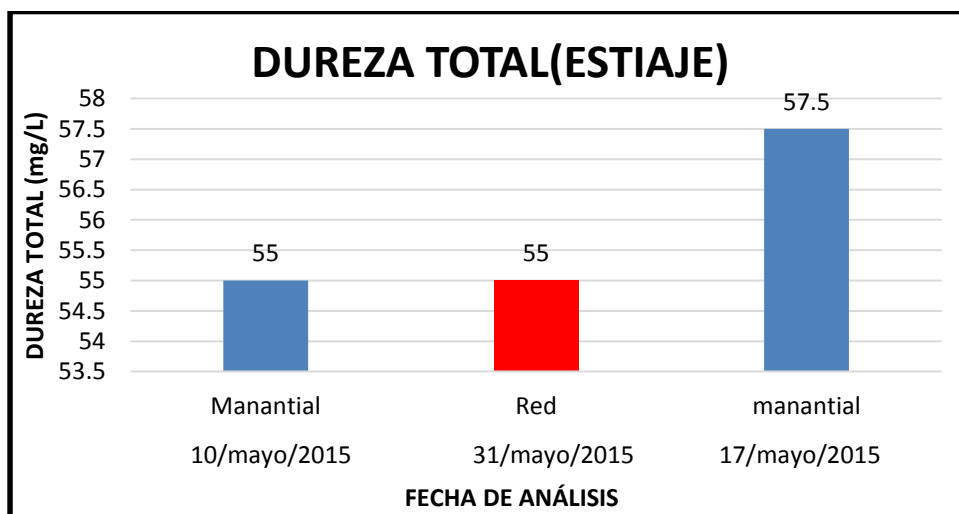


Figura 31. Dureza total en época de estiaje.

En la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que si hay presencia de **Fluoruros** en la época de estiaje, tanto en la red como en el manantial pero los parámetros son muy bajos ya que el valor es de (0.01 mg/l) esto quiere decir que



también cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (1.50 mg/l).

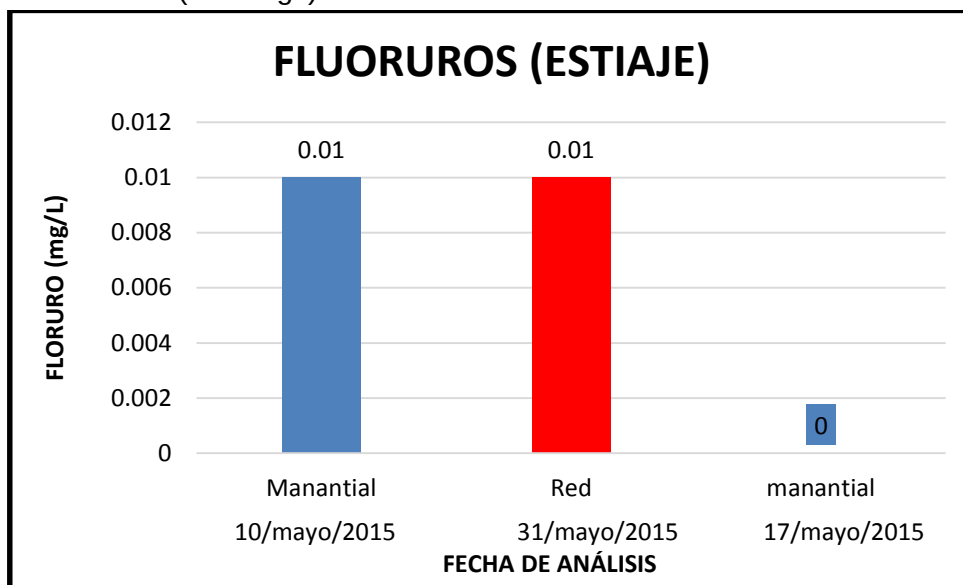


Figura 32. Fluoruro en época de estiaje.

En la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que no hay presencia de **Plomo** en la época de estiaje, tanto en la red como en el manantial esto quiere decir que cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (0.01mg/l).

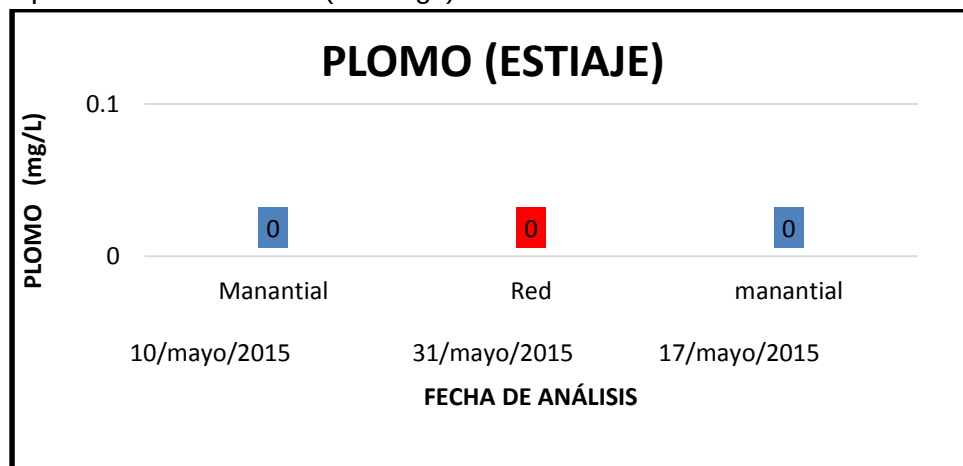


Figura 33. Plomo en época de estiaje.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que hay presencia de **Sólidos disueltos totales** en la época de estiaje, tanto en la red como en el manantial pero los parámetros son bajos con un rango de (144-192 mg/l),



esto quiere decir que cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (1000 mg/l).

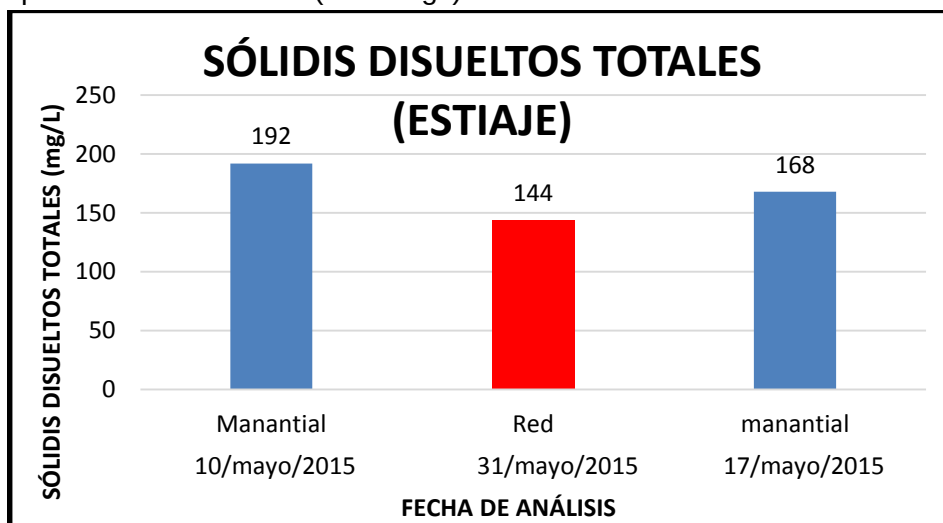


Figura 34. Sólidos Disueltos Totales en época de estiaje.

En la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que si hay presencia de **Sulfatos** en la época de estiaje, tanto en la red como en el manantial pero los parámetros son bajos ya que presentan (2 mg/l) esto quiere decir que cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (400 mg/l).

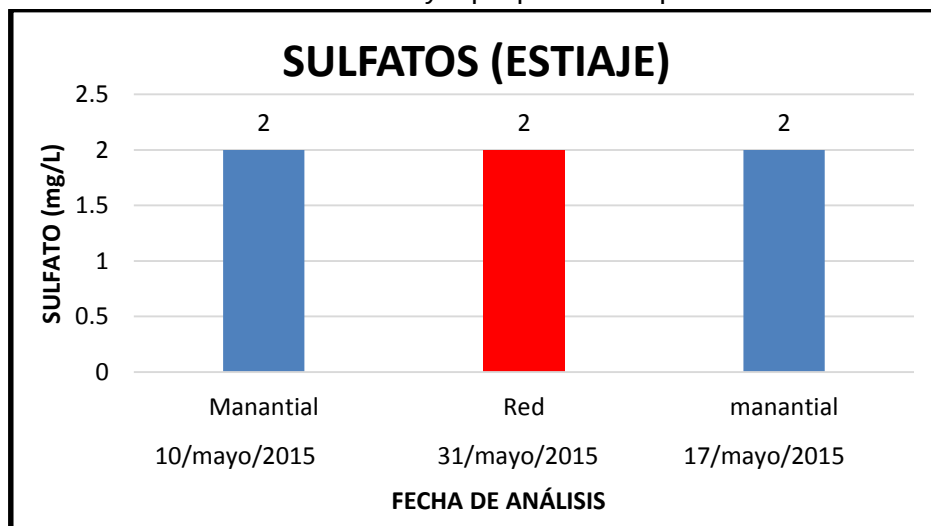


Figura 35. Sulfatos en época de estiaje.

En la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que el valor de pH en la época de estiaje tanto en la red como en el manantial no cambia con un parámetro de (7.44 U pH) y está dentro de los parámetros que nos marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un rango de (6.5-8.5 U pH).

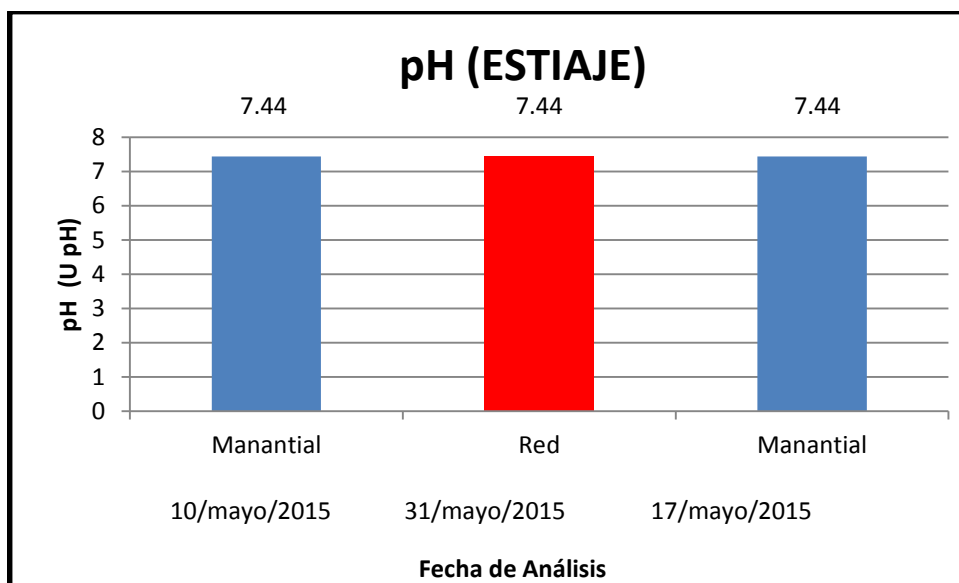


Figura 36. pH en época de estiaje.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del manantial y de la red, teniendo como resultado que si hay presencia de **Zinc** en la época de estiaje, tanto en la red como en el manantial con un rango de (0.03-0.04 mg/l) pero los parámetros son bajos esto quiere decir que cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (5mg/l).

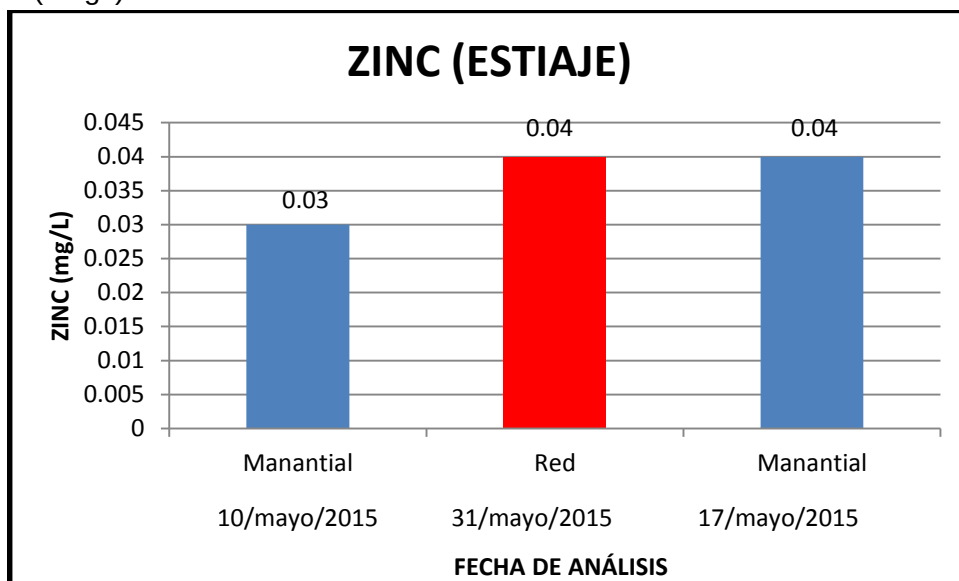


Figura 37. Zinc en época de estiaje



6.3 Pruebas de laboratorio para la época de lluvias

TABLA 1	
CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables

Tabla 15. Tabla 1 de la NOM-127-SSA1-1994.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del manantial, en la red, el depósito principal y el manantial el resultado es positivo para **Coliformes totales** en la red y el depósito, esto quiere decir que no cumplen con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que no debe haber presencia de los mismos, el manantial no tiene presencia de coliformes.

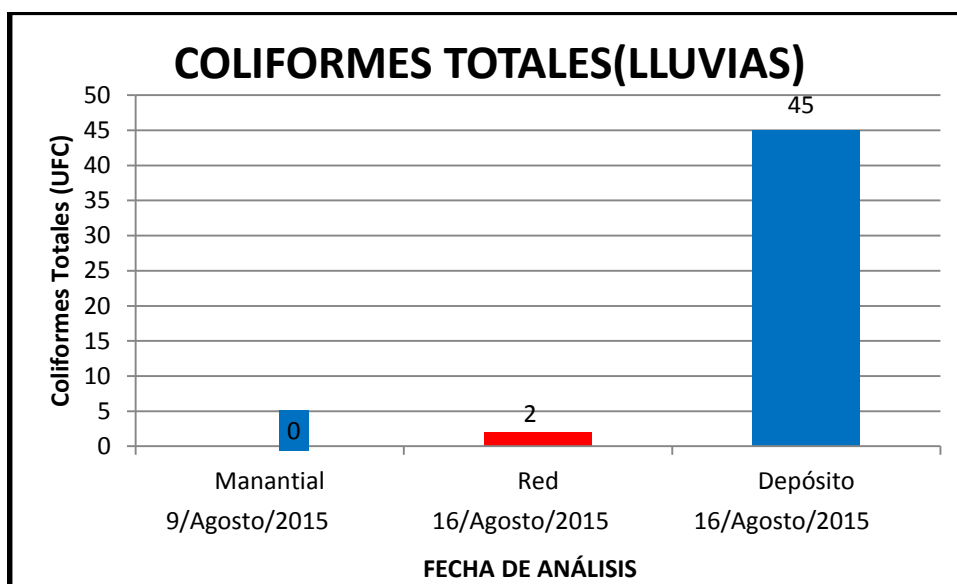


Figura 38. Coliformes totales en época de lluvias.

TABLA 2	
CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

Tabla 16. Tabla 2 de la NOM-127-SSA1-1994.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, de la red y el manantial, teniendo en los tres casos presencia de color pero con valores entre 4 y 8 unidades de color verdadero, esto quiere decir que cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-



1994 ya que permite un parámetro de (20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto).

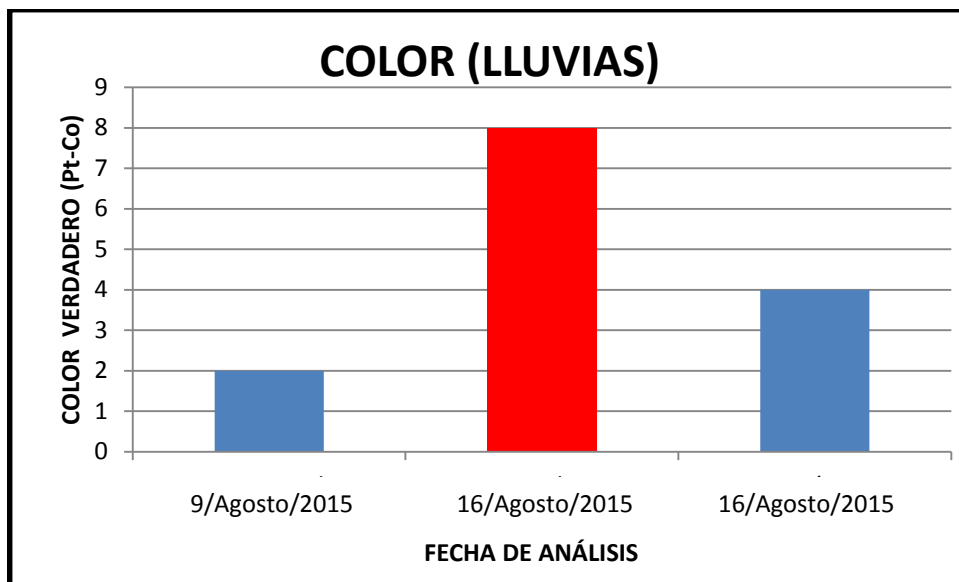


Figura 39. Color en época de lluvias.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del manantial, de la red y del depósito principal, teniendo como resultado que no hay presencia de algún **Olor** en la época de lluvias, esto quiere decir que cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 el olor debe ser Agradable (se aceptaran aquellos que sean agradables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).

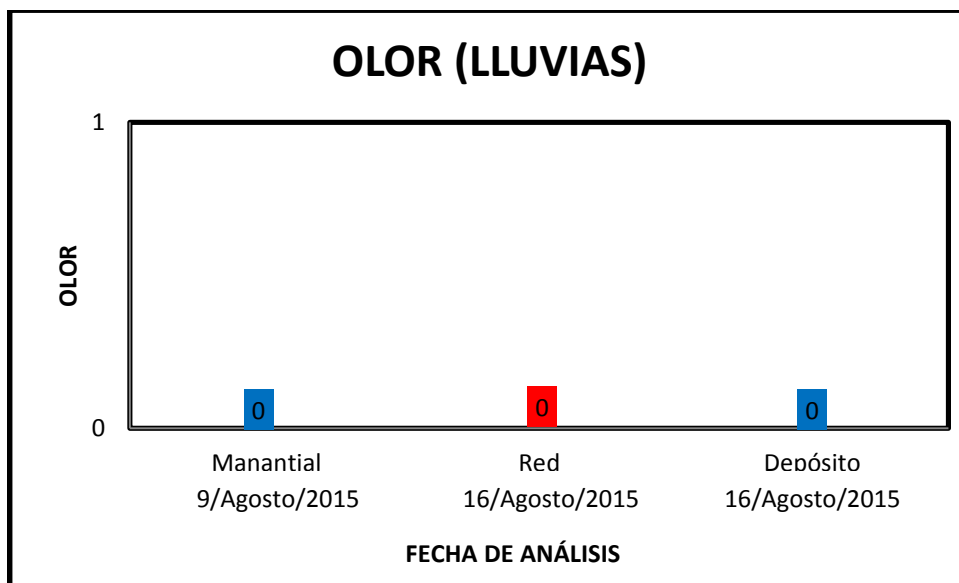


Figura 40. Olor en época de lluvias.



Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, de la red y del manantial en la época de lluvias resultando que para los tres casos cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite como máximo (5 UTN).

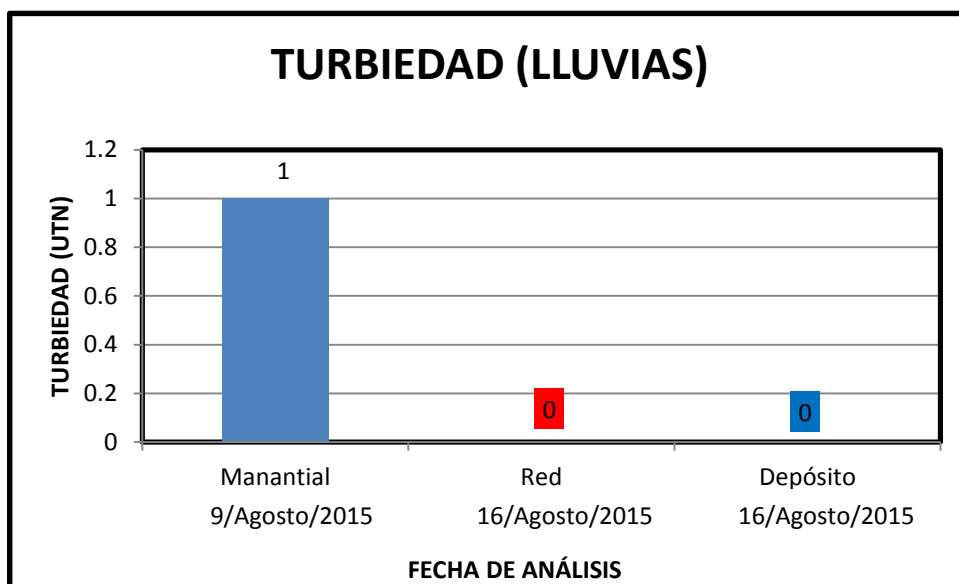


Figura 41. Olor en época de lluvias.

TABLA 3	
CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0,20
Arsénico (Nota 2)	0,05
Bario	0,70
Cadmio	0,005
Cianuros (como CN ⁻)	0,07
Cloro residual libre	0,2-1,50
Cloruros (como Cl ⁻)	250,00
Cobre	2,00

Tabla 17. Tabla 3 de la NOM-127-SSA1-1994.

En la siguiente figura se analizó el agua del depósito y de la red, teniendo como resultado que no hay presencia de **Aluminio** en la época de lluvias, por lo tanto cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (0.20 mg/l).

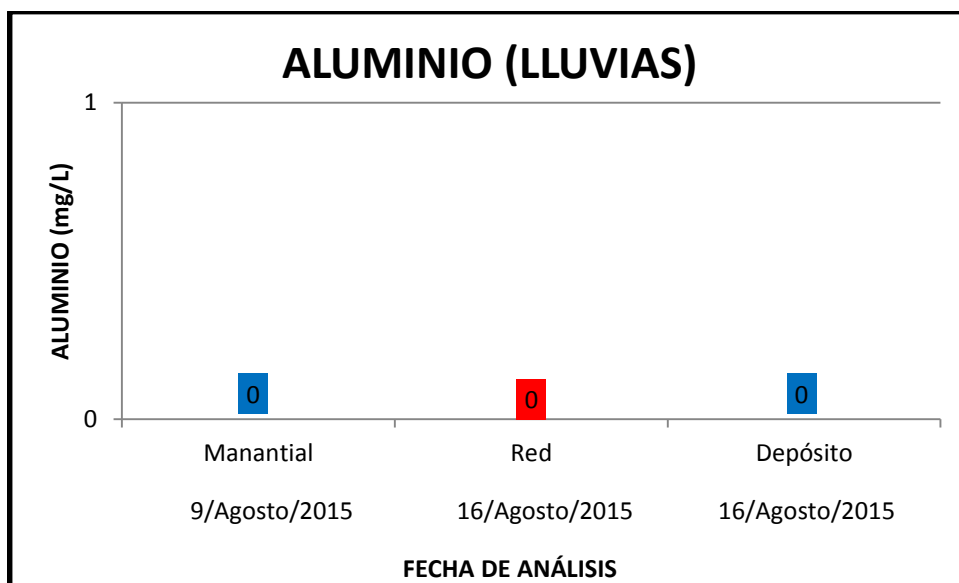


Figura 42. Aluminio en época de lluvias.

En la figura siguiente se analizó el agua del depósito, de la red y del depósito principal, teniendo como resultado la presencia de **Bario** en la época de lluvias, no tanto cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (0.70 mg/l).

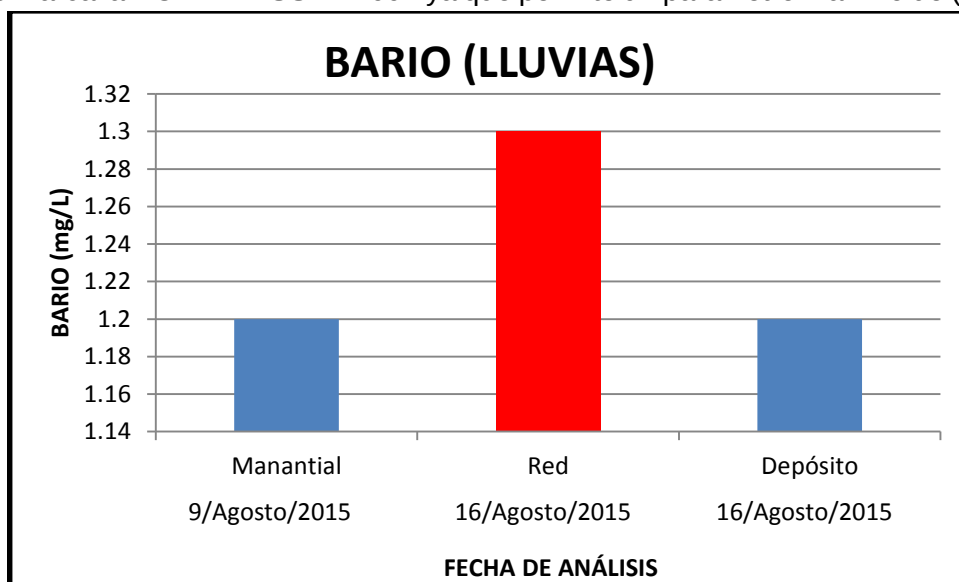


Figura 43. Bario en época de lluvias.

Como se muestra en la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, de la red, y del manantial teniendo como resultado en los tres casos no se **Cadmio** en la época de lluvias, por lo tanto cumple con el límite que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro de (0.005 mg/l).

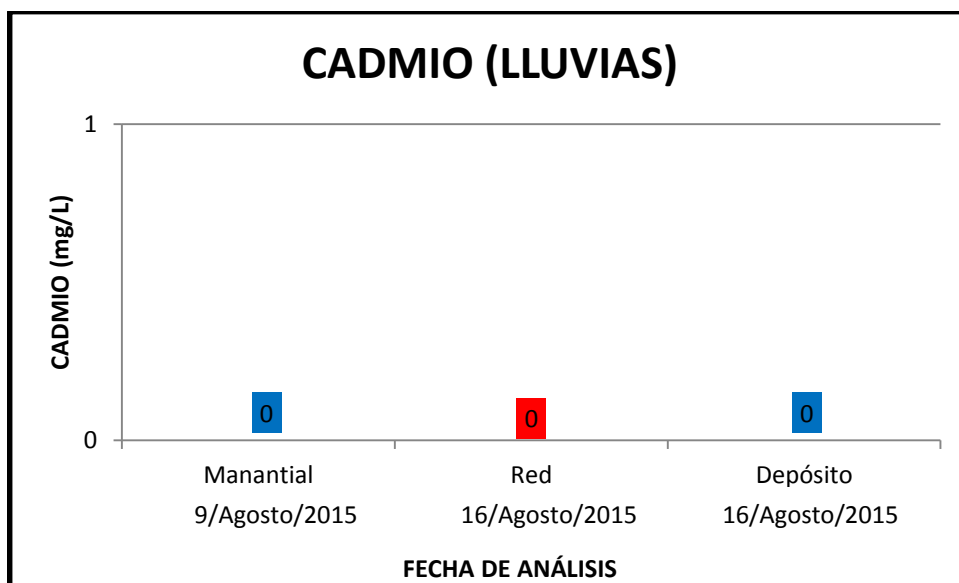


Figura 44. Cadmio en época de lluvias.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal y de la red, teniendo como resultado que si hay presencia de **Cloro** en la época de lluvias, en ambos casos el valor es de (0 mg/L) por lo tanto cumplen con los que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (0.2-1.5 mg/l).

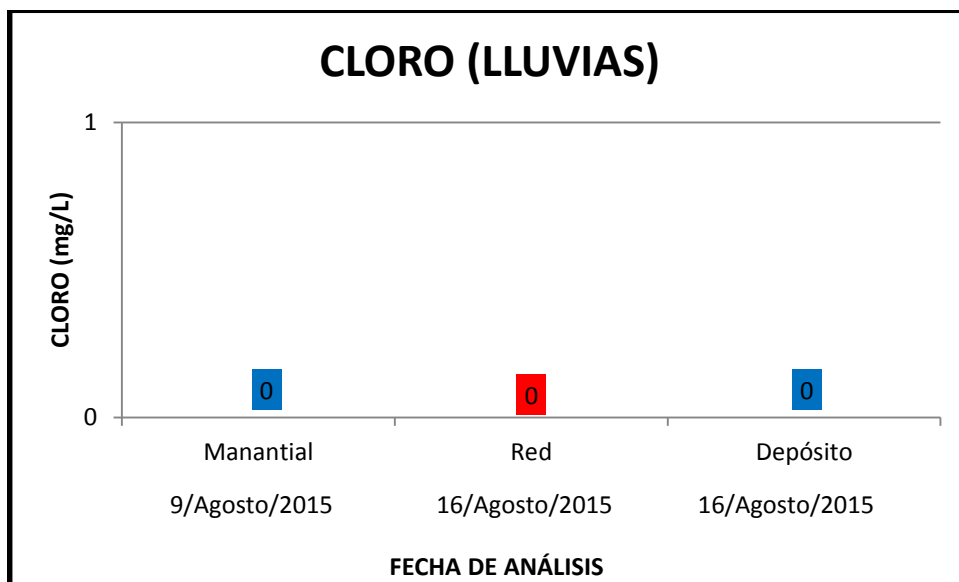


Figura 45. Cloro en época de lluvias.

En la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, del manantial y de la red, teniendo como resultado que si hay presencia de **Cobre** en la época de estiaje, valor (0.01 mg/l) y en la no se encontró presencia del elemento antes mencionado por lo tanto cumple con



los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (2 mg/l).

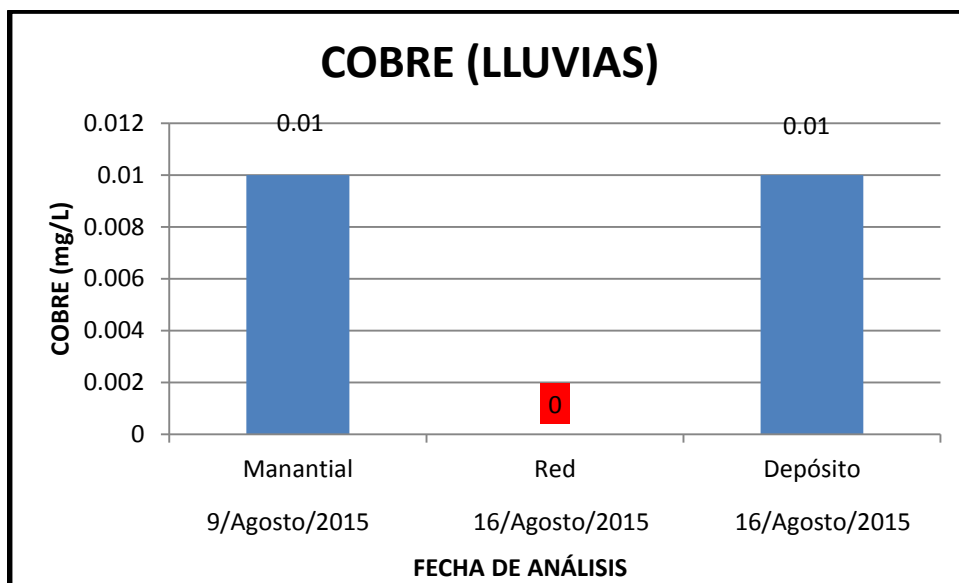


Figura 46. Cobre en época de lluvias.

En la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, de la red y del manantial, teniendo como resultado que si hay presencia de **CROMO** en la época de estiaje con un valor máximo de (0.04 mg/l), por lo tanto cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (0.05 mg/l) cabe mencionar que aunque pasa con los parámetros que marca la Norma está muy cerca del límite permisible.

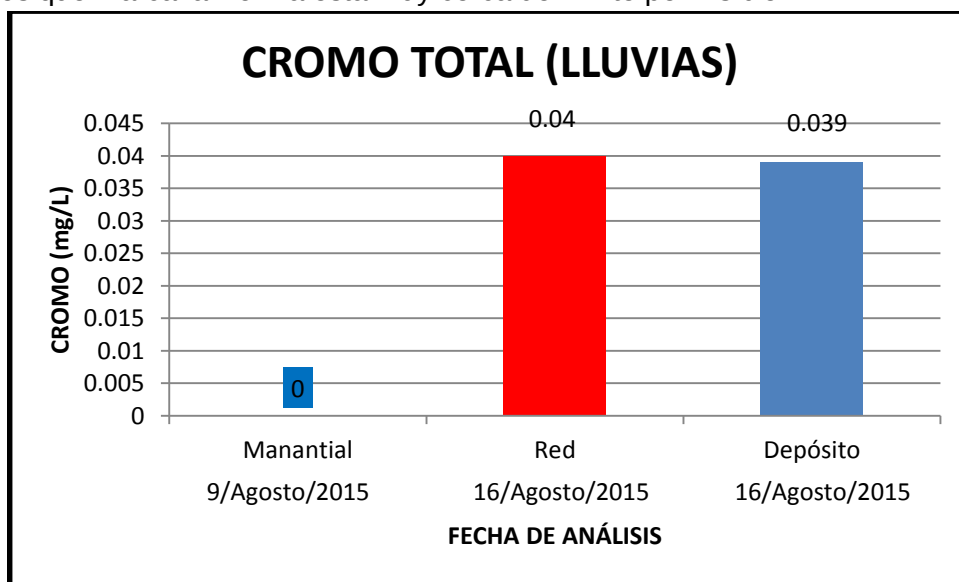


Figura 47. Cromo en época de lluvias.



En la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, de la red y del manantial, teniendo como resultado que si hay **dureza** en la época de lluvias, pero los parámetros son bajos con un rango de (52.5-57.5 mg/l) por lo tanto cumplen con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (500 mg/l).

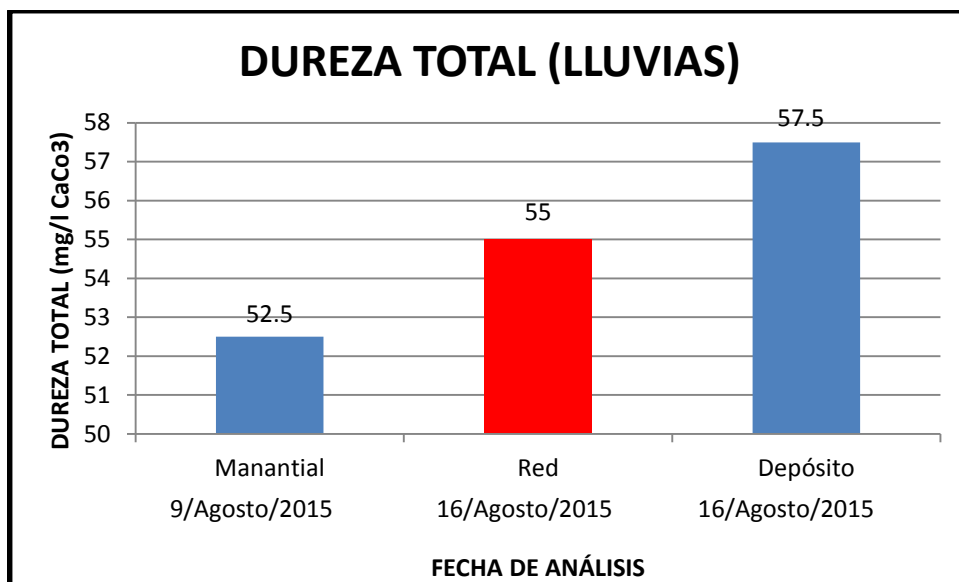


Figura 48. Dureza total en época de lluvias.

En la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, de la red y del manantial teniendo como resultado que si hay presencia de **Fluoruro** en la época de lluvias, para los tres casos pero los parámetros son muy bajos ya que el valor máximo es de (0.35 mg/l) esto quiere decir que cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (1.50 mg/l).

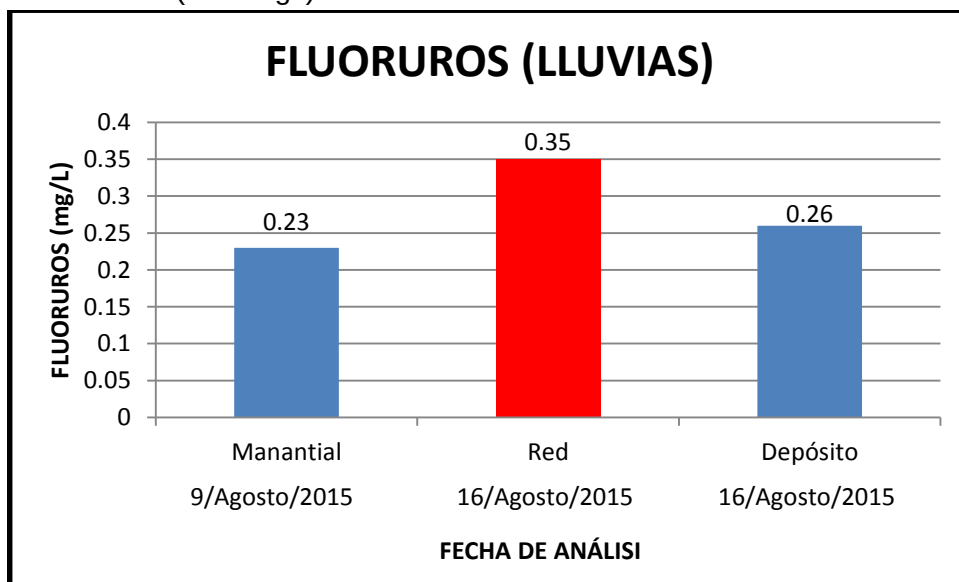


Figura 49. Fluoruro en época de lluvias.



En la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, de la red y del manantial, teniendo como resultado que no hay presencia de **Plomo** en la época de lluvias, tanto en la red como en el manantial esto quiere decir que cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (0.01mg/l).

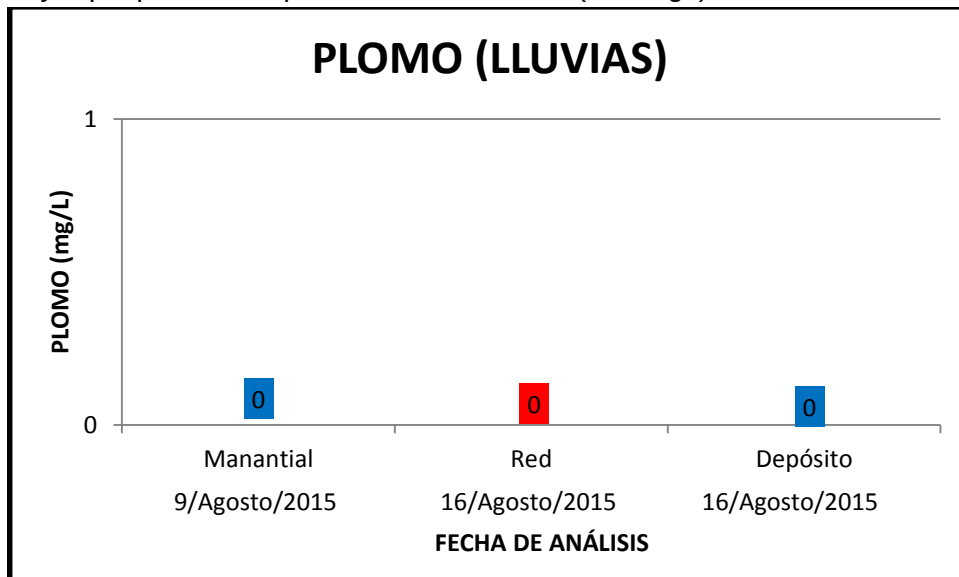


Figura 50. Bario en época de lluvias.

Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del depósito y de la red, teniendo como resultado que hay presencia de **Sólidos disueltos totales** en la época de estiaje, tanto en la red como en el manantial pero los parámetros son bajos con un rango de (140-168 mg/l), esto quiere decir que cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (1000 mg/l).

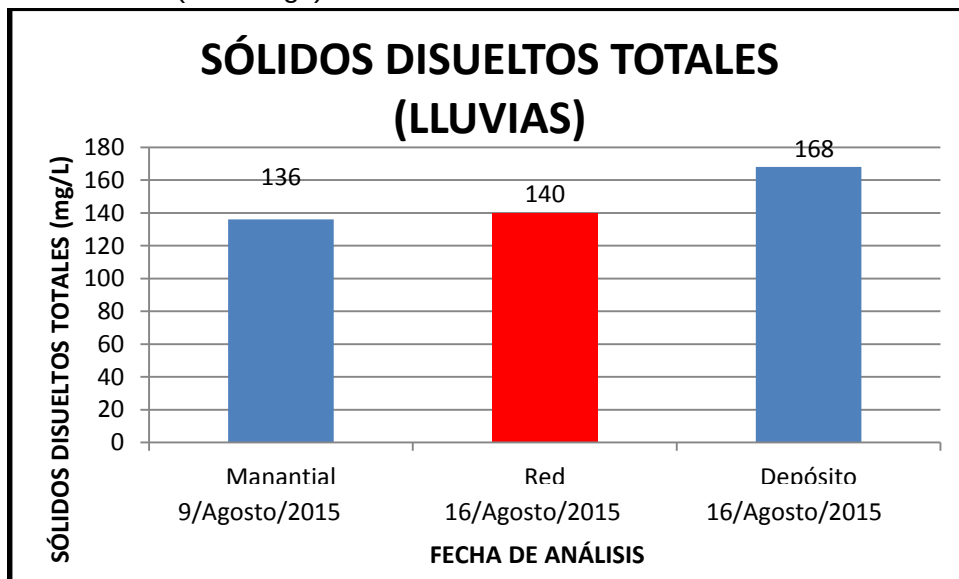


Figura 51. Sólidos Disueltos Totales en época de lluvias.



En la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, del manantial y de la red teniendo como resultado que si hay presencia de **Sulfatos** en la época de estiaje, tanto en la red como en el manantial pero los parámetros son bajos ya que presentan con un rango de (1-2 mg/l) esto quiere decir que cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (400 mg/l).

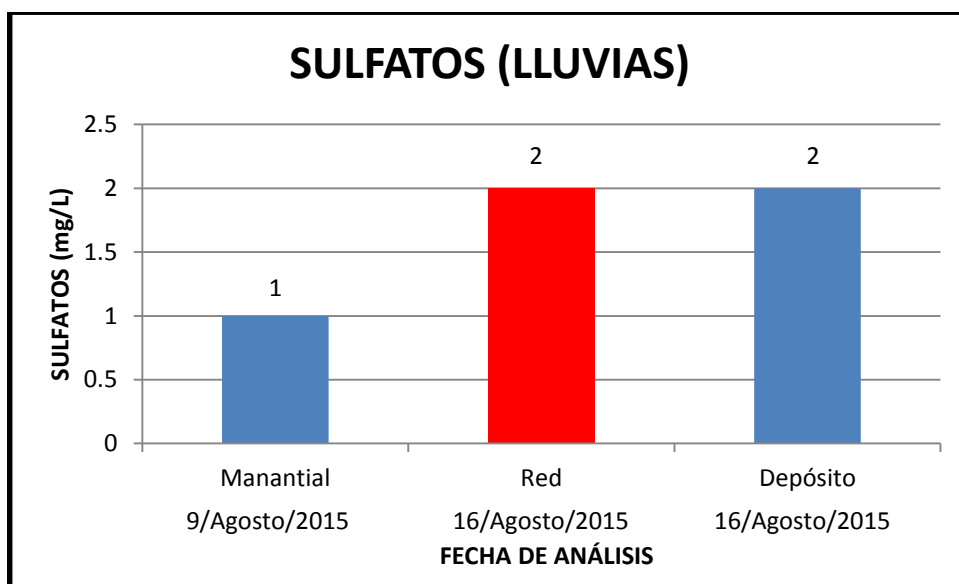


Figura 52. Sulfatos en época de lluvias.

En la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, de la red y del manantial, teniendo como resultado que el valor de pH varia en la época de lluvias de (7.59 – 7.61 U pH) y está dentro de los parámetros que nos marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un rango de (6.5-8.5 U pH).

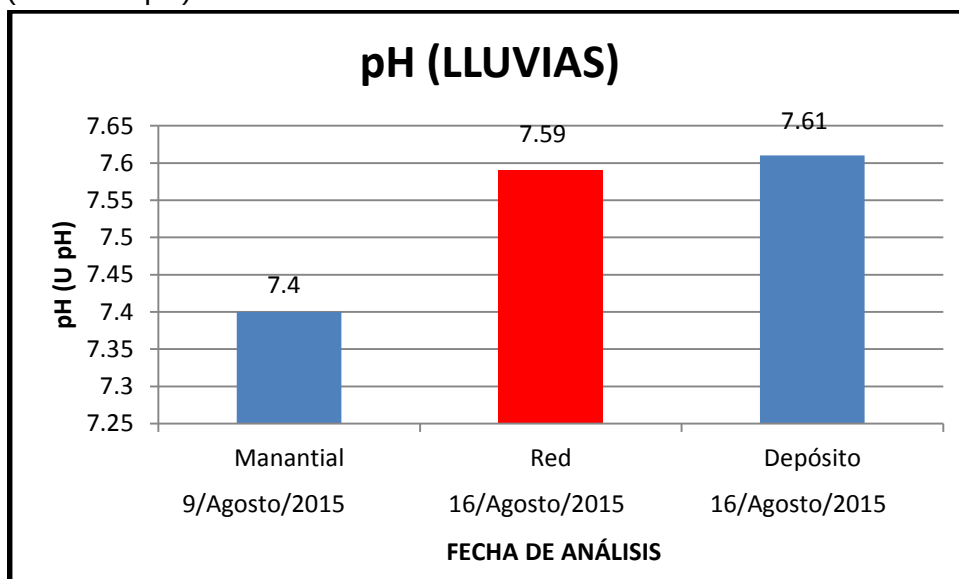


Figura 53. pH en época de lluvias.



Como se muestra la figura siguiente se analizó el agua del depósito principal, de la red y del manantial, teniendo como resultado que si hay presencia de **Zinc** en la época de estiaje, para los tres casos con un valor de (0.02 mg/l) pero los parámetros son bajos esto quiere decir que cumple con los límites que marca la NOM-127-SSA1-1994 ya que permite un parámetro máximo de (5mg/l).

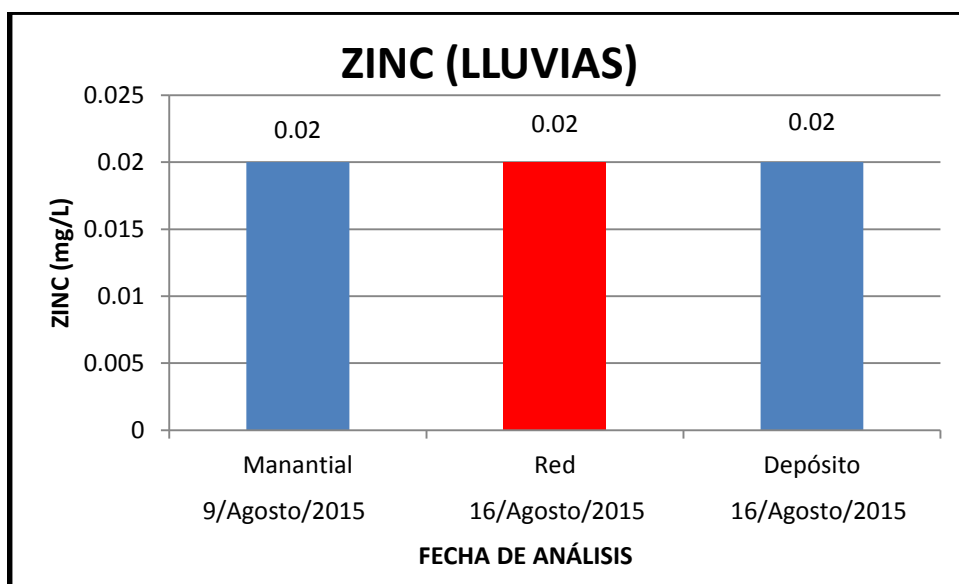


Figura 54. Zinc en época de lluvias.



CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Conclusiones:

Es muy importante tener un estudio en el cual se analice si el sistema de abastecimiento cumple con los parámetros de calidad para consumo humano, ya que con este estudio se podrá verificar si la salud de los pobladores de la localidad de Buenavista Tomatlán está en riesgo o no.

El manantial cumple con los parámetros que marca la NOM-127-SSA1-1994, a lo largo del año, es decir sin importar la temporada el manantial sigue estando dentro de los parámetros de la norma antes mencionada.

En el depósito principal no es apto ya que se encuentra en muy malas condiciones, el concreto está agrietado y los trozos que se desprenden caen directo al agua.

La calidad de la red de abastecimiento es muy deficiente, ya que tiene una gran variedad de material de construcción lo cual garantiza su óptimo funcionamiento.

Según la NOM-127-SSA1-1994 el agua que se consume en la localidad no es causa de enfermedades cancerígenas, a pesar de que en la red hubo presencia de Bario este no es causante de cáncer.

En pruebas realizadas en el sistema de abastecimiento se puede observar que el agua que se está consumiendo en la localidad no es potable ya que hay presencia de coliformes fecales y de Bario.

El sistema de cloración que está actualmente operando, no es apto ya que no se sabe con exactitud la dosificación, ni el caudal que llega al depósito principal.

El personal que maneja el sistema de abastecimiento no tiene la preparación necesaria para dicha función.

No existe un manual de operaciones para el personal que maneja el sistema de abastecimiento.

No hay información acerca del manantial ni de la red de abastecimiento, no se encuentran disponibles en el H. Ayuntamiento plano que indiquen con exactitud el trayecto de la red.



Recomendaciones:

Se recomienda seguir realizando pruebas de calidad de agua para consumo humano para tener un control en cuanto a parámetros y verificar la manera en que se están comportando dichos parámetros a lo largo del tiempo y si es posible detectar donde se originan los problemas.

Seguir preservando las condiciones en las que se encuentra el manantial ya que está en buenas condiciones es decir no tiene contaminantes, asegurarse que las practicas sobre todo en cuestión de agricultura no lo afecten en el futuro.

Analizar si es posible reparar el depósito principal y de no ser posible será necesario construir uno nuevo.

Se recomienda que la red de distribución sea rediseñada para asegurarnos que este en las mejores condiciones de funcionamiento.

Resolver el problema que hace que el agua de la localidad no sea potable ·coliformes totales· y Bario encontrados en el depósito, para que el agua pueda consumirse sin comprometer la salud.

Rediseñar un sistema de cloración que cumpla con las especificaciones que marca la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.

Realizar un manual de operaciones para el personal a cargo de manejar el sistema de abastecimiento.

Capacitar al personal que opera el sistema de abastecimiento.

Realizar planos indicativos que nos marquen con exactitud el trayecto de la red de distribución así como profundidad, materiales de construcción, ubicación de válvulas etc.

Realizar un archivo del sistema de abastecimiento, en el cual se coloque los cambios que se efectuando a la red así como materiales atizados y una reseña histórica de los mismos.



CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS CONSULTADAS



Referencias

Agua, C. N. (2007). *MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO*. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) (FEBRERO de 1996). Recuperado el 14 de ENERO de 2016
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16012a.htm>
|

CONAGUA. (DICIEMBRE de 2010). Recuperado el 20 de ENERO de 2016, de
<http://www.conagua.gob.mx/OCB07/Contenido/Documentos/EstadisticasBALSAS.pdf>

CONAGUA. (26 de ENERO de 2011). Recuperado el 19 de ENERO de 2016, de
<http://www.conagua.gob.mx/ocb07/Noticias/AcuerdoEstudiosTecnicosaguasnacionalesuperficiales.pdf>

CONAGUA. (DICIEMBRE de 2007). *MANUAL DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO (MAPAS)*. Recuperado el 15 de MAYO de 2016

CONAGUA. (24 de JUNIO de 2011). Copia de TÍTULO DE ASIGNACIÓN. BUENAVISTA TOMATLÁN MICHOACÁN, MICHOACÁN, MEXICO.

CONAGUA. *UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LA 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*. Recuperado el 20 de ABRIL de 2016

Imagen de GOOGLE EARTH (2009). Recuperado el 21 de ENERO de 2016

INEGI. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrológicas (SIATL). Recuperado el 19 de ENERO de 2016 http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

LENNTech.. Recuperado el 9 de ABRIL de 2016
<http://www.lenntech.es/estandares-calidad-agua-oms.htm> 9/abril/2016

SEMARNAT. Recuperado el 20 de ENERO de 2019, de
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/402/cuencabalsas.html>

Toro, A. G. (2002). *MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE BUENAVISTA MICHOACÁN*. BUENAVISTA TOMATLÁN MICHOACÁN.



CAPÍTULO IX. ANEXOS



Anexo 1. “Pruebas de laboratorio”

Límites permisibles según la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994).



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



Asunto: Reporte de análisis de calidad de agua

Página 1 de 4

H. Ayuntamiento de Buenavista Tomatlán, Michoacán.

At'n. P.I.C. Francisco Javier Soto Madrigal

PRESENTE.

Por este conducto, presentamos a usted los resultados del estudio de calidad del agua, practicados a la muestra entregada a este laboratorio. El muestreo, preservación y transporte estuvo a cargo del solicitante. Al respecto, en función de los parámetros solicitados, se presentan los resultados de los análisis de laboratorio de dicha muestra.

Muestra: 1

Sitio de muestreo: **MANANTIAL "BUENAVISTA"**

Tipo de muestreo: **Simple**

Tipo de agua: **Agua de manantial**

Fecha de muestreo: **10 de mayo de 2015**

Fecha de recepción de muestra: **11 de mayo de 2015**

- Resultados de laboratorio:

Análisis de Laboratorio: MUESTRA 1			
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO UTILIZADO
pH	7.37	U pH	NMX-AA-008-SCFI-2000
Temperatura	17	°C	NMX-AA-007-SCFI-2000
Olor	Sin olor	---	NMX-AA-083-1982
Cloruros	2.3	mg/L	NMX-AA-073-SCFI-2001
Conductividad Eléctrica	186.1	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000
Salinidad	0.1	%o (ppt)	NMX-AA-093-SCFI-2000
Sólidos Disueltos Totales	192	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales	216	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales Fijos	136	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales Volátiles	80	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Oxígeno Disuelto	4.91	mg/L	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sulfatos	2	mg/L	NMX-AA-074-1981
Turbiedad	0.66	UTN	NMX-AA-038-SCFI-2001
Color verdadero	0	Pt-Co	NMX-AA-045-1981
Dureza total	55	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza cálcica	10	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza magnésica	45	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Cloro residual	0	mg/l	NMX-AA-108-SCFI-2001
Alcalinidad Total	84	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Alcalinidad a la fenoltaleína	0.11	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Acidez	32	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Hidróxidos	0	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Carbonatos	0.22	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Bicarbonatos	83.56	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Demanda Química de Oxígeno	0	mg/L	NMX-AA-030/2-SCFI-2011

Edificio PIC
Tel. (443) 322 3500 Ext. 4344

Ciudad Universitaria



Morelia Michoacán
Fax (443) 304 1002



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



Asunto: Reporte de análisis de calidad de agua

Página 2 de 4

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
Coliformes totales	0	mg/L	NOM-113-SSA1-1994
Fluoruros	0.01	mg/L	NMX-AA-077-SCFI-2001
Aluminio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10215
Bario	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8014
Cadmio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10217
Cobre	0.01	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8506
Cromo Total	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10219
Manganeso	0.004	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8149
Nitrógeno Total	3	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10072
Plomo	0	mg/l	Electrométrico Orion 9682BNWP
Zinc	0.03	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8009

Muestra: 2

Sitio de muestreo: **MANANTIAL "BUENAVISTA"**

Tipo de muestreo: **Simple**

Tipo de agua: **Agua de manantial**

Fecha de muestreo: **17 de mayo de 2015**

Fecha de recepción de muestra: **18 de mayo de 2015**

- Resultados de laboratorio:

Análisis de Laboratorio: MUESTRA 2			
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
pH	7.44	U pH	NMX-AA-008-SCFI-2000
Temperatura	17	°C	NMX-AA-007-SCFI-2000
Olor	Sin olor	---	NMX-AA-083-1982
Cloruros	2.3	mg/L	NMX-AA-073-SCFI-2001
Conductividad Eléctrica	160.3	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000
Salinidad	0.1	% (ppt)	NMX-AA-093-SCFI-2000
Sólidos Disueltos Totales	168	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales	172	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales Fijos	96	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales Volátiles	76	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Oxígeno Disuelto	8.17	mg/L	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sulfatos	2	mg/L	NMX-AA-074-1981
Turbiedad	2.33	UTN	NMX-AA-038-SCFI-2001
Color verdadero	0	Pt-Co	NMX-AA-045-1981
Dureza total	57.5	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza cálcica	7.5	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza magnésica	50	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Cloro residual	0	mg/l	NMX-AA-108-SCFI-2001
Alcalinidad Total	80	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Alcalinidad a la fenoltaleína	0.8	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Acidez	24	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001

Edificio PIC
Tel. (443) 322 3500 Ext. 4344

Ciudad Universitaria



Morelia Michoacán
Fax (443) 304 1002



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



Asunto: Reporte de análisis de calidad de agua

Página 3 de 4

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
Hidróxidos	0	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Carbonatos	0.16	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Bicarbonatos	79.68	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Demanda Química de Oxígeno	0	mg/L	NMX-AA-030/2-SCFI-2011
Coliformes totales	0	mg/L	NOM-113-SSA1-1994
Fluoruros	0	mg/L	NMX-AA-077-SCFI-2001
Aluminio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10215
Bario	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8014
Cadmio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10217
Cobre	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8506
Cromo Total	0.044	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10219
Manganeso	0.005	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8149
Nitrógeno Total	1	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10072
Plomo	0	mg/l	Electrométrico Orion 9682BNWP
Zinc	0.04	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8009

Muestra: 3

Sitio de muestreo: **RED DE DISTRIBUCIÓN, CALLE VICENTE GUERRERO, COLONIA
CENTRO, BUENAVISTA TOMATLÁN.**

Tipo de muestreo: **Simple**

Tipo de agua: **Agua de manantial**

Fecha de muestreo: **31 de mayo de 2015**

Fecha de recepción de muestra: **1 de junio de 2015**

- Resultados de laboratorio:

Análisis de Laboratorio: MUESTRA 3			
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
pH	7.44	U pH	NMX-AA-008-SCFI-2000
Temperatura	18	°C	NMX-AA-007-SCFI-2000
Olor	Sin olor	---	NMX-AA-083-1982
Cloruros	0.92	mg/L	NMX-AA-073-SCFI-2001
Conductividad Eléctrica	162.3	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000
Salinidad	0.1	‰ (ppt)	NMX-AA-093-SCFI-2000
Sólidos Disueltos Totales	144	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales	164	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales Fijos	120	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales Volátiles	44	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Oxígeno Disuelto	7.64	mg/L	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sulfatos	2	mg/L	NMX-AA-074-1981
Turbiedad	5	UTN	NMX-AA-038-SCFI-2001
Color verdadero	0	Pl-Co	NMX-AA-045-1981
Dureza total	55	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza cálcica	5	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza magnésica	50	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001

Edificio PIC
Tel. (443) 322 3500 Ext. 4344

Ciudad Universitaria



Morelia Michoacán
Fax (443) 304 1002



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



Asunto: Reporte de análisis de calidad de agua

Página 4 de 4

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
Cloro residual	<0.2	mg/l	NMX-AA-108-SCFI-2001
Alcalinidad Total	80	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Alcalinidad a la fenolftaleína	0.8	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Acidez	14	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Hidróxidos	0	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Carbonatos	0.16	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Bicarbonatos	79.68	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Demanda Química de Oxígeno	0	mg/L	NMX-AA-030/2-SCFI-2011
Coliformes totales	0	mg/L	NOM-113-SSA1-1994
Fluoruros	0.1	mg/L	NMX-AA-077-SCFI-2001
Aluminio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10215
Bario	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8014
Cadmio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10217
Cobre	0.02	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8506
Cromo Total	0.043	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10219
Manganeso	0.000	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8149
Nitrógeno Total	2	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10072
Plomo	0	mg/l	Electrométrico Orion 9682BNWP
Zinc	0.04	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8009

Sin otro particular por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración y comentario al respecto.

Morelia Mich., a 13 de julio 2015

ATENTAMENTE



M. en C. Ing. Ricardo Ruiz Chávez
Jefe del laboratorio.

C.c.p. Archivo.



Diagnóstico de la calidad del agua en el sistema de abastecimiento de la
Localidad de Buenavista Tomatlán, Michoacán



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



Asunto: Reporte de análisis de calidad de agua

Página 1 de 2

H. Ayuntamiento de Buenavista Tomatlán, Michoacán.

At'n. P.I.C. Francisco Javier Soto Madrigal

PRESENTE.

Por este conducto, presentamos a usted los resultados del estudio de calidad del agua, practicados a la muestra entregada a este laboratorio. El muestreo, preservación y transporte estuvo a cargo del solicitante. Al respecto, en función de los parámetros solicitados, se presentan los resultados de los análisis de laboratorio de dicha muestra.

Muestra: 4

Sitio de muestreo: **Manantial, Buenavista Tomatlán, Mich.**

Tipo de muestreo: **Simple**

Tipo de agua: **Agua de manantial**

Fecha de muestreo: **09 de agosto de 2015**

Fecha de recepción de muestra: **10 de agosto de 2015**

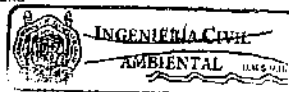
- Resultados de laboratorio:

Análisis de Laboratorio: MUESTRA 4			
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
pH	7.4	U pH	NMX-AA-008-SCFI-2000
Temperatura	20.6	°C	NMX-AA-007-SCFI-2000
Olor	Sin olor	---	NMX-AA-063-1982
Cloruros	1.84	mg/L	NMX-AA-073-SCFI-2001
Conductividad Eléctrica	153.5	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000
Salinidad	0.1	‰ (ppt)	NMX-AA-093-SCFI-2000
Sólidos Disueltos Totales	136	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales	172	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Oxígeno Disuelto	4.98	mg/L	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sulfatos	1	mg/L	NMX-AA-074-1981
Turbiedad	1	UTN	NMX-AA-038-SCFI-2001
Color verdadero	2	Pt-Co	NMX-AA-045-1981
Dureza total	52.5	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza cálcica	17.5	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza magnésica	35.0	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Cloro residual	<0.2	mg/l	NMX-AA-108-SCFI-2001
Alcalinidad Total	88	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Alcalinidad a la fenolftaleína	0.09	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Acidez	36	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Hidróxidos	0	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Carbonatos	0.18	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Bicarbonatos	87.64	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Demanda Química de Oxígeno	0	mg/L	NMX-AA-030/2-SCFI-2011
Coliformes totales	0	UFC	NOM-113-SSA1-1994
Fluoruros	0.23	mg/L	NMX-AA-077-SCFI-2001

Edificio PIC
Tel. (443) 322 3500 Ext. 4344

Ciudad Universitaria

Morelia Michoacán
Fax (443) 304 1002





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



Asunto: Reporte de análisis de calidad de agua

Página 2 de 2

Análisis de Laboratorio: MUESTRA 4			
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
Aluminio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10215
Bario	1.2	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8014
Cadmio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10217
Cobre	0.01	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8506
Cromo Total	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10219
Manganeso	0.003	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8149
Nitrógeno Total	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10072
Plomo	0	mg/l	Electrométrico Orion 9682BNWP
Zinc	0.02	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8009

Sin otro particular por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración y comentario al respecto.

Morelia Mich., a 17 de agosto 2015

ATENTAMENTE.

M. en C., Ing. Ricardo Ruiz
Jefe del laboratorio.



C.c.p. Archivo.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



Asunto: Reporte de análisis de calidad de agua

Página 1 de 3

H. Ayuntamiento de Buenavista Tomatlán, Michoacán.

At'n. P.I.C. Francisco Javier Soto Madrigal

PRESENTE.

Por este conducto, presentamos a usted los resultados del estudio de calidad del agua, practicados a la muestra entregada a este laboratorio. El muestreo, preservación y transporte estuvo a cargo del solicitante. Al respecto, en función de los parámetros solicitados, se presentan los resultados de los análisis de laboratorio de dicha muestra.

Muestra: 5

Sitio de muestreo: **Calle José María Morelos (Norte)**

Tipo de muestreo: **Simple**

Tipo de agua: **Agua Potable**

Fecha de muestreo: **16 de agosto de 2015**

Fecha de recepción de muestra: **17 de agosto de 2015**

- Resultados de laboratorio:

Análisis de Laboratorio: MUESTRA 5			
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
pH	7.59	U pH	NMX-AA-008-SCFI-2000
Temperatura	13.8	°C	NMX-AA-007-SCFI-2000
Olor	Sin olor	---	NMX-AA-083-1982
Cloruros	5.53	mg/L	NMX-AA-073-SCFI-2001
Conductividad Eléctrica	150.8	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000
Salinidad	0.3	‰ (ppt)	NMX-AA-093-SCFI-2000
Sólidos Disueltos Totales	140	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales	144	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Oxígeno Disuelto	6.7	mg/L	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sulfatos	2	mg/L	NMX-AA-074-1981
Turbiedad	0	UTN	NMX-AA-038-SCFI-2001
Color verdadero	8	Pt-Co	NMX-AA-045-1981
Dureza total	55	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza cálcica	42.5	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza magnésica	12.5	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Cloro residual	<0.2	mg/l	NMX-AA-108-SCFI-2001
Alcalinidad Total	92	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Alcalinidad a la fenolftaleína	0.06	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Acidez	38	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Hidróxidos	0	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Carbonatos	0.12	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Bicarbonatos	91.88	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Demanda Química de Oxígeno	0	mg/L	NMX-AA-030/2-SCFI-2011
Coliformes totales	2	UFC	NOM-113-SSA1-1994
Fluoruros	0.35	mg/L	NMX-AA-077-SCFI-2001

Edificio PIC
Tel. (443) 322 3500 Ext. 4344

Ciudad Universitaria





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



Asunto: Reporte de análisis de calidad de agua

Página 2 de 3

Análisis de Laboratorio: MUESTRA 5			
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
Aluminio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10215
Bario	1.3	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8014
Cadmio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10217
Cobre	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8506
Cromo Total	0.04	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10219
Manganeso	0.005	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8149
Nitrógeno Total	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10072
Plomo	0	mg/l	Electrométrico Orion 9682BNWP
Zinc	0.02	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8009

Muestra: 6

Sitio de muestreo: Depósito Principal (Buena Vista Tomatlán, Mich.)

Tipo de muestreo: Simple

Tipo de agua: Agua Potable

Fecha de muestreo: 16 de agosto de 2015

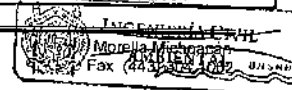
Fecha de recepción de muestra: 17 de agosto de 2015

- Resultados de laboratorio:

Análisis de Laboratorio: MUESTRA 6			
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
pH	7.61	U pH	NMX-AA-008-SCFI-2000
Temperatura	17	°C	NMX-AA-007-SCFI-2000
Olor	Sin olor	---	NMX-AA-083-1982
Cloruros	4.6	mg/L	NMX-AA-073-SCFI-2001
Conductividad Eléctrica	148	µs/cm	NMX-AA-093-SCFI-2000
Salinidad	0.1	%o (ppt)	NMX-AA-093-SCFI-2000
Sólidos Disueltos Totales	168	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos Totales	152	mg/L	NMX-AA-034-SCFI-2001
Oxígeno Disuelto	6.8	mg/L	NMX-AA-012-SCFI-2001
Sulfatos	2	mg/L	NMX-AA-074-1981
Turbiedad	0	UTN	NMX-AA-038-SCFI-2001
Color verdadero	4	Pt-Co	NMX-AA-045-1981
Dureza total	57.5	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza cálcica	37.5	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Dureza magnésica	20	(mg/l CaCO ₃)	NMX-AA-072-SCFI-2001
Cloro residual	<0.2	mg/l	NMX-AA-108-SCFI-2001
Alcalinidad Total	45	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Alcalinidad a la fenolftaleína	0.6	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001

Edificio PIC
Tel: (443) 322 3500 Ext. 4344

Ciudad Universitaria





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental



Asunto: Reporte de análisis de calidad de agua

Página 3 de 3

Análisis de Laboratorio: MUESTRA 6			
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO
Acidez	36	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Hidróxidos	0	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Carbonatos	0.12	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Bicarbonatos	44.88	mg/L	NMX-AA-036-SCFI-2001
Demanda Química de Oxígeno	0	mg/L	NMX-AA-030/2-SCFI-2011
Coliformes totales	45	UFC	NOM-113-SSA1-1994
Fluoruros	0.26	mg/L	NMX-AA-077-SCFI-2001
Aluminio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10215
Bario	1.2	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8014
Cadmio	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10217
Cobre	0.01	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8506
Cromo Total	0.039	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10219
Manganeso	0.002	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8149
Nitrógeno Total	0	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 10072
Plomo	0	mg/l	Electrométrico Orion 9682BNWP
Zinc	0.01	mg/l	Espectrofotométrico HACH Método 8009

Sin otro particular por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración y comentario al respecto.

Morelia Mich., a 24 de agosto 2015

ATENTAMENTE.


M. en C., Ing. Ricardo Ruiz Chávez
Jefe del laboratorio.



C.c.p. Archivo.

Edificio PIC
Tel. (443) 322 3500 Ext. 4344

Ciudad Universitaria

Morelia Michoacán
Fax (443) 304 1002



Anexo 2. “Concesión de agua”

Volúmen concesionado para la localidad de Buenavista Tomatlán
Michoacán.



TÍTULO DE ASIGNACIÓN

Número: 04MCH125049/18HADA11

A: MUNICIPIO DE BUENAVISTA, que en lo sucesivo se denominará "LA ASIGNATARIA", de nacionalidad MEXICANA, con Registro Federal de Contribuyentes MBMB501014W1, con domicilio en CALLE MORELOS NORTE NUMERO 40, COLONIA CENTRO EN BUENAVISTA TOMATLAN, Municipio o Delegación de BUENAVISTA, de la Entidad Federativa de MICHOACAN, y Código Postal 60500.

- ☐ SI PARA EXPLOTAR, USAR O APROVECHAR AGUAS NACIONALES SUPERFICIALES POR UN VOLUMEN DE 211,523.19 METROS CÚBICOS ANUALES, EN LOS TÉRMINOS DE ESTE TÍTULO.
- ☐ NO PARA EXPLOTAR, USAR O APROVECHAR AGUAS NACIONALES DEL SUBSUELO POR UN VOLUMEN DE XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX METROS CÚBICOS ANUALES, EN LOS TÉRMINOS DE ESTE TÍTULO.
- ☐ NO PARA EXPLOTAR, USAR O APROVECHAR CAUCES, VASOS, ZONA FEDERAL O BIENES NACIONALES, CARGO DE LA COMISIÓN POR UNA SUPERFICIE DE XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX METROS CUADRADOS, EN LOS TÉRMINOS DE ESTE TÍTULO.
- ☐ NO PARA DESCARGAR AGUAS RESIDUALES POR UN VOLUMEN DE XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX METROS CÚBICOS ANUALES, EN LOS TÉRMINOS DE ESTE TÍTULO.



La(s) concesión(es), asignación(es) y el (los) permiso(s) se entienden otorgados sin perjuicio de derechos de terceros y se sujetan a las condiciones generales y específicas contenidas en este título y en el (los) anexo(s) número(s) UNO en DOS hoja(s).

La(s) concesión(es), asignación(es) y el (los) permiso(s) de descarga de aguas residuales se otorga(n) por un plazo de TREINTA AÑOS, contados a partir del día siguiente a aquel en que le sea notificada la resolución.

FOLIO OCBL5 0039260

Nombre de "LA ASIGNATARIA": MUNICIPIO DE BUENAVISTA
Título Número: 04MCH125049/18HADA11

1.- Especificaciones:

1. Fuente de abastecimiento:

RIO BUENAVISTA

Cuenca:

RIO TEPALCATEPEC

Afluente:

RIO TEPALCATEPEC

Región Hidrológica:

BALSAS

Entidad Federativa:

MICHOACAN

Municipio o Delegación:

BUENAVISTA

Localidad:

BUENAVISTA TOMATLAN (BUENAVISTA)

2. Coordenadas del Punto de Extracción:

Latitud 19° 13' 09.0"

Longitud 102° 34' 30.0"

3.- Uso Intital:

PUBLICO URBANO

4.- Volumen de Consumo
(m3/año):

211,523.19

6.- Volumen de Descarga
(m3/año):

0.00

5.- Volumen de Extracción
(m3/año):

211,523.19

7.- Gasto Máximo (l/seg):

6.7100

8.- Descripción de condiciones específicas de explotación, uso o aprovechamiento de aguas superficiales, en caso de contar con más de un uso Intital:

LA CAPTACIÓN ES TOMA DIRECTA Y LA CONDUCCIÓN SE REALIZA POR GRAVEDAD.
— FIN DE TEXTO —



Anexo 3. “Encuesta”

Preguntas realizadas a los habitantes de la localidad de Buenavista Tomatlán Michoacán, entre los días 10 de marzo de 2016 a 28 de marzo de 2016.



Nombre:

Edad:

ocupación:

1. ¿Ha detectado algún olor o sabor fuera de lo normal en el agua que se distribuye por medio de la red municipal?
2. ¿Sabe usted cual es el tratamiento o limpieza que recibe el agua antes de llegar a su hogar?
3. ¿Cree usted que el agua que se consume en esta localidad puede provocar alguna enfermedad?
4. ¿Cómo Califica usted la calidad del agua potable que recibe en su hogar?

(a) Mala. (b) Regular. (c) Buena. (d) Excelente.

5. ¿Usted o algún familiar cercano padece o ha padecido alguna enfermedad relacionada con el cáncer?

¿Cuántos familiares?

¿Qué tipo de cáncer



Anexo 4. “Preservación de muestras”

En la siguiente tabla se observan los materiales, volúmenes de recipientes, preservación y tiempo de almacenamiento necesarios para cada una de los diferentes parámetros analizados en el laboratorio.



Determinación	Material de envase	Volumen mínimo (ml)	Preservación	Tiempo máximo de almacenamiento
Arsénico	p, v p(A), v(A)	200	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	14 días
Bario	p, v	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	28 días
Cianuros	p, v	1000	Adicionar NaOH a pH>12; refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	24 horas
Cloro residual	p, v	50	Analizar inmediatamente	
Cloruros	p, v	200	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	48 horas
Color	p, v	500	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	48 horas
Dureza total	p, v	100	Adicionar HNO ₃ o H ₂ SO ₄ a pH<2 (*)	14 días
Fenoles	p, v PTFE	500	Adicionar H ₂ SO ₄ a pH<2 y refrigerar de 4 a 10°C	Analizar tan pronto sea posible
Fluoruros	P	500	Refrigerar de 4 a 10°C	28 días
Hidrocarburos aromáticos (BTEX)	S	25	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	7 días
Metales en general	p, v (A)	1000	Adicionar HNO ₃ a pH <2	180 días
Mercurio	p(A), v(A)	1000	Adicionar HNO ₃ a pH <2. Refrigerar de 4 a 10°C	5 semanas
Nitratos	p, v	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	48 horas
Nitritos	p, v	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	
Nitrógeno amoniacal	p, v	500	Adicionar H ₂ SO ₄ a pH<2 y refrigerar de 4 a 10°C	7 días
Olor	V	500	Analizar tan pronto como sea posible. Refrigerar	6 hrs.
pH	p, v	50	Analizar inmediatamente	
Plaguicidas	s	1000	Refrigerar de 4 a 10°C; adicionar 1000 mg/l; de ácido ascórbico, si se detecta cloro residual.	7 días Extraídos los plaguicidas con solventes el tiempo de almacenamiento máximo será de 40 días
Radiactividad alfa global	p,v	1000	Adicionar HCl o HNO ₃ a pH <2.	180 días
Radiactividad beta global	p,v	1000	Adicionar HCl o HNO ₃ a pH <2.	180 días
Sólidos	p, v	200	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	7 días
Sodio	p, v	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	18 días
Sulfatos	p, v	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	28 días
Sustancias Activas al Azul de Metileno	p, v	250	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	48 horas
Temperatura	p, v		Determinar inmediatamente	
Trihalometanos	S	25	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	7 días
Turbiedad	p, v	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	24 horas
Yodo	v (ámbar)	50	Analizar inmediatamente	

*Omitir la preservación en caso de que la muestra se analice inmediatamente.

Tabla Preservación de muestras de la Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-200