Universidad Católica Andrés Bello.

Facultad De Ingeniería.

Escuela De Civil.

PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB CAMPUS MONTALBÁN.

Trabajo Especial De Grado

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

Autor:

VELÁSQUEZ, Francisco

Tutor: BLANCO, Henry

Marzo del 2022

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB CAMPUS MONTALBÁN

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: **EN DIECINUEVE (19)** puntos.

JURADO EXAMINADOR

Firma: Firma: Firma:

Nombre: Ing. Ma. Virginia Najul Nombre: Ing. Henry Blanco Nombre: Ing. Vincenzo Bonadio

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mis padres, ya que sin ellos no pudiera haber llegado tan lejos; a mi hermana por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera cuando lo necesitaba, en conjunto con mi cuñado.

A mis amigos, especialmente los que compartieron sentimientos y mis ocurrencias durante la carrera, sin ustedes todo habría sido más difícil.

Demás familiares, los cuales siempre estuvieron pendiente de mí.

A Madonna, mi mayor influencia como símbolo de resiliencia, fuerza y reinvención. Es quien me da ánimos de manera omnipresente.

A mí, porque hay que tener amor propio.

Finalmente, al planeta Tierra, el cual ha pasado últimamente por tantas situaciones negativas, que merece esfuerzos y acciones que lo valoren debidamente.

Francisco J. Velásquez F.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a mis padres por el esfuerzo y la paciencia para llegar hasta acá y lograr este trabajo.

A todos mis amigos que de alguna u otra manera aportaron valor para este trabajo, especialmente los del grupo “ASMGP”.

A mi tutor, el Ing. Henry Blanco por guiarme de manera efectiva y por la paciencia en cuanto a mi ritmo de trabajo.

Al equipo de la Dirección General de Servicios, encabezado por el Ing. Vicenzo Bonadio, pieza clave para el desarrollo de este TG, asimismo al Ing. Stalin González por los recorridos en el campus para la definición del área del monitoreo. A Juan Peraza, pieza clave en cuanto a la distribución de agua potable en el campus se refiere.

Al personal del LABSAM, siendo el Lic. Douglas Sánchez un gran colaborador para la definición de los parámetros a analizar y al Ing. Harry Castellanos por la disposición de su dirección.

A la Escuela de Ingeniería Civil, especialmente a la Ing. María Viana por las ideas y la revisión de las fichas técnicas. Asimismo a la Ing. Patricia Pereira por la guiatura en el proceso y aclaración de las dudas.

Al Ing. Eddy Suárez, por el apoyo brindado en cuanto al área del Parque Social se refiere.

A José Fariña, por el apoyo con Illustrator y demás presentaciones gráficas, así como el apoyo emocional todo este tiempo.

A todo el personal ucabista que brindó apoyo de alguna manera durante el desarrollo de la propuesta.

A Dios, indistintamente de la religión que sea, hay una fuerza invisible que nos favorece cuando lo necesitamos.

“El agradecimiento es la memoria del corazón”. – Lao Tsé.

Francisco J. Velásquez F.

ÍNDICE

ÍNDICE ..... **V**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **VIII**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **X**

RESUMEN **1**

ABSTRACT **2**

CAPÍTULO I TEMA DE INVESTIGACIÓN **3**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 3

ANTECEDENTES. 5

Nacionales: *5*

Regionales (América Latina): *5*

Resto del mundo: *7*

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN. 9

General. *9*

Específicos. *9*

ALCANCE Y LIMITACIONES. 9

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO **10**

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA. 10

Propósito de monitorear. *11*

Objetivos de un monitoreo de calidad del agua. *12*

Evaluaciones preliminares. *14*

Descripción del área de monitoreo. *14*

LISTADO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE 14

Parámetros microbiológicos *15*

Parámetros organolépticos. *16*

Componentes químicos. *19*

FRECUENCIA DE MUESTREO. 19

ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS NECESARIOS PARA IMPLEMENTAR EL DISEÑO, Y UN PLAN DE CONTROL DE CALIDAD Y SU GARANTÍA 20

MONITOREO DE AGUA SUBTERRÁNEA. 23

CRITERIOS DE VALIDACIÓN ANALÍTICA DE RESULTADOS. 24

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO 25

GENERALIDADES..... 25
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MONITOREO. 25
DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL PROGRAMA DE MONITOREO. 25
FRECUENCIA DE MUESTREO. 25
RECOLECCIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS. 26
MEDICIÓN DE PARÁMETROS..... 26
ORGANIZACIÓN DE RESULTADOS. 26
ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN. 27
PRUEBA PILOTO. 27
ESTIMACIÓN DE COSTOS. 27

CAPÍTULO IV RESULTADOS: PROPUESTA DE PROGRAMA DE MONITOREO 28

PROPÓSITOS Y OBJETIVO DEL PROGRAMA DE MONITOREO..... 28
Objetivo del programa de monitoreo. *28*
ÁREA Y SITIOS DE MUESTREO. 29
Puntos de Muestreo. *31*
Patrones de abastecimiento. *33*
Cuando abastece HIDROCAPITAL: 33
Cuando se extrae agua del pozo: 34
Caso 1: 34
Caso 2: 34
Caso 3: 34
Caso 4: 34
Caso 5: 34
Caso 6: 35
Caso Parque Social: 35
Detalle de los puntos de muestreo. *35*
A.1- Entrada de HIDROCAPITAL 35
A.2.- Extracción del pozo. 35
B.- Tanques Gemelos - Salida / Casa de Padres 36
C.- Tanque Australiano: 37
D.- Cafetín Módulos: 37
E.- Feria de comida – Cincuentenario: 38

F.- Postgrado: 39
G.- Tanque de Almacenamiento Biblioteca: 39
H.- Rectorado: 39
I.- Dirección de Servicios: 40
J.- Centro Loyola: 40
K.- Edificio de Laboratorios: 41
L.- Solárium: 41
M.- Edificio de Canchas: 41
N.- Tanque de almacenamiento Parque Social: 42
O.- Centro de Salud Santa Inés: 43
P.- Centro de Educación Comunitaria: 43
PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA A MONITOREAR. 44
Parámetros al alcance del laboratorio encargado. *44*
FRECUENCIA DE MUESTREO. 47
RECURSOS Y CAPITAL HUMANO PARA OBTENCIÓN DE DATOS Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN. 49
GENERACIÓN DE DATOS. 50
MANEJO DE DATOS Y GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN. 50
GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN. 55
PRUEBA PILOTO. 56
Resultados preliminares. *56*
VERIFICACIÓN ANALÍTICA DE RESULTADOS. 59
COSTOS ASOCIADOS. 59
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 61
CONCLUSIONES. 61
RECOMENDACIONES. 63
REFERENCIAS 65
ANEXOS 68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: flujo de información ejemplificado por la OPS (Rojas, 2002). 22
Figura 2: mapa de distribución (infografía ampliada y completa con croquis en anexo 2). Elaboración propia. 32
Figura 3: tanquilla para la captación de A.1. Fotografía: propia, capturada el 22/09/2021 35
Figura 4: punto de captación del pozo. Fotografía: propia, capturada el 10/11/2021 36
Figura 5: tanques gemelos, donde se puede observar las tanquillas para el control. Fotografía: propia, capturada el 16/03/2021. 36
Figura 6: baño y lavamanos de captación para referencia de calidad del agua de salida de tanques gemelos. Fotografías: propias, capturadas el 22/09/2021 36
Figura 7: tanque australiano, el más alto en la red de distribución del campus. Fotografía: propia, capturada el 16/03/2021 37
Figura 8: ubicación detrás de galpón de archivos y tuberías a adecuar para captación de entrada (C.1) y salida (C.2) del tanque australiano. Fotografías: propias, capturadas el 22/09/2021..... 37
Figura 9: cafetín y punto de captación. Fotografías: propias, capturadas el 10/09/2021 38
Figura 10: boca de visita tanque Feria de comida-Cincuentenario. Fotografías: propias, capturadas el 16/03/2021. 38
Figura 11: techo de feria de comida, ubicación de la llave para la captación. Fotografía: propia, capturada el 22/09/2021. 38
Figura 12: punto de captación para el edificio de Postgrado. Fotografías: propias, capturadas el 07/10/2021 39
Figura 13: cuarto de bombas de Biblioteca. Fotografías: propias, capturadas el 10/09/2021.. 39
Figura 14: ubicación de punto de captación del Rectorado. Fotografías: propias, capturadas el 10/09/2021 40
Figura 15: ubicación de punto de captación de la Dirección de Servicios. Fotografías: propias, capturadas el 10/09/2021. 40
Figura 16: ubicación de punto de captación del Centro Loyola. Fotografías: propias, capturadas el 07/10/2021. 40
Figura 17: punto de captación representativo para el edificio de Laboratorios. Fotografía: propia, capturada el 04/10/2021. 41
Figura 18: izq, punto de captación Solárium (10/09/2021); der, captación a detalle (07/10/2021). Fotografías propias. 41

Figura 19: punto de captación representativo del edificio de Canchas. Fotografía: propia, capturada el 22/09/2021. 42
Figura 20: cuarto de bombas de Parque Social. Fotografía: propia, capturada el 04/10/2021. 42
Figura 21: detalles de puntos N.1 y N.2. Fotografías: propias, capturadas el 16/03/2021. 43
Figura 22: punto de captación Centro de Salud Santa Inés. Fotografía: propia, capturada el 04/10/2021 43
Figura 23: punto de captación Centro de Educación Comunitaria. Fotografía: propia, capturada el 04/10/2021. 44
Figura 24: calendario propuesto. 49
Figura 25: portada principal del Informe de Agua Potable. 51
Figura 26: contraportada de punto específico. 52
Figura 27: serie de gráficos (1/2) 53
Figura 28: serie de gráficos (2/2) 54
Figura 29: diagrama de flujo para la gestión de la información. Elaboración propia. 55
Figura 30: cloración en tanque de almacenamiento del Parque Social UCAB. Fotografía: propia, capturada el 16/03/2021. 58
Figura 31: filtros fuera de servicio en el punto A. Fotografía: propia, capturada el 16/03/2021. 59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1: elementos que constituyen la propuesta del programa de monitoreo. 28
Tabla Nº 2: codificación y ubicación de los puntos de muestreos. 33
Tabla Nº 3: disponibilidad de parámetros por LABSAM en base a los exigidos por la norma... 45
Tabla Nº 4: parámetros propuestos en función de la fuente de abastecimiento. 47
Tabla Nº 5: resultados del primer día de ensayo (07/10/2021) Campus Montalbán. (1/2) 56
Tabla Nº 6: resultados del primer día de ensayo (07/10/2021) Campus Montalbán. (2/2) 57
Tabla Nº 7: resultados del segundo día de ensayo (10/11/2021) Parque Social. 57
Tabla Nº 8: resultados del segundo día de ensayo (10/11/2021) Pozo. 58
Tabla Nº 9: precios de los análisis disponibles al 26/08/2021 (suministrados por el Analista de Laboratorio) LABSAM UCAB 60

RESUMEN

La propuesta presentada del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento de la UCAB – Campus Montalbán y su anexo, Parque Social, surge de la importancia de determinar la calidad del agua que abastece a la comunidad universitaria. Asimismo, forma parte de las acciones que confieren al campus el estatus de sostenible, favoreciendo los rankings de prestigio globales, tales como el "UI Green Metric World University Ranking". El objeto principal de dicho programa, consiste en el registro de la calidad del agua que se distribuye en el recinto para el consumo humano, a efectos de garantizar su condición de agua potable. Para el desarrollo de la propuesta fueron consultadas diversas referencias, destacando las elaboradas por la Organización Mundial de la Salud y la normativa nacional (Gaceta 36.395); de las cuales se define el programa de monitoreo con elementos esenciales, correspondientes a la definición del área de muestreo, la definición de los parámetros a monitorear, la frecuencia, gestión de la información y una estimación de los costos asociados. La propuesta comprende el monitoreo de 18 puntos (14 del campus Montalbán y 4 del Parque Social); con la determinación mensual de los principales parámetros organolépticos y bacteriológicos al alcance del LABSAM UCAB. Se contempla el análisis completo anual por parte de un laboratorio externo, en por lo menos 6 puntos de muestreo. La gestión de la información, se realiza a través de fichas técnicas elaboradas por medio de un enlace Word-Excel, para la ejecución de un informe completo, que contiene los resultados de un año de monitoreo para el seguimiento de la evolución de la calidad del agua. Bajo el orden del organigrama administrativo de la UCAB, la gestión los resultados transcurre desde la emisión del informe del LABSAM UCAB, seguido de la elaboración del informe por parte del Jefe del departamento de Ingeniería Sanitaria, hasta llegar al Director General de Servicios, el cual bajo el mandato del Vicerrector administrativo, tomará las medidas correspondientes para mantener y optimizar la gestión del agua en el campus universitario y la socialización de los resultados a la comunidad universitaria. La prueba piloto ejecutada para ajustar la propuesta, estableció la necesidad de reubicar y adaptar diversos puntos del monitoreo, manteniendo su exclusividad para el muestreo. Asimismo, la importancia de la vigilancia y control en cuanto al pozo se refiere, se confirma dados sus resultados de bacteriología, así como los bajos valores encontrados de cloro residual libre a lo largo de la red de distribución del campus.

Palabras clave: calidad del agua, agua potable, abastecimiento de agua, campus sostenible, programa de monitoreo.

ABSTRACT

UCAB – Montalban Campus and its annex 'Parque Social' water supply's quality monitoring programme proposal, arises from the importance of determining the water's quality that supplies the university community, especially when the well water is used as source of supply for the Campus. Furthermore, it is part of the management that gives the campus the status of sustainable, advantaging on global rankings such as 'UI Green Metric World University Ranking'. The main objective of the programme looks forward to register the quality of the water supply that is distributed within the complex, in order to guarantee its condition as drinking water. So as to develop the proposal, several references were consulted, where the ones made by the World Health Organisation and national regulations (Venezuelan Gazette Nº36,395) are prominent; in which the monitoring programme is defined by essential elements, corresponding to the definition of the sampling area, the definition of the parameters to be monitored, the frequency, information management and an estimation of associated costs. The proposal incorporates the monitoring of 18 points (which 14 are from Montalban Campus and the 4 remaining from 'Parque Social'); including the monthly determination of the main organoleptic and bacteriological parameters available on behalf of LABSAM UCAB. A complete annual analysis by an external laboratory is contemplated, in at least 6 sampling points. The information management is executed through technical sheets prepared with a Word-Excel link, in order to execute a complete report, which contains the data of a year of monitoring to follow up the evolution of water's quality. On behalf of UCAB's administrative organisation chart, the information management takes place from the issuance of LABSAM UCAB report, followed by the technical sheets reports by the Department of Sanitary Engineering's Head, until reaching General Services' Director, who under the Administrative Vice Chancellor command, will take the corresponding measures in order to maintain and optimise water's management within the Campus and the socialisation of the results to the university community. The pilot test executed for the proposal established the need to relocate monitoring points, keeping them only for sampling. Furthermore, the importance of monitoring and control regarding the well is confirmed given its bacteriological results, as well as the low values of free residual chlorine found throughout the campus supply network.

Keywords: water's quality, drinking water, water supply, sustainable campus, monitoring programme.

CAPÍTULO I
TEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema.

Un programa de monitoreo de la calidad del agua potable puede definirse como una serie de actividades planificadas que permiten tener un estudio del agua potable con el objetivo de conocer las fluctuaciones de su calidad, en términos de los parámetros que la caracterizan y le dan esa condición de agua potable. Los elementos básicos que lo componen son: la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica, la inspección sanitaria y operacional, y la evaluación institucional. Si bien estos programas tradicionalmente se han asociado a los entes responsables del suministro de agua potable, la Universidad Católica Andrés Bello - UCAB, dentro de su plan estratégico, específicamente en el eje 8, se refiere a la sostenibilidad con objetivos de desarrollar una universidad sostenible, en el cual la gestión del agua puede verse como parte de ese desarrollo. Disponer de un programa de monitoreo de la calidad del agua en la universidad contribuye al desarrollo sostenible de la misma, en cuanto a la gestión del agua, considerando además que la UCAB cuenta con un pozo como fuente de abastecimiento propia, adicional a la suministrada por la empresa hidrológica - HIDROCAPITAL. Adicionalmente en el mediano plazo, podría promoverse el uso de bebederos en el recinto, ya sea por medio del consumo directo o el llenado de recipientes personales, reduciendo así la utilización de recipientes desechables tales como vasos de plástico y agua embotellada. Al reducir el uso de plástico, se reduce la huella de carbono generada por su producción.

Existen ejemplos de universidades con estos programas de monitoreo de calidad del agua potable, inclusive con independencia de gestión del recurso agua; entre ellos se encuentra la Universidad de Oxford, quien planteó en el 2011 su independencia ante la distribución del agua por medio de una compañía externa, estimando un ahorro sustancial entre 2009 y 2010 de £45.000[1].

Se tiene como ejemplo en Latinoamérica, a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cuyo monitoreo contribuye a la mejora de su sistema de manejo de agua, brindándoles información como la magnitud de fugas, calidad del agua en bebederos y puntos de la red de agua potable, todo en conjunto con el desarrollo computacional, realizado por el Observatorio del Agua UNAM[2]. Demostrándose así, lo multidisciplinario que puede llegar a ser el desarrollo

[1] Resumen ejecutivo de la estrategia de gestión del agua de la Universidad de Oxford: https://sustainability.admin.ox.ac.uk/files/watermanagementstrategypdf
[2] Información suministrada por la página web del ente encargado (Observatorio del Agua UNAM): http://www.observatoriodelagua.unam.mx

continuo de un programa de monitoreo en general, ampliándose en cuanto a eficiencia hidráulica para el manejo de fugas en el sistema (lo cual contribuye a la optimización del agua en cuanto su uso y distribución), así como el desarrollo informático y de telecomunicaciones para su implementación en tiempo real. Otro ejemplo lo constituye la Universidad Nacional de Ingeniería en el Perú (WAPOSAT), la cual materializó el primer paso para la adecuada gestión del agua, por medio del monitoreo en tiempo real con equipos tecnológicos para garantizar el consumo apto de agua en su Facultad de Ingeniería Ambiental, además de la protección de la red distribución con la medición de la conductividad del agua en tiempo real.

Universidades de gran prestigio alrededor del mundo contemplan la gestión del agua para su desarrollo sostenible, entre ellas está la Universidad de Harvard, cuyo programa de calidad del agua tiene como objeto principal la eliminación del consumo de agua embotellada, evaluando la oportunidad del consumo a través del agua proveniente del grifo en sus instalaciones, para lo cual es de vital importancia el monitoreo continuo de la calidad de la misma. De tal forma, se observa que no solo es posible garantizar el monitoreo para los bebederos, sino también para la red de instalaciones en general.

Acorde al ranking mundial de universidades verdes, auspiciado por la Universidad de Indonesia (UI GreenMetric World University Rankings), la gestión del agua corresponde al 10% del indicador para el posicionamiento de las universidades en el ranking general, la huella del plástico (cuya relación es directa con la manera en la que se consume el agua) forma parte del 18% del indicador, y la investigación forma parte de otro 18%.

La UCAB para el 2020, se ubicó en la posición 511 de 912, siendo la segunda en Venezuela, detrás de la UNIMET (cuya posición mundial fue 433) y por delante de la UCV (cuya posición mundial fue 706). Con una puntuación de 1050/1800 en cuanto desechos, 325/1000 en cuanto a la gestión del agua y 625/1800 en cuanto educación e investigación.

La implementación de un programa de monitoreo de calidad del agua y su desarrollo continuo conlleva al incremento del puntaje general, consecuente con un mejor posicionamiento en el ranking mundial.

Cabe destacar, que al desarrollar un programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en toda la red de distribución, la UCAB sería la primera universidad en Venezuela en poseerlo, así como lo fue en cuanto al techo verde, manteniendo su estatus como el mejor campus sostenible y a la vanguardia en la nación; porque se tiene conocimiento de estudios de calidad del agua realizados en la UCV, UNIMET y la propia UCAB, a través de trabajos de grado, pero como evaluaciones puntuales y no como programas de monitoreo de calidad del agua potable.

Por otra parte, existe el Parque Social UCAB, cuyo servicio se gestiona por medio de la logística dentro del campus, brindando beneficios hacia las comunidades vulnerables adyacentes como Antímano y Juan Pablo II. De manera que al ser gestionado por el recinto universitario, es posible su adjunción al programa de monitoreo, lo cual aumentaría el beneficio de poseer dicho programa por la importancia del agua como recurso en un centro de salud; así como la población total beneficiada directa e indirectamente.

Antecedentes.

Nacionales:

- Uno de los trabajos de calidad del agua potable realizado en universidades, lo constituye el trabajo de grado realizado en la UNIMET por (Sánchez and Villegas)**;** cuyo objetivo general consistió en la evaluación preliminar de la calidad sanitaria del agua en la red de distribución de su campus universitario, enfatizando mayormente en la calidad bacteriológica. Los puntos de muestreo se dividieron en 3 redes principales, para que, aparte de monitorear la calidad del agua afluente, proveniente de la quebrada, evaluar su alteración aguas abajo en las instalaciones sanitarias. Como resultado, se determinó la necesidad de monitorear diariamente las concentraciones de cloro residual en la red para verificar el cumplimiento con los requisitos normativos; ya que en este caso la UNIMET posee su propio sistema de abastecimiento de agua.

Regionales (América Latina):

Existen varios trabajos a nivel regional, los cuales se mencionan a continuación:

- (Arriaza, Waight and Contreras)**:** trabajo de investigación auspiciado por la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Para determinar los parámetros bacteriológicos de la calidad del agua para consumo humano obtenida del sistema de ozono y de capas a lo largo de las diversas facultades de dicha universidad. Por medio de la técnica del número más probable (NMP), donde el 52,4% de la totalidad de las muestras de los filtros analizados, resultaron positivas. Se evidencia la exposición a los coliformes debido a la incorrecta manipulación y mantenimiento de los filtros, resaltando la importancia de llevar un monitoreo bacteriológico y tanto comunicacional como instructivo para los encargados del tratamiento dentro del recinto, para así evitar un foco de infección para enfermedades transmitidas por dicho medio.
- (Banda, Ruíz and Rodríguez): trabajo de investigación en respuesta a la solicitud de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, la cual consiste en el análisis del uso y gestión del recurso hídrico subterráneo en el campus universitario de Tandil. En líneas generales, optimizar la gestión del agua, lo que conlleva al monitoreo

de su calidad para un abastecimiento seguro. Entre la metodología usada, destaca el análisis de la calidad del agua de acuerdo a los métodos estandarizados por (APHA, 2005) para determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Además de la identificación de los sistemas de conducción y almacenamiento como lo son las cisternas y los tanques, acorde sus respectivas capacidades. Se realizó un relevo de los procesos de limpieza, desinfección y mantenimiento. Se dio gran importancia al análisis de cloro residual y de los parámetros microbiológicos, los siguientes organismos: Escherichia coli, Pseudomona aeruginos, enterococos y clostridios. Se apunta a la necesidad de que el recurso hídrico se inserte en un sistema de gestión ambiental que tenga como propósito el manejo integral de las cuestiones ambientales, principalmente el uso del agua, manejo de efluentes y residuos, la seguridad y salud ocupacional, y el ordenamiento de las actividades que se desarrollan en el predio del Campus.

En cuanto a las recomendaciones, destacan: evitar la contaminación al recurso hídrico para asegurar su calidad en función de la salud de la población y la protección de los recursos naturales, comunicar el estado del recurso a sus usuarios, capacitar a la comunidad universitaria sobre el uso y gestión sustentable del agua, documentar las acciones, así como responder a los requerimientos legales que reglamentan el uso del recurso, entre otros.

- (WAPOSAT): trabajo realizado por la empresa WAPOSAT para la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú; el cual consiste en evaluar y analizar la calidad del agua proveniente del pozo de la facultad de ingeniería ambiental. Todo por medio del apoyo de los laboratorios del recinto y una serie de equipos de medición electrónicos que monitorean la conductividad, temperatura y pH en tiempo real. En conclusión trajo muchos beneficios, aparte de mejorar la gestión del agua en dicha facultad de manera importante. Es posible, por medio de la página web intranet del ente encargado de la gestión del agua en el recinto, tomar las medidas correspondientes para la acción y ejecución de los demás parámetros relacionados de alguna manera con los medidos en tiempo real.
- (Rodríguez): trabajo de grado de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Consiste básicamente en el monitoreo de la calidad del agua para consumo humano en dicha ciudad universitaria. Los parámetros monitoreados son físico-químicos y microbiológicos, basándose en “Standard methods for the examination of water and wastewater” (APHA, AWWA & WEF), para posteriormente comparar los resultados con su normativa vigente. Exactamente lo que se quiere aplicar en la UCAB, pero con su respectivo contexto y

características propias del campus. Entre las recomendaciones destacan: realizar cada 6 meses el mantenimiento, limpieza y desinfección tanto de la fuente de abastecimiento (pozo) como del sistema de almacenamiento y distribución de agua; realizar periódicamente análisis organolépticos, químico inorgánico y microbiológicos de la fuente de abastecimiento de agua (pozo), así como de toda la red de distribución de agua para garantizar su calidad. Cada cafetín de la ciudad universitaria debe contar con un comparador de cloro para controlar los niveles del mismo; y la formulación de un proyecto para gestionar el financiamiento de la implementación de una planta de tratamiento de agua para consumo humano en el recinto.

- (Guamán and Serrano)**:** trabajo de grado de la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Consiste en el análisis de la huella hídrica en dicho campus, mediante el uso de redes de telemetría, por lo cual es multidisciplinario, uniendo los conocimientos de la ingeniería ambiental y electrónica respectivamente. Evidencia los beneficios que acarrea poseer un monitoreo de la calidad del agua con el apoyo de equipos e informática para su seguimiento en tiempo real con sensores de pH, conductividad y oxígeno disuelto (a razón de conocer algún nivel o probabilidad de contaminación); asimismo la recolección y organización de resultados por medio de telemetría y programas en red de intranet. Para lo cual el monitoreo propuesto para la UCAB consiste en el primer y esencial paso de una adecuada gestión del agua, la cual puede evolucionar progresivamente bajo una línea de investigación no solo de ingeniería civil, sino de varias como telecomunicaciones e informática.

Resto del mundo:

- (Pike)**:** estrategia de gestión del agua de la Universidad de Oxford, Reino Unido. Consiste en reducir la huella de carbono, preservar la biodiversidad y poseer un campus sostenible, por medio del abastecimiento de agua potable extraída y tratada siguiendo los requerimientos de los recursos hídricos dentro del recinto, brindando además una independencia ante los entes distribuidores externos. Por supuesto, al responsabilizarse de la distribución del agua potable, deben monitorearla. Ejemplifica, esencialmente, el potencial que posee la UCAB por la presencia de acuíferos en el campus de Montalbán.
- (Harvard University)**:** metas de sostenibilidad en cuanto a la gestión del agua, específicamente la calidad del agua para el consumo humano dentro del campus de la Universidad de Harvard. Incluye una serie de actividades que deberán ser aplicadas en la UCAB para lograr un adecuado monitoreo y llegar a la sostenibilidad del campus. Tales como: colaboración de coordinadores y supervisores de las edificaciones del campus

para la evaluación e implementación adecuada del consumo de agua por medio de grifos a fines de eliminar el consumo de agua embotellada; así como un monitoreo de la calidad del agua potable rutinario en el sistema de distribución, con el fin de asegurar que el agua abastecida cumple los estándares de calidad en base a la normativa vigente, llevando los resultados actualizados continuamente y usualmente públicos por medio de una página web.

- (M. Saiful Islam, M.A. Azadi and Nasiruddin)**:** trabajo de investigación auspiciado por la Universidad de Chittagong, Bangladesh. Realizado para determinar la calidad del agua de 3 fuentes hídricas del campus, evaluando 11 parámetros físico-químicos: temperatura, turbiedad, conductividad, pH, oxígeno disuelto, DBO, CO_2 libre, calcio, SDT, dureza total y alcalinidad, usando el método aritmético del índice de calidad del agua (WQI, por sus siglas en inglés). Evidencia una herramienta alterna para el análisis final del monitoreo, simplificando aritméticamente todos los resultados obtenidos en una escala de 0 a 100, donde un valor entre 0-25 resulta en una calidad del agua excelente, 26-50 buena, 51-75 pobre, 76-100 muy pobre y mayor a 100 inadecuada para el consumo humano. Cabe destacar que se refiere a la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento que utiliza la universidad.

Objetivos de la investigación.

General.

Desarrollar un programa de monitoreo de la calidad del agua en el sistema de distribución de la Universidad Católica Andrés Bello - Campus Montalbán.

Específicos.

1) Definir los elementos del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento.
2) Proponer la estructura de ejecución y administración del programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento.
3) Plantear el sistema de manejo de datos e información.

Alcance y limitaciones.

El programa de monitoreo propuesto pretende evaluar los parámetros de calidad del agua para asegurar su potabilidad en base a lo exigido por la normativa nacional (Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Número 36.395, 13 de febrero de 1998). En función de los parámetros disponibles a evaluar por el Laboratorio Sanitario-Ambiental (LABSAM) de la UCAB, así como su capacidad de procesamiento de muestras. Para la adecuada recolección y evaluación de las muestras, se deben utilizar los Métodos Estandarizados vigentes a la fecha (APHA, AWWA & WEF).

Se verá beneficiado el campus de Montalbán y el Parque Social UCAB ubicado en su adyacencia.

Cabe destacar que solo se da importancia a la calidad del agua para el consumo humano, por lo que el agua destinada a riego u otra actividad fuera del consumo directo o indirecto como la reservada para incendio, no será monitoreada.

En cuanto al diseño del programa de monitoreo en sí, se siguen los lineamientos y recomendaciones brindadas por la Organización Mundial de la Salud (WHO), las Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (Rojas).

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

Programa de monitoreo de calidad del agua.

A mediados del siglo XX se ve la necesidad de estudiar la calidad del agua, siendo posible por los avances de la ciencia en la posguerra de la segunda guerra mundial. El pionero en cuanto a la calidad del agua, proponiendo un índice para determinarla, fue Horton en 1965; seguido de Landwehr, Ott y Steinhart, los cuales propusieron nuevos índices a lo largo de la década de 1970[3].

Ya para el siglo XXI, gracias a los avances tecnológicos que conllevan al uso de sistemas inalámbricos y base de datos a tiempo real, se ha materializado como desarrollo sostenible la adecuada gestión del agua por medio del monitoreo de su calidad de abastecimiento, inclusive la de los efluentes. A lo largo de la década del 2010, se ha evidenciado su aplicación en las diversas universidades que desean poseer campus sostenibles, principalmente desarrollándose por medio de sus facultades competentes, principalmente en cuanto ingenierías: ambiental e informática.

Para realizar el diseño de un programa de monitoreo de calidad del agua, se requieren estudios preliminares que varían dependiendo del contexto geográfico y social donde será aplicado. La Organización Mundial de la Salud (WHO, 1996), sugiere reunir los siguientes elementos para su diseño:

- Una declaración clara y concisa de los objetivos y sus metas.
- Información y expectativas de uso.
- Una descripción del área de estudio para aplicar el monitoreo.
- Una descripción de los sitios de muestreo.
- Un listado de los parámetros de calidad del agua.
- Una frecuencia de muestreo propuesta.
- Una estimación de los recursos necesarios para implementar el diseño, y un plan de control de calidad y su garantía.

Complementando los elementos requeridos, (OMS):

Se deben elaborar de programas de monitoreo operacional y de verificación, que deberán ser documentados como parte de un plan de seguridad del agua (PSA), detallando las estrategias

[3] Recuperado de “Ingeniería Solidaria” por M. Castro et. Al (2014), de la Universidad Cooperativa de Colombia en: https://www.researchgate.net/publication/276307564_Indicadores_de_la_calidad_del_agua_evolucion_y_tendencias_a_nivel_global

y procedimientos que se deben seguir para monitorear los diversos aspectos del sistema de abastecimiento de agua potable. Dichos planes de monitoreo deben estar totalmente documentados y deben incluir la siguiente información:

- Parámetros que deben ser monitoreados.
- Ubicación y frecuencia de muestreo.
- Métodos y equipos de muestreo.
- Calendarios de muestreo.
- Referencias para los procedimientos de adopción de medidas correctivas, incluidas las responsabilidades.
- Calificaciones y requisitos de certificación de laboratorios de ensayo.
- Métodos para garantizar la calidad de los resultados y validar los requisitos relativos a la verificación e interpretación de los resultados.
- Responsabilidades y calificaciones del personal.
- Requisitos relativos a la documentación y gestión de archivos, incluida la forma en que se registrarán y almacenarán los resultados del monitoreo.
- Requisitos relativos a la notificación y comunicación de los resultados.

Propósito de monitorear.

En la mayoría de los casos el propósito va con la necesidad de verificar si la calidad del agua es apta para dichas actividades que se le confiere. También puede ser implementado para el estudio ambiental en cuanto el impacto generado por acciones antropogénicas, así como para las plantas de tratamiento de aguas residuales. En el ámbito de una adecuada gestión del agua para un campus universitario sostenible, el propósito principal es el de monitorear la calidad de abastecimiento para el consumo humano, así como su sistema de aguas residuales.[4]

El monitoreo de la calidad del agua puede ser aplicado para diversas perspectivas, las cuales pueden combinarse para alcanzar las metas de distintas maneras, ejemplificando algunas (WHO, 1996):

- Usos del agua. ¿Dicha agua satisface los requerimientos de cantidad y calidad?
- Influencias de la calidad del agua sobre el uso directo en cuanto actividades antropogénicas o procesos naturales. ¿Cuáles son dichas influencias?
- Impactos de la calidad del agua.

[4] (Guamán and Serrano); la importancia de la calidad del agua del efluente por sus efectos en la huella hídrica.

- Control y regulación de la calidad del agua. ¿Cuál es la capacidad del agua para asimilar contaminantes? ¿Se cumplen los requerimientos? ¿Son apropiadas y/o efectivas las estrategias de control y la gestión de acción?
- ¿Cómo difiere la calidad del agua geográficamente en relación a las influencias de su uso?
- ¿Cómo han conducido las tendencias, influencias y políticas de la calidad del agua a la situación actual?
- Probabilidades de que exista una variación de la calidad del agua con respecto al tiempo, resultado de actividades antropogénicas en el área de captación. Dicha calidad pudiendo ir al declive por la infiltración de contaminantes, o mejorando por un adecuado control de la polución.
- Medidas de control que deberían ser implementadas para optimizar o prevenir una futura deterioración de la calidad del agua.
- Variables químicas o biológicas en el agua que podrían no resultar aptas para usos benefactores.
- Amenazas hacia la salud, que podrían resultar de una calidad paupérrima en el cuerpo de agua.
- ¿Cómo el desarrollo en el área de captación ha afectado o podría afectar la calidad del agua?
- Efectos que la deterioración de la calidad del agua podría tener hacia el ecosistema, o cerca del cuerpo de agua.

Objetivos de un monitoreo de calidad del agua.

Según la guía práctica de la Organización Mundial de la Salud (WHO), es de suma importancia que los objetivos de un programa de monitoreo sean definidos de manera concisa y sean registrados. Al definirse, como gran ventaja, se evaden malos entendidos con los participantes del proyecto, así como ser un medio efectivo de comunicación hacia los patrocinadores, además de proveer la garantía de que dicho programa de monitoreo ha sido planificado sistemáticamente.

Para una adecuada definición de objetivos, las siguientes interrogantes podrían ser abordadas:

- ¿Por qué se ejecutará el monitoreo? ¿Será para información básica, información para planificación y políticas, información operativa y de gestión, regulación y cumplimiento de criterios normativos, evaluación de recursos u otros propósitos?

- ¿Qué información es requerida en cuanto a calidad del agua para distintos usos se refiere? ¿Cuáles variables deberían ser evaluadas, a cuál frecuencia y en respuesta a qué eventos naturales o antropogénicos?
- ¿Qué resulta práctico en cuanto a términos de los recursos humanos y financieros disponibles para el monitoreo? No tiene sentido establecer objetivos poco realistas y fuera del alcance.
- ¿Quién es, o será el responsable por los diferentes elementos del monitoreo?
- ¿Quién manejará la información del monitoreo y cuál será su uso con la misma? ¿Apoyará las decisiones de gestión del recurso, garantizará el cumplimiento de los criterios normativos, identificará prioridades en cuanto acción, proporcionará alertas tempranas de problemas futuros o detectará carencias en cuanto al conocimiento actual sobre el tópico del monitoreo?

A continuación, se listan algunos ejemplos de objetivos típicos para los programas de monitoreo:

- Identificación de las condiciones de los lineamientos básicos en el sistema del curso de agua.
- Detección de cualquier signo de deterioro en la calidad del agua.
- Identificación de cualquier cuerpo de agua dentro del sistema del curso de agua que no satisface la normativa de calidad del agua.
- Identificación de cualquier área contaminada.
- Determinación del alcance y los efectos de la disposición final de residuos.
- Estimación de la carga contaminante transportada por un sistema de curso de agua o subsistema.
- Evaluación de la efectividad de la intervención en la gestión de calidad del agua.
- Desarrollo de normas y lineamientos de la calidad del agua para usos específicos.
- Desarrollo de regulaciones, abarcando la cantidad y calidad de la descarga de residuos.
- Desarrollo de un programa de control de contaminación.

Existen dos tipos de programas de monitoreo: aquellos que por medio de un solo objetivo se centran para abordar un único problema, y los programas multi-objetivos que abarcan distintos tipos de usos del agua, ya sea abastecimiento de agua potable, procesos industriales, pesca, riego, preservación del ecosistema, etc. Es poco común encontrar un programa de monitoreo con un solo objetivo; aunque vale destacar que muchos de estos programas de muestreos se dirigen a los cuerpos de agua.

Evaluaciones preliminares.

Cuando se va a generar un programa de monitoreo, (WHO) recomienda empezar por medio de un proyecto piloto de pequeña escala. Lo cual brinda la oportunidad de entrenar a los involucrados, ganar experiencia y confirmar si los componentes del programa pueden ser implementados tal y como se hayan planificado. También podría brindar la oportunidad de acceder a la red de muestreos y proveer indicaciones de la cantidad necesaria, con el fin de ganar información de la calidad del agua

Descripción del área de monitoreo.

La OMS (WHO), establece la consideración como requisitos mínimos:

- Definición de la extensión del área.
- Un resumen de las condiciones ambientales y procesos (incluyendo actividades antropogénicas) que podrían afectar la calidad del agua.
- Información hidrológica y meteorológica.
- Una descripción de los cuerpos de agua.
- Un resumen del estado actual y los usos potenciales del agua.

Cabe destacar que, la descripción del área de monitoreo es extensa a medida que impacta una mayor cantidad de personas, así como se encuentra entrelazado a los objetivos predefinidos del programa. Es importante resaltar que esta descripción está más enfocada al monitoreo de los cuerpos de agua; aunque cuando se trata de un sistema de abastecimiento, también es necesario la descripción del área de monitoreo.

Listado de los parámetros de calidad del agua potable.

Las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS) abarcan un gran número de componentes potenciales en el agua de consumo humano con el fin de satisfacer las diversas necesidades de los países en todo el mundo. Sin embargo, lo usual es que solo unos pocos componentes serán de preocupación para la salud pública en determinadas circunstancias. Especialmente en este caso de estudio, donde el programa de monitoreo corresponde a la Universidad, que no es ente encargado de la vigilancia y control, sino se puede considerar, tal como lo establecen las mencionadas guías, el rol de consumidor, cuando se usa el agua de HIDROCAPITAL, pero también el de proveedor de agua de consumo, cuando se usa el pozo existente en el campus.

En este sentido, la selección de los parámetros de calidad de agua a monitorear, se deben dirigir a aquellos componentes que representan el mayor riesgo o son de importancia significativa para la salud pública, en este caso del personal que pasa gran parte del tiempo en la institución. En general, las prioridades, en orden decreciente, son:

- Garantizar un suministro adecuado de agua segura (desde el punto de vista microbiológico) y mantener su aceptabilidad.
- Gestionar los peligros químicos clave que causan efectos adversos en la salud.
- Abordar otros peligros químicos, en particular los que afectan la aceptabilidad del agua de consumo humano en cuanto a su sabor, olor y apariencia.
- Aplicar tecnologías apropiadas para reducir las concentraciones de contaminantes en la fuente por debajo de los valores de referencia o reglamentados.

En el ámbito nacional, el organismo que regula la calidad de abastecimiento para la fecha es el Ministerio del Poder Popular para la Salud. Cuya norma vigente es la Gaceta Nº 36.395 “Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable”, emitida el 11 de febrero de 1998; cuando el organismo se denominaba Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.

A continuación, y basados en las Normas de Calidad Sanitaria del Agua potable, se procederán a describir los parámetros que probablemente pertenecerán a la lista del programa de monitoreo a desarrollar en este trabajo de grado.

Parámetros microbiológicos

De acuerdo a las (OMS), por lo general, la verificación de la calidad microbiológica del agua de consumo humano incluye pruebas para determinar la presencia de Escherichia coli como indicador de contaminación fecal. En la práctica, y la normativa venezolana es uno de los casos, se emplean las bacterias coliformes termotolerantes como indicadores. Si bien el E. coli es de utilidad, su ausencia no necesariamente indicará que se está libre de organismos patógenos, especialmente cuando se tratan de virus y protozoarios que son más resistentes a métodos de desinfección como la cloración.

Para los organismos coliformes fecales, los métodos actuales avalados por (APHA, AWWA & WEF) son los de tubos múltiples de fermentación, medido en número más probable (NMP) por cada 100 ml y, el método de membrana filtrante, medido en unidades formadoras de colonia (UFC) por cada 100 ml, que destaca por ser mucho más eficiente en cuanto al tiempo de ejecución del análisis respectivo. La determinación de E. Coli se mide por medio de un sustrato fluorogénico y prueba rápida modificada del ácido glutámico descarboxilasa (GAD) para los tubos de fermentación y con caldo EC, caldo EC con MUG, agar NA con MUG, cromógeno dual y fluorogénico para las membranas filtrantes; de esta manera parece relativamente sencillo aplicar esta determinación, independientemente de la técnica que sea utilizada para la determinación de los coliformes.

Los organismos heterótrofos aerobios, también utilizados como indicadores de calidad microbiológica del agua, detectan microorganismos sensibles a los procesos de desinfección,

como las bacterias coliformes; microorganismos resistentes a la desinfección, como los esporulados, y microorganismos que proliferan con rapidez en el agua tratada en ausencia de desinfectante residual. Los métodos actuales avalados son por medio del conteo de placas, medidos en UFC por cada 100 ml. Donde se usan el método de vertido en placa, siembra en placa por extensión, membrana filtrante y el sustrato enzimático.

Parámetros organolépticos.

Son aquellos que influyen en los sentidos, primordialmente el gusto, olfato y aspecto visual. A pesar de que pudiese no representar un riesgo sanitario, es posible que dada la concentración de algún componente en específico, el olor, sabor y/o color sean motivo de rechazo del consumidor. Por lo que es importante mantener todos los parámetros dentro del rango aceptable para garantizar un consumo eficiente. Adicionalmente algunos de estos constituyentes pueden representar un peligro para la salud, pero normalmente conllevarían al rechazo del agua en concentraciones considerablemente menores que aquellas que representan un problema para la salud (OMS).

Discretizados en función de la normativa vigente (Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Número 36.395) y descritos primordialmente por los métodos actualizados por el "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (APHA, AWWA & WEF), adicional a los datos y recomendaciones en cuanto la calidad del agua de consumo humano (OMS), se tiene:

- **Color:** midiéndose en unidades de color verdadero (UCV), se considera aceptables niveles de color real o verdadero por debajo de 15 UCV, ya que por encima del mismo, la mayoría de las personas pueden percibir niveles de color.

  Los métodos actuales avalados para su medición son: el método de comparación visual, método espectrofotométrico con longitud de onda múltiple y el método de triestímulo espectrofotométrico, son aplicables para aguas naturales, agua potable y residuales tanto domésticas como industriales.

  Actualmente el método espectrofotométrico con longitud de onda única propuesto para el aval de su uso, que además sería aplicable a aguas naturales, potable, residuales (tanto de origen doméstico como industrial).
- **Turbiedad:** o turbidez, se expresa generalmente como unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Por debajo de las 4 UNT, es difícil que sea detectada por el ojo humano, y se puede detectar únicamente con instrumentos; sin embargo, con más de 4 UNT, se puede observar una suspensión de color blanco lechoso, barroso, rojiza o negra. Actualmente en algunas normativas y grandes sistemas de agua municipales se fija la

turbiedad en 0,5 UNT antes de la desinfección en todo momento y un promedio de 0,2 UNT o menos; pero por motivos microbiológicos. El único método avalado es el nefelométrico.

- **Olor:** aceptado a criterio sensorial. Siendo el método denominado como: prueba de umbral de olor, el cual consiste en el resultado dado por varias personas y sus criterios sensoriales variando por distintas diluciones de la muestra. Y actualmente en proceso de propuesta, el método de intensidad total de olor.
- **Sabor:** aceptado a criterio sensorial. Siendo los métodos: prueba de umbral de sabor (FTT por sus siglas en inglés) mediante el cálculo entre la relación de la muestra y diversas diluciones, llevando un resultado cuantitativo. Y la evaluación de calificación de sabor (FRA por sus siglas en inglés), cuya calificación es cualitativa.
- **Sólidos disueltos totales (SDT):** se considera aceptable en concentraciones menores a 600 mg/l; pero para concentraciones mayores a 1000 mg/l, la aceptabilidad del sabor del agua para el consumo humano comienza a disminuir significativa y progresivamente. El método avalado es por medio del secado a 180 ºC.
- **Dureza total:** el umbral gustativo del ion calcio se encuentra en concentraciones entre 100 y 300 mg/l $CaCO_3$. Algunos consumidores toleran una dureza del agua mayor a los 500 mg/l $CaCO_3$. Por otra parte, una dureza mayor a aproximadamente 200 mg/l $CaCO_3$, en conjunto con otros factores como el pH y la alcalinidad, puede provocar la formación de incrustaciones en las instalaciones del sistema de abastecimiento. Además, la dureza menor a 100 mg/l $CaCO_3$ puede ser muy corrosiva para las tuberías. El método avalado es por medio del EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) por volumetría.
- **pH:** para una desinfección con cloro eficaz, se requiere de un pH menor a 8, pero un pH muy bajo puede traducirse en corrosión, por lo que se recomienda entre 6,5 a 8. Solo avalado el método electrométrico.
- **Aluminio:** su presencia en concentraciones mayores a 0,1-0,2 mg/l suele ocasionar quejas de los consumidores. En buenas condiciones del tratamiento y distribución, las concentraciones suelen ser menores a 0,1 mg/l.
  El método avalado es por medio de la cianina de eriocromo-R.
- **Cloruro:** los umbrales gustativos para el anión cloruro en función del catión asociado son diversos y para el cloruro de sodio, potasio y calcio están en el rango de 200-300 mg/l. Por lo que a concentraciones superiores a 250 mg/l es cada vez más probable el rechazo del consumidor.

Los métodos avalados para su medición son: el método argentométrico, método del nitrato de mercurio, método potenciométrico, método de ferrocianuro automatizado, análisis de inyección de flujo de tiocianato de mercurio.

- **Cobre:** en concentraciones mayores a 1 mg/l, trae consecuencias en los aparatos sanitarios y ropa lavada, ya que los tiñe. A niveles superiores de 5 mg/l tiñe el agua y confiere un sabor amargo no deseado. Por lo que es aceptable hasta una concentración de 2 mg/l basado en efectos sobre la salud.

  Los métodos avalados para su medición son: método de neocuproína y el método de batocupreína.
- **Hierro total:** en concentraciones superiores a 0,3 mg/l genera problemas de machas sobre la ropa y accesorios de plomería, por lo que se recomiendan concentraciones inferiores a la misma. Para su medición se encuentra avalado el método de fenantrolina.
- **Manganeso total:** en concentraciones mayores a 0,1 mg/l puede producir un sabor indeseable en bebidas y manchar la ropa lavadas, además de piezas sanitarias, por lo que se recomiendan menores a la misma. En cuanto al valor de referencia basado en efectos sobre la salud, se acepta hasta 0,4 mg/l. Para su medición se avala el método de persulfato.
- **Sodio:** a temperatura ambiente, el umbral gustativo promedio es de 200 mg/l aproximadamente, por lo que al aumentar de dicha concentración, aumenta directamente proporcional el rechazo del consumidor. Su medición es avalada por medio de la fotometría de emisión de llama.
- **Sulfato:** el deterioro del sabor varía en función de la naturaleza del catión, donde se han determinado umbrales gustativos que van de 250 mg/l para el sulfato de sodio a 1000 mg/l para el sulfato de calcio.

  Los métodos avalados para su medición son: el método gravimétrico con ignición de residuo, método gravimétrico con secado de residuo, método turbidimétrico y el método automatizado con azul de metiltimol.
- **Cinc:** En concentraciones mayores a 3-5 mg/l puede producir coloración y sabores indeseables, por lo que se establece dicho límite, cabe destacar que rara vez el agua potable posee concentraciones por encima de 0,1 mg/l. El método del zincón es el avalado para su medición.

Cloro residual.

Indudablemente uno de los parámetros de suma importancia que se debe incluir en cualquier programa de monitoreo, cuando la desinfección es por cloración, es la determinación

del cloro residual. Su monitoreo proporciona un rápido indicador de los problemas que afectarán la medición de los parámetros microbiológicos. Una ausencia, dificultad para mantener el cloro residual o su desaparición en determinados puntos de la red de distribución, pueden indicar la existencia de una demanda de oxidantes en el agua o las tuberías debido a la proliferación de bacterias o su deterioro.

El cloro residual en concentraciones menores a los 5 mg/l, inclusive a 0,3 mg/l podrían detectar su presencia mediante el olfato o el gusto. A efectos de salud, altas concentraciones del mismo pueden ser cancerígenas (APHA, AWWA & WEF).

Los métodos avalados para su medición son: método yodométrico I y II, método de titulación amperométrica, método de titulación amperométrica de bajo nivel, método del DPD titrimétrico ferroso y colorimétrico, método rápido específico de cloro residual libre con siringaldazina (FACTS por sus siglas en inglés) y la técnica del electrodo yodométrico.

Componentes químicos.

Acorde las guías para la calidad del agua de consumo humano (OMS), los aspectos relacionados con la salud que se asocian a los componentes químicos del agua potable son distintos de las asociadas a la contaminación microbiana y se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos luego de períodos prolongados de exposición. Son pocas las sustancias químicas con efectos generalizados comprobados sobre la salud de las personas como consecuencia de la exposición cuando están presentes en cantidades excesivas; entre ellas vale mencionar el fluoruro, el arsénico y el nitrato. También al plomo, procedente de las instalaciones sanitarias domiciliarias. Estos componentes se deben considerar en cualquier procedimiento para el establecimiento de prioridades en los programas de monitoreo, siempre y cuando se sospeche de su posible presencia. Esta última será una de las razones por lo cual, en principio, no serán incluidos en el programa de monitoreo de manera rutinaria.

Frecuencia de muestreo.

Por (OMS), la frecuencia de muestreo debe relacionarse directamente con los beneficios y los costos que conlleven los análisis respectivos. Generalmente se basa en dos variables, las cuales son la población abastecida o el volumen de agua suministrado, principalmente por el riesgo que conlleve suministrar el agua a una población. La frecuencia de análisis de los diversos parámetros también dependerá de su variabilidad; siendo la de los parámetros microbiológicos la de mayor importancia y la de los componentes químicos con menor importancia y consecuentemente, menor frecuencia. Dicha importancia se debe a que una contaminación

microbiológica puede desatar endemias, mientras que la contaminación química pudiese derivar en un problema de salud agudo y, a menudo, detectable por los parámetros organolépticos.

En cuanto a cada parámetro químico, la ubicación y frecuencia de muestreo se determina por medio de sus fuentes de origen y su variación en cuanto la concentración. Aquellos que no varían de forma significativa a lo largo del tiempo, requieren consecuentemente un período de frecuencia más largo; misma analogía para el caso contrario.

Cabe destacar que la frecuencia también se encuentra directamente relacionada con el alcance y capacidad de procesamiento de muestras del ente encargado de los respectivos análisis, ya que una frecuencia en períodos cortos conlleva a gastos mayores.

En el capítulo 2 (Rojas), se encuentran una serie de recomendaciones a la hora de establecer la frecuencia en función de la población abastecida, desde zonas rurales hasta grandes ciudades dependiendo del parámetro, dicha variabilidad se encuentra tabulada y adjunta en el *anexo 1*.

En líneas generales, se establece en función de: población abastecida, alcance de laboratorios, recursos humanos, bases legales y costos de implementación.

Estimación de los recursos necesarios para implementar el diseño, y un plan de control de calidad y su garantía.

La (OMS), presenta como base el plan de seguridad de agua (PSA), que en otras palabras no es más que el control de calidad y su garantía. Dichos programas deben incluir los puntos que definen su objetivo (abordados previamente), el capital humano, recursos, materiales, así como el alcance económico o patrocinios

En líneas generales, siguiendo (UICN), son 5 pasos a ser ejecutados para implementar el diseño de un programa de monitoreo.

- **Paso 1**: definición del objetivo del monitoreo.
- **Paso 2:** determinación de los parámetros a estudiar.
- **Paso 3:** determinación de los análisis a realizar y los equipos necesarios.
- **Paso 4:** determinación de los puntos de muestreo.
- **Paso 5:** gestión de la información.

De manera alterna, se pueden complementar los programas de monitoreo con el control de acceso a las plantas de tratamiento (dado el caso de su existencia), para evitar riesgos que atenten con la calidad del agua; elaboración de protocolos relativos al uso de sustancias químicas y materiales, por ejemplo, garantizando que los proveedores participen en programas de aseguramiento de calidad; el registro de los equipos designados para atender incidentes tales como roturas de tuberías; programas de capacitación y educación del personal involucrados en

las actividades relacionadas directamente con la red de distribución y el programa de monitoreo en sí; asimismo la promoción de la investigación y desarrollo para comprender mejor la calidad del agua, incluidas las fuentes de abastecimiento y el tratamiento de la misma.

Todas las actividades complementarias mencionadas anteriormente, deben ser documentadas en el PSA. (OMS)

La garantía viene en base a las referencias utilizadas, además de los profesionales involucrados en los procesos del programa de monitoreo, siendo competentes y preferiblemente con reconocimiento así como la transparencia de dichos procesos y sus resultados, con libre acceso al público, de manera que cualquier ente o persona pueda validar, opinar y/o compartirlo, lo cual conlleva a la confianza por parte de los consumidores en la red de distribución. Como ejemplo de garantía, se encuentra el programa de monitoreo ejecutado por la UNAM (Pumagua UNAM).

Si bien es cierto el programa de monitoreo planteado en este trabajo no cuenta con todos los elementos de un PSA, porque no se trata de una empresa de abastecimiento de agua potable, algunos elementos son importantes a considerar.

Gestión de la información.

Durante el monitoreo de la calidad del agua, los resultados obtenidos deben ser gestionados de igual forma con el objeto de proporcionar la información con transparencia (dando a conocer todos los procesos que conlleva el programa en sí) y referencias (validaciones de las recomendaciones y profesionales involucrados), con disponibilidad al público consumidor.

En el anexo 7 de (Rojas), se establecen las recomendaciones del flujo de información y la importancia de identificar las instancias que intervienen en el monitoreo, así como las responsabilidades de cada uno de los participantes. Por lo que una vez organizados los resultados, deben recorrer un flujo de información para una administración y vigilancia adecuada.

Para la construcción de dicho flujo de información, en este caso de estudio, es necesaria la estructuración de la administración universitaria, por medio de organigramas, los cuales trazan el camino de la emisión de resultados, su aval y recepción hacia el ente que será el encargado de ejecutar las medidas preventivas y/o cualquier acción respectiva al objetivo del programa de monitoreo. Se muestra como ejemplo, el flujo de información en la *figura 1*, bajo el contexto de administración regional de la referencia (Rojas).

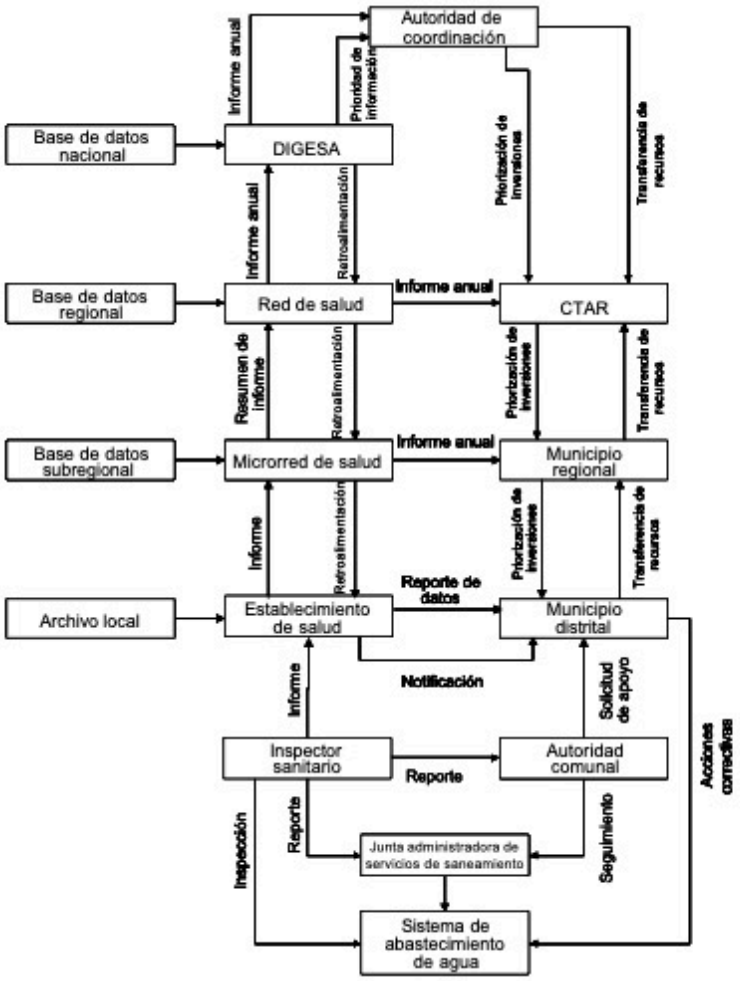


Figura 1*: flujo de información ejemplificado por la OPS (Rojas, 2002).*

En cuanto a los capítulos 4 y 5 (OMS); se abordan los aspectos relacionados a una adecuada gestión de la información, lo cual conlleva desde los planes de seguridad del agua (PSA) hasta la vigilancia del recurso. Se gira en torno a la evaluación y monitoreo del sistema, llevando a cabo la gestión y comunicación transparente para llevar una confiabilidad de los resultados. A manera de ejemplo en el caso de estudio de este trabajo, el impacto en cuanto el consumo por parte de la comunidad sea reducido en torno a lo ecológico, por el uso directo de los bebederos en vez de la adquisición de botellas plásticas para el consumo de agua potable.

Las medidas de control deben ser evaluadas y planificadas con el fin de “garantizar el cumplimiento de las metas de protección de la salud y deben basarse en la identificación de los factores de peligro y la evaluación de riesgos” (OMS).

En cuanto al ente encargado para su vigilancia, este debe incluir procesos para la aprobación de los planes de seguridad del agua (PSA), dicha aprobación conlleva la revisión del sistema, la validación de datos, la identificación de medidas de control apropiadas y programas

de apoyo de manos de los profesionales competentes, de tal manera que se reciban recomendaciones efectivas. De igual modo se debe contar con planes de contingencia en caso de emergencias o los imprevistos, incluso anomalías.

(OMS) de igual manera recomienda auditorías periódicas con el fin de:

- Analizar los registros para garantizar que el sistema esté gestionado según lo descrito en el PSA.
- Comprobar que los parámetros de monitoreo operacional se mantienen dentro de los límites de operación y se garantiza la conformidad.
- Comprobar que el proveedor de agua implementa programas de verificación (ya sea a través de expertos internos o mediante un acuerdo con terceros).
- Evaluar los programas de apoyo y las estrategias para mejorar y actualizar el PSA.
- En algunas circunstancias, la inspección sanitaria, las cuales pueden cubrir todo el sistema de agua potable, incluidas las fuentes, la infraestructura de conducción, las plantas de tratamiento (en cuanto aplique el caso), tanques de almacenamiento y los sistemas de distribución.

Por parte de dichas auditorias, se espera como resultado la garantía de:

- Investigar el evento de forma oportuna y apropiada.
- Determinar y corregir la causa del evento.
- Documentar el incidente y las medidas correctivas, notificando a las autoridades correspondientes.
- Reevaluar el PSA para evitar que ocurra una situación similar.

Monitoreo de agua subterránea.

En esta sección se pretende abordar algunos aspectos básicos e importantes para el monitoreo de agua subterránea, considerando que una de las fuentes de abastecimiento del campus de la UCAB, desde Caracas, es un pozo que administra la universidad.

Siguiendo las recomendaciones de (P. Collazo), principalmente se debe definir los objetivos del monitoreo, similar a lo establecido por (WHO). Llevando una escala de medición para la variación espacial (área de monitoreo) y temporal (frecuencia).

Cabe destacar, según (IGME, 1991 en Escuder, R. et al. 2009) extraído de (Collazo and Montaño), “la contaminación del agua subterránea por coliformes fecales se produce cuando se introducen estas bacterias en ella. El 99,9% de las bacterias fecales desaparecen entre los 10 y 50 días de tránsito en el acuífero”.

Dado a que la velocidad del agua subterránea en el medio poroso es lenta (en el orden de cm/año – m/año), la variación de la calidad natural es consecuentemente lenta.

Se destaca que en un acuífero libre, la frecuencia de medición y toma de muestras debe ser mayor que en un acuífero confinado.

Las mediciones de campo en cuanto parámetros físico-químicos son: pH, temperatura, conductividad eléctrica, potencial redox, oxígeno disuelto y alcalinidad.

En cuanto los parámetros químicos medidos en laboratorio destacan: Na, Ca, K, Mg, Cl, SO_4, Si, NO_3, NH_4, B, Ba, Sr, F, Br y metales con movilidad significativa como los son Fe, Mn, As y Cr.

Cabe destacar que es imprescindible conocer la litología del acuífero para guiar las decisiones sobre qué parámetros específicos deben ser medidos y en qué áreas.

Criterios de validación analítica de resultados.

Es importante destacar que los parámetros objeto del monitoreo, y que serán comparados con las Normas Sanitarias de Calidad del Agua. Gaceta N° 36.395 del 13 de febrero de 1998, deben obedecer a lo presentado en el Artículo 21 del Capítulo V. De la frecuencia de muestreo y análisis del agua para suministro como potable, el cual indica: ***"Artículo 21.- Los análisis a que se refieren las presentes Normas deben ser realizados por profesionales idóneos en laboratorios competentes a juicio de la Autoridad Sanitaria; siguiendo las metodologías establecidas en el Método Estándar para el análisis de aguas y aguas residuales (AWWA y APHA)".***

Para corroborar los resultados obtenidos por medio de los análisis de laboratorio, específicamente para los constituyentes inorgánicos disueltos, en la sección 1030-E de los Métodos Estandarizados (APHA, AWWA & WEF), se requieren muestras con un análisis relativamente completo, esencialmente pH, conductividad, SDT y los aniones y cationes mayoritarios.

Se debe realizar el balance de aniones y cationes, además del contraste de los SDT medidos y calculados (para lo cual se requiere la medición de la alcalinidad), con el fin de determinar un % de error, encontrándose tabuladas las diferencias aceptables resultado de la suma de aniones.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

Generalidades.

Principalmente, se plantea el programa de monitoreo a través de los lineamientos y recomendaciones establecidos por la OMS y OPS, a través de sus referencias correspondientes: (WHO), (Rojas) y (OMS). Adecuándose al contexto del campus universitario de Montalbán, con ciertos lineamientos de los antecedentes correspondientes.

En cuanto al intervalo aceptable de los parámetros que definen la calidad del agua como potable, se toma de referencia la normativa nacional vigente para la fecha (Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Número 36.395), así como cualquier recomendación externa adaptable a criterio competente.

Descripción del área de monitoreo.

Esencial para la selección de puntos de muestreo, se realiza en función de la información suministrada por la Dirección General de Servicios de la UCAB en el campus de Montalbán, por medio de planos y visitas guiadas en las instalaciones que conforman y hacen posible el abastecimiento a lo largo de la red universitaria. Con ella se define el nivel de importancia de cada punto a monitorear.

Se parte de los distintos suministros: HIDROCAPITAL y pozo siguiendo el recorrido de almacenamiento y distribución, para así definir las posibles variaciones de calidad por la variedad de factores presentes en su trayectoria. Se priorizaron los distintos puntos, ya que entre otras razones, la frecuencia y muestreo siempre dependerán de la capacidad de procesamiento del laboratorio.

Definición de los elementos que componen el programa de monitoreo.

Se definen a través de las recomendaciones generadas por la Organización Mundial de la Salud (WHO) y (OMS); las cuales son previamente responder a una serie de interrogantes esenciales entre el propósito y objetivo del programa de monitoreo.

Frecuencia de muestreo.

Principalmente, en base a lo establecido por la normativa nacional vigente (Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Número 36.395, 13 de febrero de 1998), adaptado al objetivo del programa de monitoreo. Por lo que dependiendo del parámetro, varía de la siguiente manera:

- **Parámetros bacteriológicos:** en el artículo 17 de la norma, se establece una frecuencia mínima en función de la población abastecida; dado a que la población que hace vida en el campus es mayor a los 5.000 habitantes y no excede los 10.000, para asegurar que el

agua no contenga organismos patógenos, y cerciorarse que el residual de cloro sea el adecuado.

- **Demás parámetros (físicos y químicos):** en base a lo establecido por el artículo 19 de la norma, se sujeta la frecuencia mínima cuando el abastecimiento es por aguas superficiales o subterráneas. En el caso del campus UCAB Montalbán, el agua es suministrada por HIDROCAPITAL y se mezcla, en algunas ocasiones, con la extraída del pozo; pero que pudiera ser la fuente única de abastecimiento dependiendo de las condiciones de racionamiento. Por esta razón, también hay que hacer una adaptación en función del propósito del programa de monitoreo.

Conforme la información obtenida mediante reuniones y entrevistas no estructuradas con la representación del Laboratorio UCAB; para definir su capacidad de procesamiento de muestras y así distribuirlas a los puntos de muestreos previamente definidos durante la descripción del área de muestreo y el objetivo del programa de monitoreo.

A su vez (Rojas), en el capítulo 2, muestra las recomendaciones para la definición de la frecuencia de muestreo en función de la población a ser abastecida y la fuente de agua.

Recolección y preservación de muestras.

Todas aquellas que no puedan ser determinadas *in situ* y deban ser analizadas en el Laboratorio Sanitario-Ambiental (LABSAM) UCAB. Por exigencia de la norma en el artículo 21, se debe realizar siguiendo la metodología establecida por los Métodos Estandarizados para el Análisis de Agua Potable y Aguas Residuales (APHA, AWWA & WAE, 2017).

Medición de parámetros.

Siguiendo la metodología anteriormente mencionada (APHA, AWWA & WAE, 2017) para aquellas muestras a evaluar en el laboratorio, así como las muestras a evaluar *in situ*, con el fin de satisfacer la normativa vigente y garantizar la calidad analítica de los resultados.

También se incluyen parámetros como la conductividad y alcalinidad, que aunque no son exigidos por la Norma, resultan necesarios tanto para verificar la calidad analítica de los resultados, como tener la información adicional que puede ser útil.

Organización de resultados.

Para el diseño del monitoreo de calidad del agua de abastecimiento se deberá poseer un registro preliminar con las herramientas ofimáticas actuales, tales como Excel, Numbers, etc. Con el fin de realizar un análisis estadístico sencillo de los resultados obtenidos bajo la simulación propuesta. Una vez adaptado el monitoreo y puesto en práctica, deberá mantener un registro histórico que servirá como aval de la adecuada gestión del agua en un campus sostenible.

Además de la serie de recomendaciones para la organización y manejo de resultados establecidas por (WHO) en el capítulo 14. Se propone la estructura de una ficha técnica en (Subdirección Red Nacional de Laboratorios) para cada puno de muestreo.

Cabe destacar que a futuro y si este programa es asumido por la UCAB, se pueden sustituir las herramientas de ofimática básicas, por un programa gestionado por intranet, evolucionando a futuro el monitoreo de la calidad del agua con la participación de las escuelas de ingeniería informática y/o telecomunicaciones. En aras de automatizar el proceso y reducir el personal requerido para la actividad.

Administración y gestión de la información.

Siguiendo las recomendaciones de (OMS) que remiten directamente al planteamiento de programas de seguridad del agua (PSA) abordados en (WHO). Así como la estructuración de los resultados, documentándose y tramitándose a los diversos entes involucrados con lineamientos en base a las recomendaciones de (Rojas) y la emisión de resultados de manera pública y transparente siguiendo las recomendaciones de (UICN). Todo ello adaptado, como los demás elementos del programa al caso de la UCAB.

Prueba piloto.

Una vez diseñado el programa de monitoreo, se realiza una prueba piloto para su validación, con el fin de reestructurar cualquier aspecto importante presente durante la propuesta del mismo, así como cualquier otro aspecto a considerar.

Para el mismo, dadas las limitaciones y a efectos de prever la diferencia de la calidad del agua en los diversos puntos propuestos, se realizó la medida de parámetros en campo, siendo estos: temperatura, pH, turbiedad, cloro residual libre, conductividad y SDT (equipo multiparámetro); a excepción del correspondiente a Solárium, que por lo característico de su color, se analizó adicionalmente color real y hierro total. Asimismo, fue incluido el análisis bacteriológico al agua del pozo.

Estimación de costos.

Mediante la solicitud de costos a los entes encargados y distribuidores relacionados a lo requerido, y un Análisis de Precios Unitarios que conlleve a una aproximación de los costos más relevantes para la ejecución del programa de monitoreo, dirigido principalmente al costo de los análisis, que es el costo adicional que debe contemplar la universidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS: PROPUESTA DE PROGRAMA DE MONITOREO

Propósitos y objetivo del programa de monitoreo.

Dadas las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (WHO), para la implementación del programa de monitoreo se definen previamente, los siguientes elementos, para luego establecer el objetivo del programa de monitoreo:

Tabla Nº 1*: elementos que constituyen la propuesta del programa de monitoreo.*

Elemento recomendado por la OMS	Aplicación al Programa de Monitoreo UCAB
Uso del agua a monitorear	Agua Potable.
Influencia de la calidad sobre el uso directo	Utilización del pozo para el abastecimiento de agua.
Impacto de la calidad del agua	Protección de la salud y campus sostenible.
Control y regulación de la calidad del agua	Registro de la calidad del agua.
Diferencia espacial de la calidad del agua	Registro de la calidad del agua en diferentes puntos de la red de abastecimiento.
Tendencias, influencias y políticas de la calidad del agua a la situación actual	Registro de la calidad del agua suministrada por HIDROCAPITAL, variabilidad en la red y comportamiento cuando se usa el pozo para el abastecimiento.
Variación de la calidad del agua con respecto al tiempo, resultado de actividades antropogénicas en el área de captación	Registro y posibilidades de control de variaciones en la calidad del agua.
Medidas de control	Acciones a ejecutar que permitan garantizar la calidad del agua potable, al menos desde el punto de vista bacteriológico.
Variables químicas o biológicas en el agua que podrían no resultar aptas para el uso	Verificación de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos en el agua del pozo.
Amenazas hacia la salud	Verificación de que en todo momento el agua de abastecimiento tiene la calidad requerida.

Objetivo del programa de monitoreo.

Registrar la calidad del agua que se distribuye en el campus, a efectos de garantizar su condición de agua potable.

Área y sitios de muestreo.

Preliminarmente, se identifica lo relativo a la red de distribución del abastecimiento de agua en el campus universitario.

La UCAB – Montalbán, consta de dos fuentes de suministro:

- La primera, por HIDROCAPITAL, el cual se divide por medio de una tanquilla principal hacia el llenado de los tanques gemelos, para la posterior distribución por gravedad hacia el campus; y hacia el tanque de impulsión cercano al pozo, para el abastecimiento directo del Centro Loyola, el cual es el único edificio que no cuenta con el abastecimiento directamente por medio de los tanques gemelos.
- La segunda, por la extracción del pozo, que a través del tanque de impulsión se ejecuta el llenado de los tanques gemelos, para luego dar cabida a la distribución por gravedad hacia el recinto, así como el abastecimiento directo del Centro Loyola, cuando este lo requiera.

En cuanto al Parque Social, el abastecimiento es únicamente por medio de HIDROCAPITAL y consta de un tanque de almacenamiento principal, para la distribución de todo el recinto.

El suministro correspondiente al riego y reserva contra incendio se ejecuta de manera alterna, de tal manera que no fluyen en conjunto con el agua potable. Tal es el caso particular del agua de riego, abastecida por medio del pozo, que al extraer agua para el riego durante la sequía, por medio de un *manifold* se evita el transporte del agua hacia los tanques gemelos, manteniéndose así la exclusividad en los jardines del campus.

Alrededor del campus se encuentran diversos tanques para la reserva contra incendio, una vez llenados, separados como es debido de la red de agua potable.

Los detalles de la red de distribución en cuanto al suministro de HIDROCAPITAL y la extracción del pozo se encuentran trazados por medio de un croquis, mostrado en la *figura 2* y ampliado en el *anexo 2.*

La red de distribución en su totalidad se encuentra en el *anexo 3*, correspondiente al plano suministrado por la Dirección General de Servicios.

De las visitas a lo largo del campus, se logra definir el siguiente orden de importancia:

1. **Entrada al campus:** tal como se mencionó, el suministro puede ser de HIDROCAPITAL o del pozo existente. Es importante considerar que en época de sequía (dados los requerimientos del riego de las áreas verdes) o cuando hay racionamiento por parte de HIDROCAPITAL, se utiliza el pozo como fuente de abastecimiento, siendo en este caso dicha fuente de agua la entrada al campus. Cabe destacar que existe un tanque de 250

m^3 de impulsión que se usa cuando se utiliza el pozo y posee un sistema de cloración por pastillas[5].

2. **Tanques gemelos:** primeros y actuales tanques para la distribución por gravedad del sistema, juntos suman una capacidad de 337 m^3. Cualquier alteración de la calidad puede ser debida a su trayectoria de impulsión o al almacenamiento, y al ser los distribuidores principales del campus, deben ser monitoreados. También es importante mencionar, que dependiendo de las maniobras realizadas por el racionamiento, pueden contener solo agua de HIDROCAPITAL, del pozo, o mezcla de ambas. De igual forma, poseen el mismo sistema de cloración por pastillas que el tanque de la entrada al campus.
3. **Tanque australiano:** con su base ubicada aproximadamente a la altura de la rasante de los tanques gemelos, con una capacidad de 300 m^3; concebido como aumento de la capacidad de almacenamiento y actualmente se conecta con los tanques gemelos. Su importancia se debe a que progresivamente se reintegra el agua a los tanques gemelos para la distribución del campus.
4. **Tanque de almacenamiento de la feria de comida:** también del Edificio Cincuentenario, con una capacidad de 350 m^3. Es necesario el monitoreo en el mismo por ser el almacenamiento del agua que directa o indirectamente será consumida por las personas.
5. **Tanque de almacenamiento del Centro Cultural Padre Carlos Guillermo Plaza s.j. (Biblioteca Central):** con una capacidad de 250 m^3. Su importancia se debe a que almacena el agua que será consumida por las instalaciones sanitarias de dicha edificación. Adicional a las actividades de estudio independiente, generalmente las actividades recreativas y de índole social (principalmente con los barrios aledaños) se realizan en dicho recinto, asimismo ruedas de prensas, conferencias y exposiciones.
6. **Edificios individuales a lo largo del campus donde existan cafetines y demás locales que requieran un consumo directo de agua potable:** tales como el edificio de postgrado, el edificio de módulos (entre el módulo 2 y 3) y el Centro de Estudiantes (Solárium).

Los demás tanques de almacenamiento ubicados a lo largo del campus son descartados debido a que su uso principal es contra incendio, a pesar de existir la posibilidad de usarlos para abastecimiento durante una contingencia, para lo cual deberá monitorearse su calidad ocasionalmente, cuando se considere el monitoreo completo una vez al año.

[5] Información técnica y detalles acerca del clorador en https://www.emauxgroup.com/products/disinfection-system/chemical-feeder.html?___store=es&___from_store=en

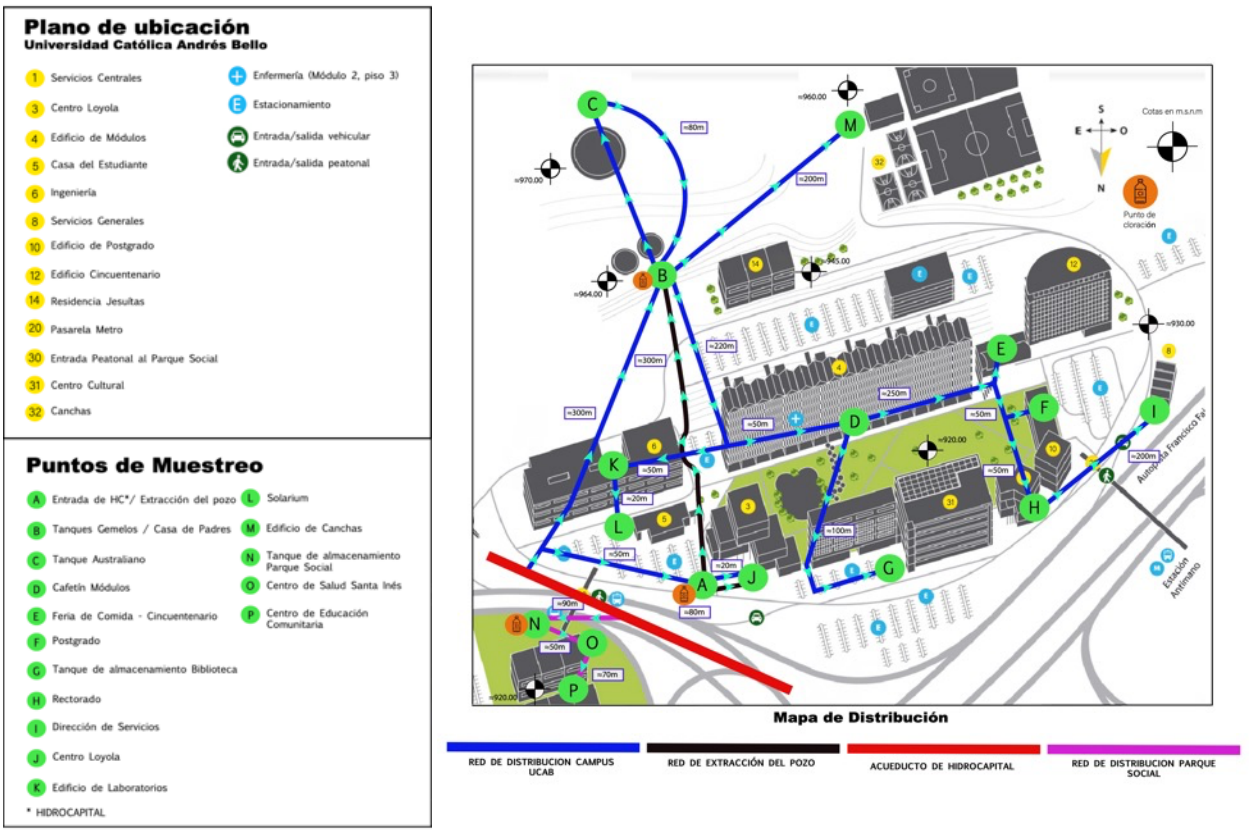
En cuanto al **Complejo Parque Social UCAB**, el punto principal a monitorear deberá ser el de almacenamiento, cuya capacidad es de 260 m^3 y su única fuente es HIDROCAPITAL. Cabe destacar que ocurriendo una interrupción del servicio de abastecimiento, el departamento encargado de los servicios del recinto asegura un almacenamiento prolongado que podría exceder una semana, esto por medio de racionamientos en el recinto ya que no cuentan con fuentes alternas ni se ejecutan recargas por medio de cisternas. Dada dicha tendencia de almacenamiento prolongado mayor a los 3 días recomendados para evitar una alteración de la calidad del agua, es importante mantener un monitoreo a la salida del tanque, independientemente de la calidad resultante a su entrada por parte de HIDROCAPITAL. Vale destacar que la dirección encargada del sistema de abastecimiento en el recinto, provee y ajusta la aplicación de cloro de manera alterna en el tanque de almacenamiento con un sistema que usa pastillas de cloro.

Es importante destacar que estos han sido los puntos seleccionados en función del objeto del programa, que podría variar en el tiempo y extenderse por ejemplo al agua que se consume, en cuyo caso puntos como los bebederos, que podrían ser incorporados, tal como se realiza en algunas de las universidades presentadas en los antecedentes.

Puntos de Muestreo.

En vista de la capacidad de procesamiento de muestras del laboratorio, y en función del orden de importancia y trayectoria del abastecimiento en la red universitaria predefinido durante la exploración del área de monitoreo, se distribuye dicha capacidad en los siguientes puntos de muestreo propuestos en la *figura 2*. Esta figura deriva de una infografía editada por medio del software de edición gráfica: Adobe Illustrator. A partir de un mapa de la UCAB extraído en formato jpg de un artículo de “El Ucabista”[6]; en conjunto de la información adquirida por medio del plano de AutoCAD suministrado por la Dirección de Servicios. Dichos puntos se encuentran ubicados con las coordenadas, en la *tabla 2*, las cuales fueron tomadas de la aplicación “Compass” con el GPS de un iphone 6.

[6] Recuperado en: https://elucabistadev2.ucab.edu.ve/2018/04/10/prueba-de-conocimiento-de-pregrado-sera-el-14-de-abril/



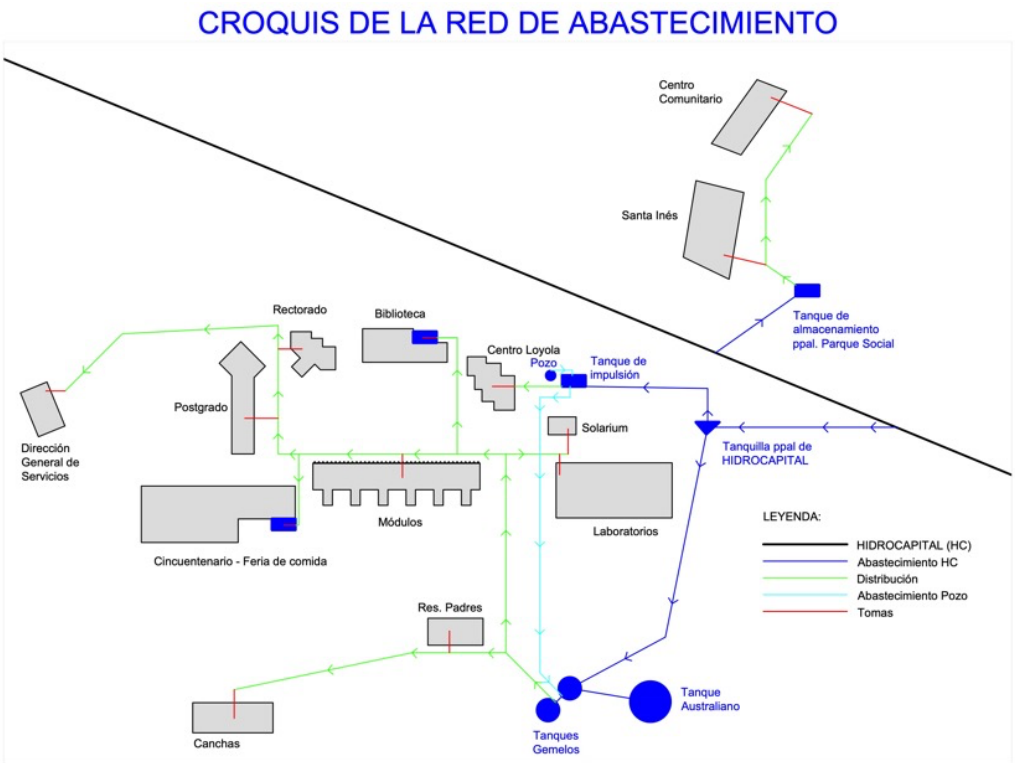


Figura 2: *mapa de distribución (infografía ampliada y completa con croquis en anexo 2). Elaboración propia.*

Tabla Nº 2: codificación y ubicación de los puntos de muestreos.

PUNTOS DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS
A.1	**ENTRADA DE HIDROCAPITAL**	**10º27'56"N 66º58'32"W**
A.2	**EXTRACCIÓN DEL POZO**	10º27'56"N 66º58'32"W
B	**TANQUES GEMELOS - SALIDA /CASA DE PADRES**	**10º27'52"N 66º58'34"W**
C.1	**TANQUE AUSTRALIANO - ENTRADA**	10º27'47"N 66º58'27"W
C.2	**TANQUE AUSTRALIANO - SALIDA**	**10º27'47"N 66º58'27"W**
D	**CAFETÍN MÓDULOS**	10º27'52"N 66º58'33"W
E	**FERIA DE COMIDA - CINCUENTENARIO**	**10º27'51"N 66º58'38"W**
F	**POSTGRADO**	10º27'52"N 66º58'38"W
G	**TANQUE DE ALMACENAMIENTO BIBLIOTECA**	**10º27'59"N 66º58'28"W**
H	**RECTORADO**	10º27'54"N 66º58'40"W
I	**DIRECCIÓN DE SERVICIOS**	**10º27'50"N 66º58'40"W**
J	**CENTRO LOYOLA**	10º27'54"N 66º58'34"W
K	**EDIFICIO DE LABORATORIOS**	**10º27'53"N 66º58'29"W**
L	**SOLARIUM**	10º27'55"N 66º58'30"W
M	**EDIFICIO DE CANCHAS**	**10º27'23"N 66º58'38"W**
N.1	**TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARQUE SOCIAL - ENTRADA**	10º27'58"N 66º58'26"W
N.2	**TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARQUE SOCIAL - SALIDA**	**10º27'58"N 66º58'26"W**
O	**CENTRO DE SALUD SANTA INÉS**	10º27'59"N 66º58'27"W
P	**CENTRO DE EDUCACIÓN COMUNITARIA**	**10º28'01"N 66º58'30"W**

Patrones de abastecimiento.

Cuando abastece HIDROCAPITAL:

Tal como se observa en la *figura 2* y de manera más específica en el *anexo 3,* la toma del acueducto abastece actualmente de manera directa el punto “A”, siendo el desglose correspondiente “A.1” para el llenado del tanque subterráneo de 250 m^3 adecuado para la

impulsión hacia los tanques gemelos (punto “B”) y su anexo, el tanque australiano (punto “C”) cuya volumen totaliza en 637 m^3 para la distribución a gravedad. Cabe destacar que el Centro Loyola (punto “J”) es el único recinto del campus que se abastece directamente de la impulsión y no del sistema por gravedad.

Cuando se extrae agua del pozo:

Principalmente para el riego de las áreas verdes, por medio de entrevistas no estructuradas se dio a conocer su uso continuo alrededor de 3 a 4 días a la semana durante la época de sequía, dependiendo de las lluvias del período. También se usa cuando hay interrupción del servicio de HIDROCAPITAL y los tanques de almacenamiento requieran recarga por tener niveles críticos. En cualquier caso, el agua extraída del pozo se conduce al mismo tanque de donde se bombea a los gemelos.

En este sentido existen varios patrones de abastecimiento, los cuales se presentan a continuación:

Caso 1:

Cuando el abastecimiento es totalmente del agua proveniente de HIDROCAPITAL.

Caso 2:

Cuando se usa el pozo como fuente de abastecimiento, y se produce mezcla con el agua de HIDROCAPITAL que queda remanente en los tanques.

Caso 3:

Una vez consumida en su totalidad el agua remanente de HIDROCAPITAL, si persiste el uso del pozo, el abastecimiento es en su totalidad con esta agua por lo cual la responsabilidad de la calidad del agua de abastecimiento queda netamente en manos de la UCAB y no de HIDROCAPITAL.

Caso 4:

Una vez reanudada la distribución por parte de HIDROCAPITAL, sucede la misma analogía del caso 3, salvo que el agua extraída del pozo se convierte en el remanente hasta que el uso conlleve a la totalidad de agua de HIDROCAPITAL, retornando así al caso 1.

Caso 5:

Dada cualquier imposibilidad de la activación del pozo que conlleva al caso 2, se recurre al amortiguamiento de la demanda de agua potable por medio de camiones cisternas, llevando así una analogía con el caso 2 y 3, con la particularidad de que la mezcla es entre HIDROCAPITAL y la calidad del agua suministrada por las cisternas.

Caso 6:

Al llegar a la imposibilidad de llevar a cabo cualquier caso previo, el último recurso de abastecimiento para ciertas edificaciones, las cuales son todas aquellas que poseen un tanque de almacenamiento contra incendios, es el de realizar el abastecimiento con dicha agua almacenada. Inclusive, pueden ser recargados por medio de cisternas hasta reanudar los puntos clave de abastecimiento como lo son la fuente de suministro principal por medio de los tanques de gravedad. Este caso es muy difícil que se lleve a cabo, pero existe esa posibilidad para el abastecimiento.

Caso Parque Social:

En el Parque Social el abastecimiento de agua proviene únicamente de HIDROCAPITAL, ya que el encargado de los servicios del recinto asegura que no se recurre al uso de camiones cisternas. Existiendo el caso de la interrupción del abastecimiento por parte del ente estatal, se implementan racionamientos en todo el recinto de manera que se prolonga el almacenamiento del agua para los usos prioritarios.

Detalle de los puntos de muestreo.

A.1- Entrada de HIDROCAPITAL

El punto de capación de muestras es la tubería de alimentación al tanque en la *figura 3*, con la cual es el agua proveniente del suministro de HIDROCAPITAL; con la posibilidad de trasladarlo a otro punto para mayor comodidad.

Figura 3: *tanquilla para la captación de A.1. Fotografía: propia, capturada el 22/09/2021*

A.2.- Extracción del pozo.

Instalación ubicada en la proximidad del tanque hidroneumático, donde dicha extracción entra al tanque de 250 m^3 para luego ser impulsada por el mismo hidroneumático hacia los tanques gemelos. Se capta la muestra en la tubería mostrada en la *figura 4*, con lo cual se capta el agua proveniente del pozo antes de ingresar al tanque.

Figura 4: *punto de captación del pozo. Fotografía: propia, capturada el 10/11/2021*

B.- Tanques Gemelos - Salida / Casa de Padres

Debido a que no existen puntos para la captación de agua a la entrada de estos tanques, se tomó el primer punto de salida de agua suministrada por dichos tanques, ubicada en un baño público de las residencias de los Padres, aislándolo del tratamiento previo de la edificación (desbarrador y clorador) al cerrar una llave. En un futuro, si se implementa el programa de monitoreo, será necesario ubicar un sitio para colocar un punto de muestreo, necesariamente a la salida de los tanques gemelos, ya que este punto mide la calidad del agua que es suministrada al campus. En la *figura 5* se muestran los tanques gemelos y en la *figura 6* el punto de captación de muestra. Cabe destacar que la Casa de Padres es la única edificación con clorador propio.

Figura 5: *tanques gemelos, donde se puede observar las tanquillas para el control. Fotografía: propia, capturada el 16/03/2021.*

Figura 6: *baño y lavamanos de captación para referencia de calidad del agua de salida de tanques gemelos. Fotografías: propias, capturadas el 22/09/2021*

C.- Tanque Australiano:

Constituye parte del almacenamiento del sistema de abastecimiento y se llena una vez que los tanques gemelos están a su máxima capacidad. Actualmente carece de puntos para una captación de muestra de agua. Nuevamente se indica que de implantarse el programa de monitoreo, debería ubicarse un punto para la captación de la muestra. En este caso se debe contar con 2 puntos de captación, tanto en la entrada como en la salida (C1 y C2), para determinar la calidad del agua que sale de los tanques gemelos y la que luego sale del tanque australiano. Se propone que estos puntos se ubiquen detrás del galpón de archivos, como se observa en la *figura 8*.

Figura 7: *tanque australiano, el más alto en la red de distribución del campus. Fotografía: propia, capturada el 16/03/2021*

Figura 8: *ubicación detrás de galpón de archivos y tuberías a adecuar para captación de entrada (C.1) y salida (C.2) del tanque australiano. Fotografías: propias, capturadas el 22/09/2021*

D.- Cafetín Módulos:

Punto representativo del edificio de Módulos, importante por la gran afluencia de personas para el consumo en dicha área. El punto actualmente con mayor facilidad para la captación es el mostrado en la *figura 9.* Sin embargo, es importante ubicar un punto con mejor acceso y que sea exclusivamente para la captación de muestras.

Figura 9: *cafetín y punto de captación. Fotografías: propias, capturadas el 10/09/2021*

E.- Feria de comida – Cincuentenario:

Debido a la complicación para acceder al cuarto de bombas del tanque de almacenamiento del recinto (ver *figura 10*); por conveniencia y efectos prácticos el punto de captación se encuentra en el techo de la feria de comida, presentado en la *figura 11*, muy cerca de la extracción del agua del tanque, por lo cual se consideró representativo.

Figura 10: *boca de visita tanque Feria de comida-Cincuentenario. Fotografías: propias, capturadas el 16/03/2021.*

Figura 11: *techo de feria de comida, ubicación de la llave para la captación. Fotografía: propia, capturada el 22/09/2021.*

F.- Postgrado:

En ese sitio, el punto de captación ubicado en cualquier lavamanos de los baños de fácil acceso del piso 1 (*figura 12)*. Al igual que en otros de los puntos anteriormente mencionados, si se implementa el programa de monitoreo, se debe ubicar una llave en un sitio específico para la captación de la muestra representativa del agua que abastece a dicho edificio; ya que los baños no son lugares idóneos para la captación de muestras de agua.

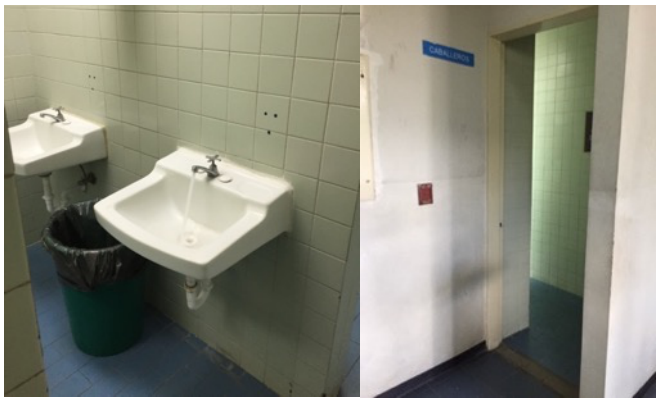


Figura 12: *punto de captación para el edificio de Postgrado. Fotografías: propias, capturadas el 07/10/2021*

G.- Tanque de Almacenamiento Biblioteca:

Punto de captación ubicado en el cuarto de bombas, en el sótano del recinto, tal como se muestra en la *figura 13*. Debido a que se requiere de un personal que disponga de acceso a este sitio, también se debería colocar una llave para captar la muestra, en la parte exterior del cuarto de bombas.

Figura 13: *cuarto de bombas de Biblioteca. Fotografías: propias, capturadas el 10/09/2021.*

H.- Rectorado:

Punto de captación ubicado en lavamanos de baños públicos de PB (ver *figura 14*); necesariamente a ser reubicado como muchos de los puntos de muestreo.

Figura 14: *ubicación de punto de captación del Rectorado. Fotografías: propias, capturadas el 10/09/2021*

I.- Dirección de Servicios:

Punto de captación ubicado en el área de recibo, zona de desinfección (*figura 15)*. Destaca al ser el punto con el recorrido más lejano del agua de todo el sistema, y también debe ser ubicado un punto particular para el programa de monitoreo.

Figura 15: *ubicación de punto de captación de la Dirección de Servicios. Fotografías: propias, capturadas el 10/09/2021.*

J.- Centro Loyola:

Única edificación que recibe agua directa del hidroneumático principal y no de los tanques gemelos. Su punto de captación se encuentra en el baño del Despacho Parroquial, mostrado en la *figura 16*; el cual también debe ser reubicado.

Figura 16: *ubicación de punto de captación del Centro Loyola. Fotografías: propias, capturadas el 07/10/2021.*

K.- Edificio de Laboratorios:

Punto de captación ubicado en el centro del recinto, en el patio de ensayos del laboratorio de materiales de construcción, justo donde se almacena la mezcladora de concreto. También debe ser ubicado un punto, preferiblemente fuera de las instalaciones del edificio.

Figura 17: *punto de captación representativo para el edificio de Laboratorios. Fotografía: propia, capturada el 04/10/2021.*

L.- Solárium:

Punto de captación ubicado hacia el estacionamiento, debido a su fácil acceso, tal como se muestra en la *figura 18,* ya que las instalaciones no siempre se encuentran abiertas al público y con fácil acceso. Nuevamente se resalta que los puntos de monitoreo, aunque protegidos, deben ser de fácil acceso, tal como este caso.

Figura 18: *izq, punto de captación Solárium (10/09/2021); der, captación a detalle (07/10/2021). Fotografías propias.*

M.- Edificio de Canchas:

Punto de captación ubicado en baños del nivel inferior al gimnasio, destaca por el uso de duchas, tal como se muestra en la *figura 19*. Imprescindible colocar un punto de captación, de implementarse el programa de monitoreo.

Figura 19: *punto de captación representativo del edificio de Canchas. Fotografía: propia, capturada el 22/09/2021.*

N.- Tanque de almacenamiento Parque Social:

El almacenamiento del agua de abastecimiento del Parque Social UCAB, el agua proveniente del acueducto de HIDROCAPITAL pasa previamente por un filtro, además se clora con el uso de pastillas. Se plantea el monitoreo de la calidad proveniente de HIDROCAPITAL y la extraída del tanque de almacenamiento. Para su captación se requiere del acompañamiento del encargado de los servicios del recinto.

En la *figura 20* se muestra la ubicación de los puntos N.1 y N.2 correspondientes a entrada y salida del tanque, y en la *figura 21* una vista más cercana de estos puntos de muestreo.

Figura 20: *cuarto de bombas de Parque Social. Fotografía: propia, capturada el 04/10/2021.*

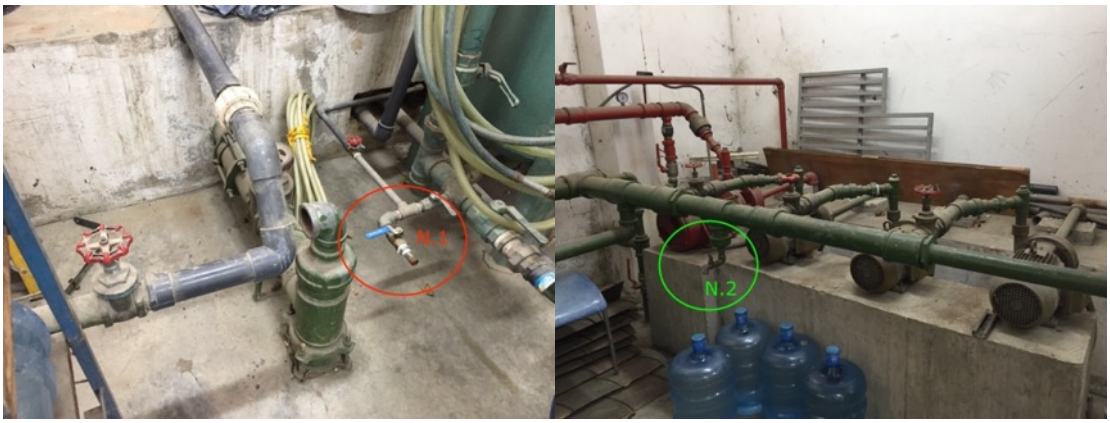


Figura 21: *detalles de puntos N.1 y N.2. Fotografías: propias, capturadas el 16/03/2021.*

O.- Centro de Salud Santa Inés:

Punto de captación ubicado a las afueras del edificio, tal como se presenta en la figura 22. Este punto tiene suma importancia porque es el agua que se utiliza en un centro hospitalario. Aunque en la fotografía se muestra una manguera, es importante destacar que la captación debe ser directamente del chorro, y que seguramente en este caso también es importante acondicionar el punto y dejarlo solamente para el uso del programa de monitoreo; o ubicar uno para esta función.

Figura 22: *punto de captación Centro de Salud Santa Inés. Fotografía: propia, capturada el 04/10/2021*

P.- Centro de Educación Comunitaria:

Punto de captación ubicado a las afueras del edificio (*figura 23*). Tal como el punto anterior, con la diferencia de prestarse servicios sociales a las comunidades aledañas, ya sean

educativas o recreativas, estas últimas pueden involucrar la repartición de alimentos procesados en el recinto.

Figura 23: *punto de captación Centro de Educación Comunitaria. Fotografía: propia, capturada el 04/10/2021.*

Cabe destacar, y tal como se mencionó anteriormente, que aquellos puntos de captación ubicados en los baños o fregaderos, así como los de difícil acceso, son provisionales hasta realizar la reubicación de los mismos considerando las recomendaciones contempladas en el punto 4.2 (Subdirección Red Nacional de Laboratorios). Asimismo, en aquellos puntos en los cuales se encuentran mangueras instaladas se deben retirar las mismas para la captación, ya que debe ser directa y con la menor alteración posible de su calidad a efectos prácticos.

En líneas generales, lo ideal es que los puntos sean exclusivos para el programa de monitoreo, y esto es una de las acciones a ejecutar una vez que sea asumido el programa por la Universidad.

En este caso se deberá colocar un símbolo o cartel que identifique los puntos de captación, además de la protección de los mismos por medio de cajetines ya sean de metal o concreto, con el fin de facilitar su localización y el mantenimiento de los mismos, según las recomendaciones del punto 4.3 (Subdirección Red Nacional de Laboratorios).

En resumen, dichos carteles deben contener: código del punto, nombre del punto, identificación del programa de monitoreo de la UCAB, coordenadas y advertencia del uso exclusivo que conlleva esta llave o chorro para la captación de muestra.

Parámetros de calidad del agua a monitorear.

Parámetros al alcance del laboratorio encargado.

De las entrevistas no estructuradas con el analista del Laboratorio Sanitario-Ambiental (LABSAM) UCAB y el director de Laboratorios, se recolecta la información necesaria para definir los parámetros a evaluar en función de los alcances y limitaciones. En la *tabla 3* se presenta un resumen de la información obtenida.

Tabla Nº 3: *disponibilidad de parámetros por LABSAM en base a los exigidos por la norma*

Parámetro	Posibilidad (SI/NO)	¿Ensayo de campo o laboratorio?	Observaciones†
Aspectos Microbiológicos			
Análisis bacteriológico	**SI**	Laboratorio	Art. 9 Coliformes
Agentes patógenos	**SI***		Art. 10: solo hongos
Organismos heterótrofos aerobios	**SI***		Art. 11
Plancton	**SI***		Art. 12
Componentes Organolépticos			
Color	**SI**	Laboratorio	Art. 14
Turbiedad	**SI**		
Olor o sabor	**SI**		
SDT	**SI**	Campo/Laboratorio	Art. 14
Dureza total	**SI**	Laboratorio	Art. 14
pH	**SI**	Campo	Art. 14
Aluminio	**SI***	Laboratorio	Art. 14
Cloruro	**SI**		
Cobre	**SI***		
Hierro total	**SI**		
Manganeso total	**SI**		
Sodio	**SI***		
Sulfato	**SI**		
Cinc	**SI***		
Componentes Inorgánicos			
Cloro Residual	**SI**	Campo	Art. 6 y 14
Arsénico	**NO**	Laboratorio	Art. 14
Bario			
Boro			
Cobre			
Cadmio			
Cianuro			
Cromo total			
Fluoruros	**SI***	Laboratorio	Art. 14
Mercurio total	**NO**	Laboratorio	Art. 14
Níquel			
Nitrato	**SI***	Laboratorio	Art. 14
Nitrito			
Molibdeno	**NO**	Laboratorio	Art. 14
Plomo			
Selenio			
Plata			
Componentes Orgánicos			
NINGUNO			

*Dependiente de la disponibilidad de reactivos

†Artículos de la norma (Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Número 36.395).

Obtenida esta información, y los parámetros de calidad establecidos en la Norma (Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Número 36.395), así como el objetivo del programa de monitoreo, se proponen los siguientes parámetros adecuado al programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento de la UCAB y su Parque Social:

- **Color Real**: importante al poderse inferir la presencia de metales como el hierro en altas concentraciones u alguna otra alteración en el recorrido del agua por las tuberías.
- **Turbiedad:** parámetro organoléptico de importancia que puede definir las alteraciones en el recorrido del agua por la red de distribución.
- **Cloro Residual Libre y Total:** en aras de monitorear no solo su presencia en el agua suministrada por HIDROCAPITAL, sino también su alteración durante el recorrido por el sistema de distribución, así como la dosificación de cloro.
- **Coliformes Totales y Fecales:** primordiales ante los demás parámetros, por el riesgo sanitario que acarrean.
- **Organismos Heterótrofos:** como indicador de la eficiencia de la desinfección con cloro, sobre todo por el uso de las pastillas de cloro.
- **pH:** indicador clave ante su directa relación con diversos parámetros.
- **SDT:** organoléptico
- **Dureza Total:** organoléptico
- **Hierro Total:** organoléptico, porque así no esté en la fuente puede encontrase por incorporación de la tubería, si el agua es disolvente.
- **Cloruros, Manganeso Total y Sulfatos:** organolépticos y a determinar según la disponibilidad de reactivos, pero a realizarse en el pozo. Es necesario determinar la línea base del pozo, con el fin de obtener su calidad del agua. Adicionalmente algunos de ellos como cloruros y sulfatos se usan para pruebas de chequeo de los análisis.
- **Alcalinidad:** si bien es cierto no es un parámetro regulado por la norma, es importante su determinación, para realizar chequeos analíticos y para calcular el índice de Langelier en un futuro, particularmente si se detecta algún problema particular en algunos tramos de tuberías.
- **Conductividad:** al igual que la alcalinidad, aun cuando no es un parámetro regulado por la norma, es importante su determinación para realizar las verificaciones analíticas. Adicionalmente, permite precisar el origen del agua de abastecimiento (pozo, HIDROCAPITAL o mezcla).

En la *tabla 4* se presentan los parámetros de calidad de agua a realizar, asociados a los puntos de muestreo

Tabla Nº 4: *parámetros propuestos en función de la fuente de abastecimiento.*

PUNTOS DE MUESTREO	PARÁMETROS*
- **Todos los puntos menos el pozo (A.2)**	Color real, turbiedad, cloro residual libre y total, coliformes totales y fecales, organismos heterótrofos, pH, SDT, dureza total, hierro total alcalinidad y conductividad.
- Pozo (A.2)	Color real, turbiedad, coliformes totales y fecales, organismos heterótrofos, pH, SDT, dureza total, alcalinidad, conductividad, **cloruros**, hierro total, **manganeso total**, **sulfatos** y ***oxígeno disuelto.***

*Se debe considerar los parámetros necesarios para las pruebas de chequeo analítico.

Frecuencia de muestreo.

De las entrevistas no estructuradas con la representación del LABSAM y la prueba piloto del programa monitoreo abordado posteriormente, se conoce la capacidad de procesamiento de muestras actualmente. Contando con un solo analista de laboratorio, con el apoyo de transporte por la Dirección de Servicios Generales y el acceso a los diversos puntos de muestreo, se logra hacer (en un día laboral) el muestreo y análisis de campo, más la preparación de las muestras para la determinación de algunos parámetros como los metales, dureza y los parámetros microbiológicos; cuya capacidad de la incubadora se ajusta a las 14 muestras en un día (confirmado con el analista de laboratorio). Cabe destacar que el método aplicado por el LABSAM para la determinación de organismos coliformes, es por medio de los tubos múltiples de fermentación.

En el siguiente día laboral, requeriría de una dedicación exclusiva por parte del analista de laboratorio para lograr determinar los parámetros propuestos que requieren de análisis en el laboratorio; inclusive, se requiere de otros 2 días laborales adicionales, con menor dedicación, para culminar con dichos análisis y además muestrear los 4 puntos del Parque Social.

Teniendo en cuenta la totalidad de puntos de muestreos propuestos, 14 dentro del Campus UCAB y 4 en el Parque Social UCAB; en base a las sugerencias de (Rojas), se determinan los siguientes aspectos con respecto a la frecuencia del muestreo:

- Considerando que la UCAB en sus 3 distintas sedes cuenta con más de 15 mil estudiantes[7], al ser el Campus Montalbán el de mayor capacidad y diversidad de escuelas, se puede inferir su población en el orden de los 10 mil habitantes, dado a que

[7]Información recuperada de https://www.ucab.edu.ve/estudiantes/

no solo hacen vida los estudiantes, sino también el profesorado, personal de mantenimiento y administrativo, así como visitantes.

- Siguiendo el punto previo, el capítulo 2 de (Rojas), plantea lo siguiente:

Siendo la UCAB, analógicamente a lo establecido por (Rojas) en el *anexo 1*, un pueblo (2.500 a 10.000 habitantes), se propone esta frecuencia de **1 muestra mensual**, ya que se adapta al objetivo del programa de monitoreo.

Por otra parte, además de evaluar los parámetros establecidos en la *tabla 4,* es necesaria la realización de un **análisis completo anual**, por un laboratorio externo, con un carácter de revisión por un ente externo, en por lo menos 6 de los sitios de captación. Dichos puntos podrían ser:

- **A:** incluyendo A.1 y A.2; dado que son la fuente de abastecimiento, sobre todo el pozo.
- **B:** debido a que es la partida principal hacia la distribución por gravedad.
- **D:** por ser el punto céntrico en la red de distribución y además representante del edificio más grande y poblado del campus.
- **I:** por ser el punto final en la red de distribución.
- **O:** como representativo del agua suministrada al Parque Social

Una vez definida la frecuencia se propone un calendario de muestreo, cuya modificación dependerá ante cualquier cambio de la frecuencia, previsto por parte del capital humano involucrado.

Se propone la estructuración de dicho calendario, el cual en principio, parte del monitoreo mensual durante la primera semana que inicie un lunes en cada mes, con el fin de abordar todas las actividades sin interferencias por parte de los días no laborables, sobre todo en cuanto los parámetros microbiológicos se refiere. Sin embargo, en la situación actual, que durante la semana hay racionamiento; esto debe evaluarse, para que no siempre se esté muestreando HIDROCAPITAL o pozo, cuando en la realidad durante la semana el abastecimiento es por esas dos fuentes.

Cabe destacar, que de no lograrse monitorear algún punto de los propuestos el día previsto, deberán ser monitoreados otro día, pero en conjunto a los puntos de abastecimiento y almacenamiento principal, los cuales corresponden a los puntos A.1, A.2, B, C.1 y C.2 (campus universitario), así como N.1 y N.2 (Parque Social). En la *figura 24* se representa el calendario del programa de muestreo.

Por otra parte, en el caso 6 como el patrón de abastecimiento, se debe analizar la mayor cantidad de parámetros posible para determinar la calidad de los tanques de almacenamiento involucrados, antes de distribuir el agua hacia las edificaciones.

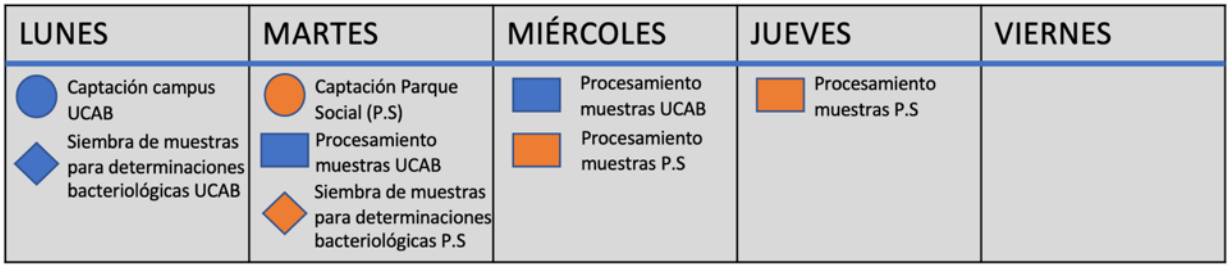


Figura 24: *calendario propuesto.*

Recursos y capital humano para obtención de datos y manejo de la información.

Siguiendo con la estructura organizativa de la UCAB, se propone la gestión de la información de la siguiente manera:

La obtención y generación de los datos que implica la ejecución del muestreo, recae en el Analista del Laboratorio, el cual se encuentra bajo la supervisión del Director de Laboratorios, quien se encuentra al mismo nivel que la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil. Esta Escuela tiene a su cargo el Departamento de Ingeniería Sanitaria, quien a través de su jefe, tendrá a cargo el manejo de datos y generación de la información, para su correspondiente gestión.

Se involucra el Decanato de la Facultad de Ingeniería debido al proceso de revisión y tramitación de los documentos generados para llegar finalmente a la Dirección General de Servicios, la cual en base a las recomendaciones y observaciones generadas por el Jefe del Departamento de Ingeniería Sanitaria, tomará las medidas correspondientes para cualquier acción de control en el servicio de abastecimiento, garantizando la calidad del agua de abastecimiento en el recinto universitario. Las decisiones a tomar están a cargo del Vicerrectorado Administrativo, incluyendo el suministro de información a la comunidad ucabista.

En líneas generales, el personal involucrado como capital humano por cada dependencia son:

- Dirección de Laboratorios: director, secretaria, analista de LABSAM, ayudante de analista de LABSAM (inexistente durante 2021).
- Escuela de Ingeniería Civil: director, secretaria y Jefe del Departamento de Ingeniería Sanitaria.
- Decanato de Facultad de Ingeniería: decano y secretaria.
- Dirección General de Servicios: director, secretaria, ingenieros involucrados en la red de abastecimiento de agua potable, personal obrero, personal de seguridad, personal de transporte, plomeros y asistentes de ingenieros.
- Vicerrectorado Administrativo: vicerrector y secretaria.

Generación de datos.

Por medio del LABSAM UCAB, se realizan los ensayos correspondientes siguiendo los lineamientos de los métodos estandarizados (APHA, AWWA & WEF) y bajo la estructura encontrada en el *anexo 6*, cuya documentación siguiendo la gestión de la información se traspasa hacia el departamento de Ingeniería Sanitaria.

Manejo de datos y generación de la información.

Al realizar los análisis respectivos por parte del LABSAM, generándose los resultados bajo el formato administrativo del mismo, obedeciendo la gestión de la información, se traspasan hacia el Departamento de Ingeniería Sanitaria, para su adecuación en las fichas técnicas propuestas en base a (Subdirección Red Nacional de Laboratorios) y (Rojas); las cuales contienen una portada general con la fecha de elaboración del informe, responsables de la captación, laboratorio donde se ejecutaron los análisis, resumen de resultados y una observación general por parte del Jefe del Departamento.

En las fichas técnicas, se recolecta la siguiente información: fecha del muestreo, hora de captación de la muestra, responsable de la captación, laboratorio ejecutor, procedencia del agua en la red, localización del punto de muestreo (referencial y coordenadas geográficas), fotografías anexas para la referencia de cada punto y la serie de resultados acumulados por meses para cada archivo anual de fichas técnicas enlazados entre Microsoft Word y Excel.

A continuación se muestra en las *figuras 25 a la 28* la portada de las mismas y el ejemplar de un punto de muestreo. La totalidad de las mismas se encuentra en el *anexo 4*.

En cuanto al manejo del enlace Word-Excel, se adjunta en el mismo *anexo 4* el instructivo detallado paso a paso para el traspaso de datos, su archivo y ejecución del documento PDF que finalmente debe ser recibido por la Dirección General de Servicios.

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

INFORME MENSUAL

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	10/01/2021
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
ELABORACIÓN DEL INFORME	JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA SANITARIA

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

OBSERVACIÓN GENERAL

AQUÍ SE COLOCARÍA EN CUALES PUNTOS DE MUESTREO NO SE CUMPLE CON LA NORMA Y EL PARÁMETRO ASOCIADO, ASÍ COMO CUALQUIER OTRA OBSERVACIÓN GENERAL DEL MUESTREO DEL MES. EL TAMAÑO DE LETRA QUE SE CONSIDERE NECESARIO.

RESULTADOS

Sep 2021																			
PUNTOS DE MUESTREO	**A.1**	**A.2**	**B**	**C.1**	**C.2**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N.1**	**N.2**	**O**	**P**
Color Real (UCV)	5	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	100	50	20	10	20	15	NM	7
Turbiedad (UNT)	10.00	5.00	1.00	5.00	1.00	NM	1.00	5.00	5.00	5.00	1.00	1.00	1.00	0.05	1.00	1.00	1	1	1
Cloro Residual Libre (mg/L)	1.30	1.00	0.80	0.70	0.65	1.00	1.50	0.40	0.50	0.55	0.40	0.30	0.45	0.42	0.32	0.23	0.5	0.4	0.2
Cloro Residual Total (mg/L)	1.50	1.10	1.00	0.80	0.90	NM	1.60	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	0.50	NM	1.00	0.40	0.7	0.45	0.24
Coliformes Totales (Org/100 ml)	1	0	0	0	0	4	0	2	4	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Coliformes Fecales (Org/100 ml)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heterótrofos (UFC/ml)	60	100	NM	90	3	14	45	50	60	NM	NM	140	130	200	80	14	0	0	0
pH	5	7	7.5	7.8	8	8.5	8.9	9	9.1	7	7.8	6.5	6.6	7.1	6	7	7	7	7
SDT (mg/l)	750	600	650	780	1000	1100	900	800	400	500	550	600	600	650	700	450	1000	1100	1200
Dureza Total (mg/L $CaCO_3$)	300	350	400	500	600	510	490	200	280	250	240	300	310	340	500	510	560	300	250
Cloruros (mg/L)	200	250	260	300	310	340	NM	NM	NM	NM	400	300	200	100	NM	NM	NM	NM	100
Hierro Total (mg/L)	0	NM	1	2	0.8	0.7	0.3	0.2	0.1	0	0.1	0.3	0.4	0.2	0.1	NM	NM	0.1	0.2
Manganeso Total (mg/L)	0.1	NM	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0.1	1	NM	NM	NM	NM
Sulfatos (mg/L)	200	300	400	500	510	600	400	300	250	240	200	NM	NM	NM	300	400	600	300	300
CUMPLE (DESEABLE)																			
CUMPLE																			
CUMPLE (AL LÍMITE)																			
NO CUMPLE																			
NO MEDIDO																			

Figura 25: *portada principal del Informe de Agua Potable.*

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

ENTRADA DE HIDROCAPITAL

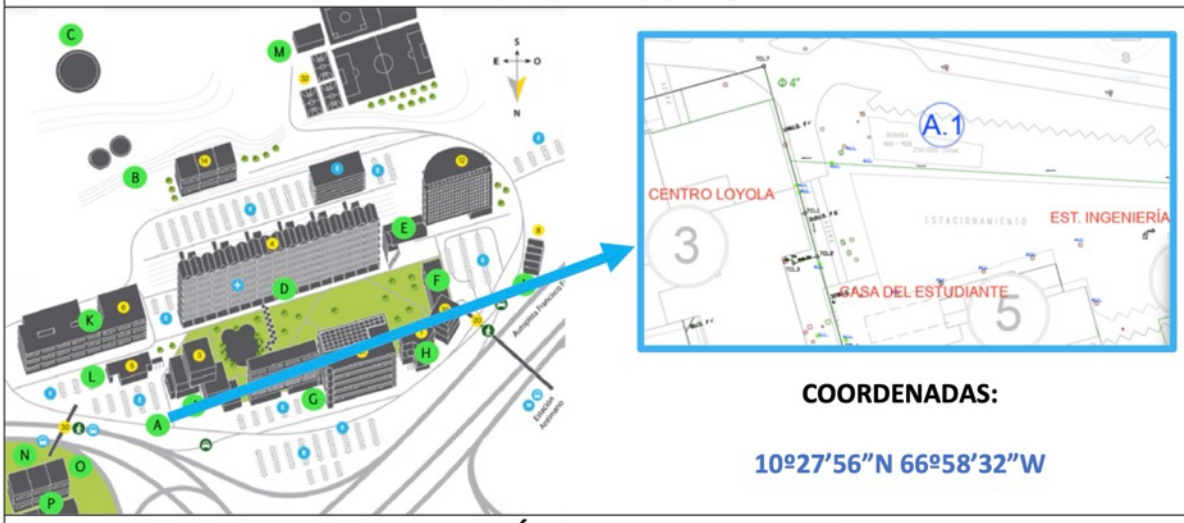
A.1

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL – ESTACIONAMIENTO DE SOLARIUM

PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

10º27'56"N 66º58'32"W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Estacionamiento al norte de Solarium	Tanquilla del tanque principal

Figura 26: *contraportada de punto específico.*

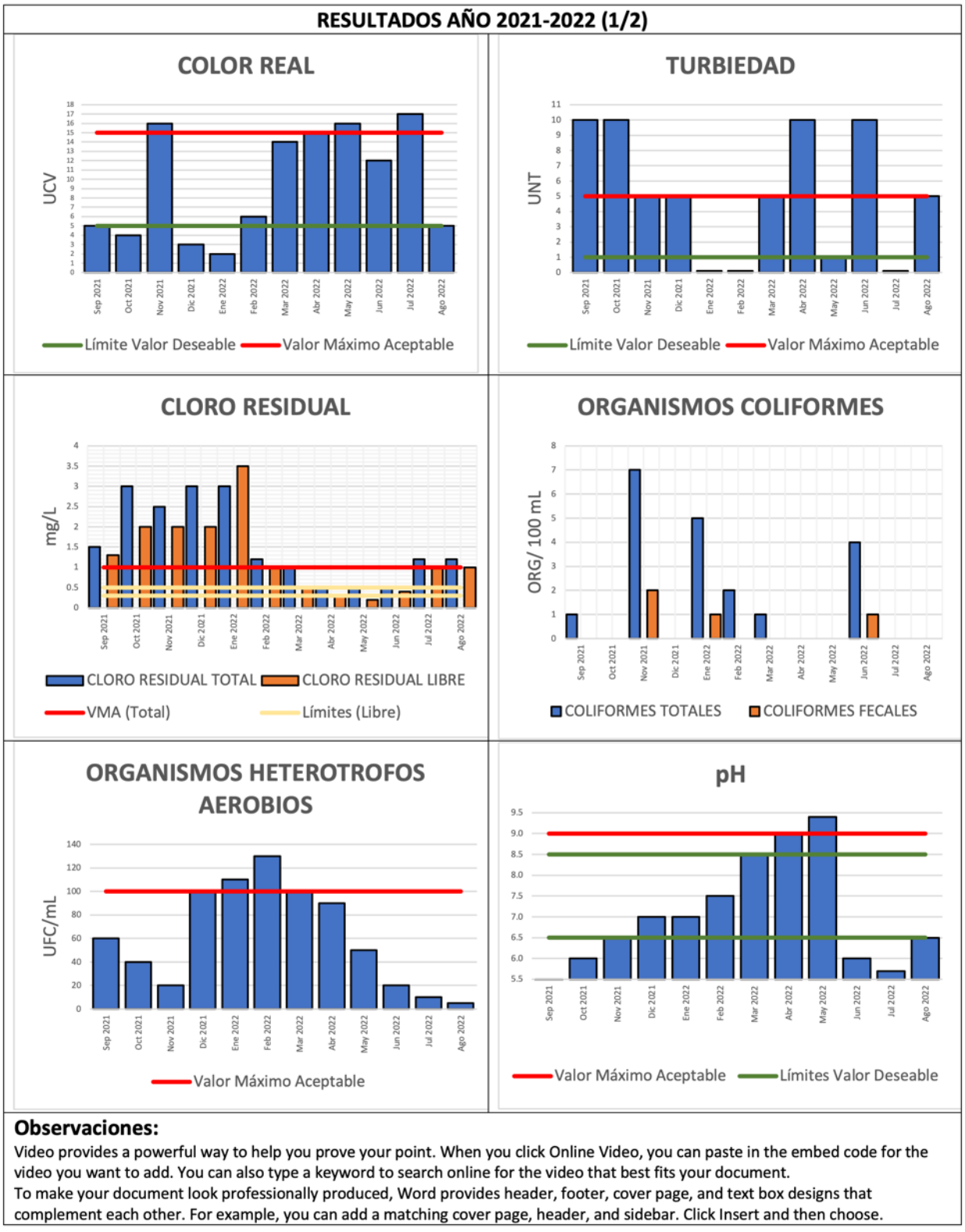


Figura 27: *serie de gráficos (1/2)*

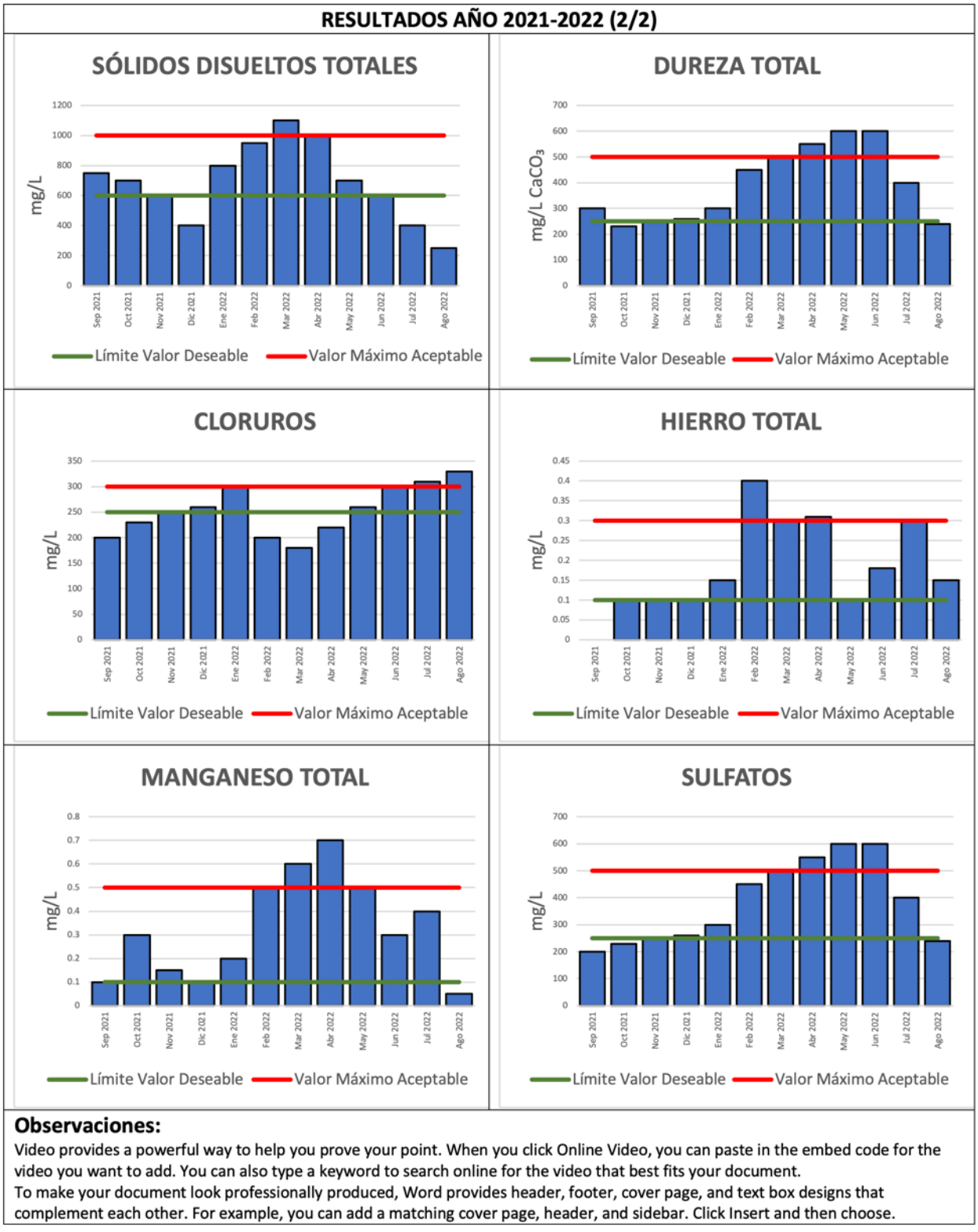


Figura 28: *serie de gráficos (2/2)*

Gestión de la información.

Se realiza el siguiente flujo de información mostrado en la *figura 29*, el cual normalmente debe seguir para la transmisión y administración de los resultados obtenidos cada día de monitoreo. Cabe destacar que dicho orden, en función de lo conversado mediante las entrevistas no estructuradas con los involucrados en dicho proceso, puede ser directo hacia los departamentos y direcciones de mayor influencia e importancia, a efectos de reducir la burocracia del proceso. Solo es posible mediante acuerdos previos entre los encargados.

Cabe destacar, en cuanto a la gestión del agua se refiere, conlleva la administración y vigilancia de los planes de seguridad del agua (PSA) en base a (WHO).

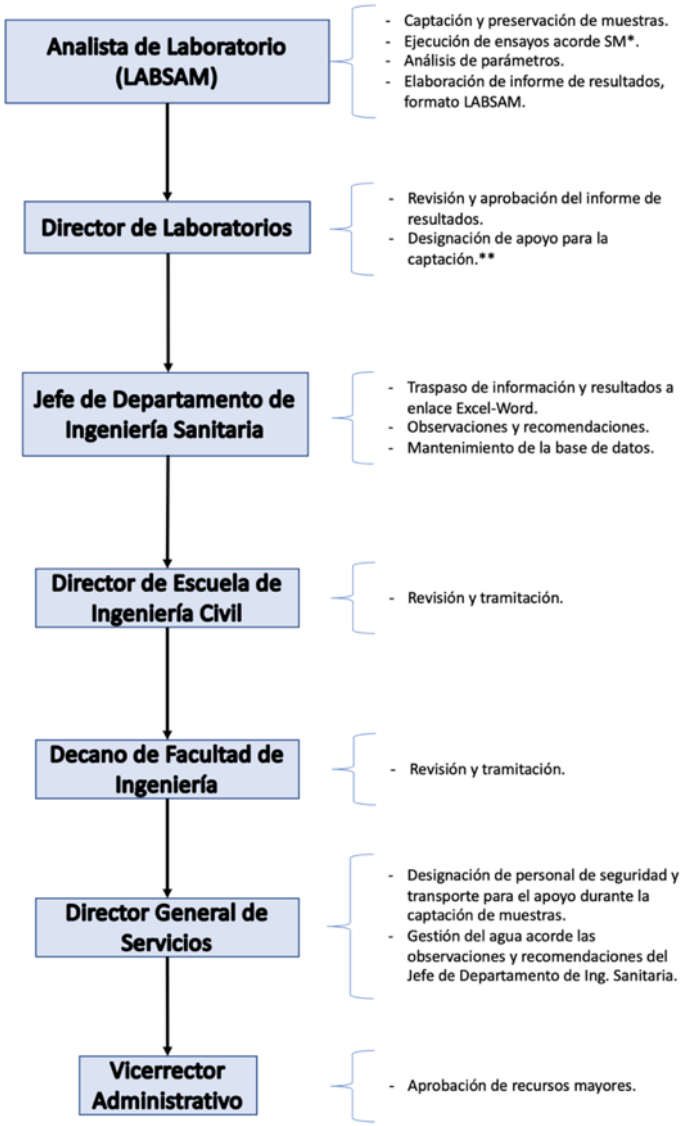


Figura 29: *diagrama de flujo para la gestión de la información. Elaboración propia.*

*Standard Methods (APHA, AWWA & WEF)

** Ayudante del Analista de Laboratorio, actualmente inexistente.

Prueba piloto.

Se realizó en dos días distintos, para los cuales el primer día se basó principalmente en el campus universitario y el segundo en el Parque Social en conjunto con el agua extraída del pozo.

Se contó con el apoyo del encargado de las llaves del sistema de abastecimiento del campus, transporte por parte de la Dirección de Servicios y el personal de seguridad, iniciando el recorrido a las 9:45 a.m. El último análisis de campo correspondiente, para el muestreo de 12 puntos (recordar que los puntos C.1 y C.2 no existen actualmente) fue realizado a la 1:48 p.m., finalizando el muestreo a las 2:00 pm aproximadamente. Es decir, 4 horas con 15 minutos aproximadamente, siendo un promedio de 21 minutos para cada punto asumiendo un ritmo constante y promediando los diversos puntos, ya que algunos por el acceso y lejanía pueden variar significativamente. Los resultados de esta prueba indican que se requiere toda la mañana para la captación de los 14 puntos en el campus, con lo cual se podrían ir realizando los análisis bacteriológicos en conjunto; considerando que el tiempo máximo desde la captación hasta la siembra bacteriológica no debe exceder 6 horas.

Resultados preliminares.

Si bien el objeto del ensayo piloto no fue obtener los datos de la calidad del agua que abastece el campus, una vez que se midieron algunos parámetros, sobre todo en el pozo, es importante presentarlos y tomarlos como una referencia. En las *tablas 5 a la 8* se presentan los datos de los parámetros determinados en dicho ensayo piloto.

Tabla Nº 5: *resultados del primer día de ensayo (07/10/2021) Campus Montalbán. (1/2)*

PUNTOS DE MUESTREO	A.1	B	D	E	F	G
Hora de captación	10:10 AM	11:45 AM	1:48 PM	12:58 PM	12:40 PM	11:17 AM
Responsable de la captación	FV	DS	DS	FV	FV	FV
Temperatura ºC	28.1	26.4	26	26.7	25.3	25.8
pH	7.6	7.6	7.4	7.5	7.5	8.1
Turbiedad (UNT)	0.1	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
Cloro Residual Libre (mg/L)	0.08	0.09	0.08	0.10	0.05	0.04
Conductividad (µS/Cm)	373	322	340	335	335	386
SDT* (mg/L)	179	158	167	164	164	189

* Conductímetro.

Tabla Nº 6: *resultados del primer día de ensayo (07/10/2021) Campus Montalbán. (2/2)*

PUNTOS DE MUESTREO	H	I	J	K	L*	M
Hora de captación	1:32 PM	12:23 PM	10:22 AM	9:49 AM	10:41 AM	12:06 PM
Responsable de la captación	FV	DS	DS	DS	DS	FV
Temperatura ºC	25.9	26.8	23.1	26.5	26.5	26.1
pH	7.3	7.4	7.4	7.4	7.6	7.8
Turbiedad (UNT)	0.05	0.05	0.05	0.05	1	0.05
Cloro Residual Libre (mg/L)	0.05	0.04	0.05	0.08	Nota	0.12
Conductividad (µS/Cm)	396	344	425	334	336	434
SDT* (mg/L)	194	169	209	167	165	213

* Conductímetro. FV: Francisco Velásquez. DS: Douglas Sánchez
Nota: no se midió por interferencia (COLOR)
L*Color Aparente: 200 UCV; Color Real: 10 UCV; Hierro Total: 0,98 mg/L

Si bien, tal como se dijo, el objeto no fue establecer la calidad del agua de abastecimiento del campus, llama la atención que en el punto L, que corresponde a Solárium, se encontró un valor alto de turbiedad, asociado a la presencia de hierro oxidado, a consecuencia posiblemente de la falta de uso del agua en ese recinto, desde la pandemia, aunque se dejó correr el agua durante 15 minutos aproximadamente. Es evidente que es un punto a considerar cuando se implemente el programa de monitoreo. Vale destacar los bajos valores de cloro residual libre en la red de distribución, incluyendo el agua suministrada por HIDROCAPITAL.

El segundo día de ensayo se realizó el monitoreo no solo en el Parque Social, como sería de manera rutinaria (1 día el campus universitario completo y otro día el Parque Social dada su separación e independencia en cuanto el abastecimiento). También se muestreó el pozo. A continuación se presentan los resultados en las *tablas 7 y 8.*

Tabla Nº 7: *resultados del segundo día de ensayo (10/11/2021) Parque Social.*

PUNTOS DE MUESTREO	N.1	N.2	O	P
Hora de captación	9:40 AM	9:44 AM	9:34 AM	9:27 AM
Responsable de la captación	Francisco Velásquez			
Temperatura de captación/Temperatura de análisis (Cº)	30 / 26.4	28 / 26.5	25 / 23.8	24 / 23.5
pH	7.3	7.3	7.5	7.6
Turbiedad (UNT)	0.1	0.1	0.05	0.1
Cloro Residual Libre (mg/L)	0.77	1.00	0.10	0.18
Conductividad (µs/cm)	300	297	305	303
SDT* (mg/L)	148	146	150	149

* Conductímetro.

Tabla Nº 8: *resultados del segundo día de ensayo (10/11/2021) Pozo.*

PUNTOS DE MUESTREO	A.2
Hora de captación	11:12 AM
Responsable de la captación	Francisco Velásquez
Temperatura de captación/Temperatura de análisis (Cº)	25 / 24.1
pH	7.04
TURBIEDAD (UNT)	2.81
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	N/A
CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	867
SDT* (mg/L)	425
Oxígeno Disuelto (mg/L)	1.25
Color Aparente (UCV)	5
Color Real (UCV)	5
Dureza Cálcica (mg/L CaCO3)	300
Dureza Total (mg/L CaCO3)	312
Alcalinidad (mg/L CaCO3)	230
Sulfatos (mg/L SO4)	200
Cloruros (mg/L Cl)	57
Hierro Total (mg/L)	1.06
Coliformes Totales NMP/100 ml**	2400
Coliformes Fecales NMP/100 ml**	12
Organismos Heterótrofos* (UFC/100 ml)**	5200

*Conductímetro; **Dilución 1/10; *** Dilución 1/100.

Vale destacar que los valores de cloro residual en el Parque Social resultan más altos, sobre todo en los puntos N.1 y N.2 correspondientes a la entrada y salida del tanque de almacenamiento, por efecto de la dosificación de cloro realizada, para N.1 la dosis directamente abastecida por HIDROCAPITAL y para N.2 el aumento de la concentración consecuente con la adición de pastillas tal como se muestra en la *figura 30.*

Figura 30: *cloración en tanque de almacenamiento del Parque Social UCAB. Fotografía: propia, capturada el 16/03/2021.*

En lo que se refiere al pozo, es muy importante destacar que hay presencia de coliformes totales, fecales y organismos heterótrofos, lo que necesariamente hace imprescindible su cloración cada vez que se utilice como fuente de abastecimiento; así como indagar un poco más sobre la presencia de los coliformes fecales. También es importante considerar que el hierro se encuentra fuera de los valores máximos permisibles y esto debe ser considerado. Se insiste en que estos resultados no obedecen al programa de monitoreo porque su objeto era validar y ajustar la propuesta del programa de monitoreo, pero comienza a dar algunos indicios sobre acciones a tener presente.

Cabe destacar que se debe comenzar a tomar en consideración la posibilidad de la reactivación de los filtros mostrados en la *figura 31,* con el fin de reducir la presencia de hierro, previa cloración, y cumplir con este parámetro de calidad, sobre todo cuando se vaya a utilizar como abastecimiento único.

Figura 31: *filtros fuera de servicio en el punto A. Fotografía: propia, capturada el 16/03/2021.*

Verificación analítica de resultados.

Cabe destacar que el objeto de la prueba piloto también sirvió para determinar la necesidad de aplicar las pruebas de verificación analítica, tal como se establece los procedimientos de los Métodos Estandarizados (APHA, AWWA & WEF).

Por lo que la verificación analítica de resultados resulta importante una vez aplicado el programa de monitoreo a futuro, con el fin de sustentar la validez de los resultados emitidos.

Costos asociados.

En cuanto costos referenciales para la ejecución del programa de monitoreo, se encuentra la lista de precios unitarios por análisis a continuación:

Tabla Nº 9: *precios de los análisis disponibles al 26/08/2021 (suministrados por el Analista de Laboratorio) LABSAM UCAB*

Tipo	Análisis	Precio (USD)
Biológico	Coliformes totales (NMP)	13
	Coliformes fecales (NMP)	13
	Heterótrofos aerobios (UFC)	12
Organoléptico	Color aparente y real	6
	Turbiedad	4
	Sólidos disueltos totales	4
	Dureza total	7
	pH	4
	Cloruros	8
	Hierro	12
	Manganeso	15
	Sulfatos	11
Inorgánico	Cloro residual libre y total	3
Totalización de parámetros por punto de muestreo		112
Totalización por los 18 puntos propuestos / mes		**2.016**
Costos por captación		**3**
Totalización 18 puntos propuestos + captaciones / mes		**2.070**
Costo análisis completo de laboratorio externo / punto		**400**
Análisis completo 6 puntos		**2.400**
Monitoreo de un año		**27.240**

Con base a la información suministrada por el Analista del Laboratorio, los **costos por captación** son los siguientes:

- 12 muestras del campus en un día: 35 USD.
- 4 muestras del Parque Social más 1 del pozo: 15 USD

Lo cual deja un aproximado de 3 USD por punto de muestreo, independientemente de la cantidad de parámetros a analizar. Añadiéndose entonces 3x18=54 USD a los 2.016 USD; totalizando un costo mensual de **2.070 USD.**

En el caso del muestreo a realizar por el laboratorio externo, el costo varía entre 350-400 USD, lo que implicaría un costo anual, considerando los 6 puntos mínimos a muestrear de 2.400 USD. De esta estimación, se tiene que el costo total anual del programa de monitoreo es de **27.240 USD** aproximadamente.

Vale destacar, que los costos asociados al LABSAM UCAB son los correspondientes al cobro por el servicio externo.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

Las conclusiones se presentan en términos del desarrollo del programa de monitoreo de la calidad del agua en el sistema de distribución de la Universidad Católica Andrés Bello – Campus Montalbán, además del anexado Parque Social. Considerando los diferentes elementos que componen dicho programa y su orden correspondiente:

1) El objetivo del programa de monitoreo es registrar la calidad del agua que se distribuye en el campus para el consumo humano, a efectos de garantizar su condición de agua potable, contribuyendo así con los lineamientos de campus sostenible.

2) Se identificaron 6 posibles patrones de suministro de agua en la UCAB – Campus Montalbán, los cuales implican el abastecimiento de agua solo a través de HIDROCAPITAL (caso 1); incorporación del agua del pozo existente en el campus, con la cual se genera la mezcla de las dos fuentes de suministro (caso 2 y 4); el suministro exclusivo del agua proveniente del pozo (caso 3); el uso de camiones cisterna cuando se imposibilita el total abastecimiento con el pozo y no hay ingreso de agua de HIDROCAPITAL (caso 5). Para luego culminar, con el patrón menos probable, correspondiente al uso del agua de reserva de incendios en los diversos tanques existentes en los edificios del campus (caso 6).

3) Definida el área de monitoreo, se proponen 18 puntos de muestreo para determinar la calidad del agua del abastecimiento de la UCAB y Parque Social; 14 en el campus de Montalbán y 4 en el Parque Social. Los correspondientes al campus son: desde **A**, subdividido en **A.1** o **A.2** dependiendo de la fuente de suministro al monitorear, **B, C** subdividido en **C.1** y **C.2** para el control adecuado de la calidad en los tanques de almacenamiento principales, hasta **M**. Mientras que los asociados al Parque Social son: **N**, subdividido en **N.1** y **N.2** para el control de la calidad del agua de entrada y salida en el tanque de almacenamiento principal, **O** y **P.** Nomenclaturas detalladas en la *tabla 2*.

4) Los parámetros a medir que caracterizan la calidad organoléptica del agua potable, en función del alcance del LABSAM, son: Color Real, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales, pH, Dureza Total, Hierro Total, Manganeso Total, Cloruros y Sulfatos.

5) Las determinaciones analíticas bacteriológicas a realizar en todos los puntos de muestreo, independientemente del patrón de abastecimiento son: Coliformes Totales y Fecales, además de los Organismos Heterótrofos.

6) También se deberán realizar determinaciones de alcalinidad y conductividad en todos los puntos de muestreo, y oxígeno disuelto en el pozo, así como constituyentes mayoritarios (calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruros, sulfatos y nitratos) para realizar las correspondientes pruebas de verificación de análisis contemplada en los Métodos Estandarizados.

7) La frecuencia de muestreo será mensual para todos los puntos. Adicionalmente, una vez al año se deberá hacer una caracterización por un laboratorio externo a la UCAB, con la mayoría de los parámetros que establece la Gaceta 36.395, por lo menos en los puntos: **A** (incluyendo A.1 y A.2), **B**, **D**, **I** y **O.**

8) El calendario de muestreo mensual considera un tiempo total para el muestreo y la realización de las determinaciones analíticas de 4 días de una semana, que en la medida de lo posible, debería comenzar un lunes para evitar interrupciones; iniciando con la captación y siembra de las muestras para análisis bacteriológicos de las 14 muestras en el campus, para continuar al día siguiente con el procesamiento de dichas muestras, y la captación y siembras bacteriológicas de los 4 puntos del Parque Social; en el tercer y cuarto día con el procesamiento de las muestras para el resto de las determinaciones analíticas, para ambos recintos.

9) El flujo de datos e información para el manejo y gestión de la información en el programa de monitoreo inicia por la captación, análisis de muestras y reporte de resultados por el Analista del LABSAM y el Director de laboratorios UCAB, sede Montalbán; seguido del procesamiento y manejo de la información por parte del Jefe del departamento de Ingeniería Sanitaria de la Escuela de Ingeniería Civil, quien contará con instrumentos específicamente diseñados para el manejo de la información, y generará las recomendaciones pertinentes. El director de la Escuela de Ing. Civil y el Decano de la Facultad de Ingeniería, en dicho orden, y atendiendo el organigrama administrativo, procederán a la respectiva revisión y tramitación, para su entrega al Director General de Servicios, quien aplicará las medidas que sean necesarias y emitirá al Vicerrector Administrativo de la UCAB, para la toma de decisión final a que haya lugar, incluyendo la socialización de esa información.

10) Se dispone de un instrumento realizado en un archivo Excel, para la transformación de los datos suministrados por el laboratorio, en información que permita realizar recomendaciones y con ello tomar las acciones y decisiones a que haya lugar. Esta herramienta consiste en la generación de un informe en formato Word, vinculado con las hojas del archivo Excel, donde se presentan los datos en forma espacial y temporal, así

como las fichas técnicas con la ubicación, características e imágenes de los puntos de muestreo.

11) La prueba piloto permitió el ajuste del programa de monitoreo presentado, pero además de manera preliminar estableció alerta en algunos puntos de la red, especialmente A.2 (extracción del pozo), por la presencia de coliformes y la alta concentración de hierro; L (Solárium), la apreciable cantidad de hierro; así como la baja concentración de cloro residual libre en todos los puntos de la red de distribución del campus y en el Parque Social. También se estableció la necesidad de que el LABSAM realice las pruebas de verificación correspondiente a las muestras captadas, tal como se establece en los Métodos Estandarizados.

12) La estimación del costo anual del programa de monitoreo es de **27.240 USD;** 2.070 USD mensuales, considerando las 18 muestras a captar y analizar cada mes por el LABSAM y 2.400 USD de las 6 muestras mínimas anuales a realizar por el laboratorio externo, para la obtención más completa de la calidad del agua (mayor número de parámetros), definición de línea base y verificación externa.

Recomendaciones.

Por su parte se realizan las siguientes recomendaciones específicas y particulares, en el marco de que la UCAB asuma el programa de monitoreo de la calidad del agua en el sistema de distribución del Campus Montalbán, con lo cual se requieren de una serie de acciones para su implementación:

1) Reubicar con llaves previstas únicamente para el programa de monitoreo los puntos de muestreo correspondientes a: **B** (salida de los tanques gemelos), **D** (para una mejor representación del edificio de módulos, por ser el más grande del recinto), **F, G, H, I, J, K, M** y **O**.

2) Ubicar llaves para los puntos de muestreo en el tanque australiano: **C.1** Entrada y **C.2** Salida.

3) En todos los puntos de muestreo construir una infraestructura en metal o concreto debidamente cerrado e identificado con la siguiente información como mínimo: código del punto, nombre del punto, identificación del programa de monitoreo de la UCAB, coordenadas y advertencia del uso exclusivo que conlleva esta llave o chorro para la captación de la muestra.

4) El LABSAM deberá hacer los ajustes necesarios para abordar este programa de monitoreo, entre los cuales están: realizar las determinaciones analíticas

complementarias que permitan realizar las pruebas de chequeo y verificación que se establecen en los Métodos Estandarizados.

5) Realizar un taller de trabajo con el capital humano involucrado en la ejecución del programa de monitoreo: Analista y Director del LABSAM, Jefe del departamento de Ingeniería Sanitaria, Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Decano de la Facultad de Ingeniería, Director General de Servicios y Vicerrector Administrativo.

6) Explorar posibilidades de rehabilitación de los filtros existentes, una vez que en la prueba piloto se detectó presencia de hierro en el pozo por encima de los valores máximos permisibles.

7) Traspasar las fichas técnicas a un sistema programado en la red intranet universitaria, a efectos de manejar, actualizar y ampliar la información de manera efectiva.

8) Calibrar los equipos de cloración con el fin de conseguir las concentraciones de cloro residual libre establecidas por la norma en la red de distribución.

Una vez decidida la implantación del programa de monitoreo, se podrán desarrollar estas recomendaciones a través de otro trabajo de grado que tenga como fin la implementación del programa, incluyendo al menos el monitoreo del primer mes de este programa.

REFERENCIAS

APHA, AWWA & WEF. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition.* (R. B. Baird, A. D. Eaton, & E. W. Rice, Edits.) Washington, DC: APHA.

Arriaza, A., Waight, S., Contreras, C., Ruano, A., López, A., & Ortíz, D. (2015). *Determinación bacteriológica de la calidad del agua para consumo humano obtenida de filtros ubicados dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.* Recuperado el mes de marzo de 2021, de Revista Científica USAC: http://revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php/qyf/article/view/453

Banda, R., Ruíz, A., Rodríguez, C. I., Esteban, M., Barranquero, R., Donalisio, R., & Sosa, B. (2016). *Análisis del uso y gestión del recurso hídrico subterráneo en el campus universitario de Tandil.* Recuperado el mes de marzo de 2021, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/319621176_Analisis_del_uso_y_gestion_del_recurso_hidrico_subterraneo_en_el_campus_universitario_de_Tandil

Castillo, E. (2019). *EL TECHO VERDE DE LA UCAB YA ES UNA REALIDAD Y ESTÁ ABIERTO A VISITAS PEDAGÓGICAS*. Recuperado el mes de diciembre de 2020, de El Ucabista: https://elucabista.com/2019/11/30/el-techo-verde-de-la-ucab-ya-es-una-realidad-y-esta-abierto-a-visitas-pedagogicas/

Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., & Díaz, D. (2014). *Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global.* Recuperado el el mes de marzo de 2021, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/276307564_Indicadores_de_la_calidad_del_agua_evolucion_y_tendencias_a_nivel_global

Collazo, M. P., & Montaño, J. (2012). *Manual de Agua Subterránea.* Montevideo, Uruguay: Producción Responsable.

Collazo, P. (2015). *PROGRAMAS DE MONITOREO DE CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA - MONITOREO EN ACUÍFEROS.* Recuperado el mes de junio de 2021, de SIRH, IDEAM, MINAMBIENTE: http://capacitacion.sirh.ideam.gov.co/encuentro2/Ponencias/PDF_AS/4.%20Programas%20de%20monitoreo%20de%20cantidad%20%20y%20calidad%20de%20agua.pdf

Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Número 36.395. (13 de febrero de 1998). *Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable.* Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Caracas.

Guamán, D. E., & Serrano, J. X. (julio de 2019). *Análisis de la huella hídrica en el campus de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca mediante el uso de redes de telemetría.*

Recuperado el mes de marzo de 2021, de DSpace UPS: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17729

Harvard University. (2012). *Drinking Water Quality.* Recuperado el mes de diciembre de 2020, de Harvard Environmental Health & Safety: https://www.ehs.harvard.edu/programs/drinking-water-quality

M. Saiful Islam, M.A. Azadi, & Nasiruddin, M. (diciembre de 2019). *WATER QUALITY OF THREE PONDS OF CHITTAGONG UNIVERSITY CAMPUS USING WATER QUALITY INDEX.* Recuperado el mes de marzo de 2021, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/338252972_WATER_QUALITY_OF_THREE_PONDS_OF_CHITTAGONG_UNIVERSITY_CAMPUS_USING_WATER_QUALITY_INDEX

ODS. (2021). *Office of Dietary Supplements*. Recuperado el mes de agosto de 2021, de National Institutes of Health (NIH): https://ods.od.nih.gov

OMS. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano. 4ta Edición.* Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

Pike, P. (2011). *University of Oxford Water Management Strategy*. Recuperado el mes de diciembre de 2020, de University of Oxford Sustainability: https://sustainability.admin.ox.ac.uk/files/watermanagementstrategypdf

Pumagua UNAM. (26 de septiembre de 2016). *Observatorio Del Agua UNAM*. Recuperado el mes de diciembre de 2020, de Observatorio Del Agua UNAM: http://www.observatoriodelagua.unam.mx

Rodríguez, R. P. (2019). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la ciudad universitaria de la universidad nacional de trujillo, 2019.* Recuperado el mes de marzo de 2021, de DSpace UNT: https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14134

Rojas, R. (2002). *GUÍA PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.* Lima, Perú: CEPIS/OPS.

Sánchez, Y., & Villegas, M. (2014). *EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA CALIDAD SANITARIA DE AGUA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE LA UNIVERSIDAD METROPOLITANA.* Recuperado el mes de marzo de 2021, de Decanato de Investigación y Desarrollo Académico M I R A I - Modulo de Información y Repositorio de Actividades de Investigación: http://ares.unimet.edu.ve/academic/IX-congreso/documentos/132.pdf

Subdirección Red Nacional de Laboratorios. (2011). *Manual de Instrucciones para la Toma, Preservación y Transporte de Muestras de Agua de Consumo Humano para Análisis de Laboratorio.* Bogotá D.C, Colombia: Institulo Nacional de Salud.

UI GreenMetric. (2020). *Ranking Archive*. Recuperado el mes de diciembre de 2020, de UI GreenMetric World University Rankings: https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/archive

UICN. (2018). *Guía de monitoreo participativo de la calidad de agua.* Quito, Ecuador: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

WAPOSAT. (2017). *Monitoreo De La Calidad De Agua Del Pozo De La Facultad De Ingeniería Ambiental – Universidad Nacional De Ingeniería*. Recuperado el mes de diciembre de 2020, de WAPOSAT: https://www.waposat.com/monitoreo-de-la-calidad-de-agua-del-pozo-de-la-facultad-de-ingenieria-ambiental-universidad-nacional-de-ingenieria/

WHO. (1996). *Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes.* (J. Bartram, & R. Ballance, Edits.) Londres, Reino Unido: UNEP/WHO.

ANEXOS

- **ANEXO 1:** CAPÍTULO 2 (ROJAS, 2002).
- **ANEXO 2:** INFOGRAFÍAS Y CROQUIS.
- **ANEXO 3:** PLANO AUTOCAD.
- **ANEXO 4**: FICHAS TÉCNICAS.
- **ANEXO 5:** INFORMES DE LABSAM (PRUEBA PILOTO).
- **ANEXO 6**: MEMORIA FOTOGRÁFICA.

ANEXO 1

CAPÍTULO II

7. El Plan de Vigilancia de la Calidad del Agua

7.1 Generalidades

El Plan de Vigilancia de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano ha tomado en cuenta los sistemas administrados por las entidades prestadoras de servicio que normalmente atienden a las localidades urbanas, los sistemas municipales y los que están a cargo de las comunidades rurales.

El Plan de Vigilancia de la Calidad del Agua considera no solamente la calidad propia del agua, sino la calidad del servicio que se brinda. De esta manera, se podrá determinar las necesidades de inversión para la rehabilitación, ampliación o mejoramiento de la infraestructura sanitaria. En la calidad de los servicios de agua están implicados la calidad del agua, la continuidad, la cobertura, la cantidad y los costos.

Asimismo, se ha definido que el programa de vigilancia y control abarque el sistema de distribución de agua que va desde la calidad de la planta de tratamiento hasta el inicio de la conexión domiciliaria.

En el presente caso, se ha considerado que la vigilancia tendrá como función determinar, comunicar y obligar a los entes responsables de la administración de los servicios de abastecimiento de agua que la calidad y el riesgo sanitario se enmarque dentro de las recomendaciones o normas vigentes.

7.2 Objetivos del Plan de Vigilancia

El objetivo principal del Plan es contribuir a elevar los niveles de salud y mejorar la calidad de vida de la población por medio de los sistemas de abastecimiento de agua e identificar las acciones necesarias para el mejoramiento de la calidad de los servicios de agua.

7.2.1 Objetivos específicos

a) Calificar la calidad física, química y bacteriológica del agua destinada al consumo humano.

b) Determinar el riesgo a la salud humana que presentan los sistemas de abastecimiento de agua.

c) Cuantificar la cobertura regional y nacional.

d) Determinar el grado de continuidad de los servicios de abastecimiento.

e) Determinar el costo del agua destinado al consumo humano.

f) Contribuir con los programas de rehabilitación y ampliación de los sistemas de abastecimiento de agua mediante la identificación de los campos prioritarios para inversiones e indicar a los entes nacionales y regionales, las localidades con mayores problemas a través de informes sobre las características básicas del servicio.

g) Difundir a nivel técnico y político los resultados del Plan de Vigilancia.

h) Identificar los programas requeridos de educación sanitaria a fin de mejorar los hábitos de higiene de la población beneficiada.

i) Concientizar a la población sobre la necesidad de exigir a los abastecedores de agua el suministro de agua de buena calidad y en cantidad adecuada durante las 24 horas del día y a un justo precio.

j) Fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica para evaluar el impacto del Plan de Vigilancia y de las acciones de mejoramiento de la calidad del agua.

k) Mejorar los normas legales, reglamentos y normas vinculadas a la conservación y preservación de la calidad del agua para consumo humano.

7.3 Políticas y estrategias

Considerando que la vigilancia y el control de la calidad del agua es una actividad poco desarrollada en El País y que este atraviesa una difícil situación social y económica, El Plan propone la aplicación de políticas racionales en la formulación de las soluciones y el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles, de acuerdo con las necesidades de la población.

Para la consecución de los resultados se deberá establecer una serie de estrategias en el mejoramiento de los servicios, la coordinación y desarrollo de los sectores involucrados, el desarrollo de recursos humanos, la promoción de la participación de las comunidades, la economía de las inversiones y el financiamiento adecuado.

7.4 Campos de acción

El Plan de Vigilancia define dos campos de acción: a) el sistema de abastecimiento de agua, y b) la calidad de los servicios. El sistema de abastecimiento está conformado por la parte física de la red de distribución y sus componentes; y la calidad de los servicios está representada por los aspectos de calidad, cantidad, continuidad, cobertura y costo, como se muestra a continuación.

Sistema de abastecimiento (infraestructura física)	Expuesto al menor riesgo de contaminarse o ser contaminado. Observancia de la calidad del agua en todos los componentes del sistema de abastecimiento.	
Calidad del servicio	Calidad	Apta para consumo humano
	Cantidad	Suficiente para los fines domésticos
	Cobertura	Abarca al mayor número de la población
	Continuidad	Disponible la mayor parte de tiempo en el año
	Costo	El mínimo necesario

7.5 Alcances

En principio, el alcance del Plan ha sido elaborado para un horizonte de 10 años y abarca a todos los suministros colectivos de agua de consumo humano, sean de ciudades principales a través de conexiones domiciliarias, piletas públicas o camiones cisterna. Al efecto, la acción en el medio urbano abarcará el íntegro del área habitable mientras que en el rural sólo la servida por redes de abastecimiento de agua. De este modo se considera para los fines de elaboración del Plan a todos los centros poblados con más de 100 habitantes.

No se considera como parte del Programa de Vigilancia dos actividades auxiliares:

- la autorización del uso de nuevas fuentes de agua con fines de abastecimiento, y
- el seguimiento de la calidad del agua cruda de las fuentes de abastecimiento.

La autorización del uso de nuevas fuentes de agua con fines de abastecimiento solamente se requiere durante la etapa de planificación y normalmente lo aprueba la autoridad sanitaria y no forma parte de las responsabilidades de la oficina de vigilancia.

En cuanto a la fiscalización de la calidad de las aguas crudas de las fuentes, específicamente de las aguas superficiales, las entidades encargadas de su explotación están obligadas a poner en conocimiento de la autoridad competente la calidad de las mismas con la finalidad de efectuar el seguimiento histórico de su comportamiento. En el presente caso la autoridad competente son las autoridades de cuenca, pero deberá ser comunicado obligatoriamente a la autoridad sanitaria para su seguimiento.

Los campos de la vigilancia y el control de la calidad del agua están dirigidos a vigilar y controlar:

a) Agua distribuida por tuberías (componentes, conexiones domiciliarias y piletas públicas).

   1) Agua sometida a desinfección
   2) Agua no sometida a desinfección

b) Agua no distribuida por tuberías (pozos, camiones, etc.)

   1) Agua sometida a desinfección
   2) Agua no sometida a desinfección

7.6 Resultados esperados

7.6.1 Impacto en el progreso social y desarrollo de El País

El agua es fundamental para la existencia del ser humano y su uso mejora la calidad de vida. El agua desempeña un papel importante en la higiene personal y limpieza, por lo que se convierte en un componente fundamental de la atención de las necesidades básicas de la población.

El objetivo final de la vigilancia de la calidad del agua es el de contribuir a mejorar el nivel general de salud y bienestar de la comunidad y, por ende, contribuir al progreso social y económico de El País.

7.6.2 Impacto en la reducción y control de enfermedades

En El País existe una alta tasa de mortalidad causada por enfermedades gastrointestinales y de otro tipo, relacionadas con la falta de agua de bebida y la baja calidad de la misma.

Una combinación de buen abastecimiento de agua y educación sanitaria sobre su uso e higiene personal, reducirá el riesgo de transmisión de enfermedades de origen hídrico, lo que contribuirá al aumento de la expectativa de vida.

7.6.3 Actividades de vigilancia y control

En El País, las enfermedades hídricas de transmisión fecal-oral son las de mayor importancia. Sólo las enfermedades diarreicas representaron 24,3% de las atenciones médicas por enfermedades notificables en 1999 (véase cuadro 6).

Por ese motivo, el enfoque de las actividades de vigilancia estará dirigido principalmente a la definición de la calidad del agua, calidad del servicio y nivel de riesgo sanitario.

Las actividades para definir la calidad del agua se centrarán en definir la presencia de los agentes biológicos. Sin embargo, al existir un determinado riesgo a la salud por la presencia de sustancias químicas, ellas también serán incluidas en la evaluación de la calidad del agua.

La calidad del servicio se definirá por medio de los indicadores básicos representados por la calidad, cantidad, continuidad, cobertura y costo.

La inspección sanitaria estará dirigida a determinar la susceptibilidad del sistema a contaminarse en forma accidental o inducida por agentes externos.

Desde este punto de vista se considera que las actividades de vigilancia y control se desarrollarán en tres áreas básicas: a) sistema de distribución propiamente dicho que abarca desde la salida de las estructuras de almacenamiento hasta la conexión domiciliaria; b) estructuras de

almacenamiento de agua, como cisternas y reservorios de distribución; y c) salidas de las plantas de tratamiento o fuente de abastecimiento que pueden estar representadas por la tubería de aducción o reservorios matrices.

7.6.4 Sistema de distribución

En esta parte del sistema de abastecimiento de agua se evaluará la calidad bacteriológica y un grupo reducido de parámetros fisicoquímicos y se complementará con la inspección sanitaria de los componentes que conforman el sistema de distribución. En función de los tipos de abastecimiento existentes en El País, se consideran dos situaciones:

a) Agua desinfectada

   En sistemas donde se desinfecte el agua, las determinaciones analíticas a ser realizadas en forma obligatoria son cloro residual, turbiedad y pH. La determinación de coliformes fecales podrá tener una frecuencia menor a la recomendada en la norma.

b) Agua no desinfectada

   En sistemas de abastecimiento en donde no se desinfecte el agua, la determinación de coliformes termotolerantes será obligatoria, así como de la turbiedad. Teniendo en cuenta la rápida variación de la calidad microbiológica del agua, estos tipos de sistemas requerirán de una alta frecuencia de muestreo conjuntamente con la realización de inspecciones sanitarias más seguidas.

7.6.5 Reservorios y salida de plantas de tratamiento

En las líneas de aducción, que es el tramo comprendido entre la planta de tratamiento o fuente de abastecimiento directo y el reservorio matriz o reservorio de distribución, aparte de las determinaciones de cloro residual y coliformes termotolerantes, se dará especial énfasis a las determinaciones fisicoquímicas que afectan la aceptabilidad del agua, así como inorgánicos y orgánicos que afectan la salud humana. En el cuadro 14 se indican las determinaciones de los compuestos fisicoquímicos establecidos en la norma de calidad de agua para consumo humano y que se han tomado en cuenta en el Plan de Vigilancia y Control conjuntamente con las determinaciones de cloro residual y coliformes termotolerantes.

Cuadro 14. Determinaciones analíticas establecidas en la norma de calidad

Determinaciones que afectan la aceptabilidad	Compuestos inorgánicos	Compuestos orgánicos
pH	Arsénico	Alcanos clorados
Turbiedad	Cadmio	Etenos clorados
Color	Cromo	Hidrocarburos aromáticos
Dureza	Cianuro	Compuestos polinucleares
Cloruro	Fluoruro	Clorobencenos
Sólidos totales	Mercurio	Pesticidas
Sulfato	Nitrato	Fenoles y clorofenoles
Aluminio	Plomo	Trihalometanos
Cobre	Selenio	Benceno y alquil bencenos inferiores
Hierro		
Manganeso		
Cinc		
Sodio		

La presencia en el agua para consumo humano de los parámetros inorgánicos y orgánicos mostrados en el cuadro anterior se presentan muy raras veces, por ello, se ha considerado que estas pruebas se realicen en las líneas de aducción y esporádicamente en los reservorios. Sin embargo, dependiendo de la capacidad de los laboratorios de las entidades prestadoras de servicio, ellas podrán efectuarse en la red de distribución. De otra parte, en el caso de que la calidad de la fuente de agua cruda indique la presencia de sustancias que afecten o influyan en la salud, alteren la calidad organoléptica o que el agua haya sido tratada con productos químicos orgánicos o inorgánicos no autorizados, los responsables del control de la calidad del agua deberán realizar la medición frecuente del componente respectivo.

7.7 Lineamientos básicos del Plan

7.7.1 Niveles de vigilancia y control

El programa de vigilancia y control está dirigido no sólo a descubrir lo que está mal para remediar la situación, sino a exigir e identificar las medidas correctivas que las instituciones encargadas de su administración deben aplicar para reducir o eliminar los riesgos sanitarios.

A fin de viabilizar la implementación del Plan de Vigilancia y Control de los Servicios de Agua de Consumo Humano, se ha previsto aplicar un programa escalonado en el tiempo. Al efecto, el programa tendrá en cuenta la capacidad analítica de los laboratorios existentes en las entidades prestadoras de servicios y en el sector salud. De esta manera se ha previsto que la implementación se realice por niveles; los niveles más altos de ejecución se aplicarán en las ciudades de mayor población que cuenten con laboratorios bien implementados y los menores niveles en las poblaciones pequeñas y sin laboratorios.

Se ha considerado que el organismo de vigilancia y ente regulador ejercerán presión sobre los responsables del control de la calidad del agua para consumo humano para que el número de determinaciones analíticas vayan incrementándose progresivamente a lo largo de los años.

Los niveles de vigilancia han sido definidos en función de la disponibilidad de los recursos humanos, materiales y económicos. Al efecto se han definido cinco niveles de vigilancia y control que varían desde las acciones mínimas indispensables hasta el nivel deseable o recomendable.

7.7.2 Evaluaciones recomendadas y frecuencia del muestreo

La selección de los parámetros analíticos ha sido definida por consenso entre la autoridad sanitaria, el ente regulador y el representante de los abastecedores dentro del marco de la norma de calidad del agua. El tipo de determinaciones y las frecuencias de muestreo han sido agrupadas de acuerdo con el tamaño poblacional de las localidades, las mismas que fueron definidas en cinco categorías: a) ciudades mayores con poblaciones mayores de 200.000 habitantes; b) ciudades medianas con 50.000 a 200.000 habitantes; c) ciudades pequeñas con 10.000 a 50.000 personas; d) pueblos con 2.500 a 10.000 habitantes; y e) localidades rurales con poblaciones entre 100 y 2.500 habitantes. Adicionalmente, se ha tenido en consideración las partes del sistema de abastecimiento de agua: a) salida de plantas de tratamiento; b) depósitos de almacenamiento de agua o reservorios y c) red de distribución de agua. En el cuadro 15 se presenta las determinaciones y las frecuencias de muestreo por tamaño de ciudades y partes del sistema de abastecimiento de agua.

En la elaboración de los programas analíticos de cada localidad se podrá considerar que los sistemas que desinfecten sus aguas y que tengan poblaciones mayores de 50.000 habitantes, podrán disminuir la frecuencia del muestreo bacteriológico siempre que se realicen determinaciones de cloro residual en los puntos más distantes de la red de distribución.

Para el caso específico de los programas de vigilancia a cargo de la autoridad de salud, se ha considerado la realización de las determinaciones indicadas en el cuadro 16. Los niveles de vigilancia a implementar han sido definidos a partir de la capacidad analítica de los laboratorios que la autoridad dispone en El País y en líneas generales se estima que puede corresponder a 10% de las determinaciones realizadas por los abastecedores.

La frecuencia de muestreo para las determinaciones bacteriológicas y fisicoquímicas dentro del marco de la vigilancia de la calidad del agua se indican en los cuadros 17 y 18.

7.7.3 Inspecciones sanitarias

Las inspecciones sanitarias estarán a cargo de los abastecedores de agua tanto públicos como privados y de las autoridades municipales que administren sus servicios de abastecimiento de agua. La frecuencia recomendada para la ejecución de esta labor se presenta en el cuadro 19. La autoridad de vigilancia se encargará de la verificación de la calidad de la información a través de auditorías a los órganos responsables.

Cuadro 15. Número de determinaciones por nivel de localidad (muestras por año)

Determinaciones	Ciudades grandes			Ciudades medianas			Ciudades pequeñas			Pueblos			Rural		
	Plan.	Reser.	Distri.	Plan.	Reser.	Distri.	Plan.	Reser.	Distri.	Plan.	Reser.	Distri.	Plan.	Reser.	Distri.
Nivel básico															
Turbiedad	365	365	52	180	48	26	12	12	12		6	6		1	4
Valor de pH	365	365	52	180	48	26	12	12	12		6	6		1	4
Cloro residual	1460	365	365	180	365	52	52	105	52		26	12		6	4
Coli termotoleran.	365	52	26	180	52	26	52	52	26		6	12		2	4
Factores que afectan la calidad organoléptica															
Color	52	12	4	24	6	1	4	4			2			0,5	
Dureza	52	12	4	24	6	1	4	4			2			0,5	
Cloruros	52	12	4	24	6	1	4	4			2			0,5	
Sulfato	52	12	4	24	6	1	4	4			2			0,5	
Sólidos disueltos	52	12	4	24	6	1	4	4			2			0,5	
Hierro	52	12	4	24	6	1	4	4			2			0,5	
Manganeso	52	12	4	24	6	1	4	4			2			0,5	
Compuestos inorgánicos que influyen en la salud															
Arsénico	4	1		4			1			1				0,5	
Cadmio	4	1		4			1			1				0,5	
Cianuro	4	1		4			1			1				0,5	
Cromo	4	1		4			1			1				0,5	
Mercurio	4	1		4			1			1				0,5	
Plomo	4	1		4			1			1				0,5	
Selenio	4	1		4			1			1				0,5	
Aluminio	4	1		4			1			1				0,5	
Cobre	4	1		4			1			1				0,5	
Cinc	4	1		4			1			1				0,5	
Sodio	4	1		4			1			1				0,5	
Nitrato	12	4		12			1			1				0,5	
Fluoruro	12	4		12			1			1				0,5	
Compuestos orgánicos que influyen en la salud															
Alcanos clorados	2			0,5											
Etenos clorados	2			0,5											
Hidrocarburos aromáticos	2			0,5											
Compuestos polinucleares	2			0,5											
Clorobencenos	2			0,5											
Pesticidas	2			0,5											
Fenoles y clorofenoles	2			0,5											
Trihalometanos	2			0,5											
Benceno y alquil bencenos inferiores	2			0,5											

Cuadro 16. Determinaciones analíticas por nivel de vigilancia

Distribuida por tuberías	**Nivel**				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
Agua desinfectada					
Aducción	A	B+A	C+A	D+A	E+A
Distribución	A	B+A	C+A	D+A	E+A
Pileta pública	A	B+A	---	---	---
Agua no desinfectada					
Aducción	B	C	D	E	---
Distribución	B	C	D	E	---
Pileta pública	B	---	---	---	---
No distribuida por tuberías	**Nivel**				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
Agua desinfectada					
Camión cisterna	A	B+A	C+A	---	---
Agua no desinfectada					
Camión cisterna	B	B+A	C+A	---	---

A = Cloro residual
B = Coliformes termotolerantes + turbiedad
C = B + componentes que afectan la calidad organoléptica del agua
D = C + componentes inorgánicos que influyen en la salud
E = D + componentes orgánicos que influyen en la salud

Cuadro 17. Frecuencia del muestreo bacteriológico por niveles (número de muestras por año)

Tamaño de la población	**Nivel**				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
Zona rural 100 – 2.500 hab.	0	1	2		
Pueblos 2500 – 10.000 hab.	0	1	2	4	
Ciudades pequeñas 10.000 – 50.000 hab.	0	1	2	4	12
Ciudades medias 50.000 – 200.000 hab.	1	2	4	12	26
Ciudades mayores Mayor de 200.000 – hab.	2	4	12	26	52

Cuadro 18. Frecuencia del muestreo fisicoquímico por niveles (número de muestras por año)

Tamaño de la población	Nivel									
	Superficial					Subterránea				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Zona rural 100 – 2.500 hab.	2					1				
Pueblos 2500 – 10.000 hab.	2	4				1				
Ciudades pequeñas 10.000 – 50.000 hab.	2	4	12			1	2			
Ciudades medias 50.000 – 200.000 hab.	2	4	12	26		1	2			
Ciudades mayores Mayor de 200.000 – hab.	2	4	12	26	52	1	2	4		

Cuadro 19. Frecuencia de inspecciones sanitarias por niveles

Tamaño de la población	Nivel				
	I	II	III	IV	V
Zona rural 100 – 2.500 hab.	0	C/2 años	Anual		
Pueblos 2500 – 10.000 hab.	0	Anual	C/6 meses		
Ciudades pequeñas 10.000 – 50.000 hab.	0	Anual	C/6 meses		
Ciudades medias 50.000 – 200.000 hab.	Anual	C/6 meses	C/3 meses		
Ciudades mayores Mayor de 200.000 – hab.	Anual	C/6 meses	C/3 meses		

7.8 Programas de vigilancia y control

7.8.1 Generalidades

En la preparación del presente plan se han considerado dos grupos de programas: a) Programas operativos; y b) Programas de apoyo. Estos programas deberán ser desarrollados conjuntamente entre el Ministerio de Salud, los abastecedores públicos y privados, incluidas las administraciones municipales y las juntas rurales encargadas de la gestión de los sistemas rurales.

7.8.2 Programas

Con el propósito de alcanzar el mejoramiento de la calidad de vida, el Plan considera llevar a cabo un conjunto de acciones de vigilancia y control. Independientemente de estas acciones, es necesario e imprescindible la ejecución de programas de inversión con la finalidad de mejorar e incrementar la cobertura de los servicios de agua y saneamiento, así como el control de vectores, alimentos y establecimientos públicos, entre otros.

Los programas destinados a coadyuvar la aplicación de la vigilancia en todo El País han sido ordenados del modo siguiente:

7.8.3 Programas operativos

Programa 1 Inspección sanitaria y evaluación de servicios
Programa 2 Análisis de la calidad del agua
Programa 3 Evaluación institucional.

7.8.4 Programas de apoyo

Programa 4 Desarrollo institucional
Programa 5 Bases legales
Programa 6 Desarrollo de recursos humanos
Programa 7 Educación ambiental
Programa 8 Vigilancia epidemiológica ambiental
Programa 9 Vigilancia comunitaria
Programa 10 Información.

7.9 Programas operativos

7.9.1 Programa 1: Inspección sanitaria y evaluación de servicios

El programa tiene por finalidad catalogar y determinar el riesgo que ofrecen las instalaciones de abastecimiento de agua en el área urbana y rural, e indicar a las instituciones responsables los problemas existentes para la toma de acciones correctivas tendientes a mejorar la calidad de los servicios de agua.

El programa comprende:

a) Censo de cada uno de los centros poblados con servicio de abastecimiento de agua
b) Evaluación de las instalaciones para catalogar y calificar su capacidad de respuesta al programa de vigilancia y control de la calidad del agua
c) Inspección sanitaria de los sistemas de abastecimiento de agua para determinar el nivel de riesgo de las instalaciones
d) Evaluación del nivel de riesgo a la salud
e) Evaluación de la calidad y de los niveles de servicio.

7.9.2 Programa 2: Análisis de la calidad del agua

El programa está destinado a asegurar la buena calidad de las aguas destinadas al consumo humano.

El programa comprende:

a) Formulación y establecimiento de normas de calidad
b) Implementación de laboratorios
c) Establecimiento del sistema de muestreo y ejecución del programa de muestreo y análisis de agua
d) Desarrollo del programa de control de calidad analítica.

7.9.3 Programa 3: Evaluación institucional

La evaluación institucional será responsabilidad del órgano vigilador del ente regulador, según corresponda, y tendrá como objetivo el análisis de la organización y de las facilidades físicas, económicas y de recursos humanos dedicados por los abastecedores a sus programas de control de la calidad del agua para consumo humano.

El programa comprende:

a) Organización institucional
b) Capacidad operacional.

7.10 Programas de apoyo

7.10.1 Programa 4: Desarrollo institucional

El desarrollo institucional tiene por finalidad organizar el sistema de vigilancia de la calidad de servicios de agua de consumo como un elemento coordinador, supervisor y administrador de las acciones y esfuerzos dirigidos a determinar los riesgos que ofrecen los diferentes sistemas de abastecimiento de agua a fin de mejorar la calidad de los mismos.

El programa se desarrollará a través de tres proyectos:

a) Institucionalización del sistema nacional de vigilancia
b) Desarrollo del sistema de informática e información, notificación y control
c) Fortalecimiento de los organismos ejecutores y coordinadores a nivel regional.

Este último proyecto deberá complementarse con las áreas siguientes:

- Administración del proyecto
- Administración financiera.

7.10.2 Programa 5: Bases legales

El éxito de la consecución del Plan de Vigilancia y Control descansa en la existencia de los respectivos dispositivos legales que favorezcan la implementación del mismo. Al efecto se han identificado tres acciones:

a) Revisión de la legislación vigente relacionada con la prestación de los servicios de abastecimiento de agua
b) Promulgación de nuevos dispositivos legales que viabilicen la ejecución del Plan
c) Formulación de normas complementarias.

7.10.3 Programa 6: Desarrollo de recursos humanos

El desarrollo de recursos humanos tiene por finalidad formar y capacitar los recursos humanos adecuados y suficientes en las diferentes instituciones para cumplir correctamente las funciones que le competen.

Este programa comprende:

a) Censo del personal dedicado a la vigilancia
b) Registro de las instituciones nacionales e internacionales que proporcionan capacitación
c) Determinación de los requerimientos de personal tanto a nivel del órgano vigilador como de los abastecedores
d) Necesidades de capacitación para atender las necesidades futuras
e) Formulación y validación de los módulos de capacitación
f) Formulación del plan nacional e institucional de capacitación.

7.10.4 Programa 7: Educación ambiental

El programa está destinado a que la población tome conciencia sobre lo que significa para la salud el consumo de agua de buena calidad, la disposición higiénica de excretas y los hábitos y costumbres sanitarias. Esto conlleva a la realización de acciones de comunicación individual, grupal y masiva para el logro de los objetivos. Asimismo, se debe fomentar el buen uso del agua y la protección de las fuentes, todo lo cual es posible de lograrlo mediante la realización de programas de educación sanitaria.

El programa comprende acciones por medio de:

a) Educación escolarizada
b) Comunicación masiva por radio y televisión
c) Capacitación a través de centros y puestos de salud.

7.10.5 Programa 8: Vigilancia epidemiológica ambiental

La vigilancia epidemiológica ambiental está destinada a identificar las enfermedades vinculadas con la calidad del agua o la calidad de los servicios. De esta manera se podrá determinar el impacto de la calidad del agua y de los factores que influyen en la salud, los mismos que podrán ser empleados para identificar las medidas correctivas necesarias tanto en los procedimientos operativos, constructivos y de mantenimiento de las diferentes partes que conforman el sistema de abastecimiento de agua, así como el impacto de los materiales constructivos y de productos químicos empleados en las obras de abastecimiento y en el tratamiento del agua. Finalmente, también ayudará a priorizar los criterios de inversión en los sectores responsables según el impacto anticipado en la salud pública. Las acciones identificadas son:

a) Revisión y ampliación del listado de enfermedades de notificación obligatoria para evaluar el impacto de la calidad del agua y del servicio de abastecimiento de agua en la salud de los consumidores.
b) Desarrollo de un sistema de evaluación de la información epidemiológica.

7.10.6 Programa 9: Vigilancia comunitaria

El programa está dirigido a organizar y conseguir la participación conveniente y activa de los pobladores de las zonas urbanas, urbano-marginales y rurales a través de los comités de vigilancia.

En el medio urbano, los comités se encargarán de exigir a los abastecedores el suministro de agua segura y la calidad establecida en las normas o por la autoridad sanitaria. En el medio urbano-marginal y rural se encargarán de exigir el cumplimiento de las observaciones formuladas por la autoridad sanitaria para el mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.

El programa comprende:

a) Identificación de las jerarquías de las autoridades existentes en las distintas regiones de El País.
b) Diseño del sistema de participación de los comités de vigilancia.
c) Capacitación de los miembros de los comités de vigilancia.

7.10.7 Programa 10: Información

En general, los datos por sí solos tienen muy poco valor, por lo que deben ser validados, almacenados en una base de datos y evaluados para producir información útil a los partes interesadas en la preservación y conservación de la salud humana, bien sea a través del mejoramiento de la calidad de los servicios, la rehabilitación de los sistemas o la ampliación de la cobertura del abastecimiento de agua.

Adicionalmente, la información conjuntamente con los resultados de la vigilancia epidemiológica ambiental debe servir para determinar el nivel de riesgo en que se encuentran expuestos los usuarios del servicio de abastecimiento de agua y para actualizar las normas, reglamentos u otros tipos de instrumentos normativos o legales vinculados con el abastecimiento de agua.

7.11 Alternativas para la implementación de l a vigilancia a nivel nacional

En el planteamiento de las alternativas se está partiendo de las premisas siguientes:

- A partir de las normas de calidad del agua, se han establecido las determinaciones que deben efectuarse, así como la frecuencia de muestreo.

- En la definición de los niveles de intervención para el planteamiento de alternativas han intervenido la autoridad sanitaria, el ente regulador y los abastecedores y, por consenso, se han establecido diferentes niveles de cumplimiento. La definición de los futuros niveles de intervención ha tenido en cuenta la situación actual.

- Las determinaciones y frecuencias del muestreo han sido divididas según el tamaño de los centros poblados y las principales partes del sistema de abastecimiento de agua.

- Durante la etapa inicial se dará énfasis a la inspección sanitaria y progresivamente se incrementará la evaluación de la calidad bacteriológica del agua, el control del cloro residual y de los parámetros fisicoquímicos básicos.

En el cuadro 20 se presenta el nivel de los programas para el control de calidad del agua en el año 2000 y los diferentes niveles de metas establecidas para el año 2010, lo que da origen a seis alternativas de intervención. Estas metas han sido definidas teniendo en cuenta las máximas exigencias indicadas en la norma de calidad de agua de El País.

Cuadro 20. Situación de los programas de control de la calidad del agua y alternativas para futuras intervenciones (expresado en porcentaje de cumplimiento de las normas de calidad del agua)

Tamaño de la población	Situación en el año 2000	Alternativas en el año 2010					
		1	2	3	4	5	6
Zona rural 100 – 2.500 hab.	2	10	20	35	40	50	100
Pueblos 2.500 – 10.000 hab.	5	20	40	50	60	70	100
Ciudades pequeñas 10.000 – 50.000 hab.	10	35	60	70	75	85	100
Ciudades medianas 50.000 – 200.000 hab.	25	55	80	90	95	95	100
Ciudades mayores Mayor de 200.000 hab.	50	75	90	95	100	100	100

En las ciudades medianas con poblaciones entre 50.000 a 200.000 habitantes, así como en las grandes ciudades con poblaciones mayores de 200.000 habitantes, las entidades prestadoras de servicio asumirán el costo total que demande el control de la calidad del agua para consumo humano.

ANEXO 2

Plano de ubicación

Universidad Católica Andrés Bello

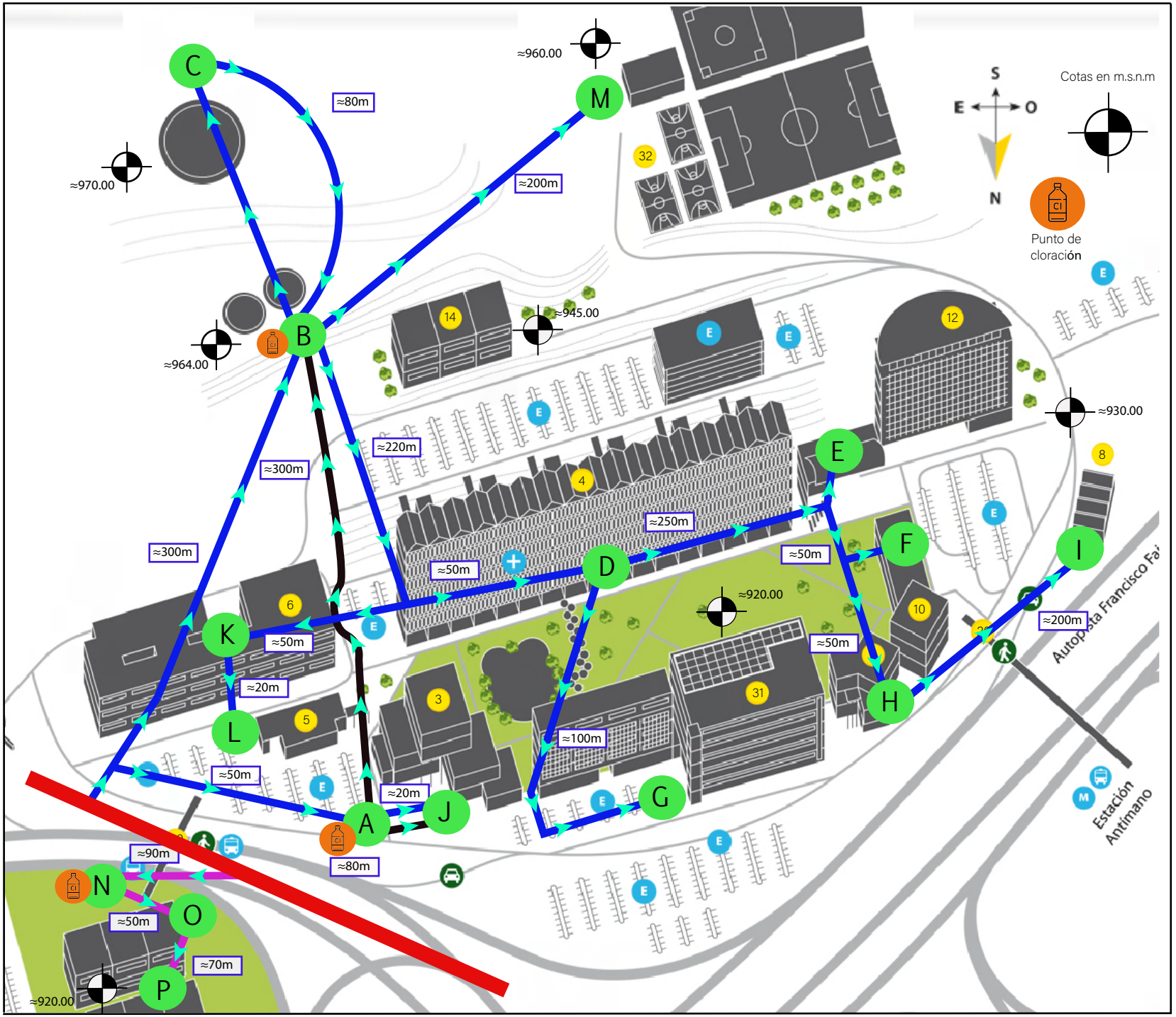
- 1 Servicios Centrales
- 3 Centro Loyola
- 4 Edificio de Módulos
- 5 Casa del Estudiante
- 6 Ingeniería
- 8 Servicios Generales
- 10 Edificio de Postgrado
- 12 Edificio Cincuentenario
- 14 Residencia Jesuítas
- 20 Pasarela Metro
- 30 Entrada Peatonal al Parque Social
- 31 Centro Cultural
- 32 Canchas

- Enfermería (Módulo 2, piso 3)
- E Estacionamiento
- Entrada/salida vehicular
- Entrada/salida peatonal

Puntos de Muestreo

- A Entrada de HC*/ Extracción del pozo
- B Tanques Gemelos / Casa de Padres
- C Tanque Australiano
- D Cafetín Módulos
- E Feria de Comida - Cincuentenario
- F Postgrado
- G Tanque de almacenamiento Biblioteca
- H Rectorado
- I Dirección de Servicios
- J Centro Loyola
- K Edificio de Laboratorios
- L Solarium
- M Edificio de Canchas
- N Tanque de almacenamiento Parque Social
- O Centro de Salud Santa Inés
- P Centro de Educación Comunitaria

* HIDROCAPITAL

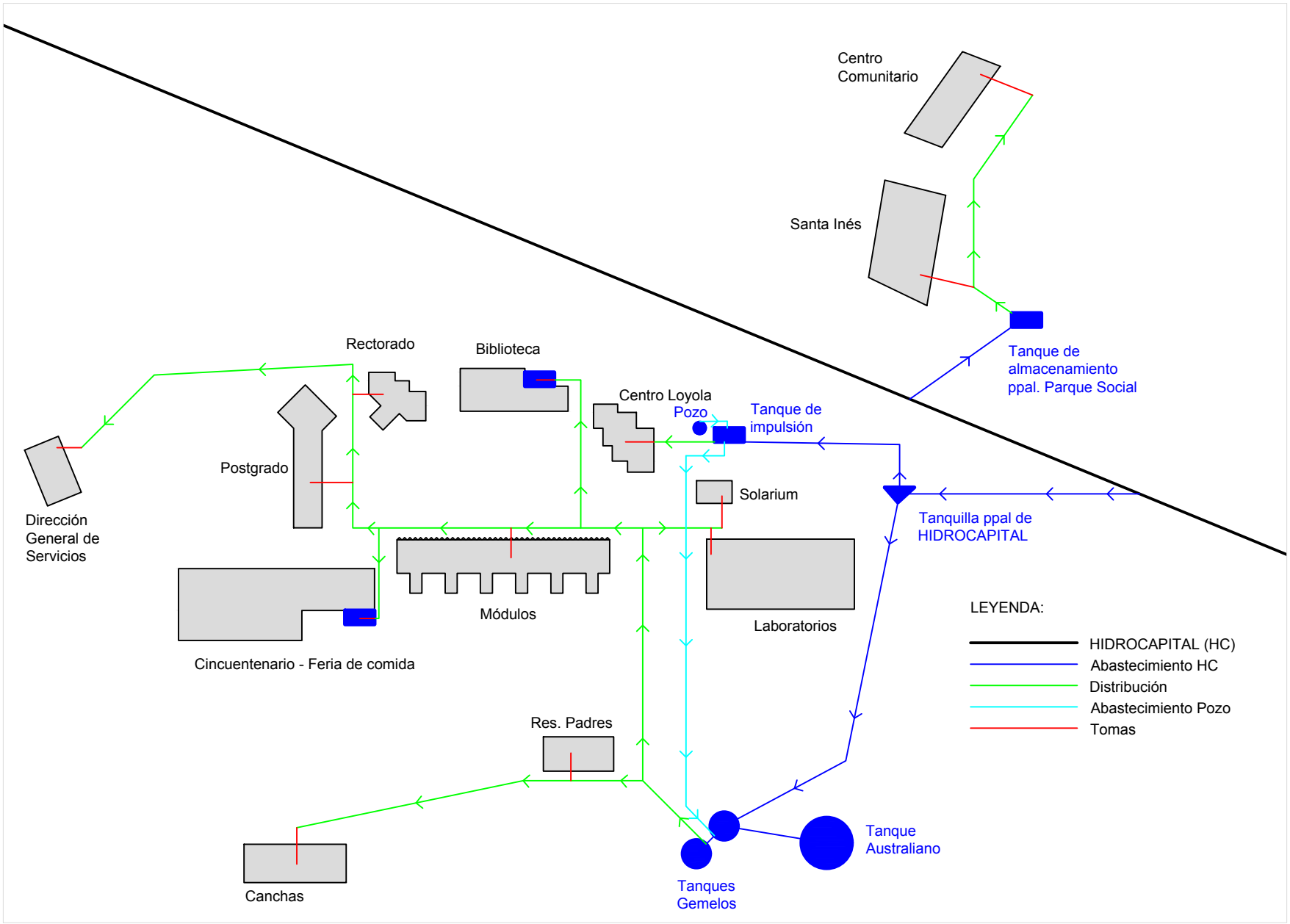


Mapa de Distribución

RED DE DISTRIBUCION CAMPUS UCAB	RED DE EXTRACCIÓN DEL POZO	ACUEDUCTO DE HIDROCAPITAL	RED DE DISTRIBUCION PARQUE SOCIAL

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

CROQUIS DE LA RED DE ABASTECIMIENTO



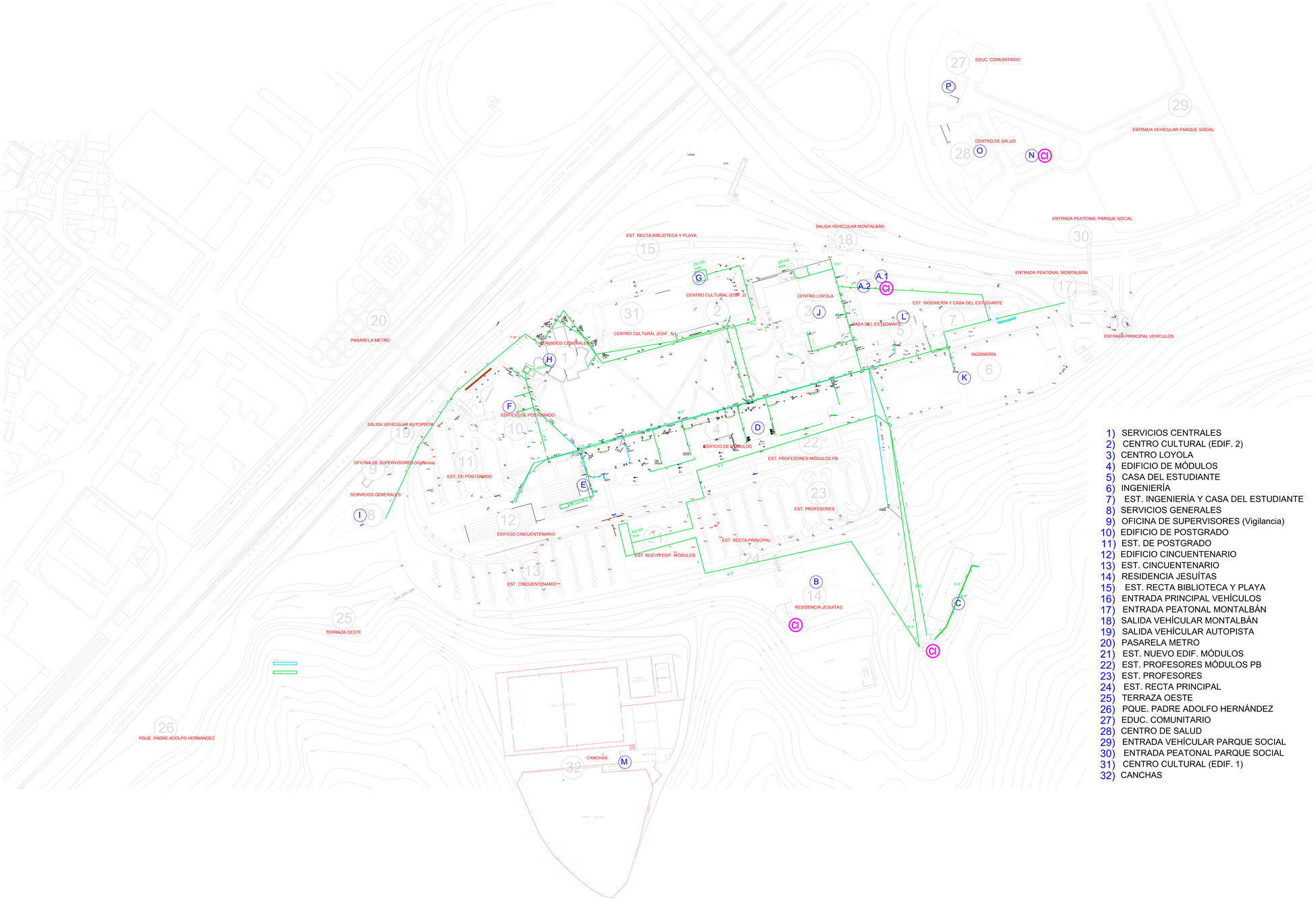
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ANEXO 3

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



esc. 1:1000

LEYENDA

TRAMO VERIFICADO
TRAMO SUPUESTO
T.EL. : TANQUILLA DE ELECTRICIDAD
LPAB.: LLAVE DE PASO
A.LL : TANQUILLA, BOCA DE VISITA O SUMIDERO DE AGUA DE LLUVIA
Ap. : APORTE DE AGUAS NEGRAS
T.Ec : TANQUILLA DE A.N. EDIF. CINCUENTENARIO
T.Cest.:TANQUILLA A.N. CASA DEL ESTUDIANTE
TP11 : TANQUILLA A.N. EDIF. POSTGRADOS
B.V.Ingl: BOCA DE VISITA UBICADA DENTRO DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS
T.CL. : TANQUILLA A.N. CENTRO LOYOLA
T.In : TANQUILLA INACTIVA
T.S. : TANQUILLA SELLADA
T.Modl. :TANQUILLA ADYACENTE A MÓDULO1
H : HIDRANTE
AB : TANQUILLA DE AGUAS BLANCA
Cl Punto de cloración

1) SERVICIOS CENTRALES
2) CENTRO CULTURAL (EDIF. 2)
3) CENTRO LOYOLA
4) EDIFICIO DE MÓDULOS
5) CASA DEL ESTUDIANTE
6) INGENIERÍA
7) EST. INGENIERÍA Y CASA DEL ESTUDIANTE
8) SERVICIOS GENERALES
9) OFICINA DE SUPERVISORES (Vigilancia)
10) EDIFICIO DE POSTGRADO
11) EST. DE POSTGRADO
12) EDIFICIO CINCUENTENARIO
13) EST. CINCUENTENARIO
14) RESIDENCIA JESUÍTAS
15) EST. RECTA BIBLIOTECA Y PLAYA
16) ENTRADA PRINCIPAL VEHÍCULOS
17) ENTRADA PEATONAL MONTALBÁN
18) SALIDA VEHÍCULAR MONTALBÁN
19) SALIDA VEHÍCULAR AUTOPISTA
20) PASARELA METRO
21) EST. NUEVO EDIF. MÓDULOS
22) EST. PROFESORES MÓDULOS PB
23) EST. PROFESORES
24) EST. RECTA PRINCIPAL
25) TERRAZA OESTE
26) PQUE. PADRE ADOLFO HERNÁNDEZ
27) EDUC. COMUNITARIO
28) CENTRO DE SALUD
29) ENTRADA VEHÍCULAR PARQUE SOCIAL
30) ENTRADA PEATONAL PARQUE SOCIAL
31) CENTRO CULTURAL (EDIF. 1)
32) CANCHAS

A.1) ENTRADA DE HIDROCAPITAL
A.2) EXTRACCIÓN DEL POZO
B) TANQUES GEMELOS / CASA DE PADRES
C) TANQUE AUSTRALIANO
D) CAFETÍN MÓDULOS
E) FERIA DE COMIDA - CINCUENTENARIO
F) POSTGRADO
G) TANQUE DE ALMACENAMIENTO BIBLIOTECA
H) RECTORADO
I) DIRECCIÓN DE SERVICIOS
J) CENTRO LOYOLA
K) EDIFICIO DE LABORATORIOS
L) SOLARIUM
M) EDIFICIO DE CANCHAS
N) TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARQUE SOCIAL
O) CENTRO DE SALUD SANTA INÉS
P) CENTRO DE EDUCACIÓN COMUNITARIA

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO
Dirección General de Servicios

PROYECTO:

PLANO DE UBICACIÓN

Dirección de Seguridad

FECHA: ABR. 2020
ESCALA: 1:1000
DIBUJO: AJFG

DGS 01

Editado por: Francisco Velásquez V-27.187.292

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ANEXO 4

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

INFORME MENSUAL

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	10/01/2021
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
ELABORACIÓN DEL INFORME	JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA SANITARIA

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

OBSERVACIÓN GENERAL

AQUÍ SE COLOCARÍA EN CUÁLES PUNTOS DE MUESTREO NO SE CUMPLE CON LA NORMA Y EL PARÁMETRO ASOCIADO, ASÍ COMO CUALQUIER OTRA OBSERVACIÓN GENERAL DEL MUESTREO DEL MES. EL TAMAÑO DE LETRA QUE SE CONSIDERE NECESARIO.

RESULTADOS

Oct 2021																			
PUNTOS DE MUESTREO	**A.1**	**A.2**	**B**	**C.1**	**C.2**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N.1**	**N.2**	**O**	**P**
Color Real (UCV)	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Turbiedad (UNT)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Cloro Residual Libre (mg/L)	2.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Cloro Residual Total (mg/L)	3.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Coliformes Totales (Org/100 ml)	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Coliformes Fecales (Org/100 ml)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Heterótrofos (UFC/ml)	40	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
pH	6	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
SDT (mg/l)	700	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Dureza Total (mg/L $CaCO_3$)	230	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Cloruros (mg/L)	230	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Hierro Total (mg/L)	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Manganeso Total (mg/L)	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sulfatos (mg/L)	230	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
CUMPLE (DESEABLE)																			
CUMPLE																			
CUMPLE (AL LÍMITE)																			
NO CUMPLE																			
NO MEDIDO																			

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

ENTRADA DE HIDROCAPITAL

A.1

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL – ESTACIONAMIENTO DE SOLARIUM

PUNTO DE MUESTREO

COORDENADAS:

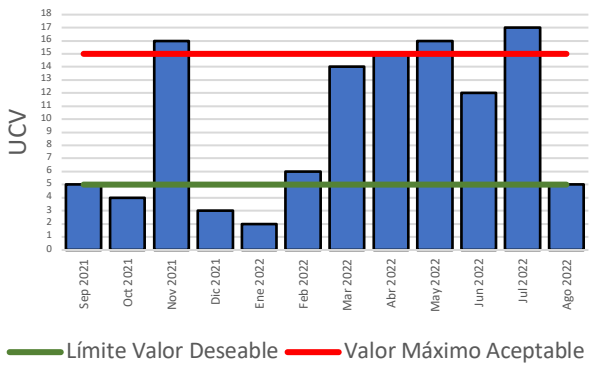
10º27’56”N 66º58’32”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

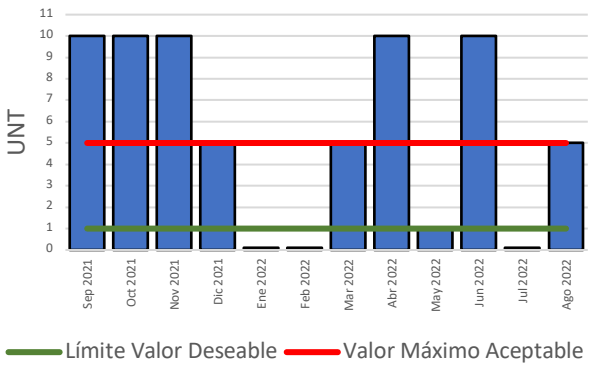
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Estacionamiento al norte de Solarium	Tanquilla del tanque principal

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

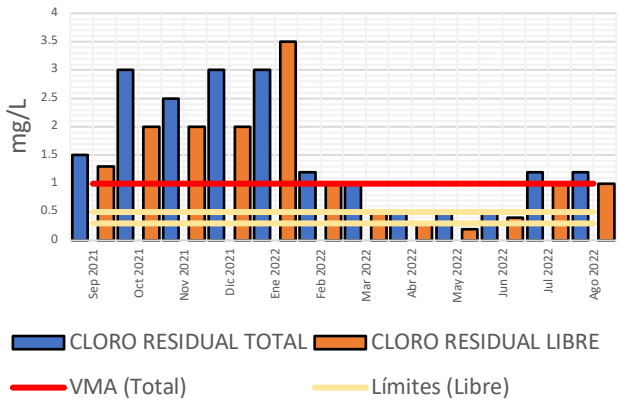
COLOR REAL



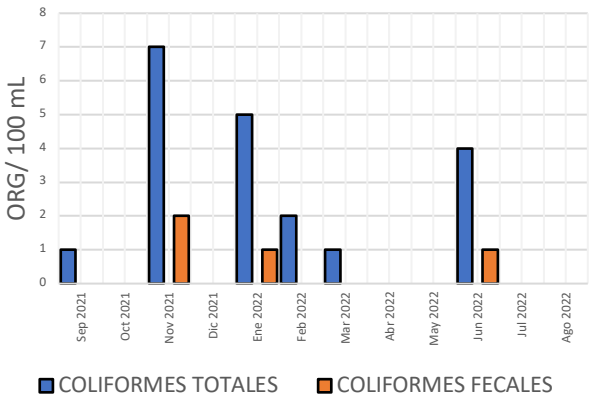
TURBIEDAD



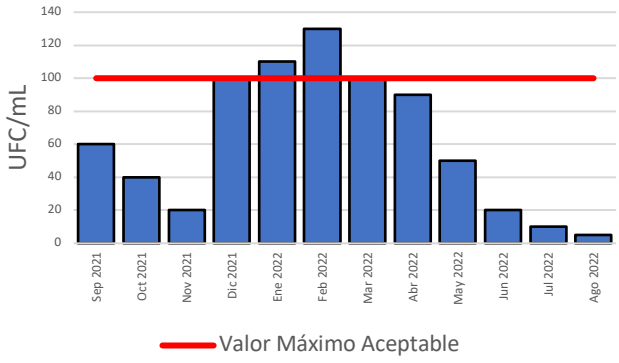
CLORO RESIDUAL



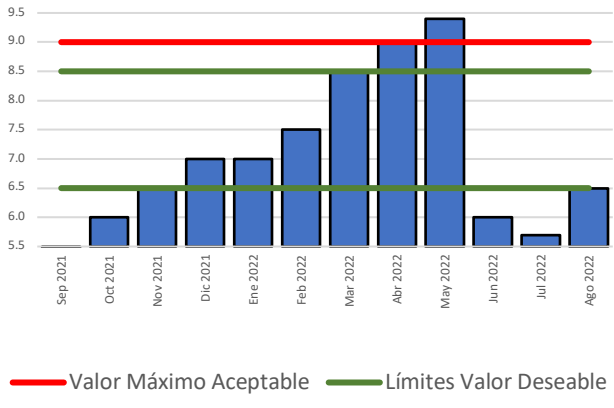
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



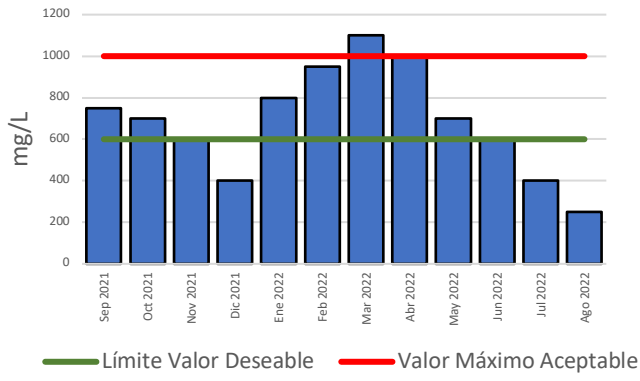
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

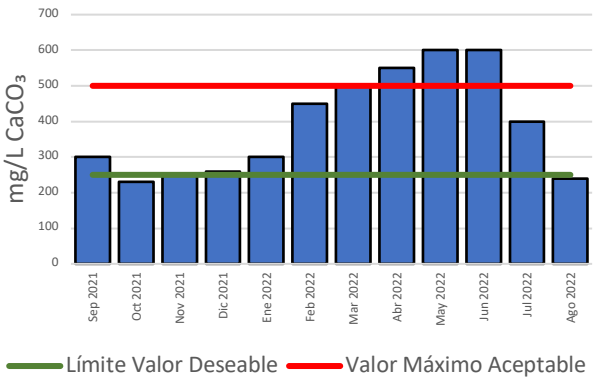
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

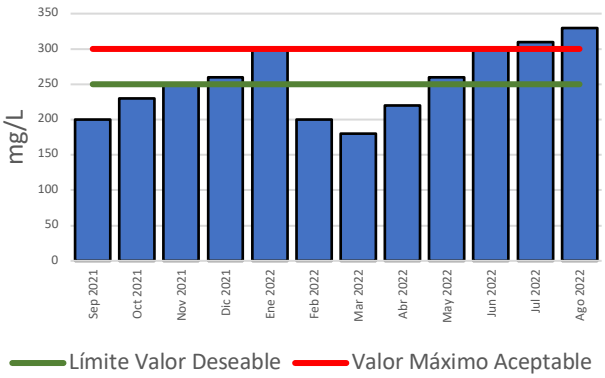
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



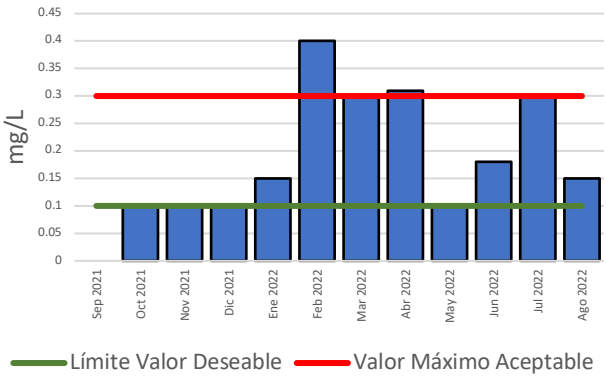
DUREZA TOTAL



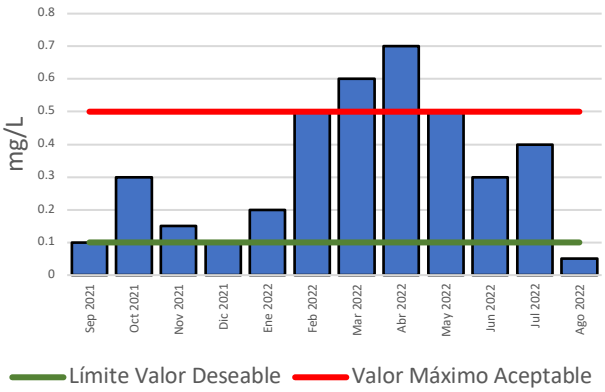
CLORUROS



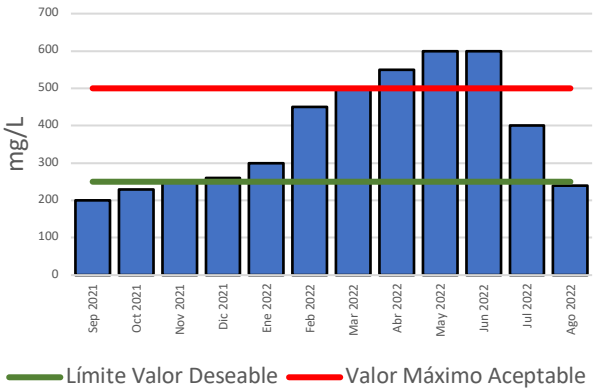
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

EXTRACCIÓN DEL POZO

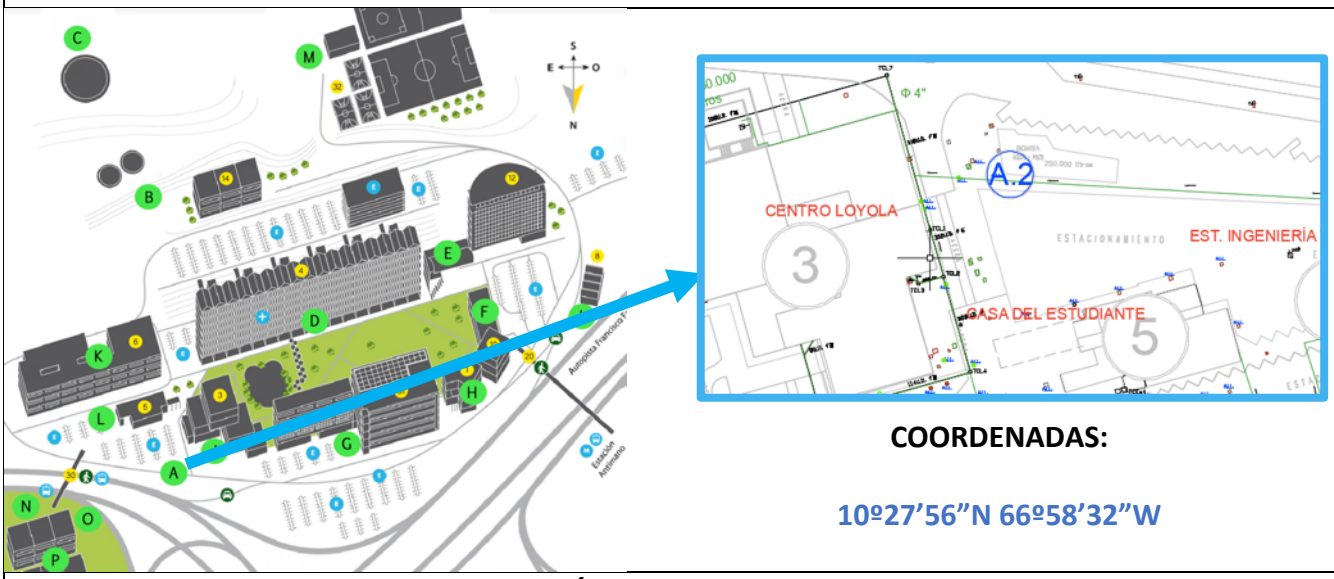
A.2

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	POZO

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL – ESTACIONAMIENTO DE SOLARIUM

PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

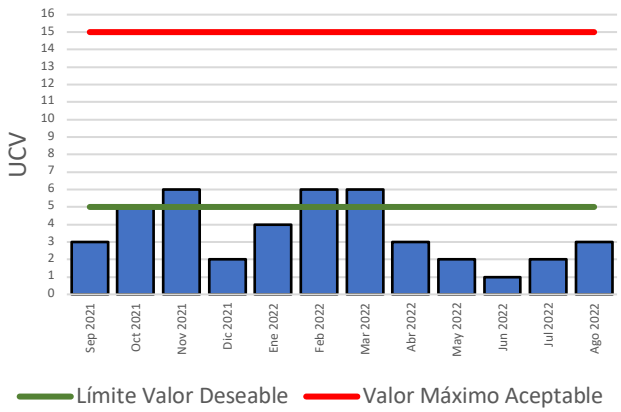
10º27’56”N 66º58’32”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

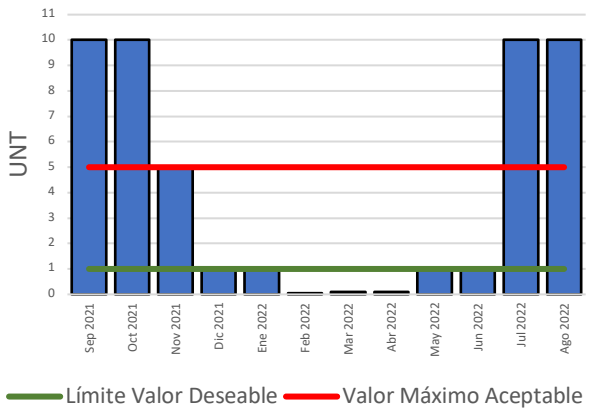
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Estacionamiento al norte de Solarium	Tanquilla de bomba de extracción del pozo

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

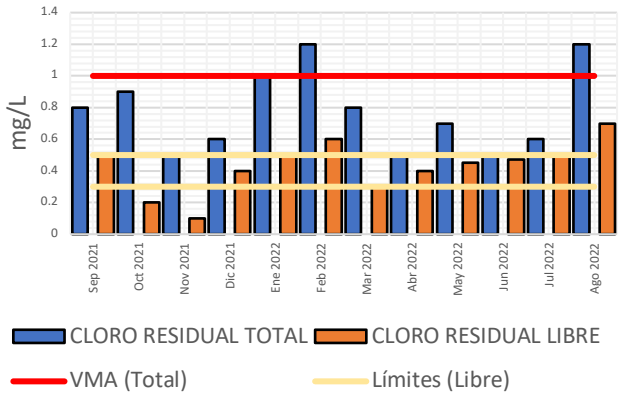
COLOR REAL



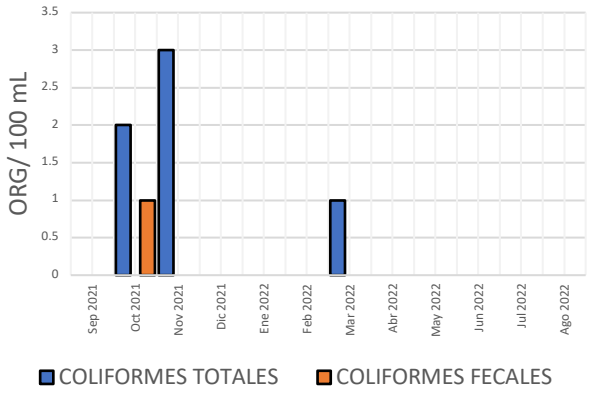
TURBIEDAD



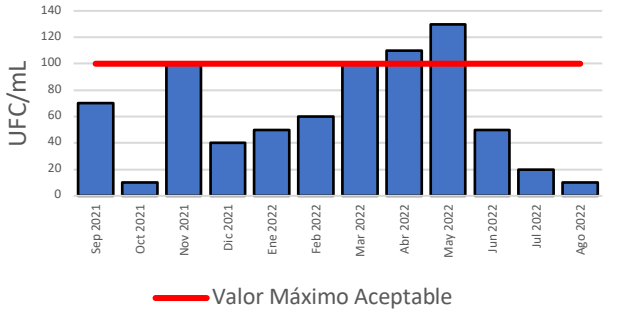
CLORO RESIDUAL



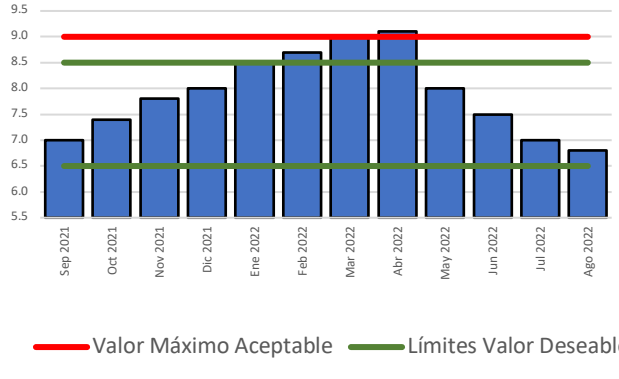
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



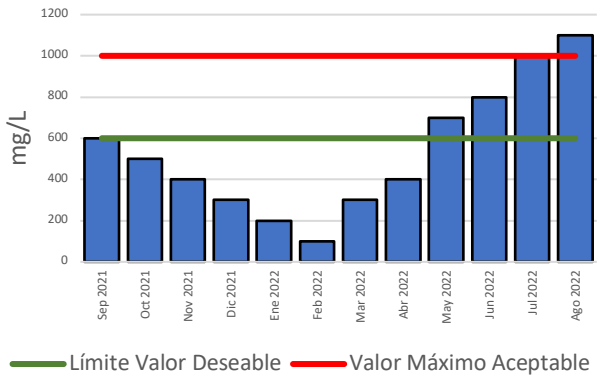
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

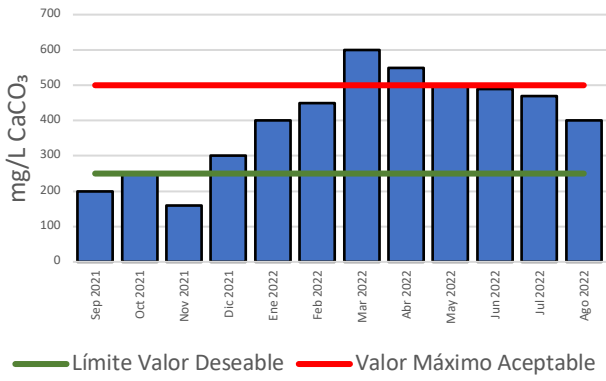
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

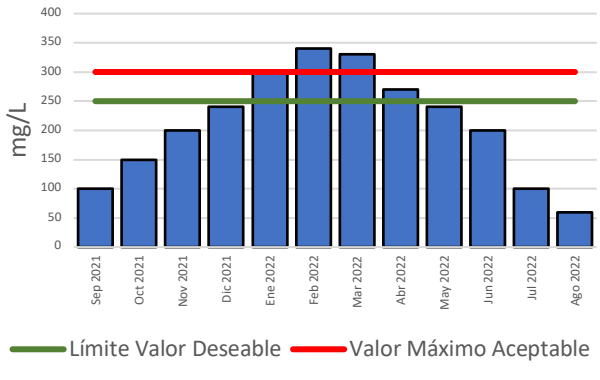
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



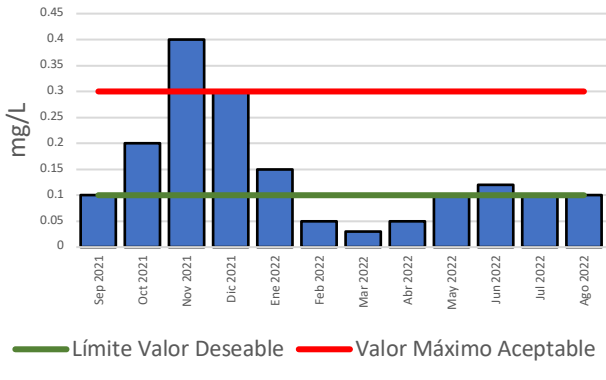
DUREZA TOTAL



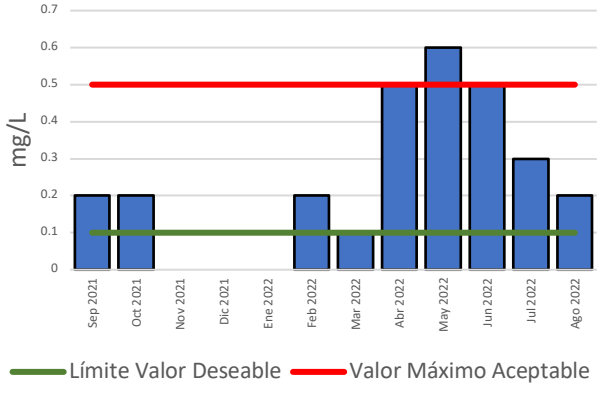
CLORUROS



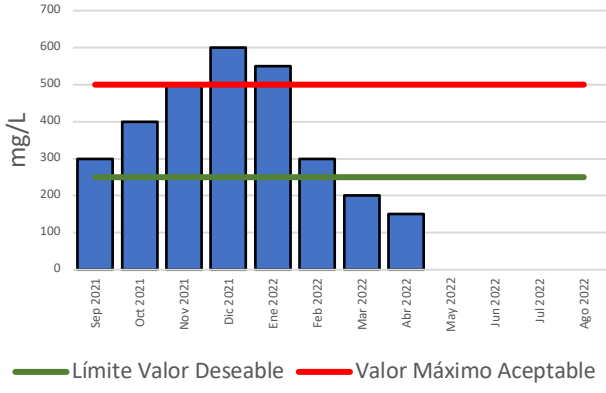
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

TANQUES GEMELOS – SALIDA / CASA DE PADRES

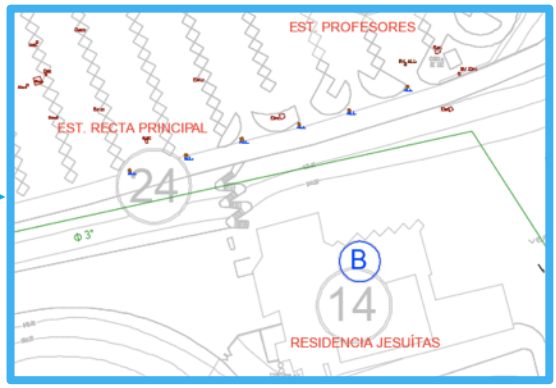
B

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

RESIDENCIAS DE LOS JESUITAS

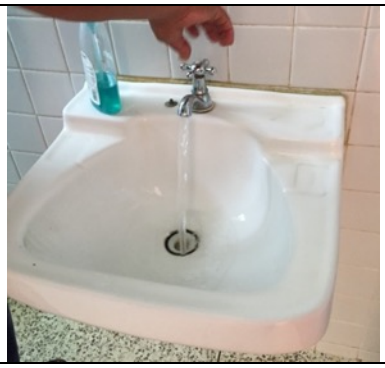
PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

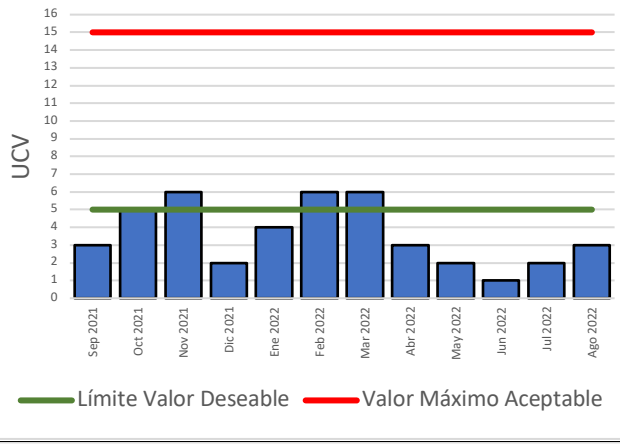
10º27’52”N 66º58’34”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

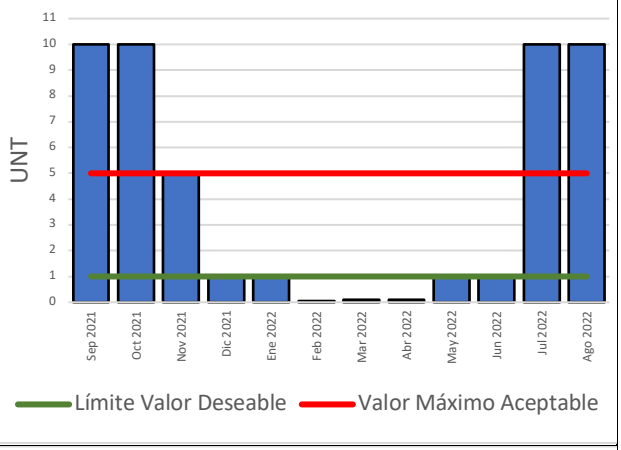
	
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Patio central de las residencias	Lavamanos del baño común del patio central

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

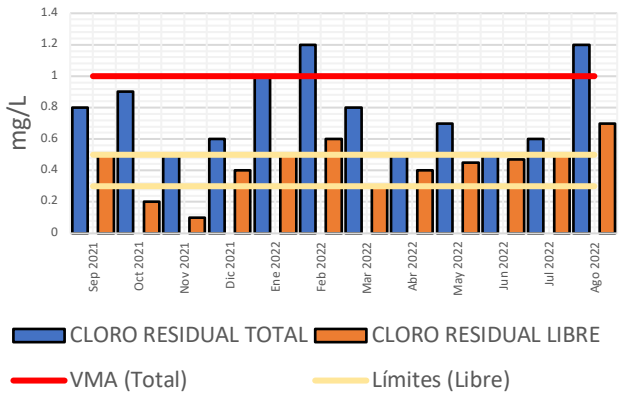
COLOR REAL



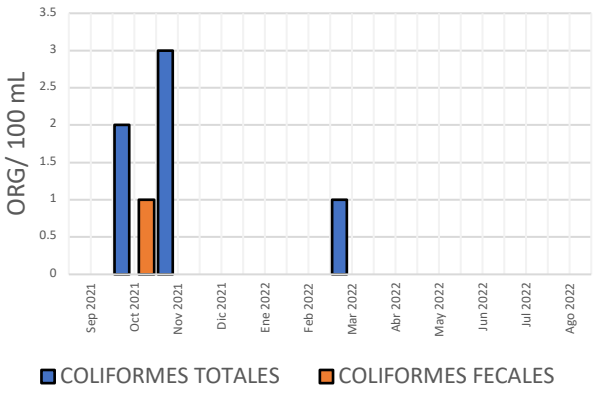
TURBIEDAD



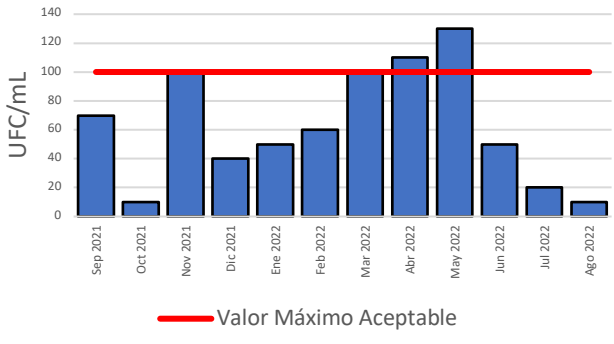
CLORO RESIDUAL



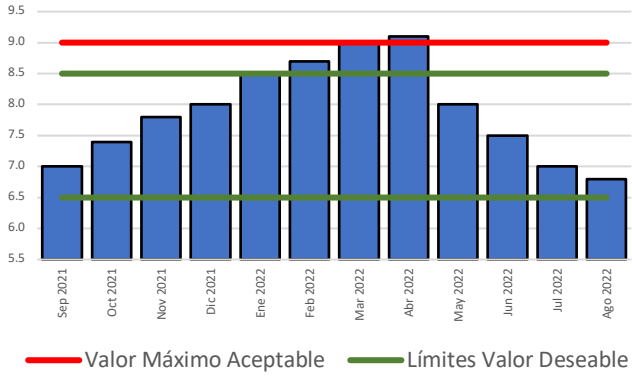
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH

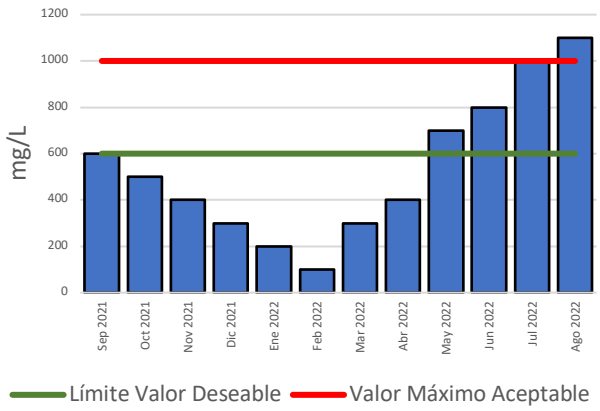


Observaciones:

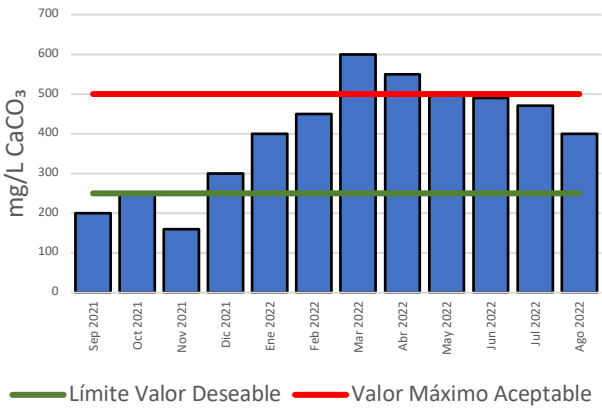
Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

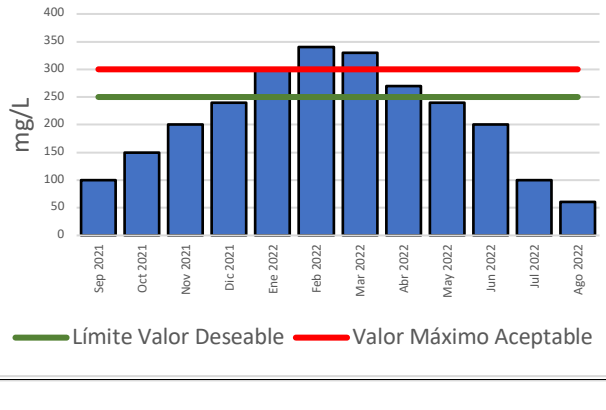
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



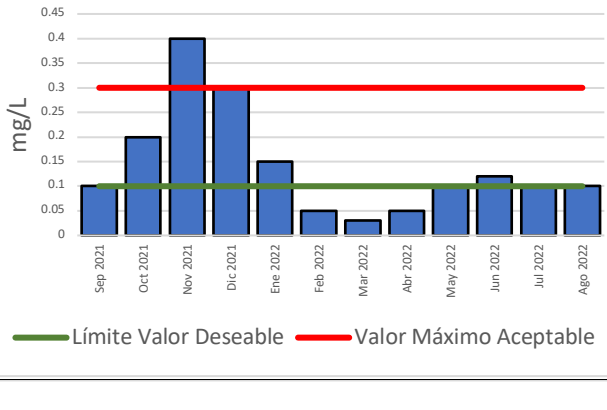
DUREZA TOTAL



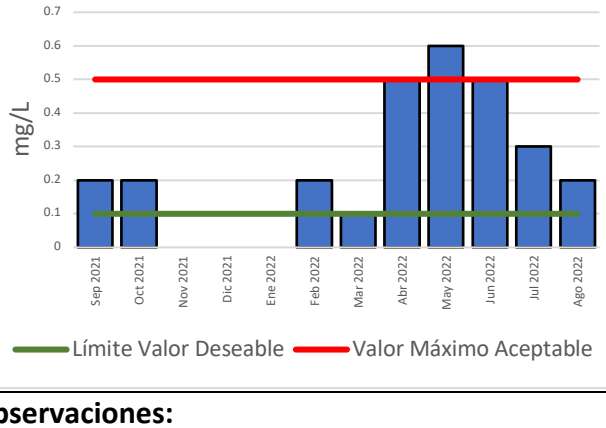
CLORUROS



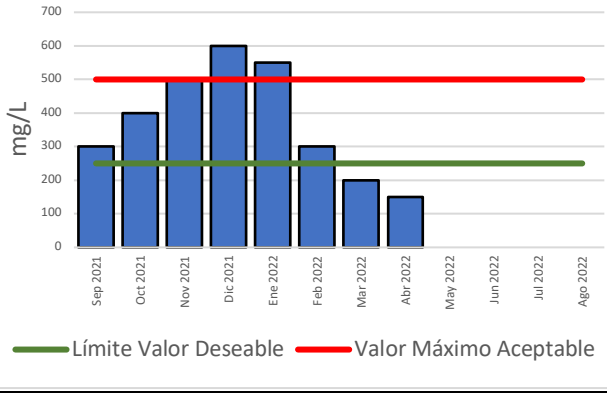
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

TANQUE AUSTRALIANO - ENTRADA

C.1

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

COTA MÁS ALTA DEL CAMPUS, AL SUR

PUNTO DE MUESTREO

COORDENADAS:

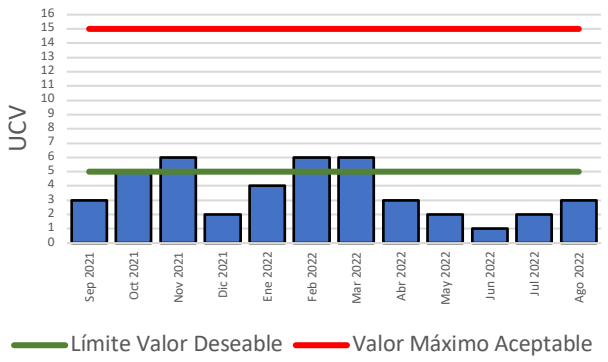
10º27’47”N 66º58’27”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

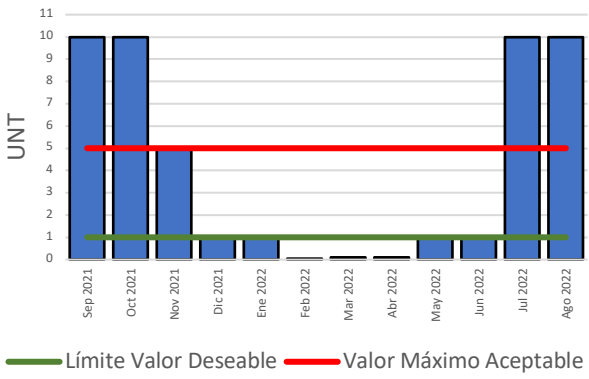
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Cota más alta del campus, al sur	Detrás del galpón de archivos

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

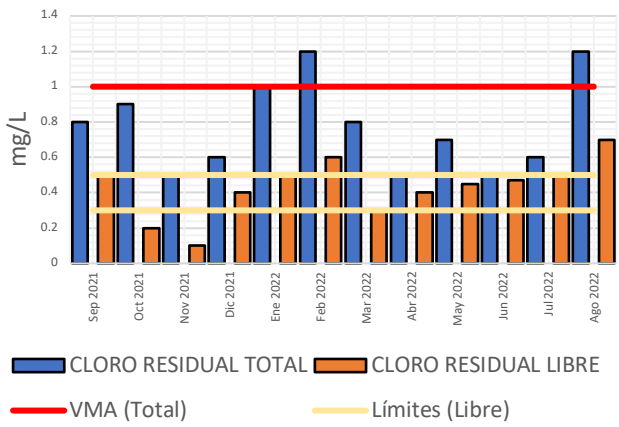
COLOR REAL



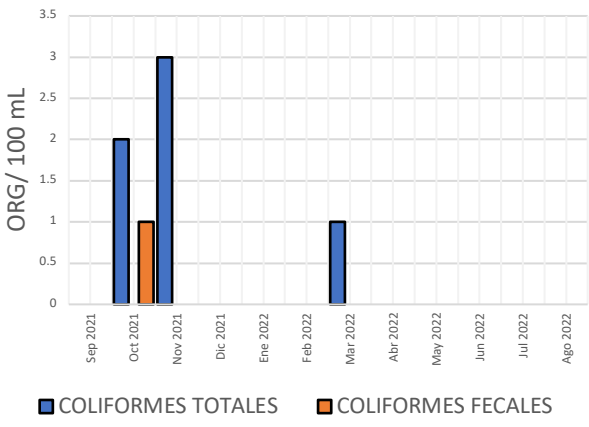
TURBIEDAD



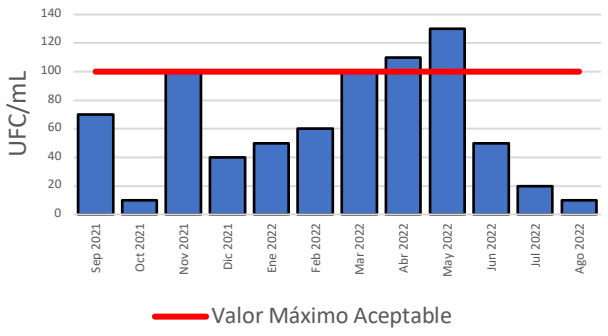
CLORO RESIDUAL



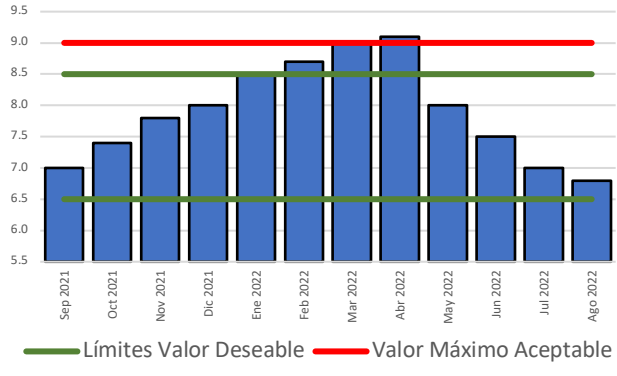
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



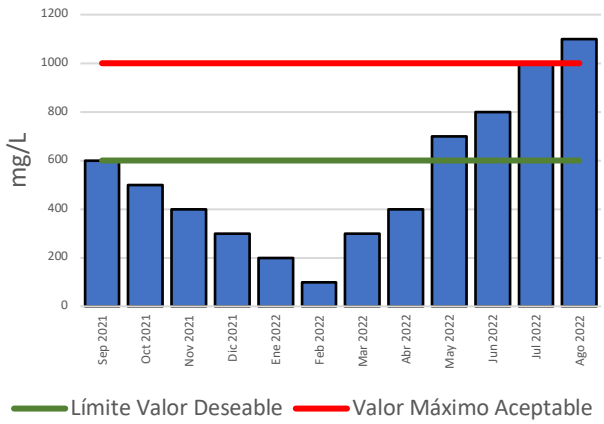
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

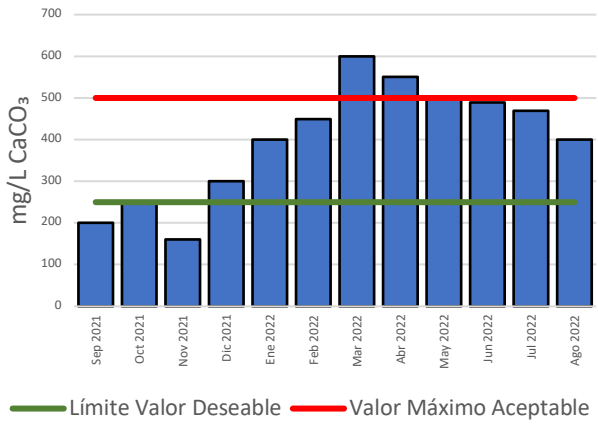
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

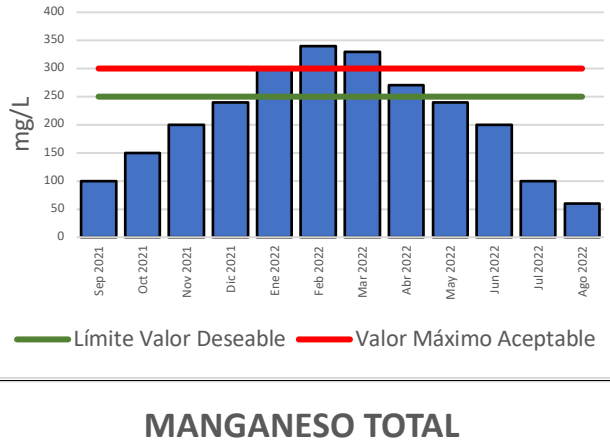
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



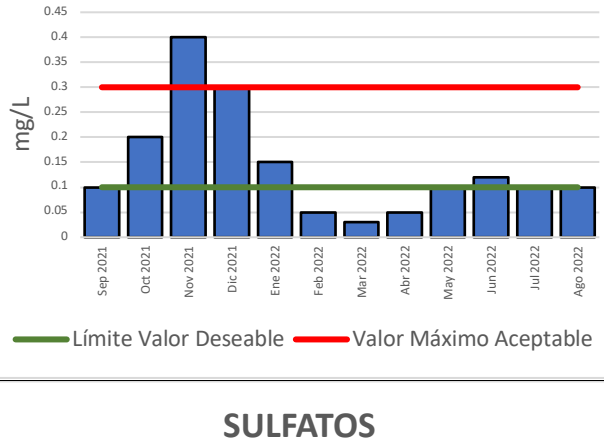
DUREZA TOTAL



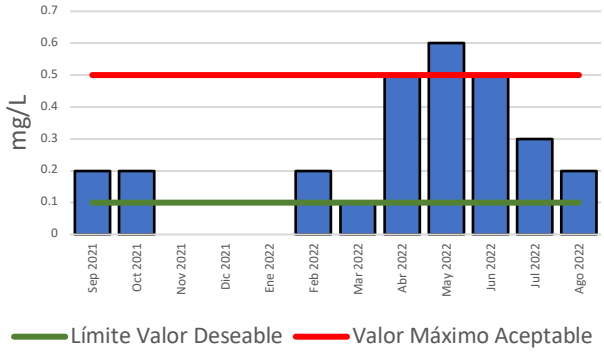
CLORUROS



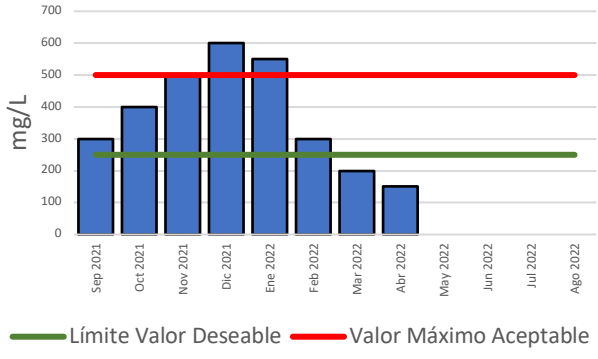
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

TANQUE AUSTRALIANO - SALIDA

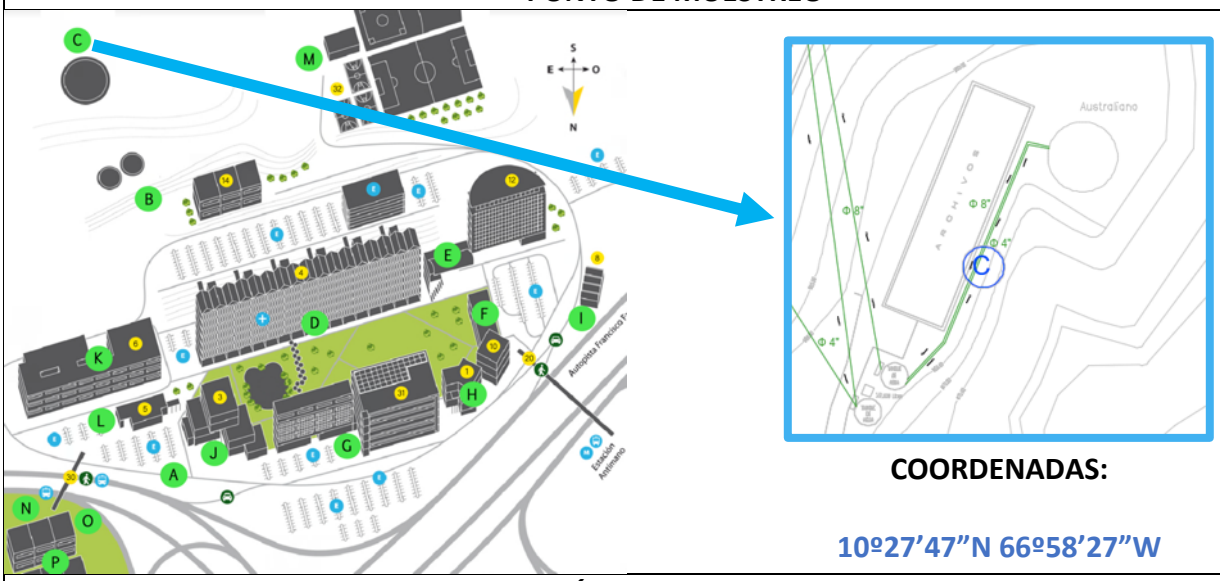
C.2

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

COTA MÁS ALTA DEL CAMPUS, AL SUR

PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

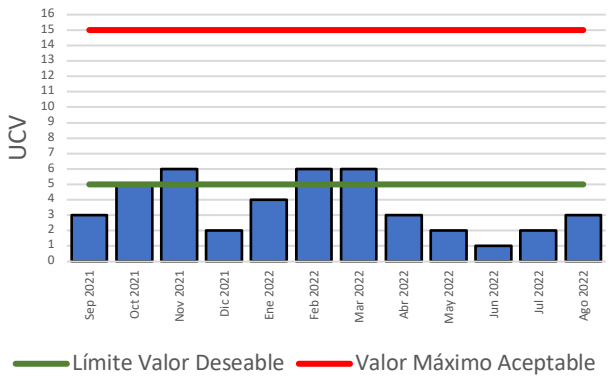
10º27’47”N 66º58’27”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

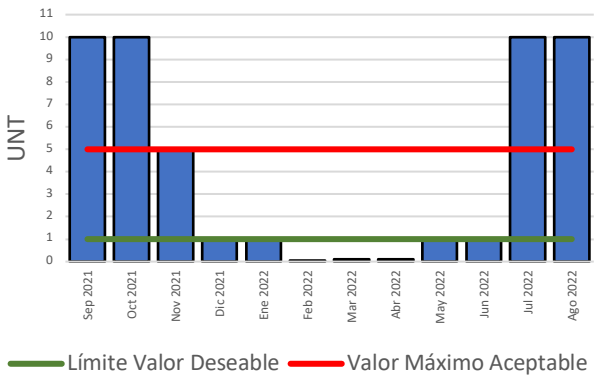
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Cota más alta del campus, al sur	Detrás del galpón de archivos

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

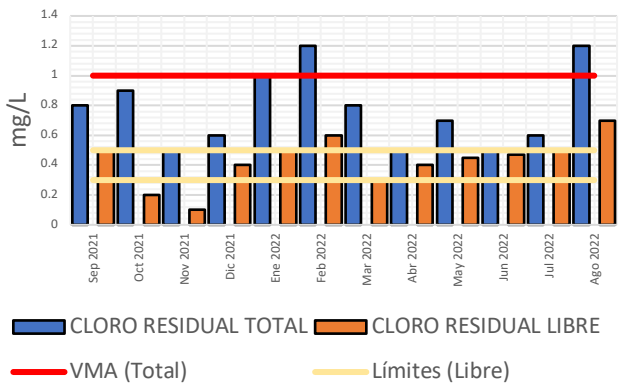
COLOR REAL



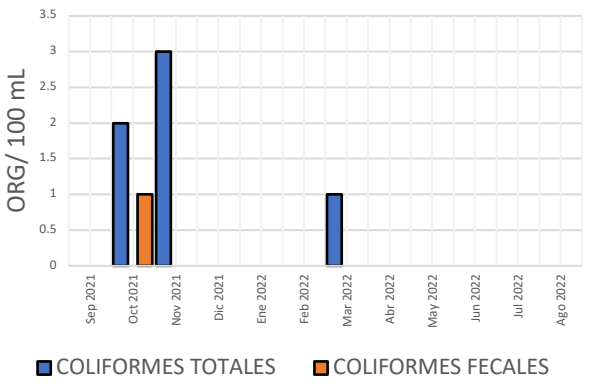
TURBIEDAD



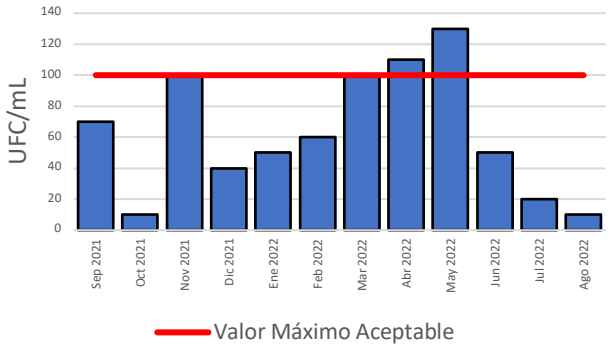
CLORO RESIDUAL



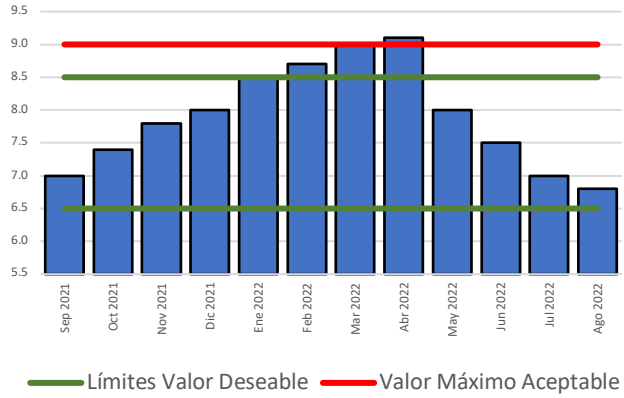
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



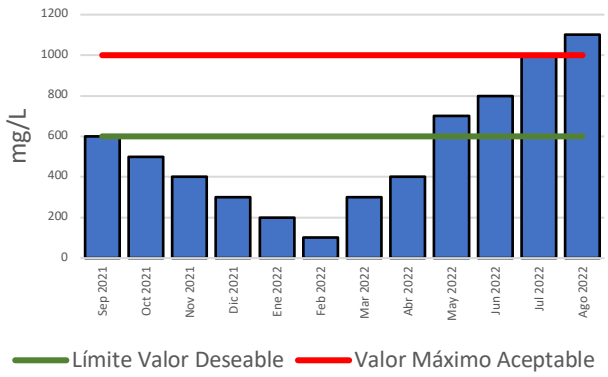
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

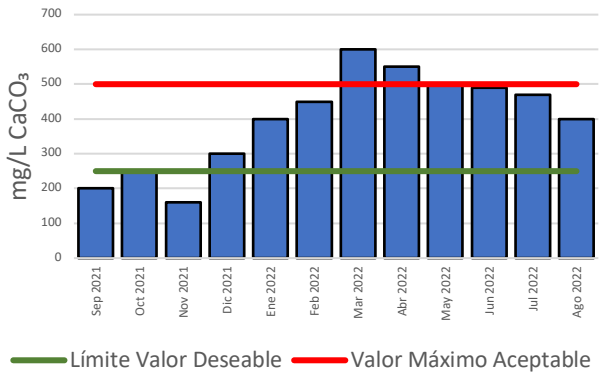
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

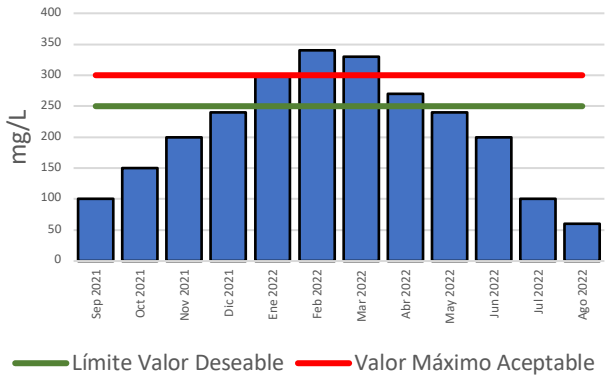
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



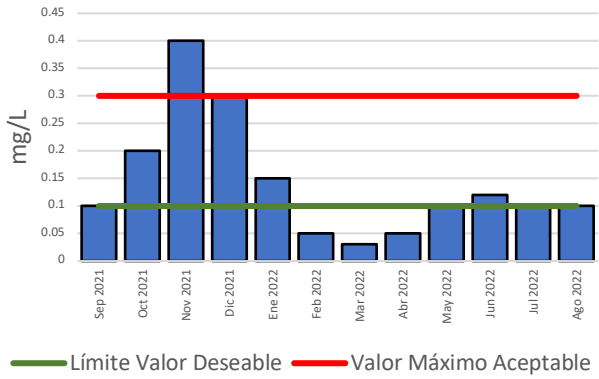
DUREZA TOTAL



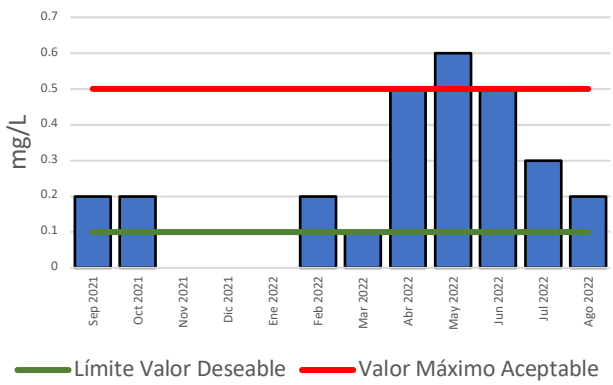
CLORUROS



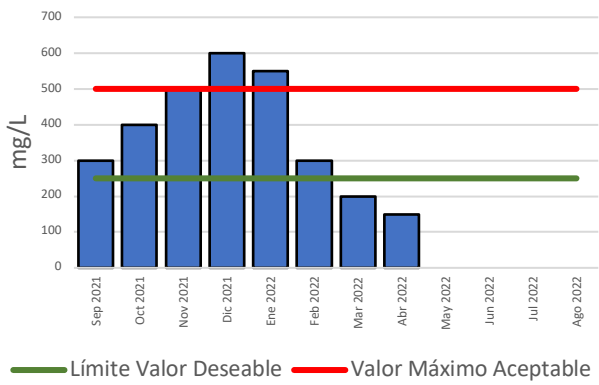
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

CAFETÍN MÓDULOS

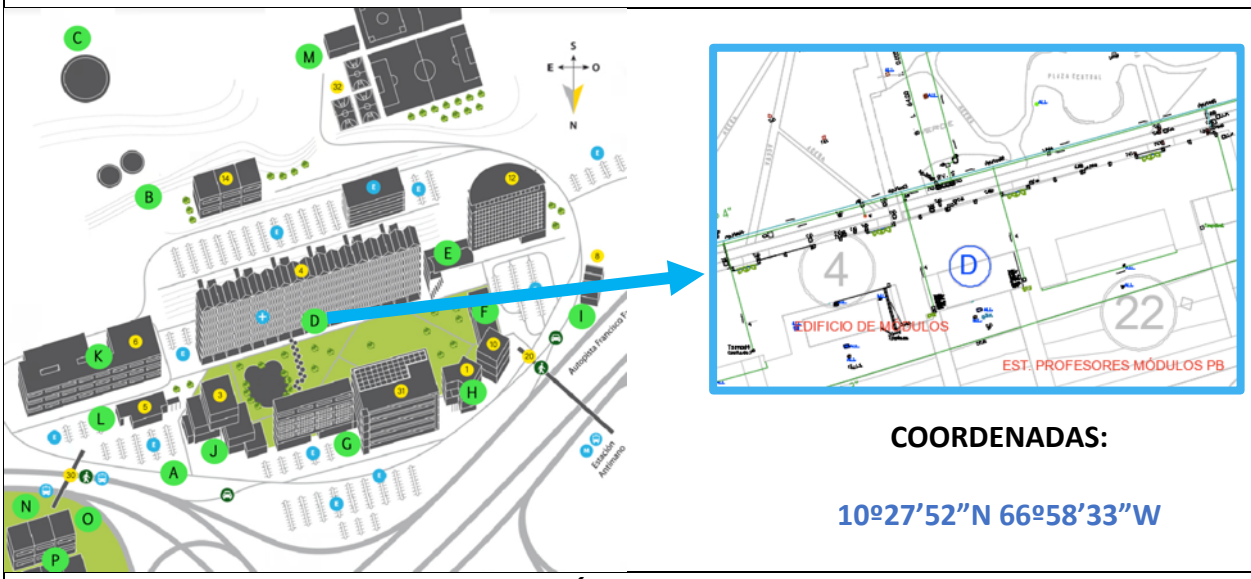
D

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

EDIFICIO DE MÓDULOS – ENTRE MÓDULO 2 Y 3

PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

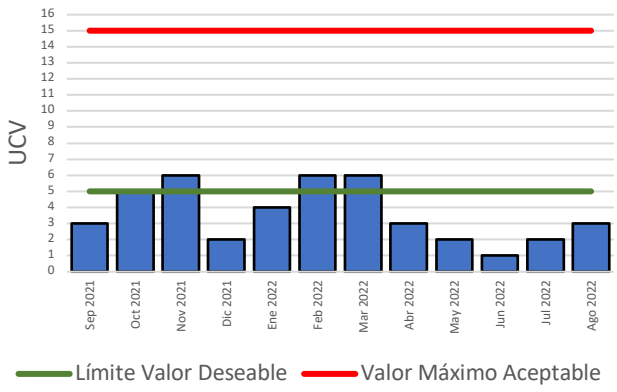
10º27’52”N 66º58’33”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

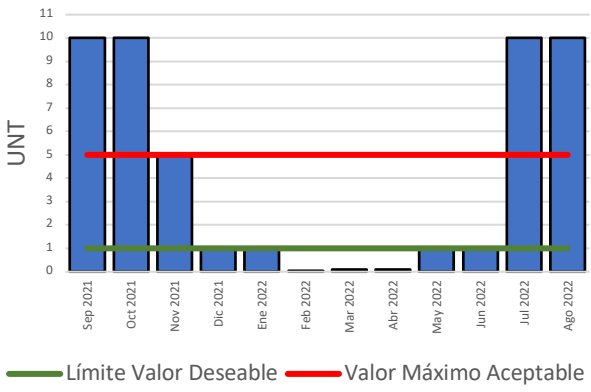
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
“El Cafetín de la Católica”	Fregadero de entrada

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

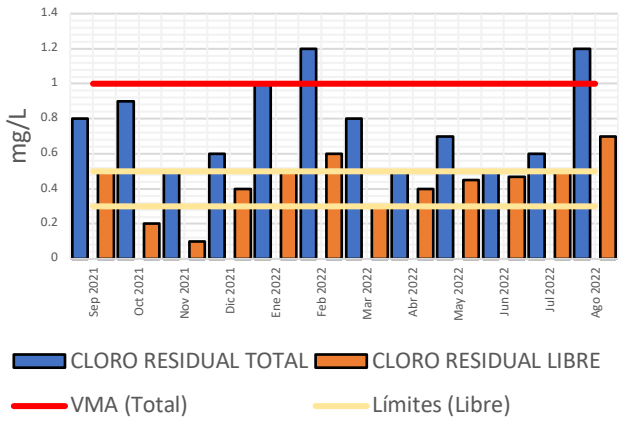
COLOR REAL



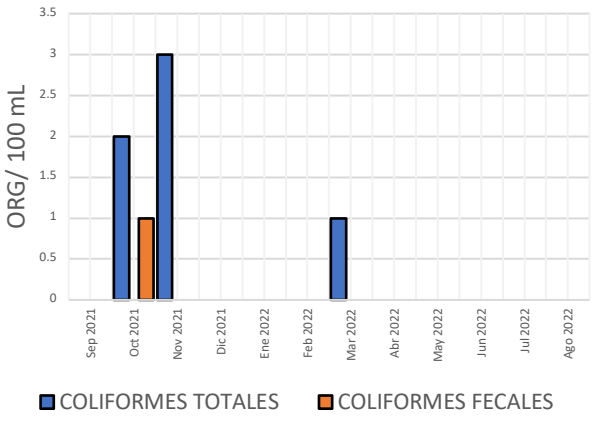
TURBIEDAD



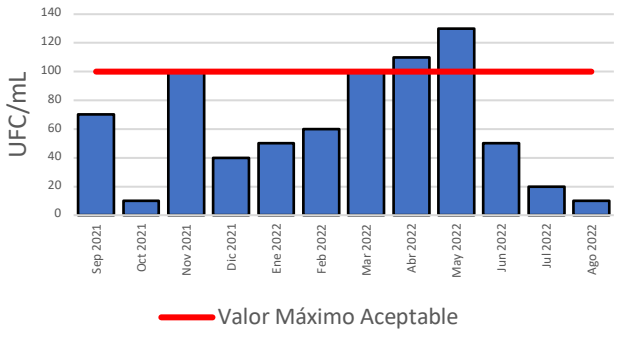
CLORO RESIDUAL



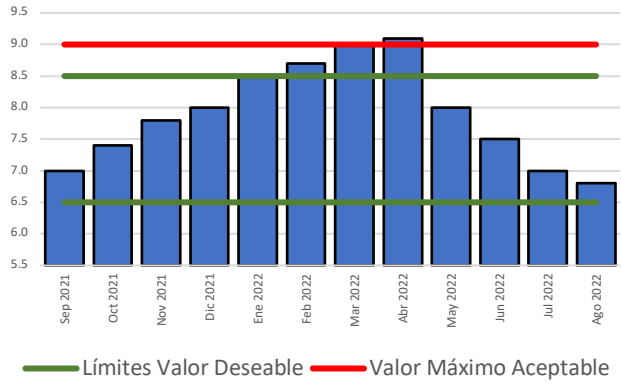
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



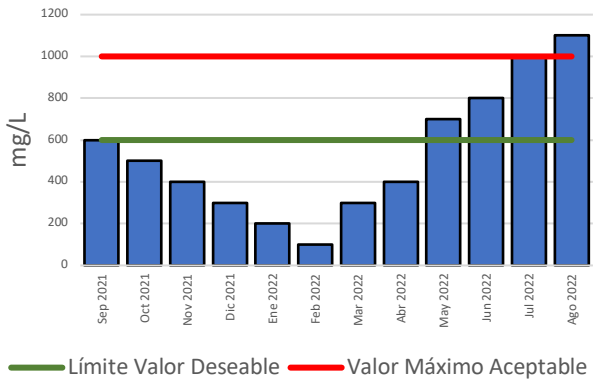
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

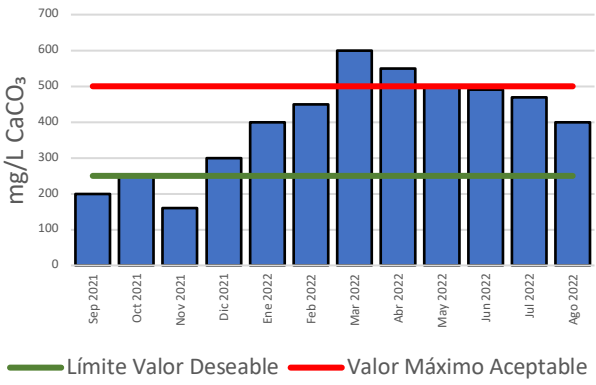
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

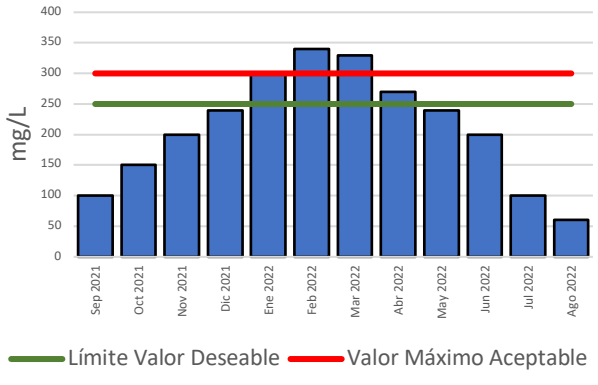
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



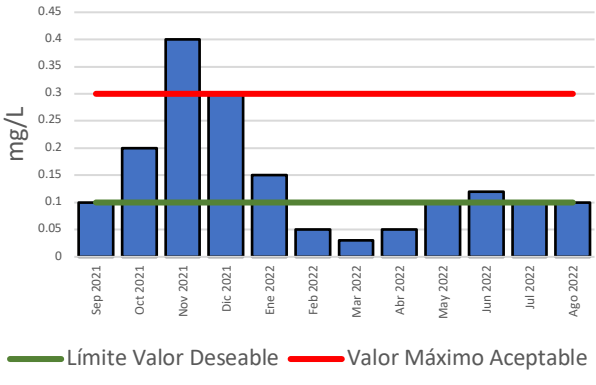
DUREZA TOTAL



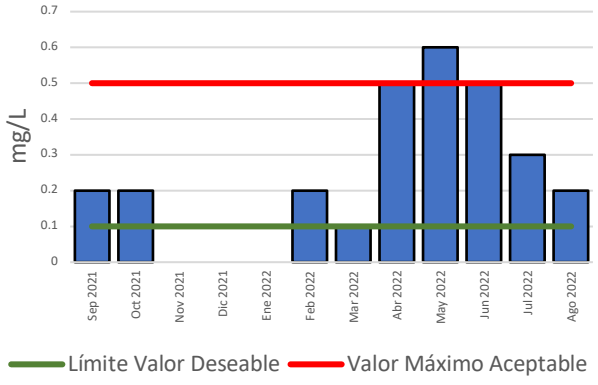
CLORUROS



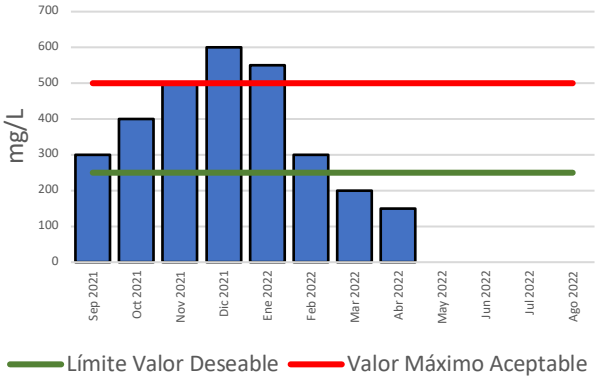
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

UCAB Universidad Católica ANDRÉS BELLO

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

FERIA DE COMIDA - CINCUENTENARIO

E

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

TECHO DE LA FERIA DE COMIDA

PUNTO DE MUESTREO

COORDENADAS:

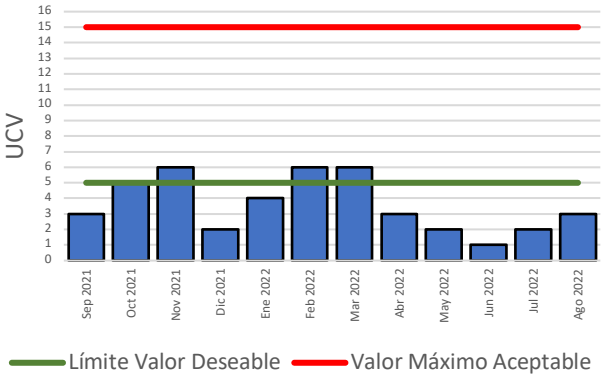
10º27’51”N 66º58’38”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

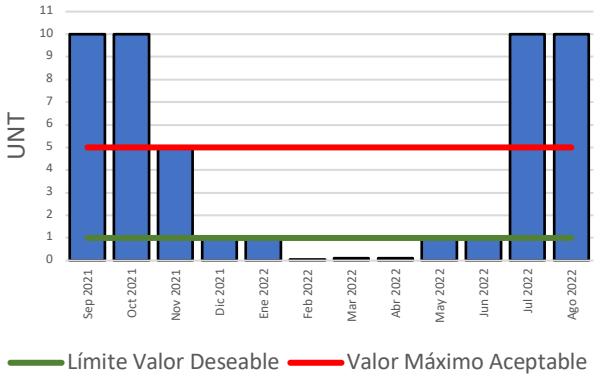
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Escaleras luego de la tienda de Souvenirs	Primera llave al acceder al techo

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

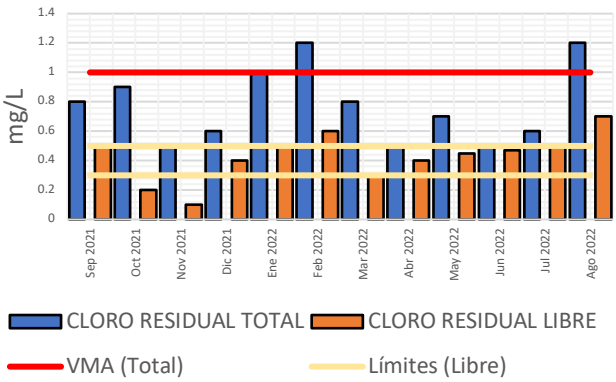
COLOR REAL



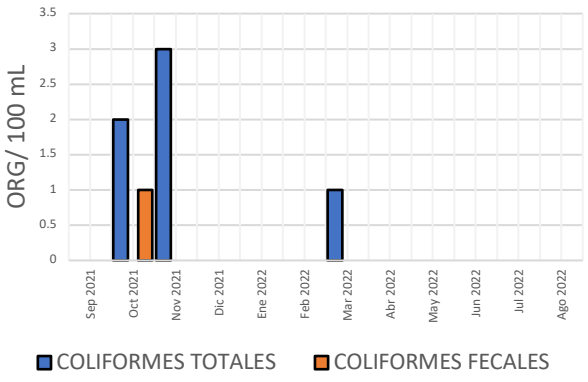
TURBIEDAD



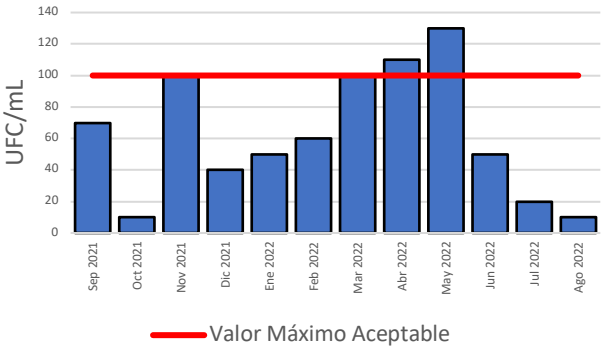
CLORO RESIDUAL



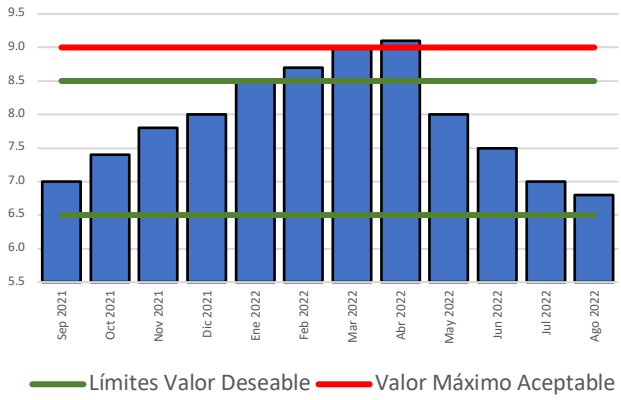
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH

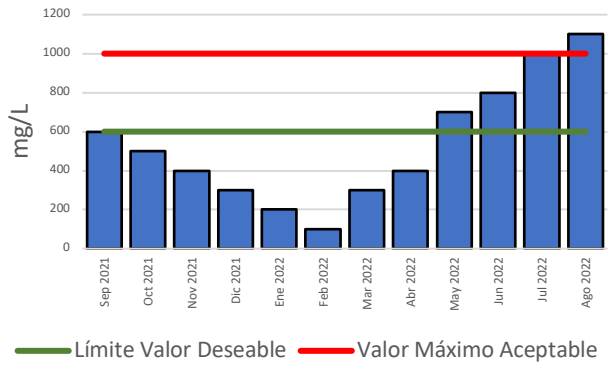


Observaciones:

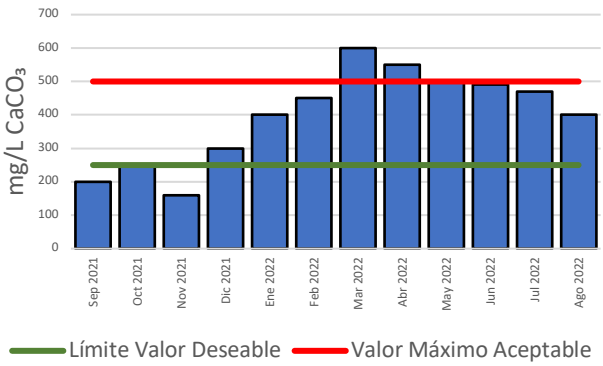
Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

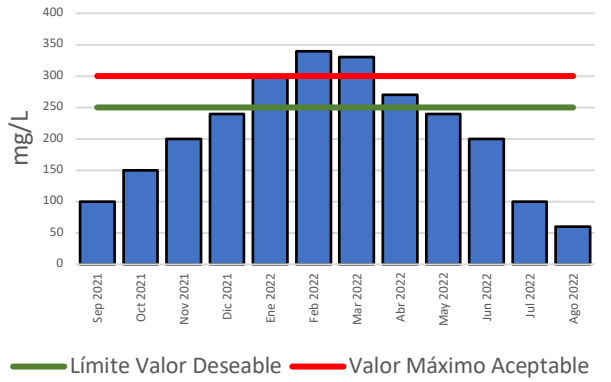
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



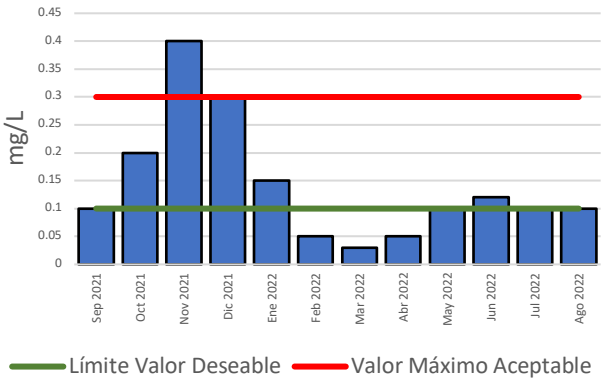
DUREZA TOTAL



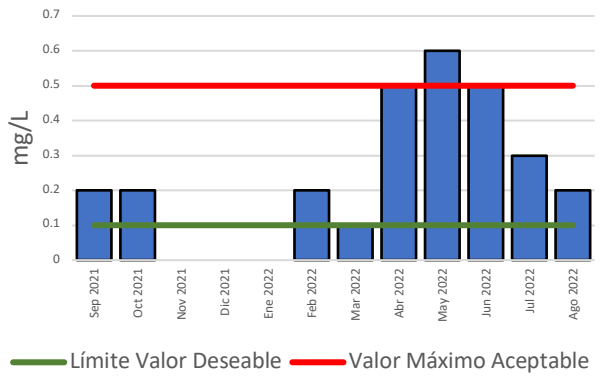
CLORUROS



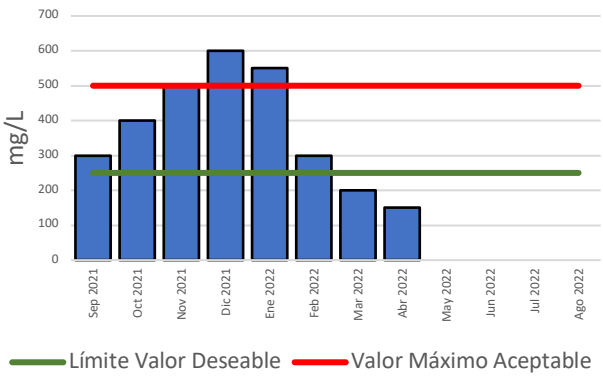
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

POSTGRADO

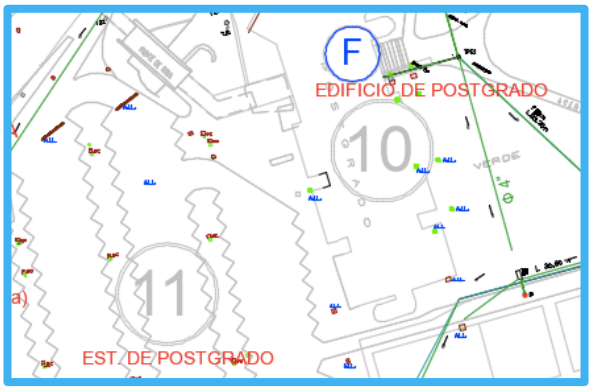
F

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

PISO 1 EDIFICIO DE POSTGRADO

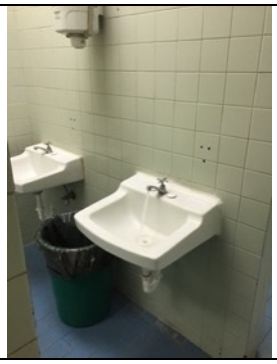
PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

10º27’52”N 66º58’38”W

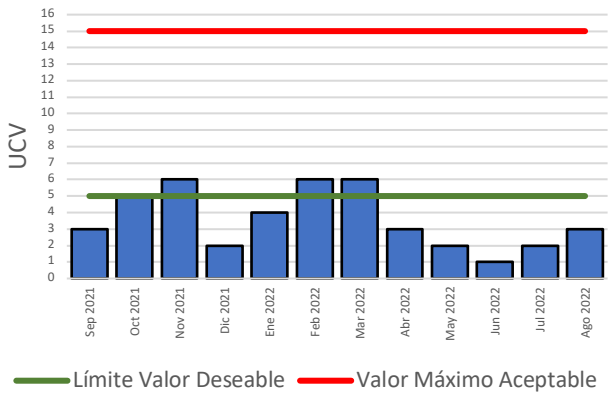
FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO



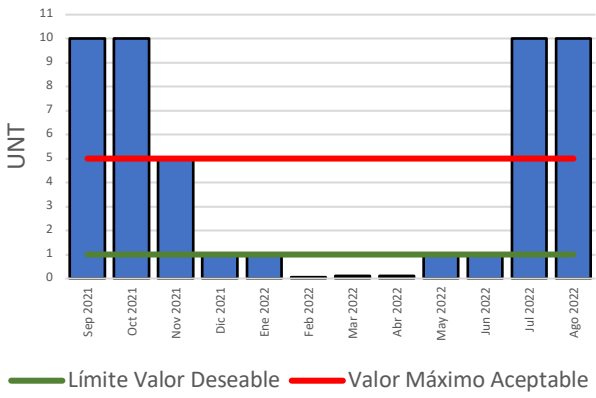
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Edificio de Postgrado	Lavamanos del baño público - piso 1

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

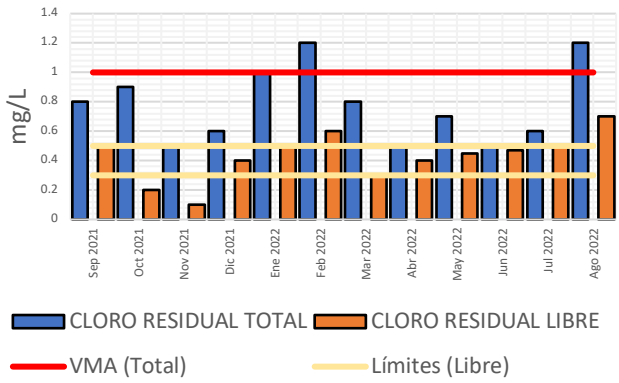
COLOR REAL



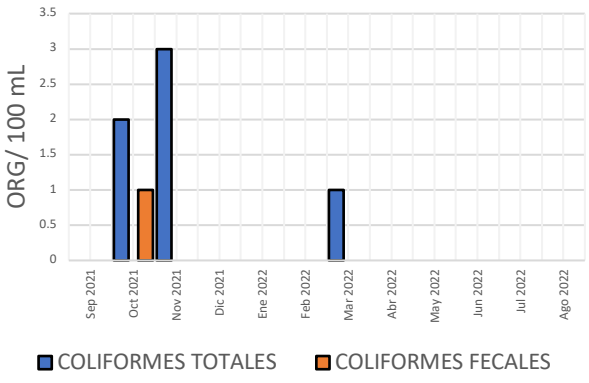
TURBIEDAD



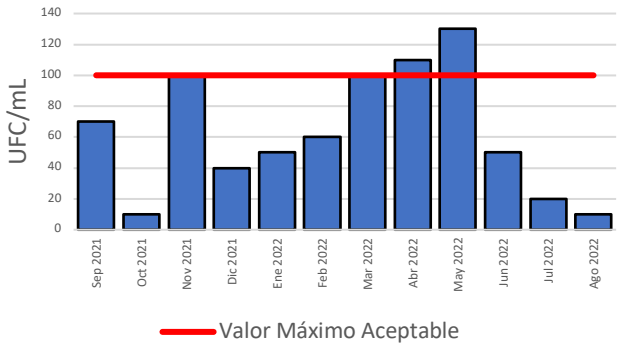
CLORO RESIDUAL



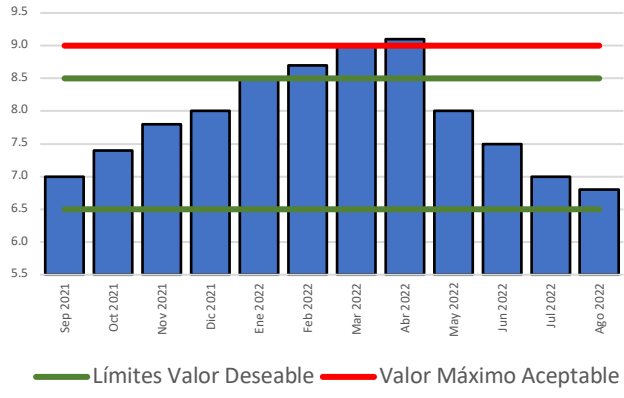
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



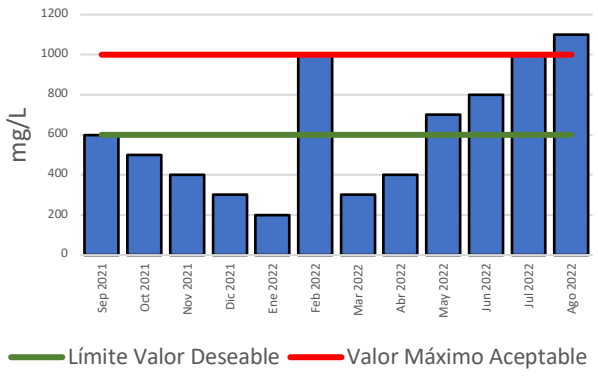
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

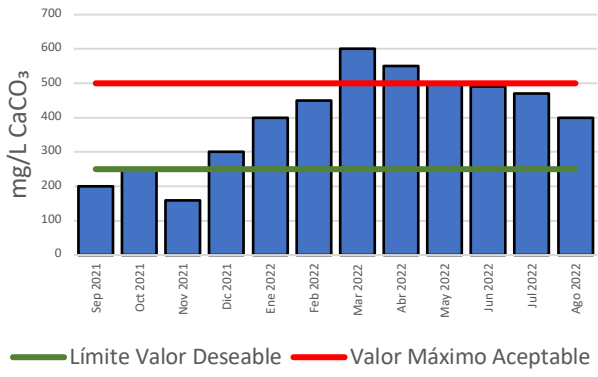
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

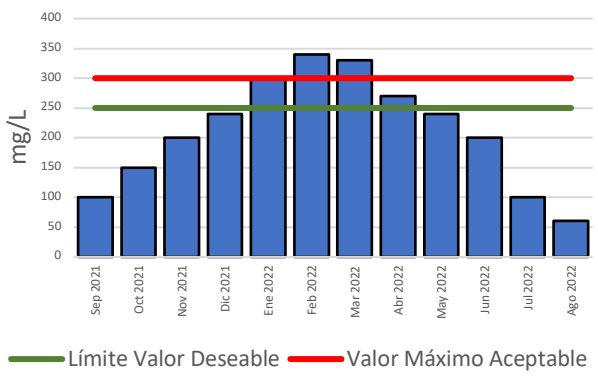
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



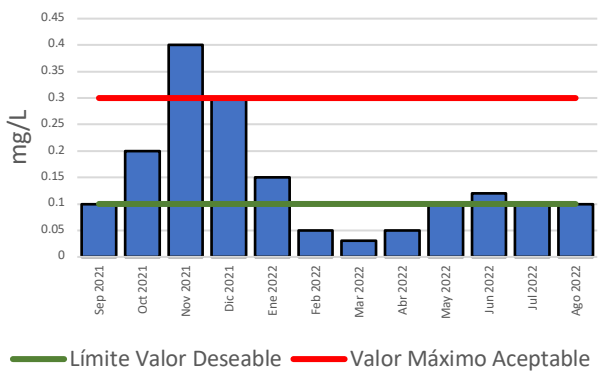
DUREZA TOTAL



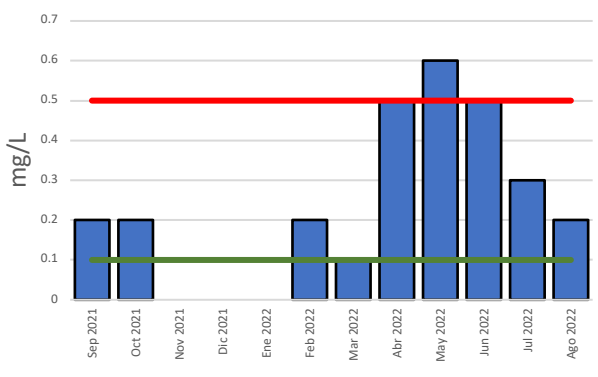
CLORUROS



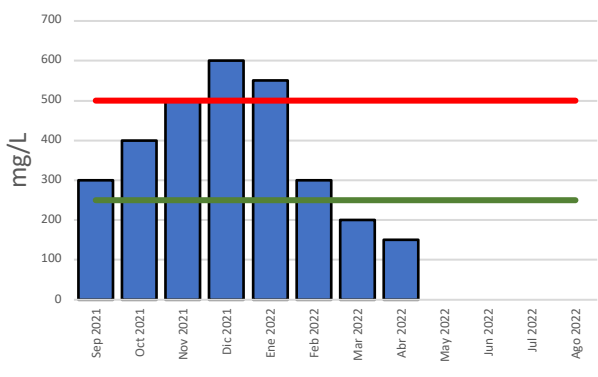
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

TANQUE DE ALMACENAMIENTO BIBLIOTECA

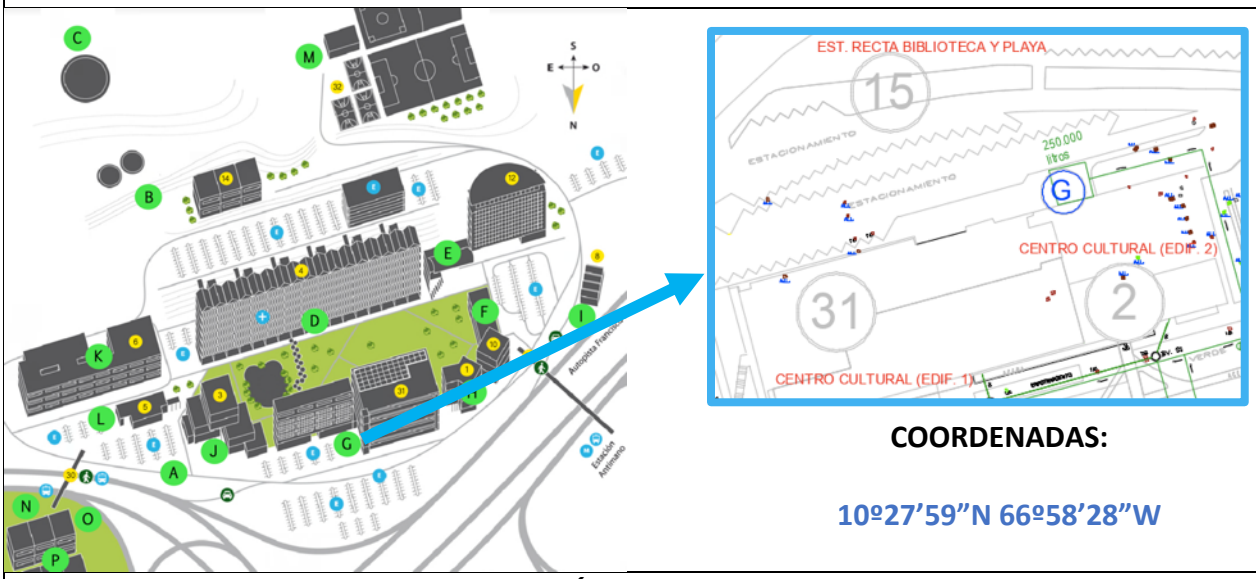
G

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

SÓTANO DEL CENTRO CULTURAL PADRE CARLOS GUILLERMO PLAZA

PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

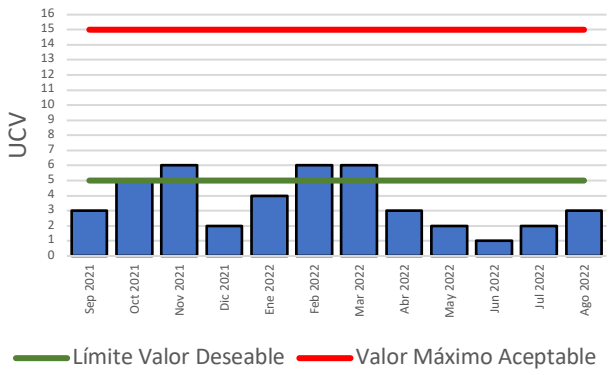
10º27’59”N 66º58’28”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

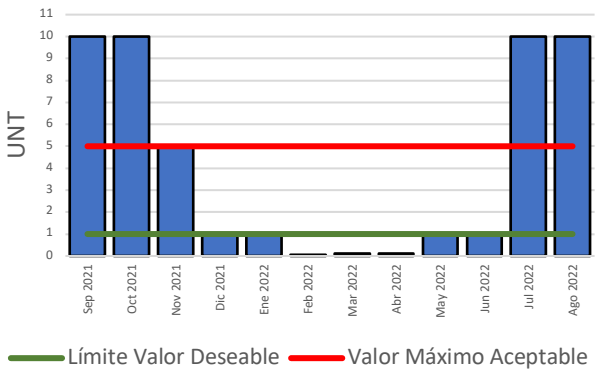
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Sótano, entrada norte	Llave del cuarto de bombas

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

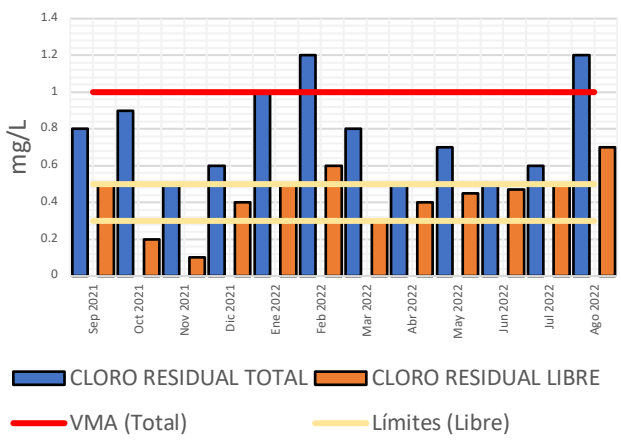
COLOR REAL



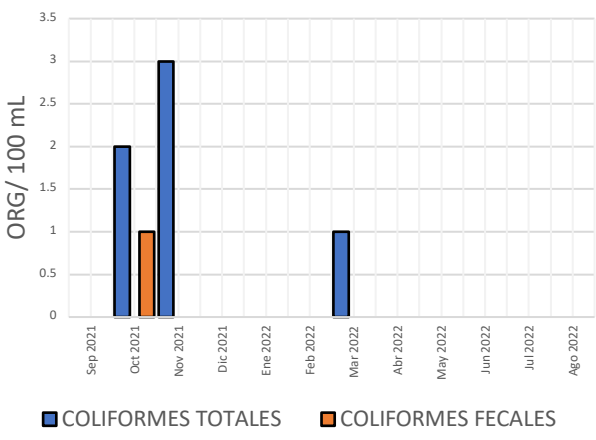
TURBIEDAD



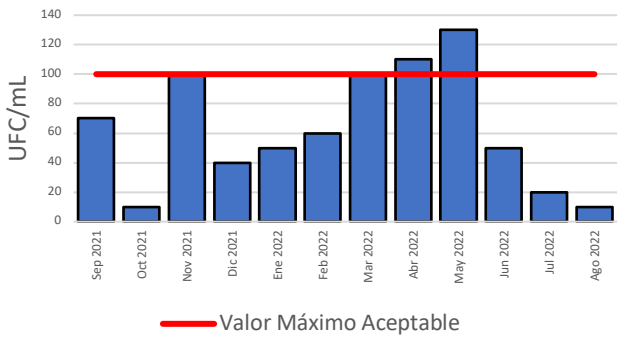
CLORO RESIDUAL



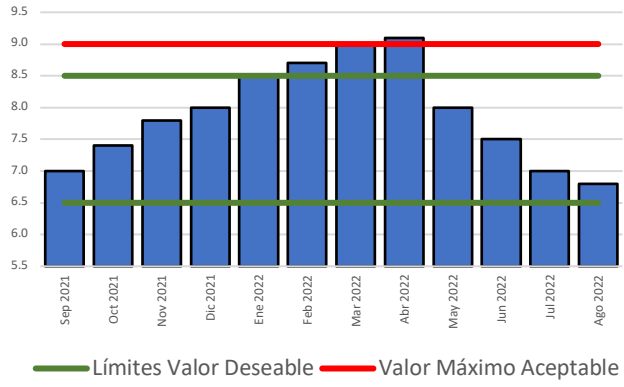
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH

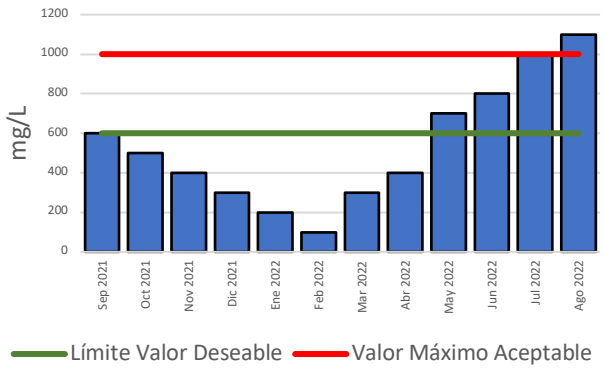


Observaciones:

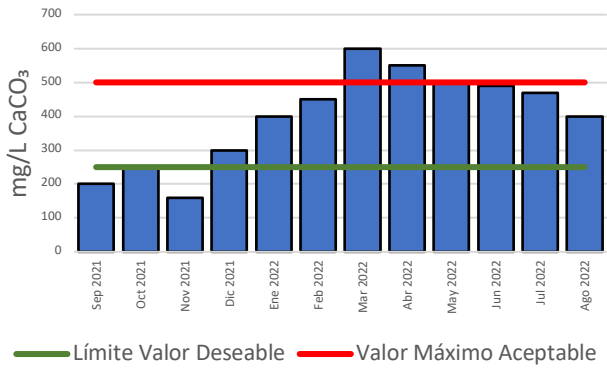
Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

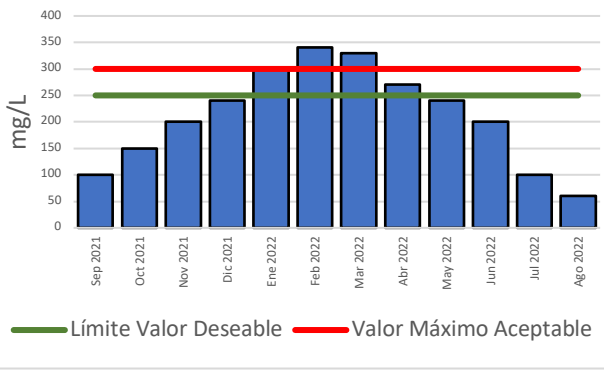
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



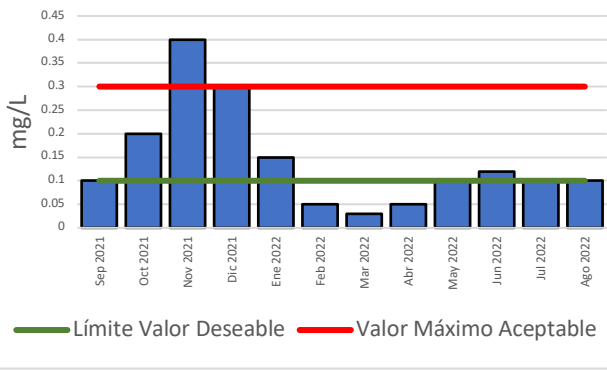
DUREZA TOTAL



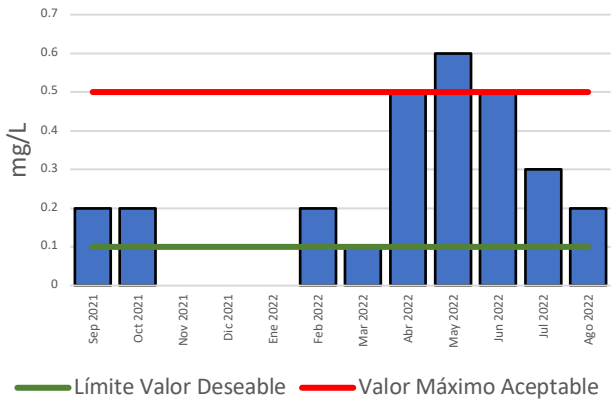
CLORUROS



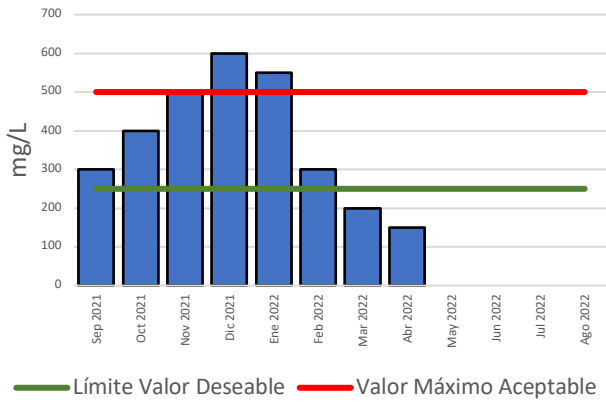
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

RECTORADO

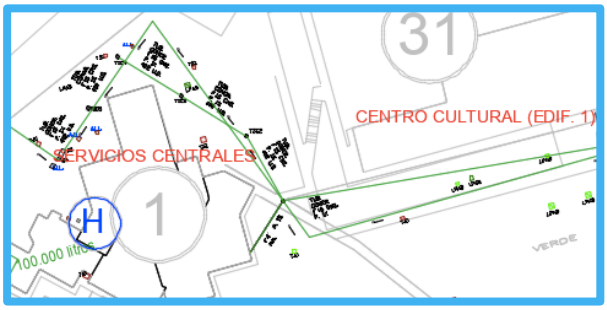
H

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

EDIFICIO DE RECTORADO

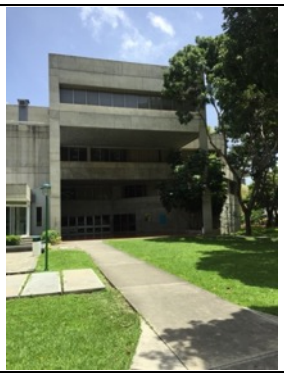
PUNTO DE MUESTREO

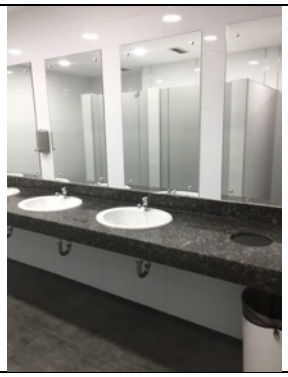


COORDENADAS:

10º27’54”N 66º58’40”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

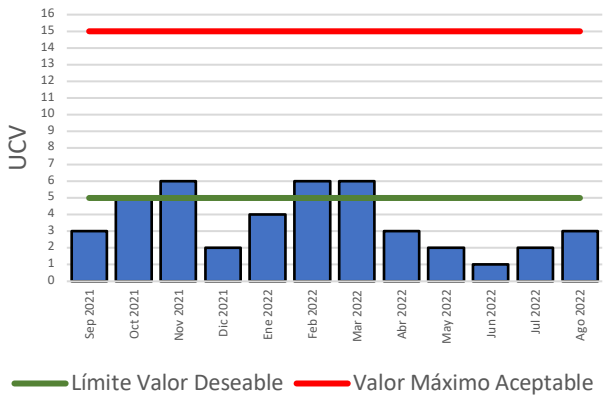




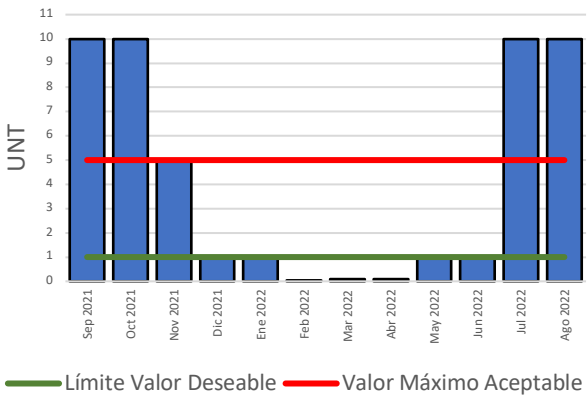
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Planta baja del edificio	Lavamanos baño público - PB

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

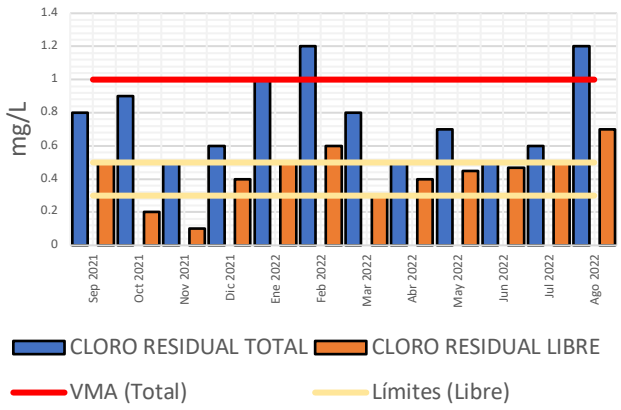
COLOR REAL



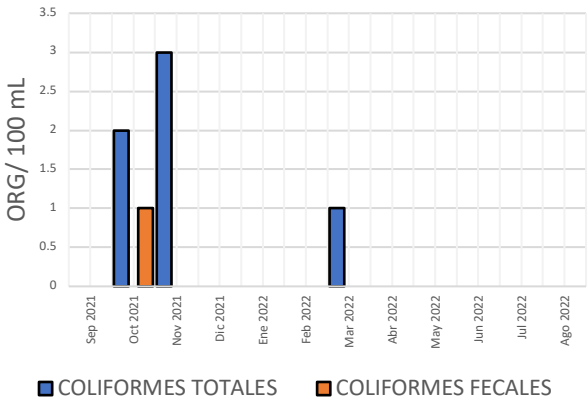
TURBIEDAD



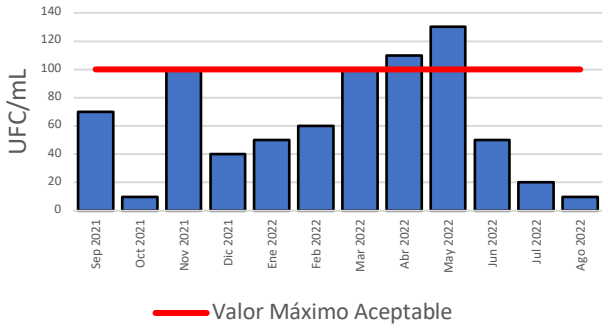
CLORO RESIDUAL



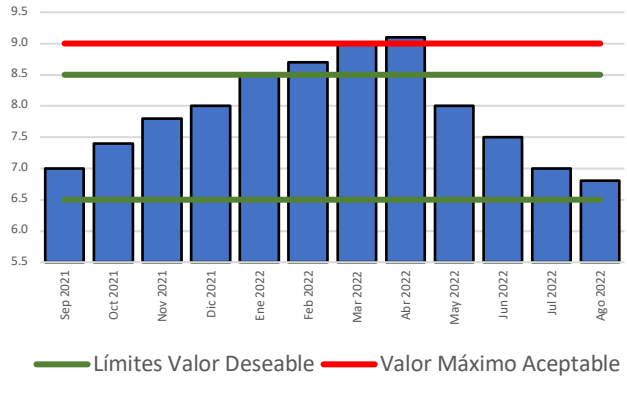
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



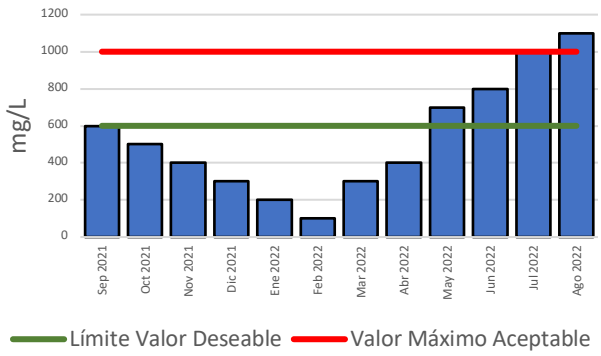
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

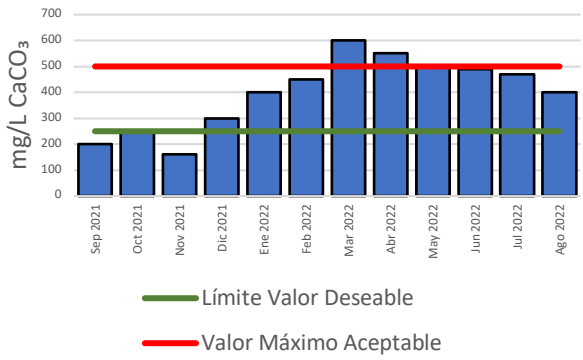
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

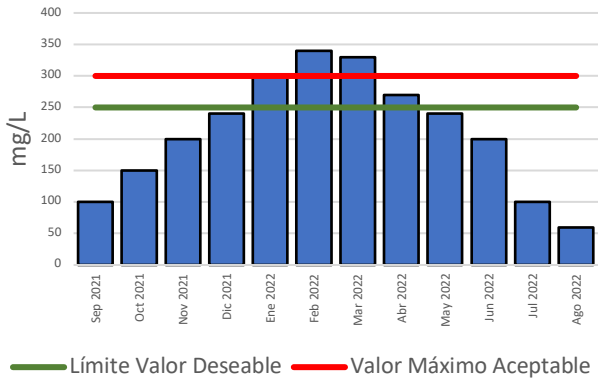
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



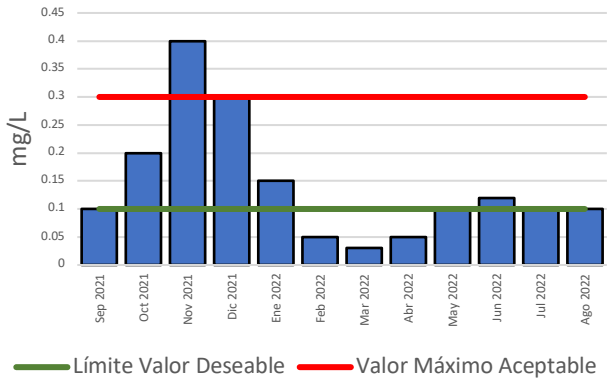
DUREZA TOTAL



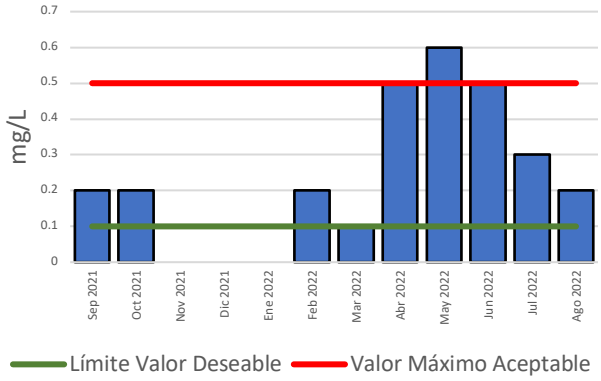
CLORUROS



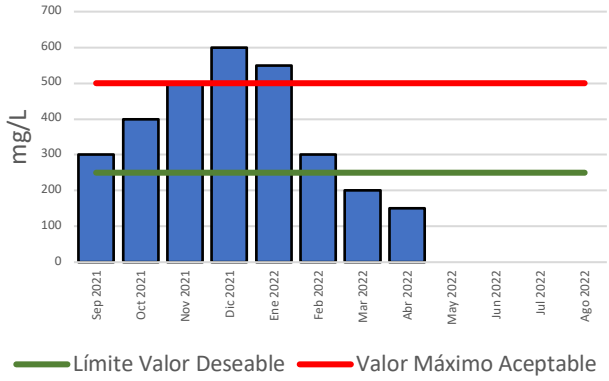
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

DIRECCIÓN DE SERVICIOS

I

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

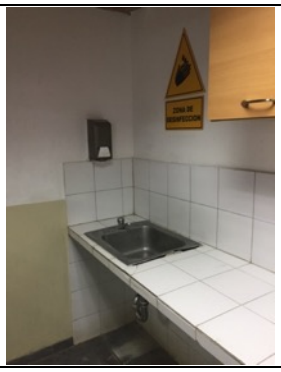
EDIFICIO DE DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS

PUNTO DE MUESTREO

COORDENADAS:

10º27’50”N 66º58’40”W

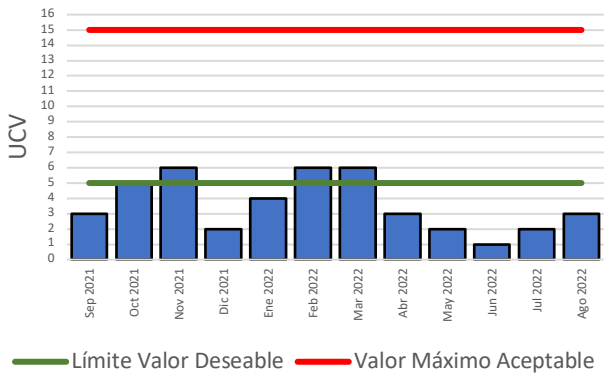
FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO



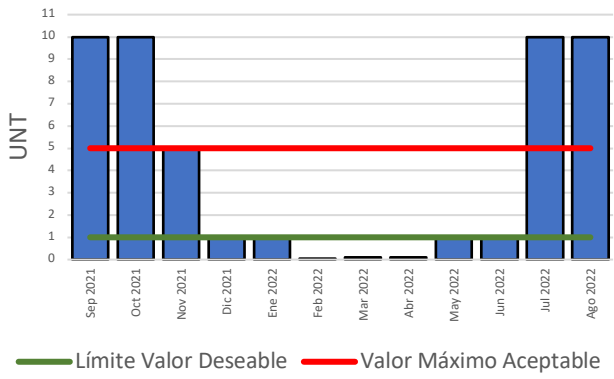
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Recepción del edificio	Fregadero del área de desinfección

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

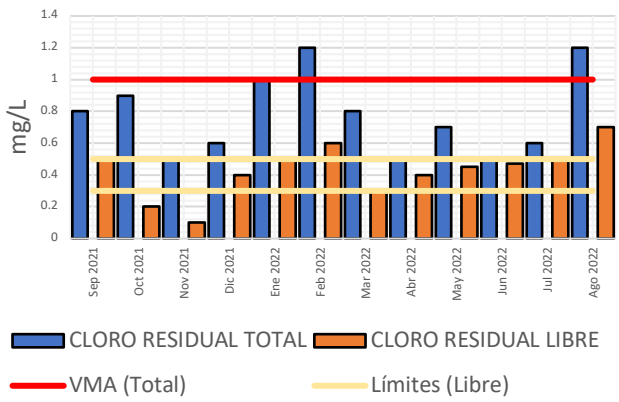
COLOR REAL



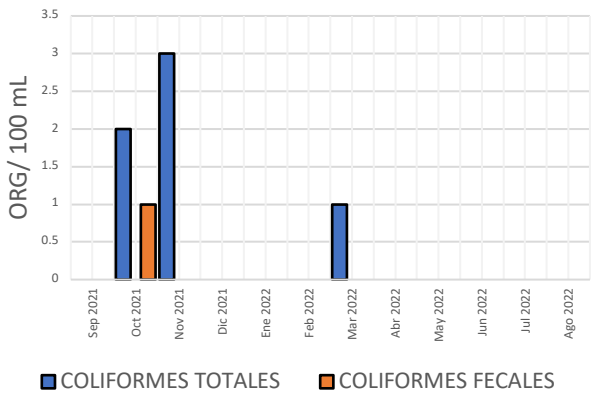
TURBIEDAD



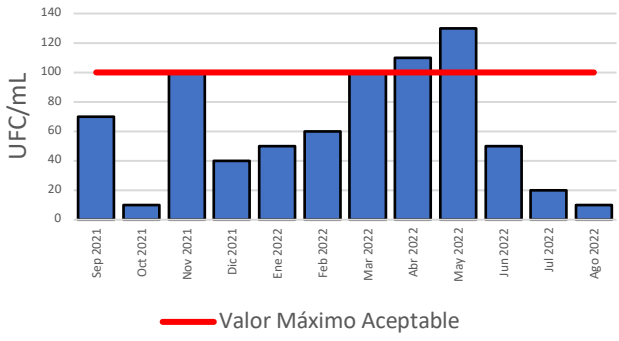
CLORO RESIDUAL



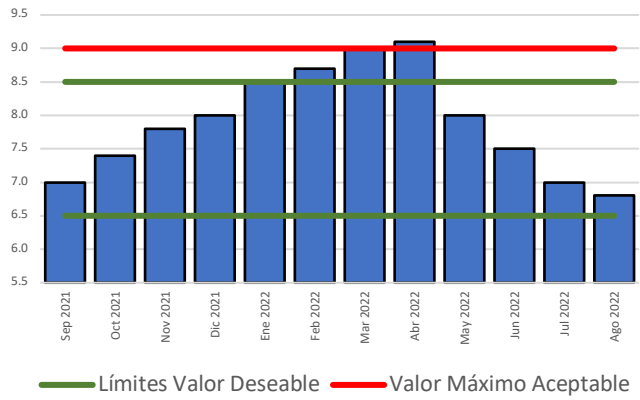
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH

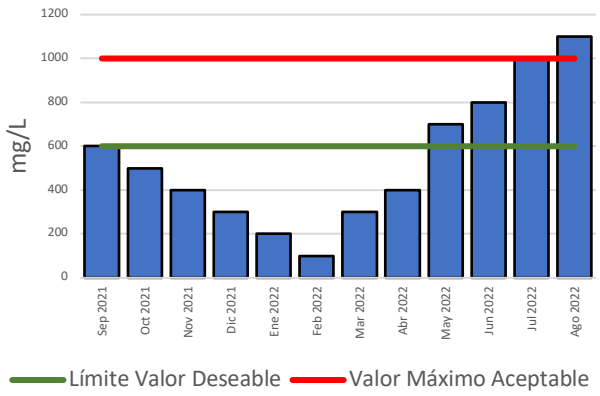


Observaciones:

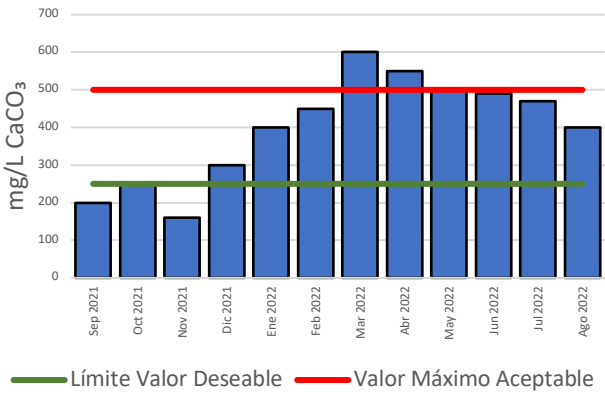
Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

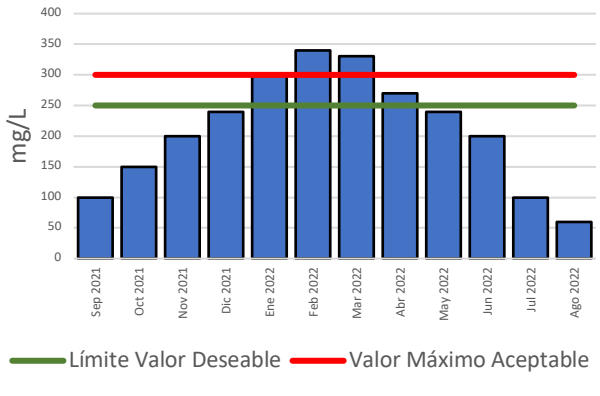
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



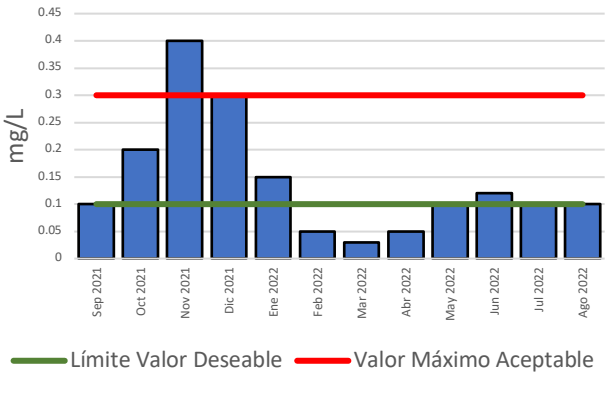
DUREZA TOTAL



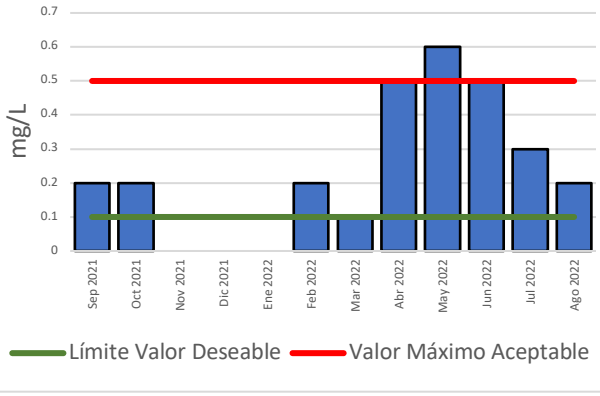
CLORUROS



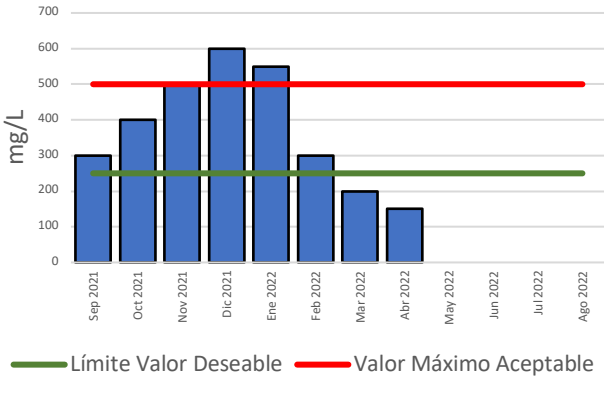
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

CENTRO LOYOLA

J

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

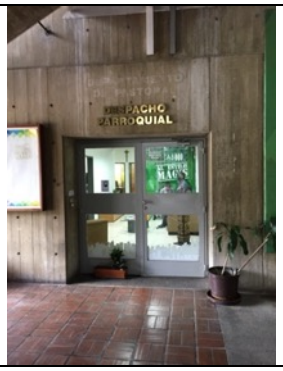
EDIFICIO DE AULA MAGNA Y SALÓN PARROQUIAL

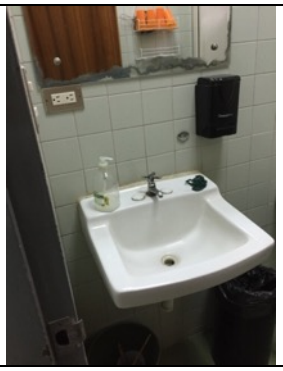
PUNTO DE MUESTREO

COORDENADAS:

10º27’54”N 66º58’34”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

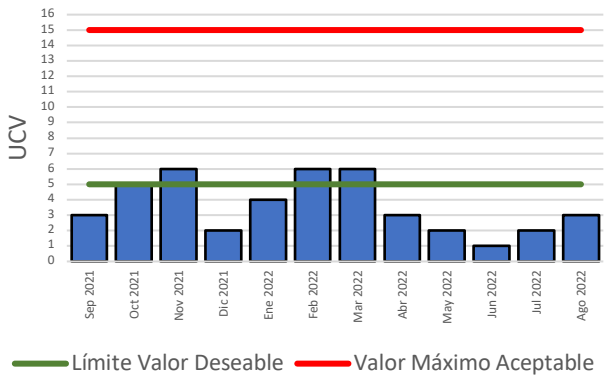




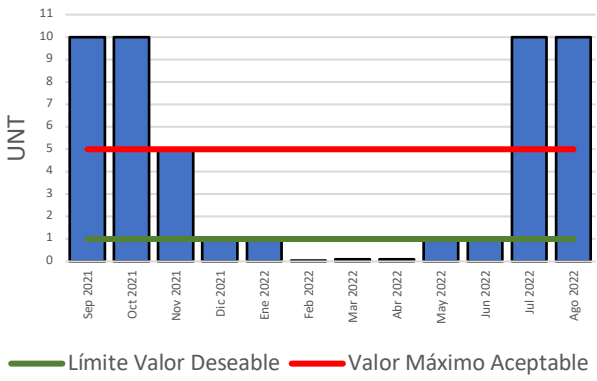
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Despacho parroquial	Lavamanos del baño del despacho parroquial

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

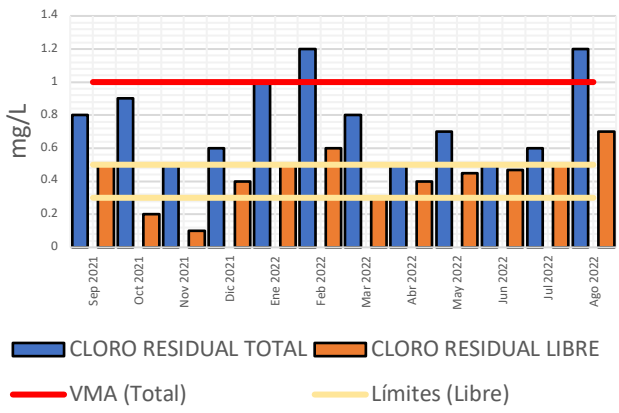
COLOR REAL



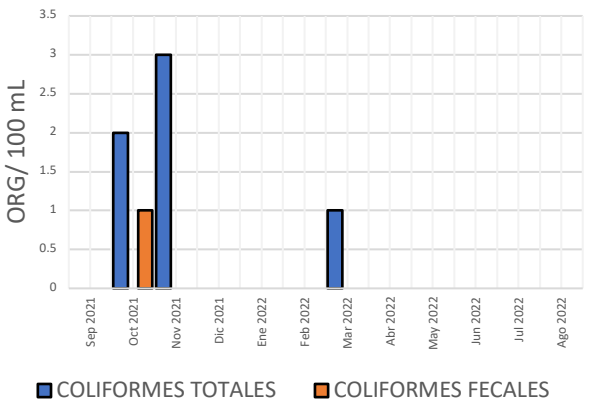
TURBIEDAD



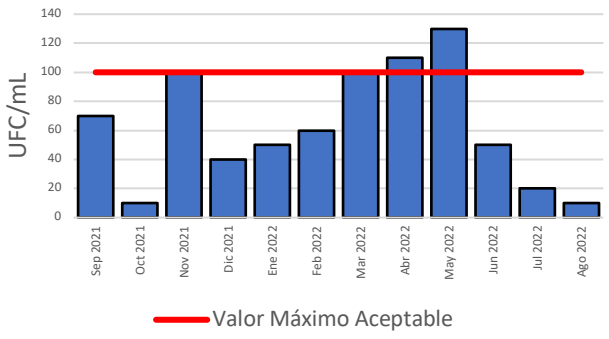
CLORO RESIDUAL



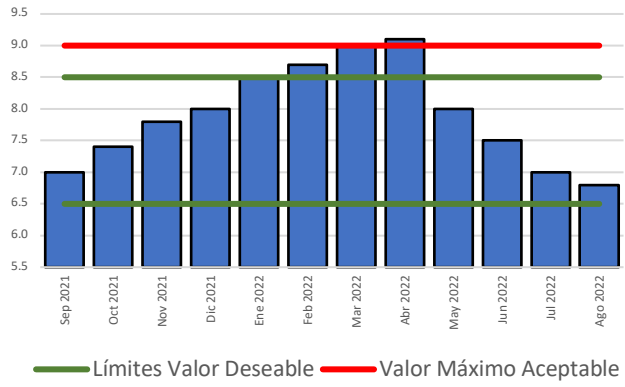
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



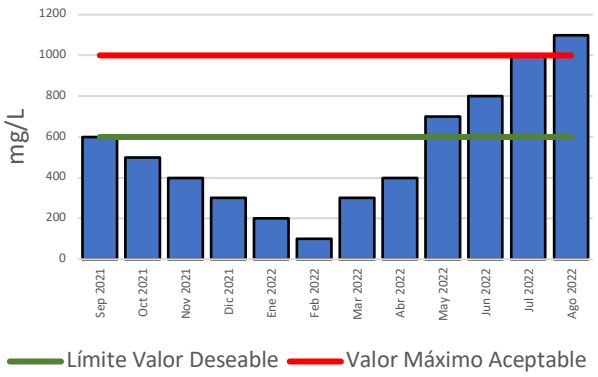
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

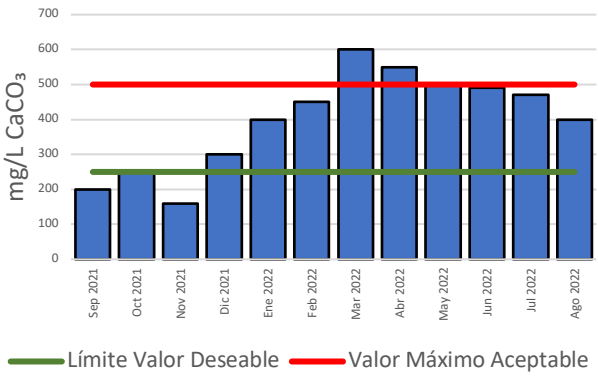
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

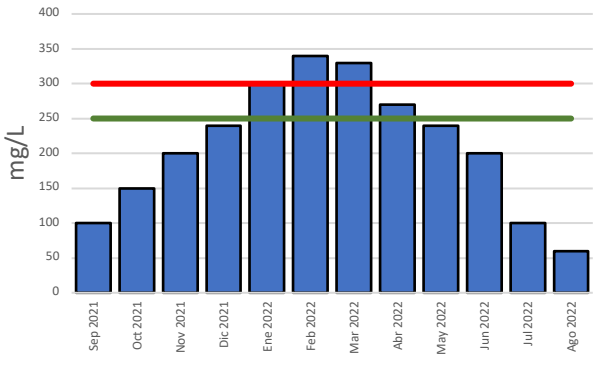
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



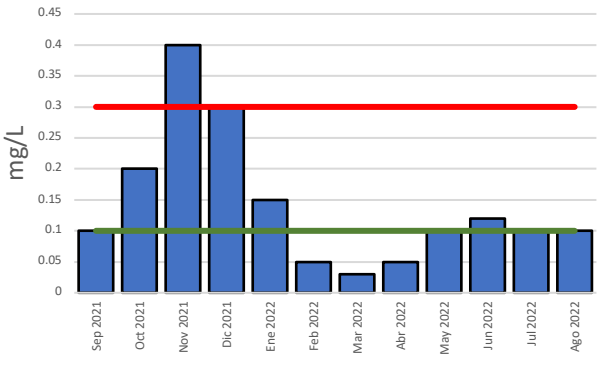
DUREZA TOTAL



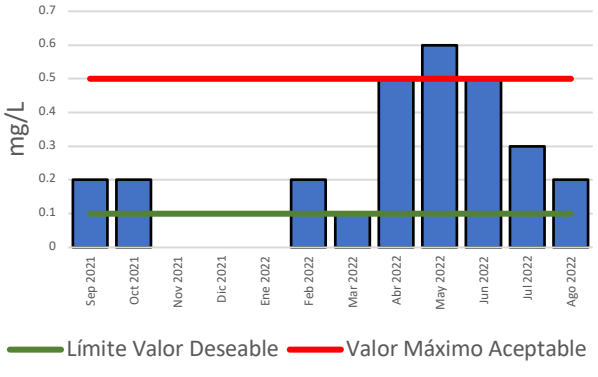
CLORUROS



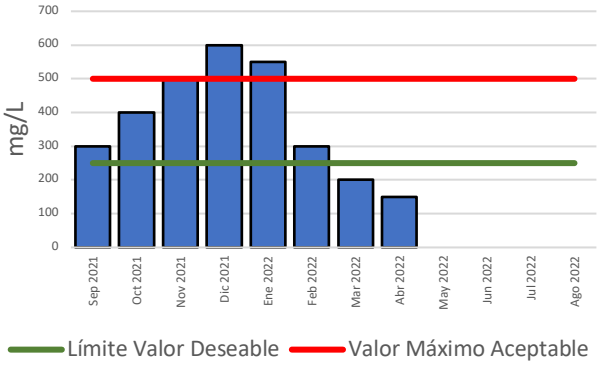
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

EDIFICIO DE LABORATORIOS

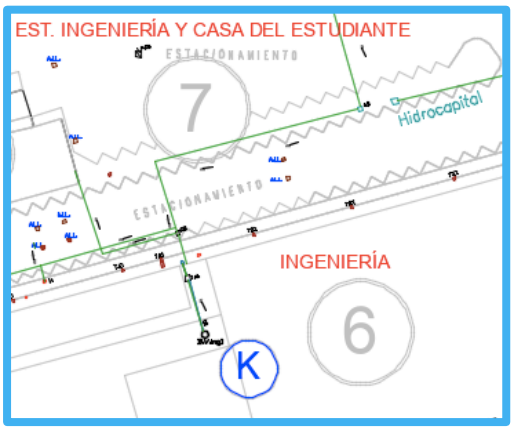
K

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

PATIO DEL LABORATORIO DE MATERIALES

PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

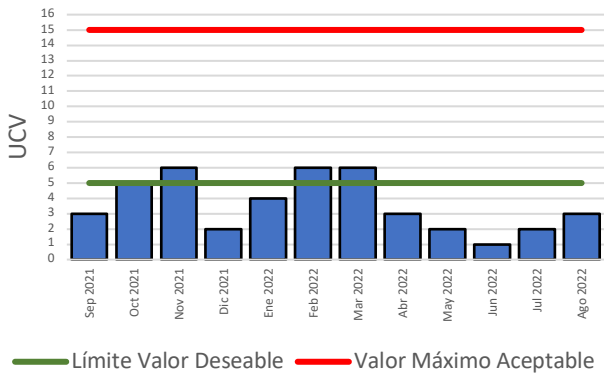
10º27’53”N 66º58’29”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

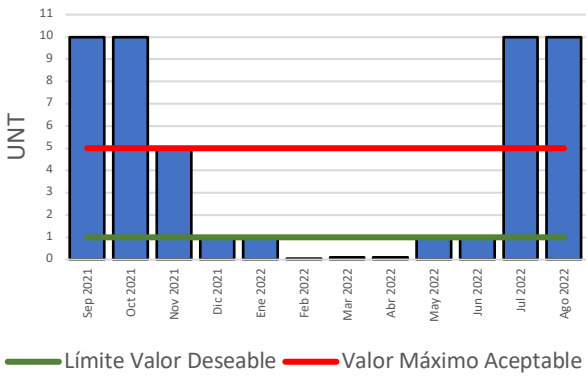
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Patio del laboratorio de materiales	Llave del cuarto de mezcladora de concreto

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

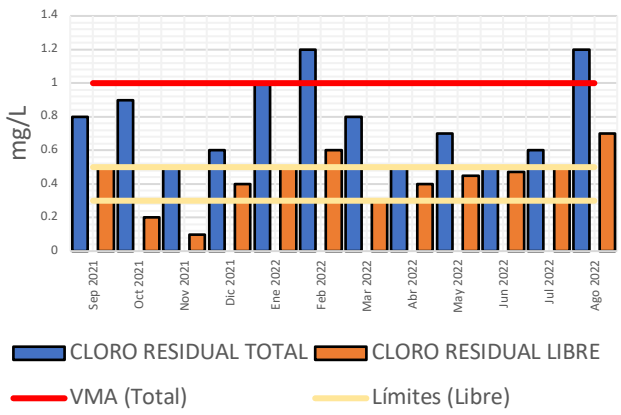
COLOR REAL



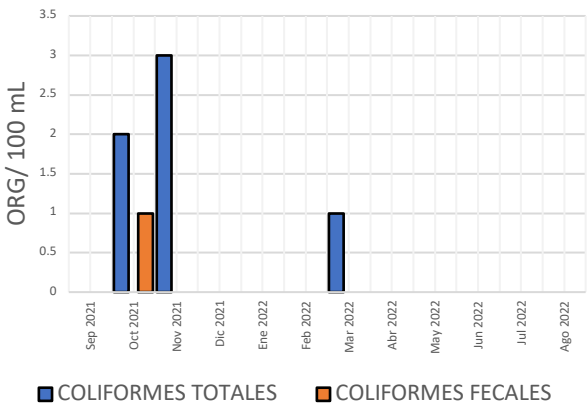
TURBIEDAD



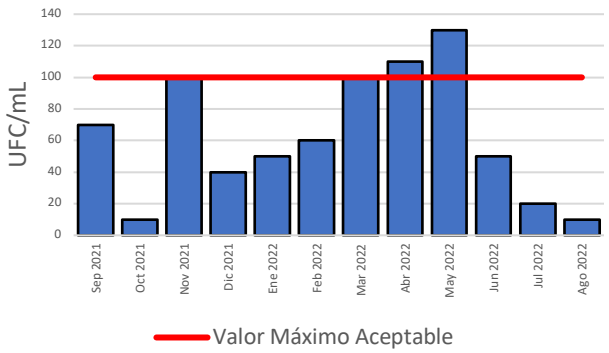
CLORO RESIDUAL



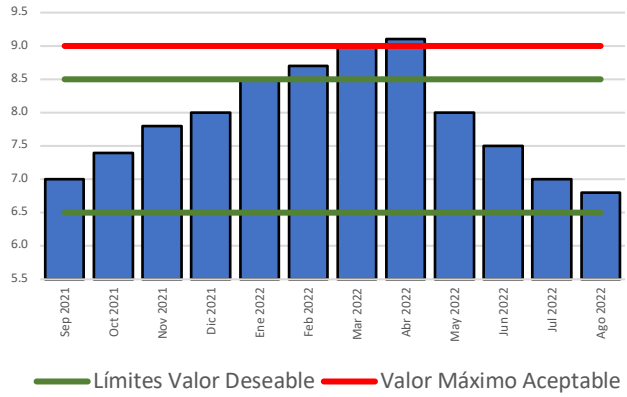
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



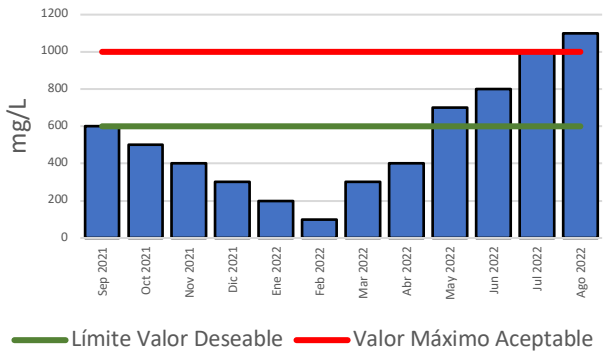
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

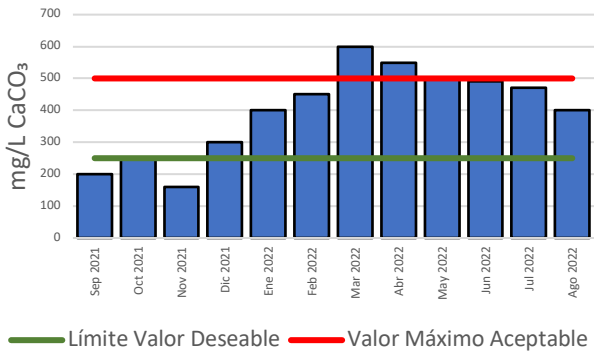
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

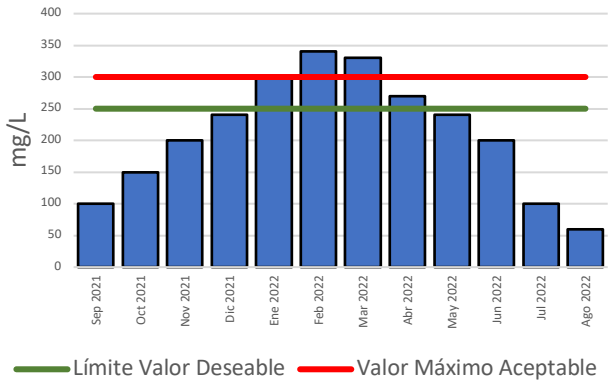
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



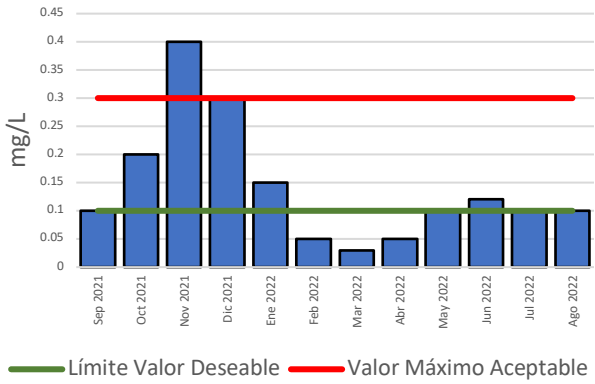
DUREZA TOTAL



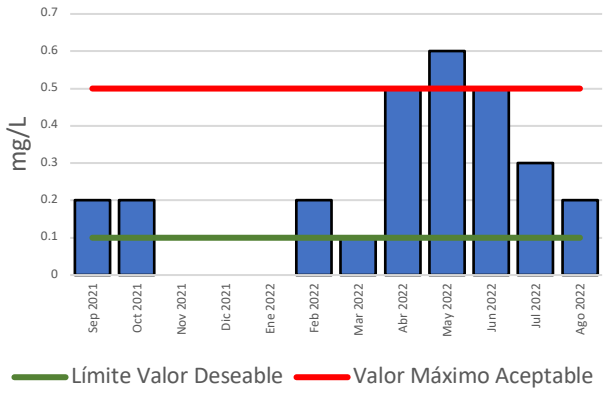
CLORUROS



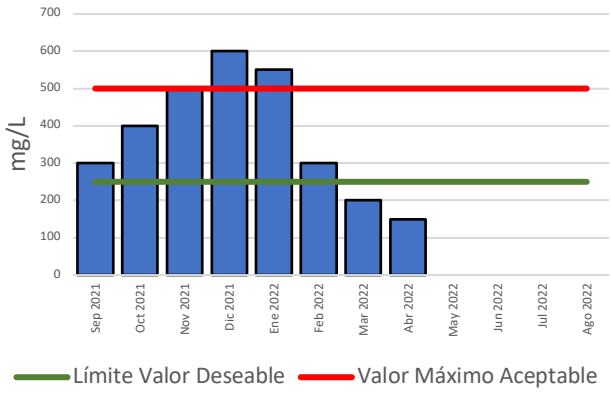
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

SOLARIUM

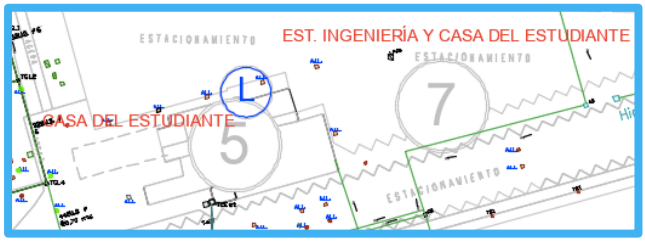
L

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

CASA DEL ESTUDIANTE

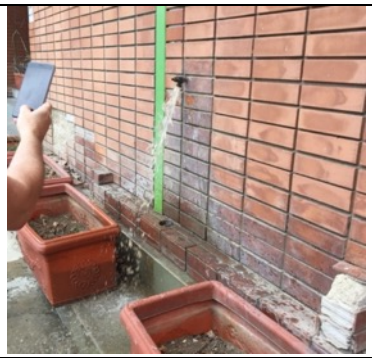
PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

10º27’55”N 66º58’30”W

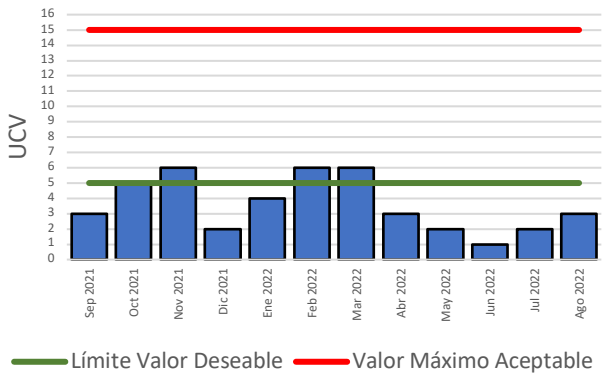
FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO



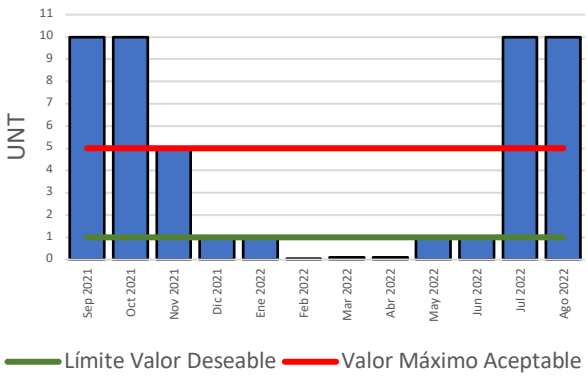
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Estacionamiento lateral norte al café	Llave en pared externa del edificio

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

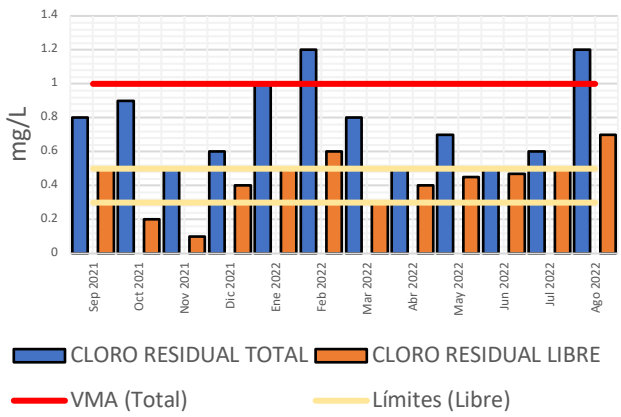
COLOR REAL



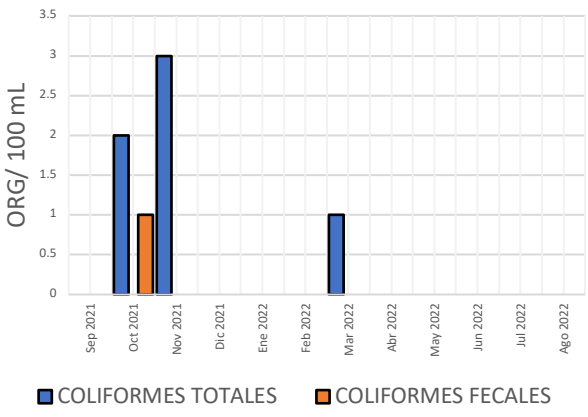
TURBIEDAD



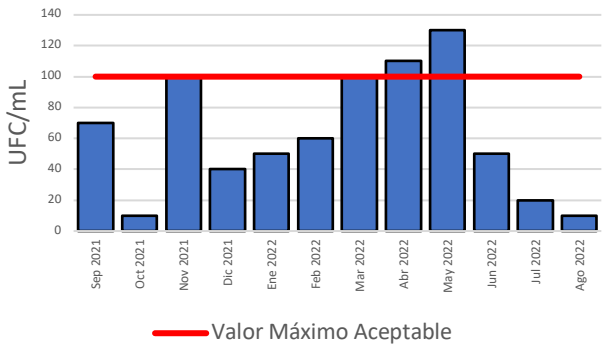
CLORO RESIDUAL



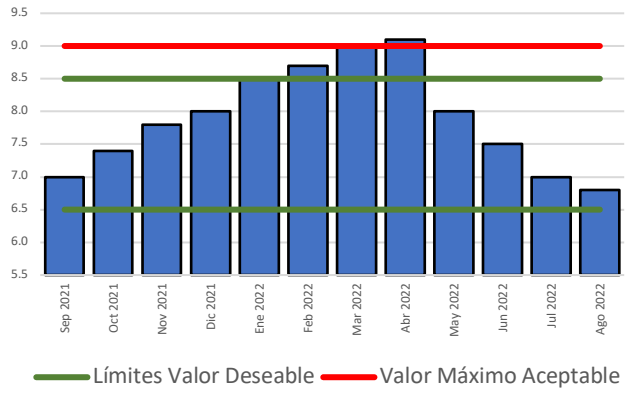
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



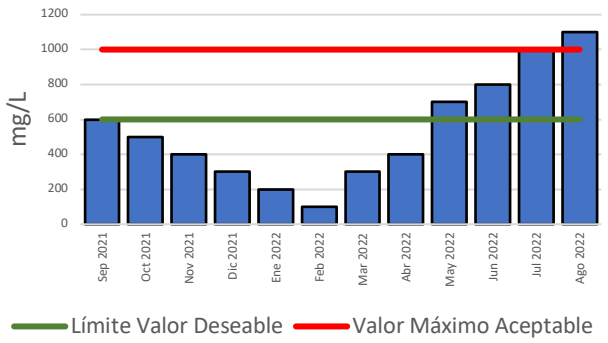
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

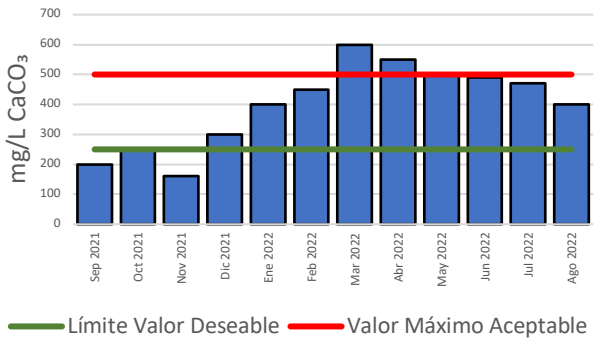
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

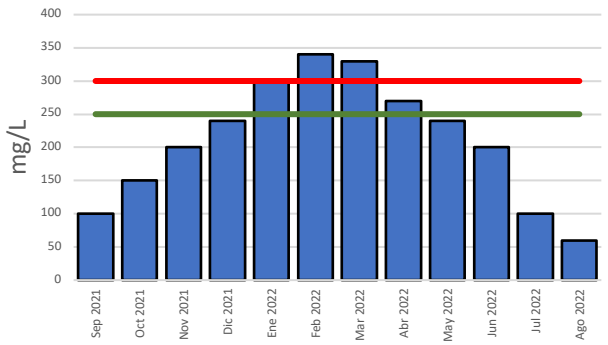
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



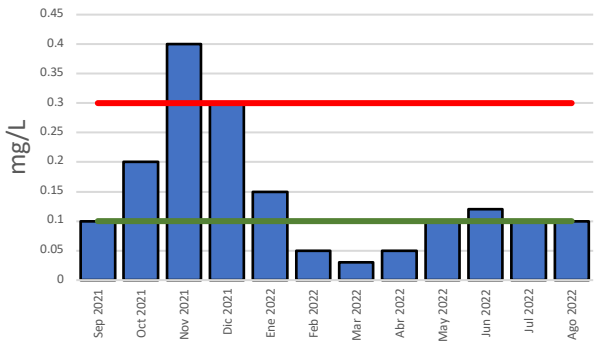
DUREZA TOTAL



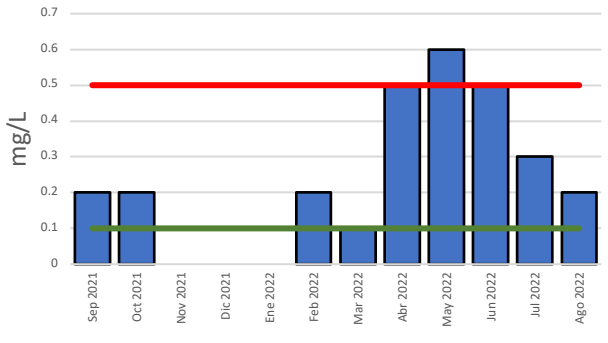
CLORUROS



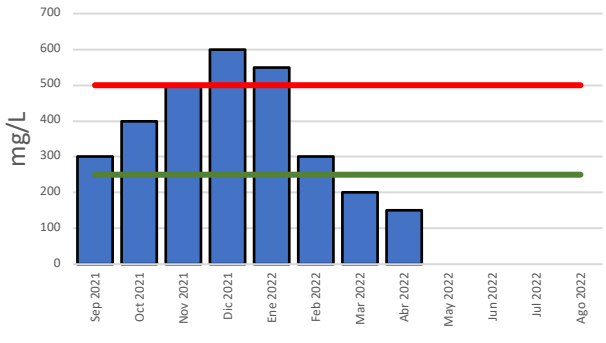
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

EDIFICIO DE CANCHAS

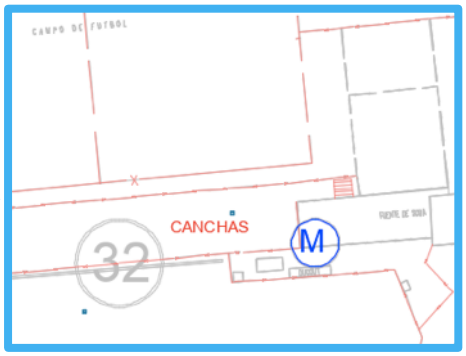
M

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

ZONA DE CANCHAS DEL CAMPUS

PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

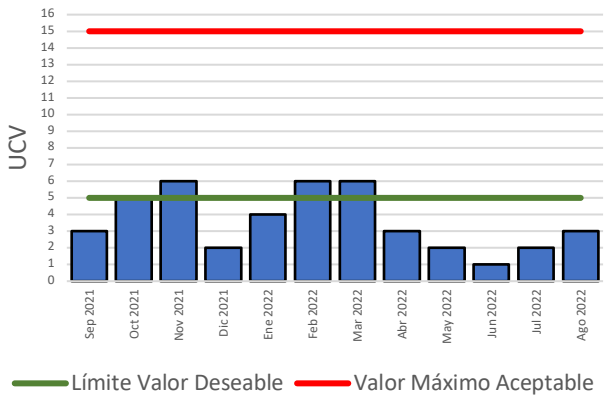
10º27’23”N 66º58’38”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

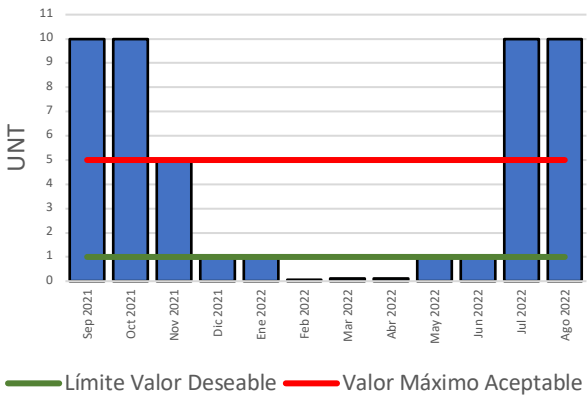
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Edificio principal de canchas	Lavamanos del baño público - nivel del gimnasio

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

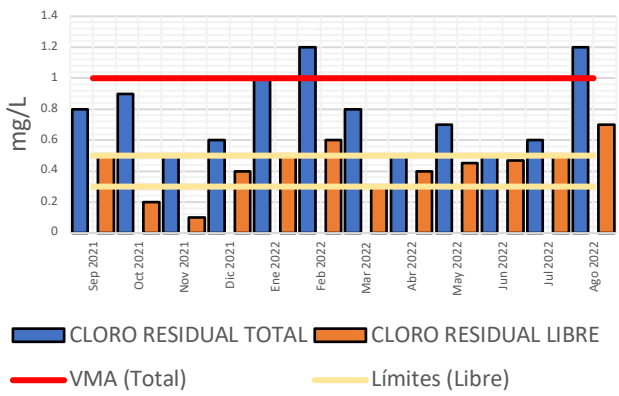
COLOR REAL



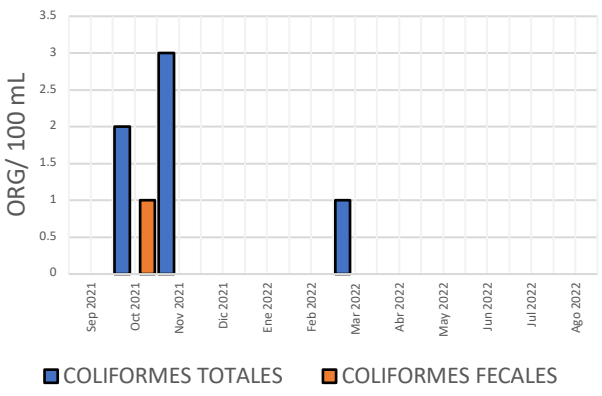
TURBIEDAD



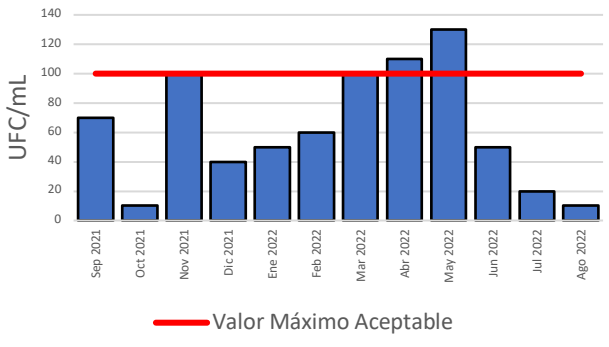
CLORO RESIDUAL



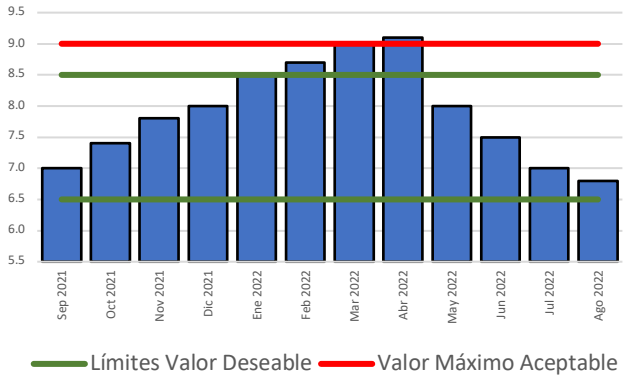
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



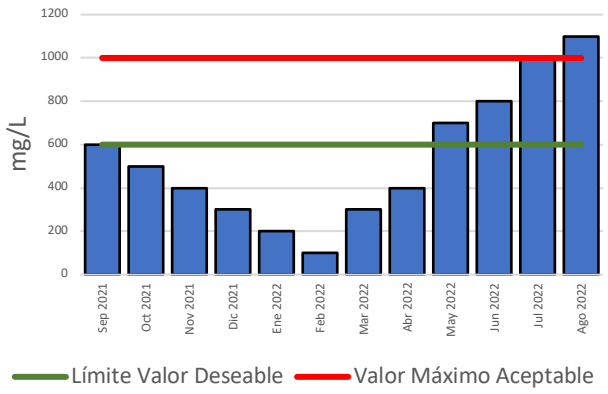
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

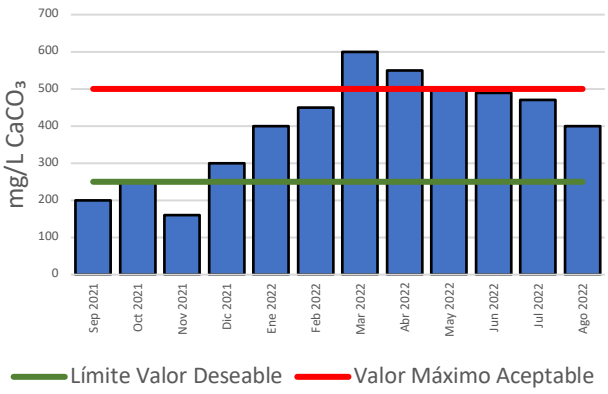
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

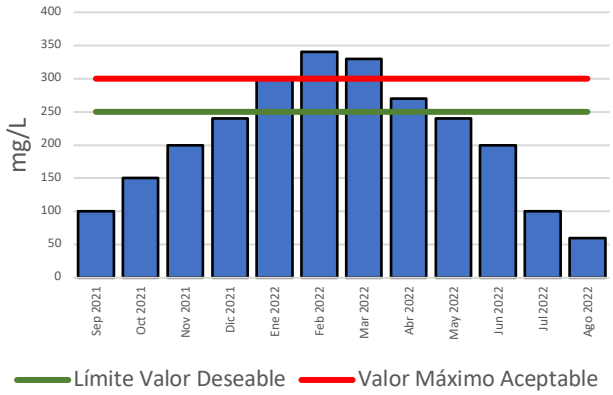
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



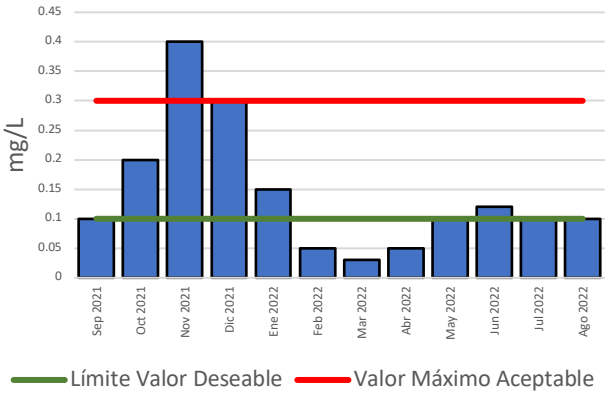
DUREZA TOTAL



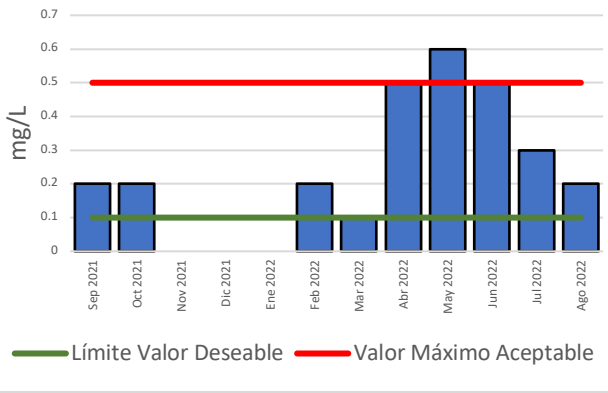
CLORUROS



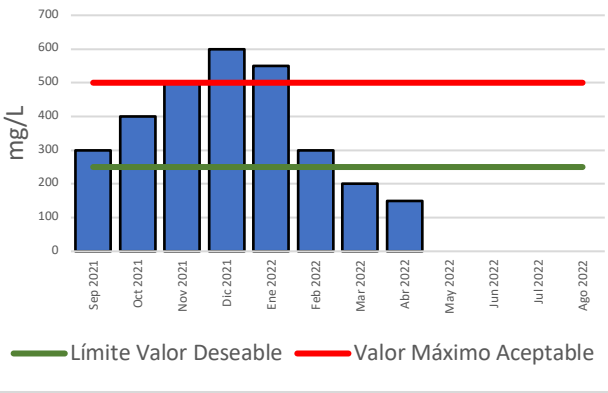
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARQUE SOCIAL - ENTRADA

N.1

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

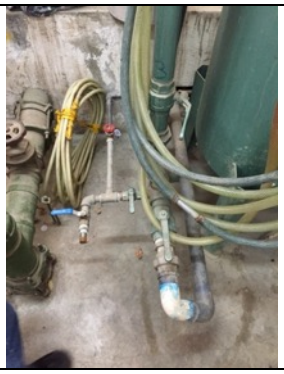
PLAZA CENTRAL DEL PARQUE SOCIAL

PUNTO DE MUESTREO

COORDENADAS:

10º27’58”N 66º58’26”W

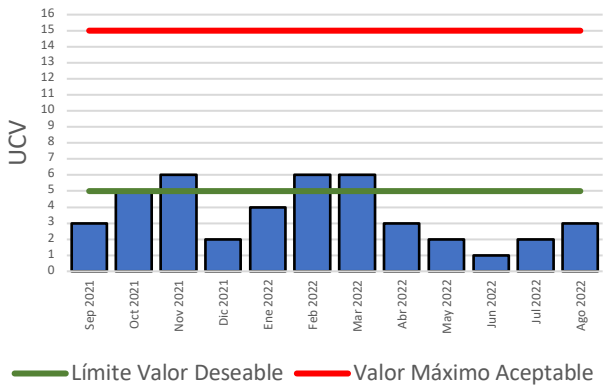
FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO



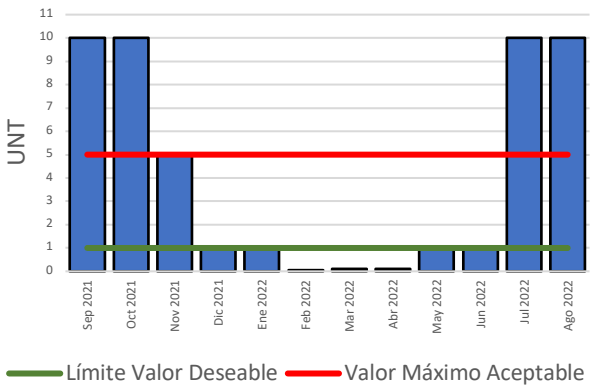
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Cuarto de bombas principal	Llave al lado del filtro

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

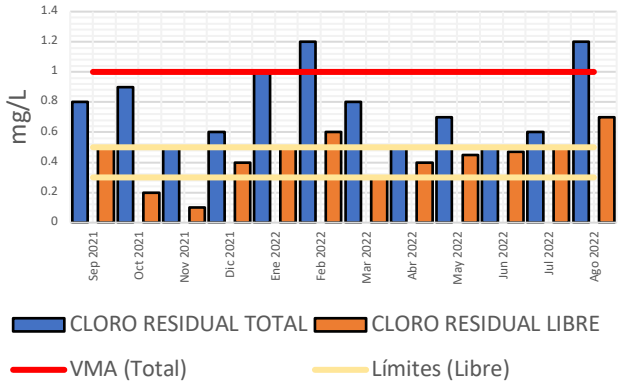
COLOR REAL



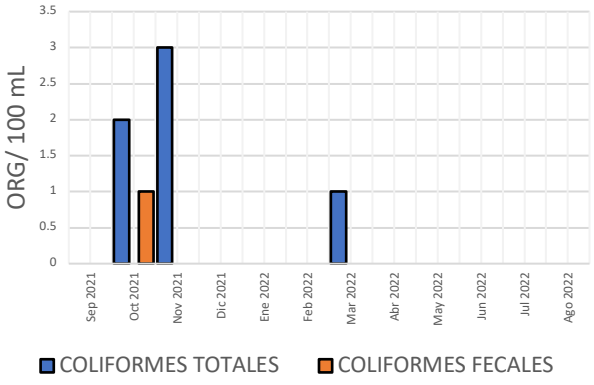
TURBIEDAD



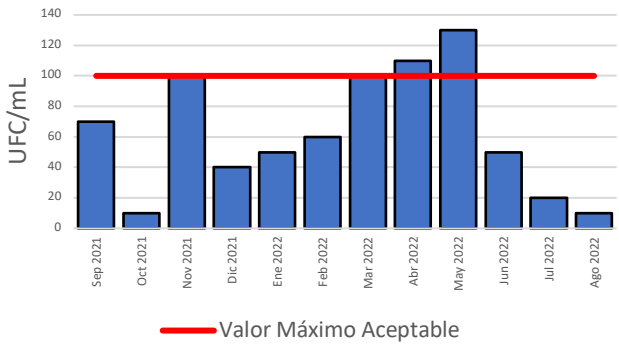
CLORO RESIDUAL



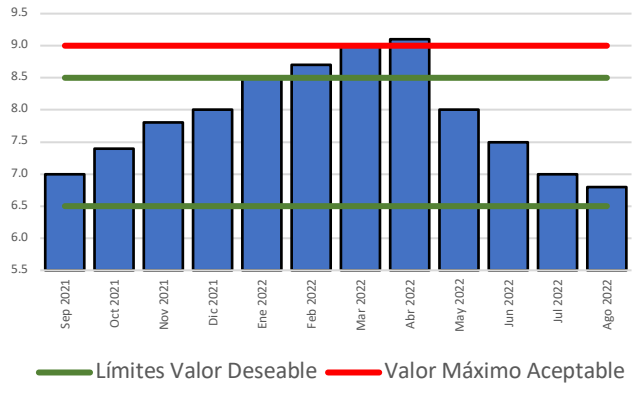
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



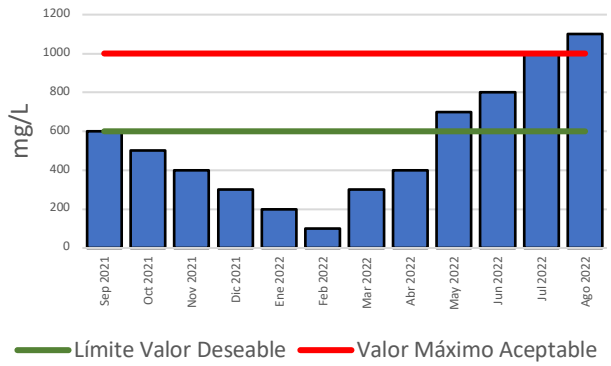
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

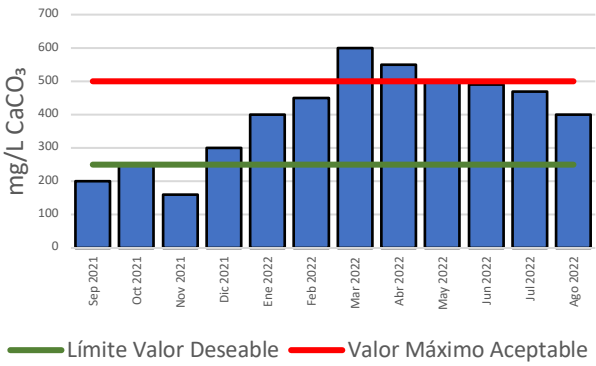
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

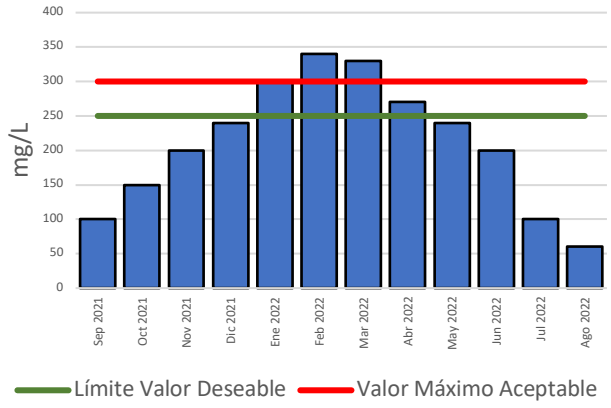
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



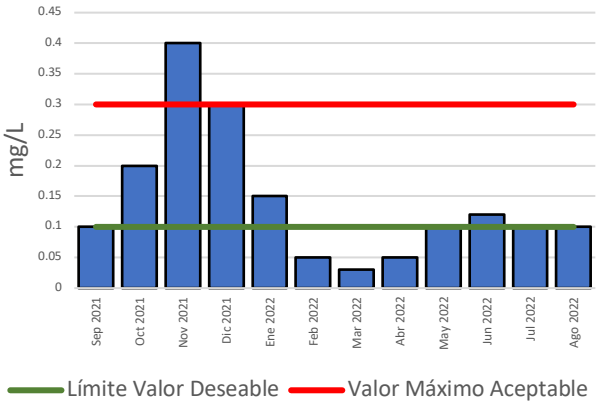
DUREZA TOTAL



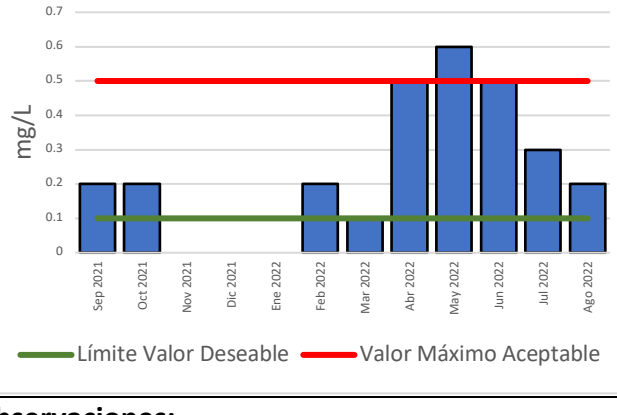
CLORUROS



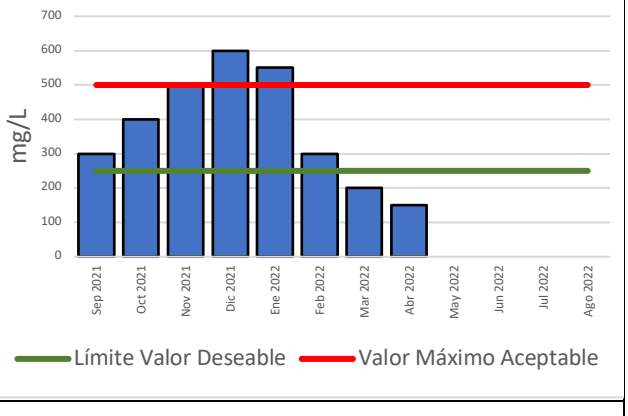
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARQUE SOCIAL - SALIDA

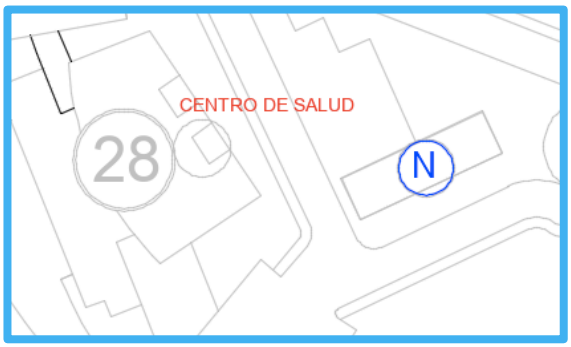
N.2

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

PLAZA CENTRAL DEL PARQUE SOCIAL

PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

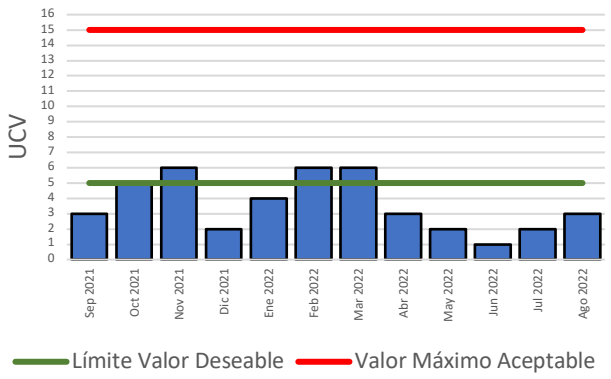
10º27’58”N 66º58’26”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

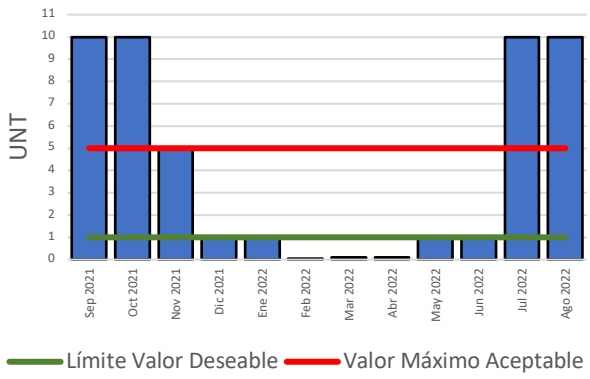
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Cuarto de bombas principal	Llave frente las bombas

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

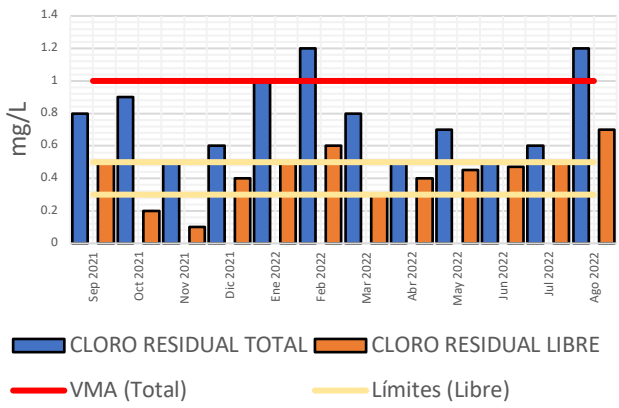
COLOR REAL



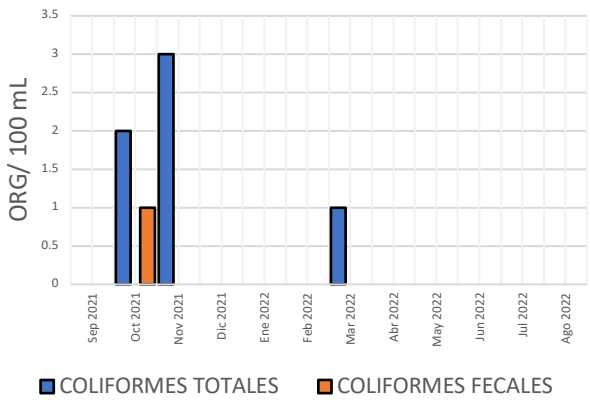
TURBIEDAD



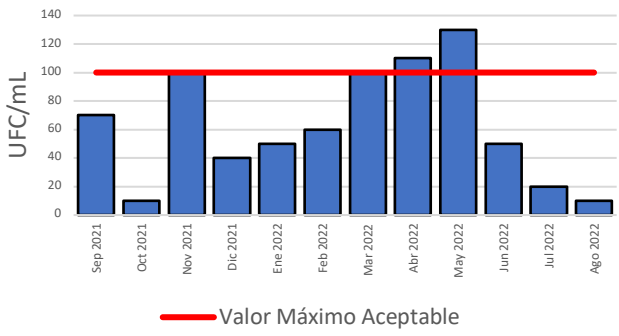
CLORO RESIDUAL



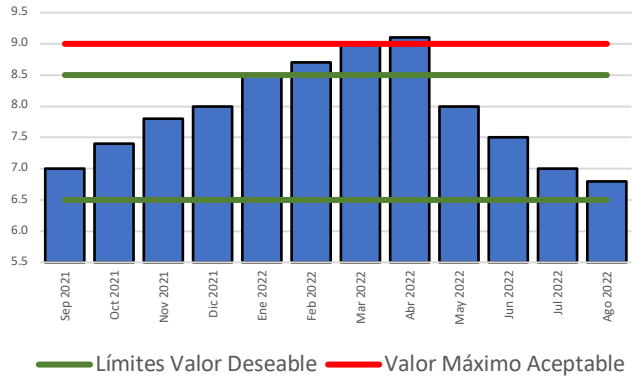
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



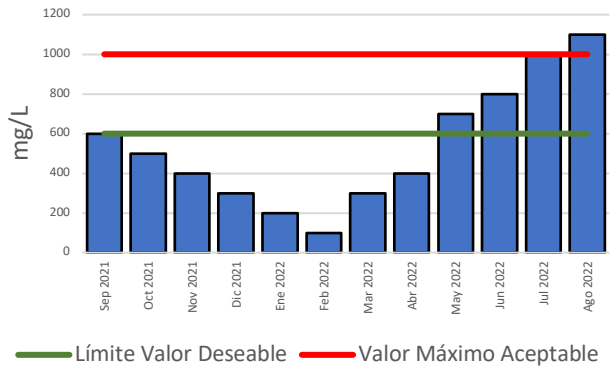
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

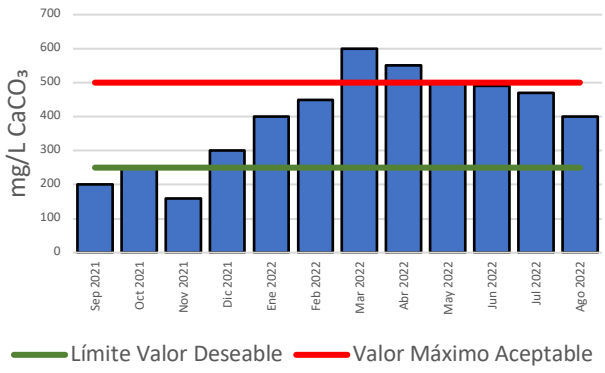
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

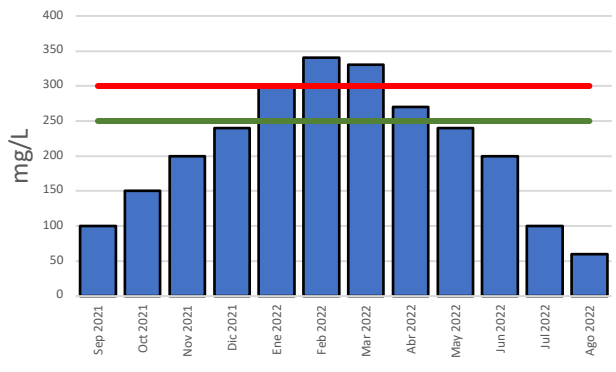
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



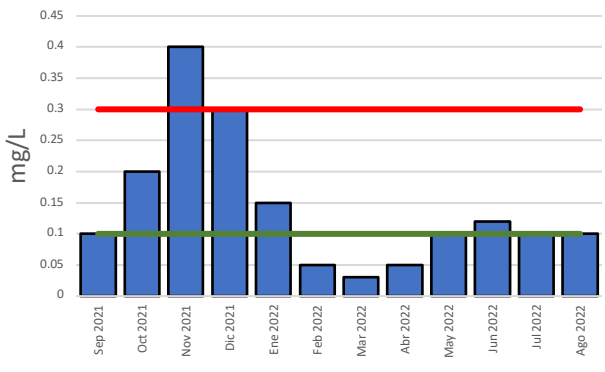
DUREZA TOTAL



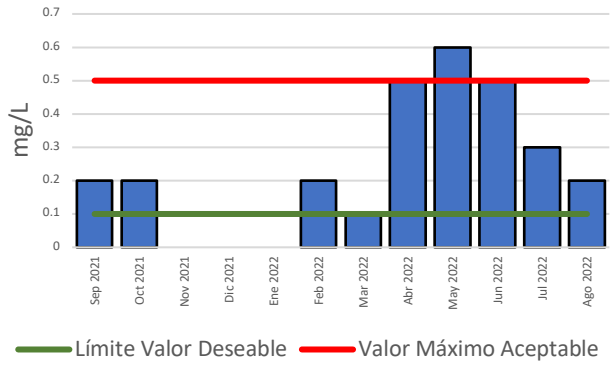
CLORUROS



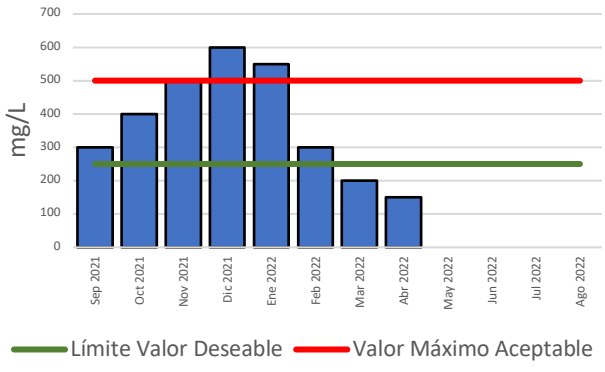
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

CENTRO DE SALUD SANTA INÉS

O

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

PARTE EXTERIOR CENTRAL DEL EDIFICIO DEL CENTRO DE SALUD SANTA INÉS

PUNTO DE MUESTREO

COORDENADAS:

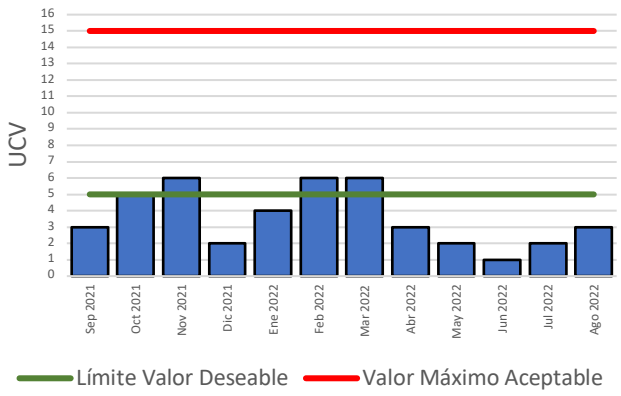
10º27’59”N 66º58’27”W

FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO

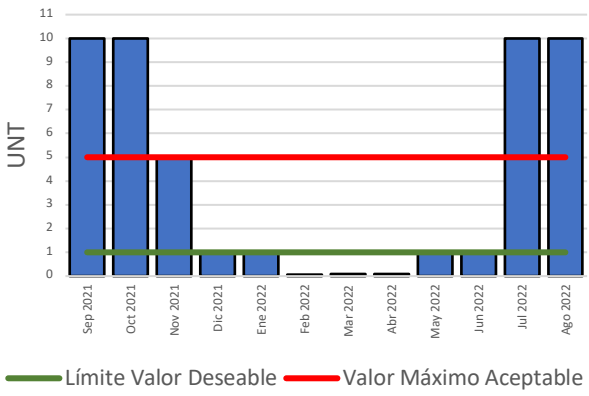
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Primer edificio entrando desde la pasarela	Llave parte externa

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

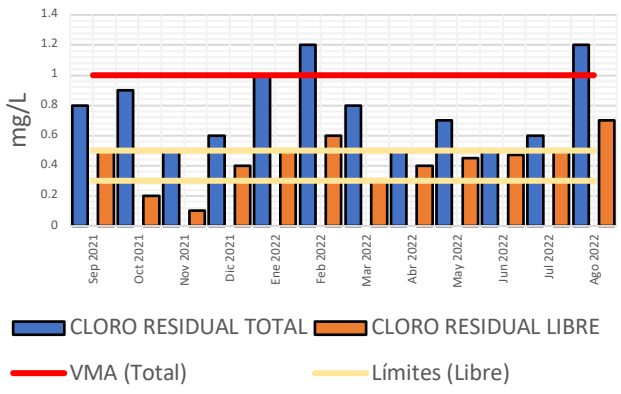
COLOR REAL



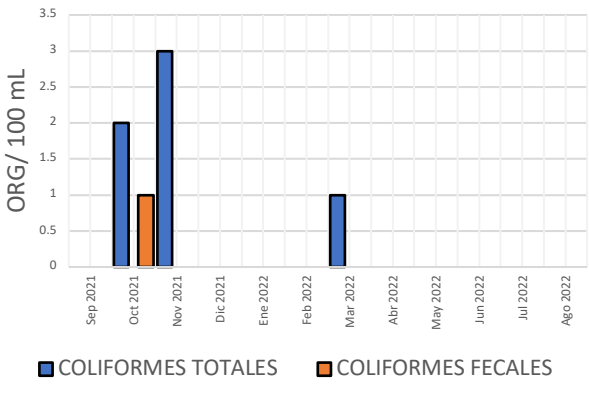
TURBIEDAD



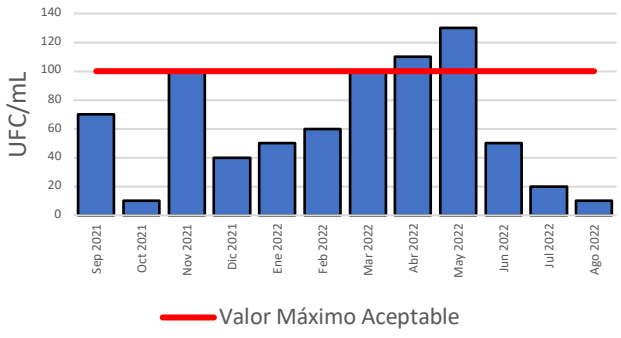
CLORO RESIDUAL



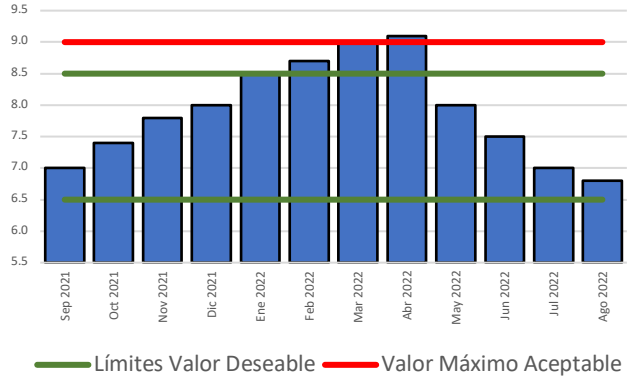
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH



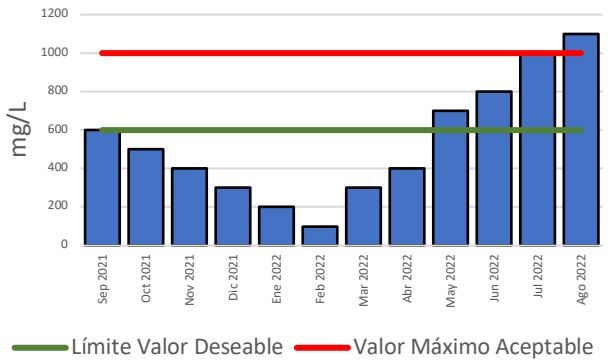
Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

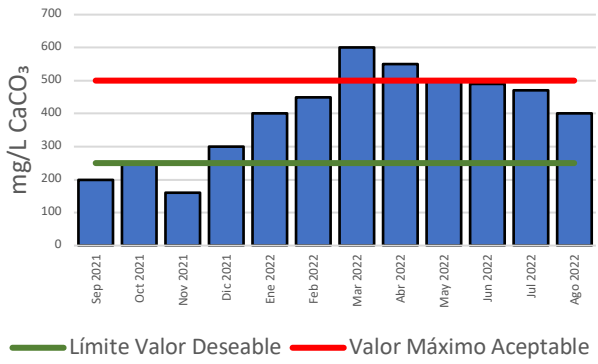
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

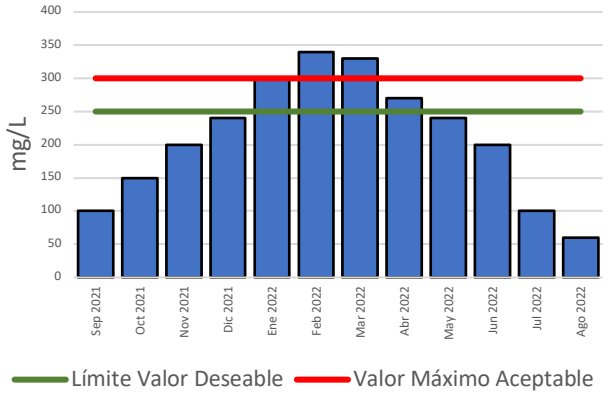
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



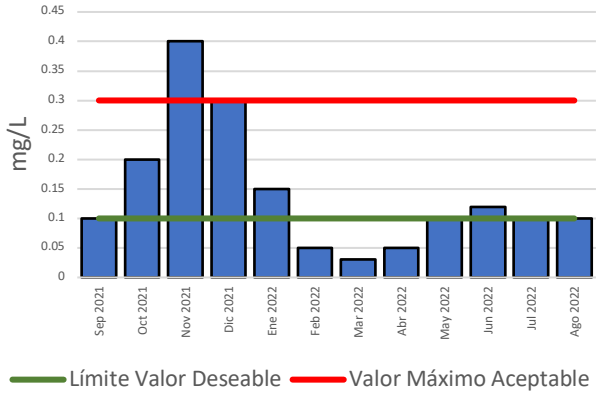
DUREZA TOTAL



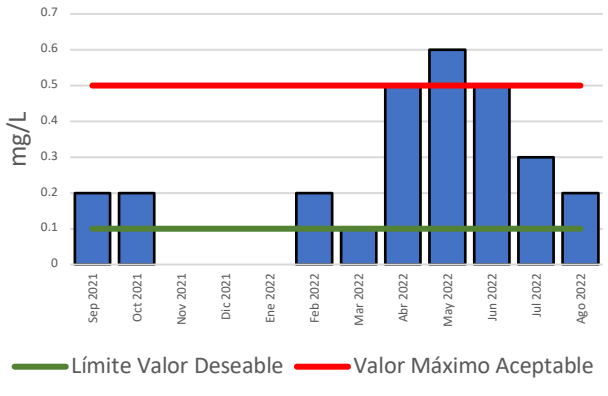
CLORUROS



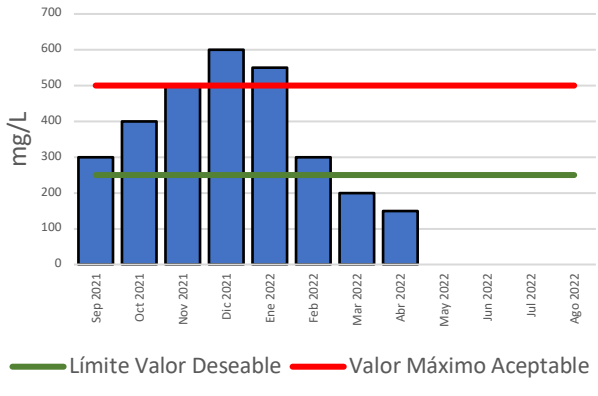
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO

FICHA TÉCNICA

CENTRO DE EDUCACIÓN COMUNITARIA

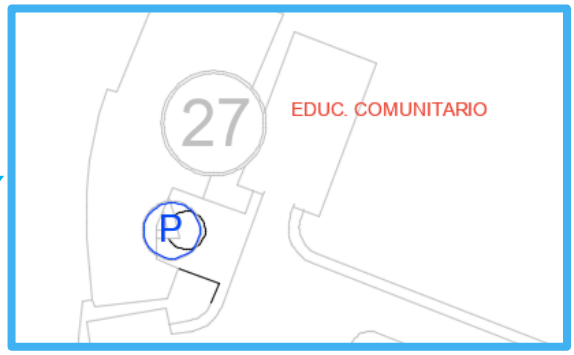
P

FECHA DEL MUESTREO (DD/MM/AAAA)	29/09/2021
HORA DE CAPATACIÓN DE MUESTRA	10:00 a. m.
RESPONSABLE DE LA CAPTACIÓN	FULANO DE TAL
LABORATORIO	LABSAM UCAB
PROCEDENCIA AGUA EN LA RED	HIDROCAPITAL

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL – ESTACIONAMIENTO DE SOLARIUM

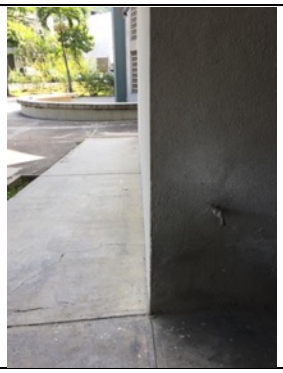
PUNTO DE MUESTREO



COORDENADAS:

10º28’01”N 66º58’30”W

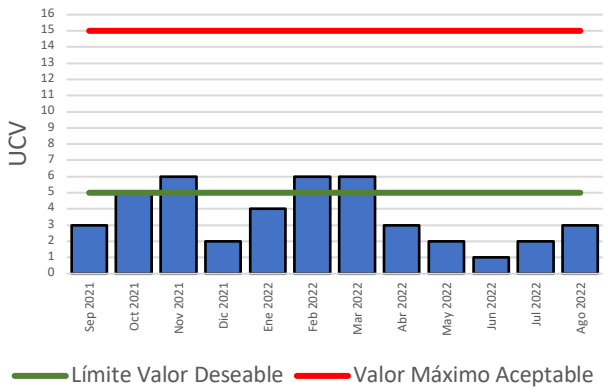
FOTOGRAFÍAS PUNTO DE MUESTREO



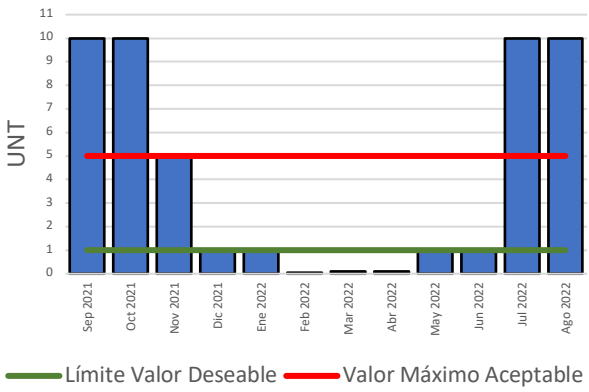
REFERENCIA	**PUNTO DE CAPTACIÓN**
Segundo edificio entrando desde la pasarela	Llave parte externa

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (1/2)

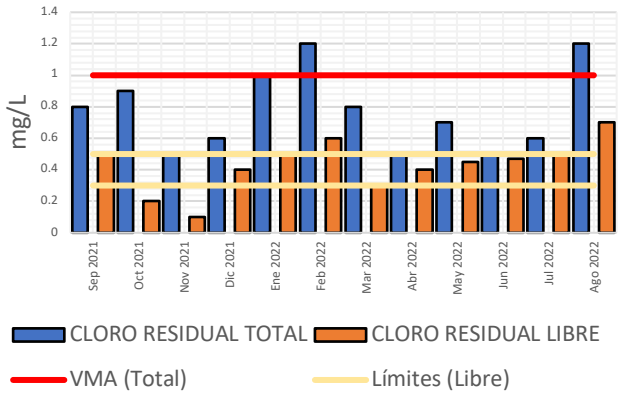
COLOR REAL



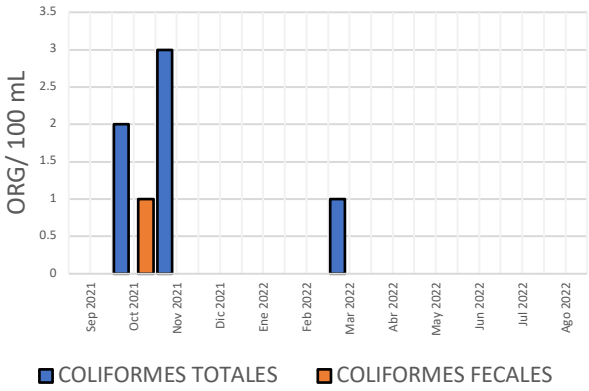
TURBIEDAD



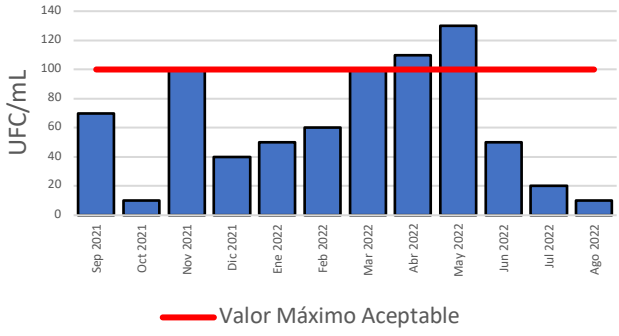
CLORO RESIDUAL



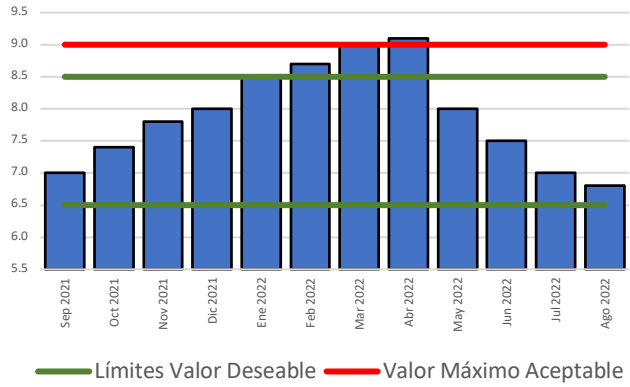
ORGANISMOS COLIFORMES



ORGANISMOS HETEROTROFOS AEROBIOS



pH

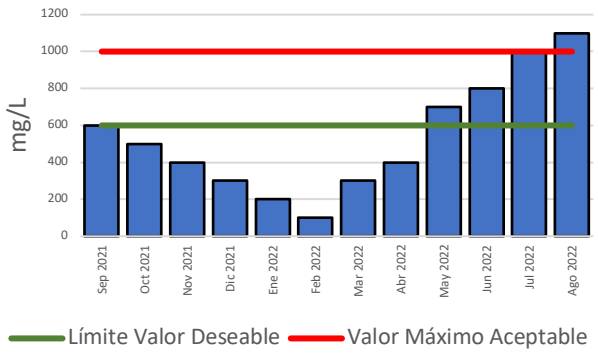


Observaciones:

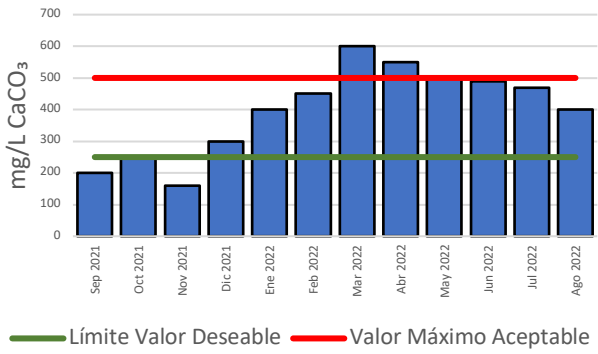
Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.
To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

RESULTADOS AÑO 2021-2022 (2/2)

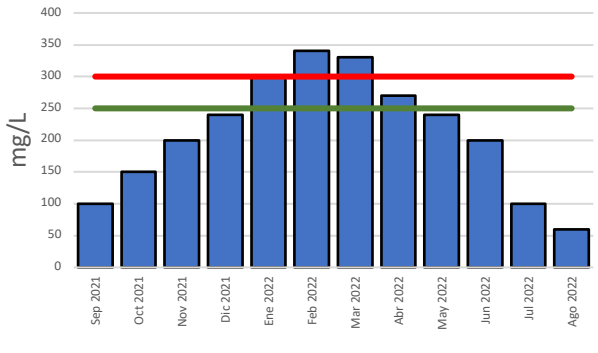
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES



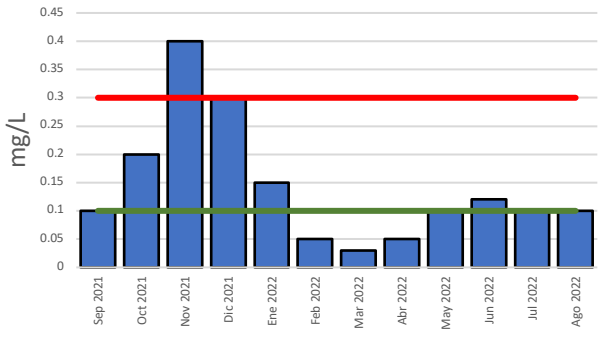
DUREZA TOTAL



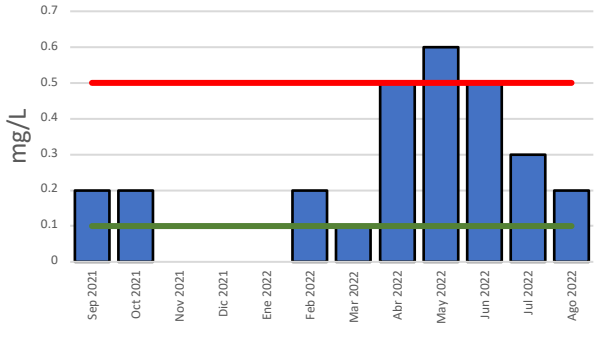
CLORUROS



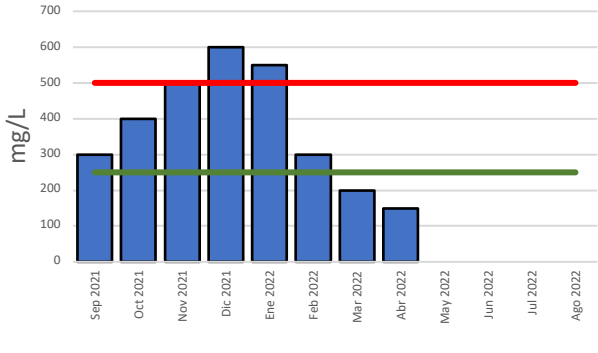
HIERRO TOTAL



MANGANESO TOTAL



SULFATOS



Observaciones:

Video provides a powerful way to help you prove your point. When you click Online Video, you can paste in the embed code for the video you want to add. You can also type a keyword to search online for the video that best fits your document.

To make your document look professionally produced, Word provides header, footer, cover page, and text box designs that complement each other. For example, you can add a matching cover page, header, and sidebar. Click Insert and then choose.

ANEXO 5

Informe N°: **LABSAM- TESIS DE GRADO _ PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB**

Caracas, 27 de Noviembre de 2021

Sr(es). TESIS DE GRADO
PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB – CAMPUS MONTALBÁN.

Presente.-

Por medio de la presente se confirma la entrega de la hoja de resultados correspondiente a al trabajo de grado del Br. FRANCISCO VELÁSQUEZ titulada: **PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB-CAMPUS MONTALBÁN** para la medición de los parámetros de las muestras descritas en su plan de muestreo.

Mucho le agradeceríamos remitir por esta vía, esta comunicación con los datos que se solicitan y debidamente firmada, en prueba de recepción digital o física del mencionado informe.

Sin más a que hacer referencia, se despide,

Atentamente,

Ing. Harry Castellanos
Director de los laboratorios de Ingeniería

Recibido por: _____

Informe N°: LABSAM- TESIS DE GRADO _ PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB

Fecha emisión: 27/11/2021

INFORME DE RESULTADOS

CLIENTE:	**TESIS DE GRADO PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB – CAMPUS MONTALBÁN.**
Procedencia de la Muestra(s):	**DESCRITAS EN LA TABLA 1**
Fecha de Muestreo:	7 de octubre del 2021
Hora de Muestreo (inicio / Final):	9:49 am / 1:48 pm
Responsable del muestreo:	Lic. DOUGLAS SÁNCHEZ (UCAB) / Br. FRANCISCO VELÁSQUEZ

1. RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

La captación de las muestras estuvo a cargo del Licenciado Douglas Sánchez y el Tesista Br. Francisco Velásquez, Según lo descrito en la TABLA 1. Las mediciones de campo se realizaron por el personal del Laboratorio de Ingeniería Sanitario-Ambiental (LABSAM) de la UCAB. La identificación de las muestras se realizó según el plan de muestreo indicado por el tesista.

TABLA 1.

PUNTOS DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	Hora de captación	Responsable de la captación
A.1	**ENTRADA DE HIDROCAPITAL**	10:10 a. m.	Br. Francisco Velásquez
B	**TANQUES GEMELOS/CASA DE PADRES**	11:45 a. m.	Lic. Douglas Sánchez
D	**CAFETÍN MÓDULOS**	1:48 p. m.	Lic. Douglas Sánchez
E	**FERIA DE COMIDA - CINCUENTENARIO**	12:58 p. m.	Br. Francisco Velásquez
F	**POSTGRADO**	12:40 p. m.	Br. Francisco Velásquez
G	**TANQUE DE ALMACENAMIENTO BIBLIOTECA**	11:17 a. m.	Br. Francisco Velásquez
H	**RECTORADO**	1:32 p. m.	Br. Francisco Velásquez
I	**DIRECCIÓN DE SERVICIOS**	12:23 p. m.	Lic. Douglas Sánchez
J	**CENTRO LOYOLA**	10:22 a. m.	Lic. Douglas Sánchez
K	**EDIFICIO DE LABORATORIOS**	9:49 a. m.	Lic. Douglas Sánchez
L*	**SOLARIUM**	10:41 a. m.	Lic. Douglas Sánchez
M	**EDIFICIO DE CANCHAS**	12:06 p. m.	Br. Francisco Velásquez

NORMA APLICABLE: Para los análisis de los resultados obtenidos se emplearon las Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable, publicadas en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.395 de fecha 13 de febrero de 1998, las cuales se encuentran vigentes.

2 RESULTADOS OBTENIDOS

2.1. Análisis Organolépticos y Fisicoquímicos.

					RESULTADOS					Norma 36.395
DESCRIPCIÓN	NORMA	VMD[1]	VMA[2]	Unidades	A.1	B	D	E	F	(Valores máximos permisibles)
TEMPERATURA		-	-	°C	28,10	26,40	26,00	26,70	25,30	N/A
pH	SM 4500-H+B	6,5 – 8,5	9	-	7,58	7,62	7,42	7,53	7,48	6,5-8,5
TURBIEDAD	SM 2130-B	1	5 (10) (a)	UNT(c)	1,36	0,20	0,96	4,00	0,61	1
CLORO RESIDUAL	"SM 4500-Cl F o SM- 4500-Cl G"	-	1,0 (3,0) (a)	mg/l	0,08	0,09	0,08	0,10	0,05	1
CONDUCTANCIA	SM.-2510-B	-	-	µS/cm2	373	322	340	335	335	N/A
SÓLIDOS DISUELTOS		600	1000	mg/l	179	158	167	164	164	600

					RESULTADOS					Norma 36.395
DESCRIPCIÓN	NORMA	VMD[1]	VMA[2]	Unidades	G	H	I	J	K	(Valores máximos permisibles)
TEMPERATURA		-	-	°C	25,80	25,90	26,80	23,10	26,50	N/A
pH	SM 4500-H+B	6,5 – 8,5	9	-	8,12	7,33	7,36	7,41	7,39	6,5-8,5
TURBIEDAD	SM 2130-B	1	5 (10) (a)	UNT(c)	0,07	0,41	0,27	0,57	0,64	1
CLORO RESIDUAL	"SM 4500-Cl F o SM- 4500-Cl G"	-	1,0 (3,0) (a)	mg/l	0,04	0,05	0,04	0,05	0,08	1
CONDUCTANCIA	SM.-2510-B	-	-	µS/cm2	386	396	344	425	334	N/A
SÓLIDOS DISUELTOS		600	1000	mg/l	189	194	169	209	167	600

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO UCAB DIRECCIÓN DE LOS LABORATORIOS INGENIERÍA CARACAS

Ensayos realizados por Lic. Douglas Sánchez
Analista de laboratorio

					RESULTADOS		Norma 36.395
DESCRIPCIÓN	**NORMA**	**VMD[1]**	**VMA[2]**	**Unidades**	**L***	**M**	**(Valores máximos permisibles)**
TEMPERATURA		-	-	°C	**26,50**	**26,10**	
pH	**SM 4500-H+B**	6,5 – 8,5	9	-	**7,62**	**7,75**	**6,5-8,5**
TURBIEDAD	**SM 2130-B**	1	5 (10) (a)	UNT(c)	**34,50**	**0,12**	**1**
CLORO RESIDUAL	**"SM 4500-Cl F o SM- 4500-Cl G"**	-	1,0 (3,0) (a)	mg/l	**No se midió por interferencia (COLOR)**	**0,12**	**1**
CONDUCTANCIA	**SM.-2510-B**	-	-	µS/cm2	**336**	**434**	**N/A**
SÓLIDOS DISUELTOS		600	1000	mg/l	**165**	**213**	**600**
HIERRO TOTAL	**SM-3500-Fe**	0,1	0.3 (1.0)	mg/l	**0.98**	**--**	**0,3**
COLOR APARENTE	**SM-2120 B**	-	-	U-Pt/Co	**200**	**--**	**N/A**
COLOR REAL	**SM-2120 B**	5	15 (25) (a)	UCV(b)	**10**	**--**	15(25)

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
UCAB
DIRECCIÓN DE LOS LABORATORIOS INGENIERIA
-CARACAS-

Ensayos realizados por Lic. Douglas Sánchez
Analista de laboratorio

3 OBSERVACIONES.

3.1. Los parámetros; TEMPERATURA, pH, TURBIEDAD, CONDUCTANCIA y SÓLIDOS DISUELTOS, se midieron con el equipo Multiparamétrico **ORION STAR A 3295, Serial G13227. Marca Thermo Scientific.**

3.2. Color a aparente y Color real, se realizó mediante comparador de disco **marca HELLIGH.**

3.3. Cloro residual, se midió con el equipo colorimétrico para Cloro **YSI™ 900 Chlorine Colorimeter**

3.4. HIERRO TOTAL se midió con el equipo **Orion AQ3700 AQUAfast Colorimeter,** con el método 223 descrito en el manual del usuario.

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. Los resultados serán analizados por el tesista y su tutor.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
UCAB
DIRECCIÓN DE LOS LABORATORIOS INGENIERÍA
-CARACAS-

Informe elaborado por **Lic. Douglas Sánchez**
Analista de laboratorio

Informe revisado y aprobado por: **Ing. Harry Castellanos**
Director de los laboratorios

Informe N°: **LABSAM- TESIS DE GRADO _ PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB**

Caracas, 27 de Noviembre de 2021

Sr(es). TRABAJO DE GRADO
PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB – CAMPUS MONTALBÁN.

Presente.-

Por medio de la presente se confirma la entrega de la hoja de resultados correspondientes al trabajo de grado del Br. FRANCISCO VELÁSQUEZ titulada: **PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB-CAMPUS MONTALBÁN** para la medición de los parámetros de las muestras descritas en el plan de muestreo.

Mucho le agradeceríamos remitir por esta vía, esta comunicación con los datos que se solicitan y debidamente firmada, en prueba de recepción digital o física del mencionado informe.

Sin más a que hacer referencia, se despide,

Atentamente,

Ing. Harry Castellanos
Director de los laboratorios de Ingeniería

Recibido por: _____

Informe N°: LABSAM- TESIS DE GRADO _ PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB

Fecha emisión: 27/11/2021

INFORME DE RESULTADOS

CLIENTE:	**TESIS DE GRADO PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO EN LA UCAB – CAMPUS MONTALBÁN.**
Procedencia de la Muestra(s):	**DESCRITAS EN LA TABLA 1**
Fecha de Muestreo:	10 de Noviembre del 2021
Hora de Muestreo (inicio / Final):	09:27 am / 11:12 am
Responsable del muestreo:	Br. FRANCISCO VELÁSQUEZ

1. RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

La captación de las muestras estuvo a cargo del Tesista Br. Francisco Velásquez, Según lo descrito en la TABLA 1. Las mediciones se realizaron por el personal del Laboratorio de Ingeniería Sanitario-Ambiental (LABSAM) de la UCAB en el laboratorio. La identificación de las muestras se realizó según el plan de muestreo indicado por el tesista.

TABLA 1.

PUNTOS DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	Hora de captación	Responsable de la captación
A.2	**EXTRACCIÓN DEL POZO**	11:12 a. m.	Br. Francisco Velásquez
N.1	**ENTRADA A TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARQUE SOCIAL**	9:40 a. m.	Br. Francisco Velásquez
N.2	**SALIDA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARQUE SOCIAL**	9:44 a. m.	Br. Francisco Velásquez
O	**CENTRO DE SALUD SANTA INÉS**	9:34 a. m.	Br. Francisco Velásquez
P	**CENTRO DE EDUCACIÓN COMUNITARIA**	9:27 a. m.	Br. Francisco Velásquez

NORMA APLICABLE: Para los análisis de los resultados obtenidos se emplearon las Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable, publicadas en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.395 de fecha 13 de febrero de 1998, las cuales se encuentran vigentes.

2 RESULTADOS OBTENIDOS

2.1. Análisis Organolépticos y Fisicoquímicos.

DESCRIPCIÓN	NORMA	VMD[1]	VMA[2]	Unidades	RESULTADOS A.2	Norma 36.395 (Valores Máximos Permisibles)
Temperatura de captación/Temperatura de análisis (Cº)		-	-	°C	25 / 24.1	N/A
pH	SM 4500-H+B	6,5 – 8,5	9	-	7,04	6,5-8,5
TURBIEDAD	SM 2130-B	1	5 (10) (a)	UNT(c)	2,81	1
CLORO RESIDUAL	"SM 4500-Cl F o SM- 4500-Cl G"	-	1,0 (3,0) (a)	mg/l	N/A	1
CONDUCTANCIA	SM.-2510-B	-	-	µS/cm2	867	N/A
SÓLIDOS DISUELTOS		600	1000	mg/l	425	600
HIERRO TOTAL	SM-3500-Fe	0,1	0.3 (1.0)	mg/l	1,06	0,3
COLOR APARENTE	SM-2120 B	-	-	U-Pt/Co	5	N/A
COLOR REAL	SM-2120 B	5	15 (25) (a)	UCV(b)	5	15(25)
DUREZA TOTAL	SM 2340 C	250	500	mg/l $CaCO_3$	312	500
DUREZA CALCICA	SM 2340 C	-	-	mg/l $CaCO_3$	300	500
ALCALINIDAD	SM 2320-B	--	--	mg/l $CaCO_3$	230	N/A
SULFATOS	SM 4050-SO4	250	500	mg/l	200	500
CLORUROS	S.M. 4500-Cl- B	250	300	mg/l	57	300
OXIGENO DISUELTO	SM 4500-O B /COVENIN 2871-92	-	-	mg/l	1,25	N/A

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
UCAB
DIRECCIÓN DE LOS LABORATORIOS INGENIERÍA
-CARACAS-

Ensayos realizados por Lic. Douglas Sánchez
Analista de laboratorio

					RESULTADOS				Norma 36.395
DESCRIPCIÓN	**NORMA**	**VMD[1]**	**VMA[2]**	**Unidades**	**N.1**	**N.2**	**O**	**P**	**(Valores máximos permisibles)**
Temperatura de captación/Temperatura de análisis (Cº)		-	-	°C	**30 / 26.4**	**28 / 26.5**	**25 / 23.8**	**24 / 23.5**	N/A
pH	SM 4500-H+B	6,5 – 8,5	9	-	**7,29**	**7,34**	**7,54**	**7,55**	6,5-8,5
TURBIEDAD	SM 2130-B	1	5 (10) (a)	UNT(c)	**2,13**	**2,53**	**0,81**	**1,40**	1
CLORO RESIDUAL	"SM 4500-Cl F o SM- 4500-Cl G"	-	1,0 (3,0) (a)	mg/l	**0,77**	**1,00**	**0,10**	**0,18**	1
CONDUCTANCIA	SM.-2510-B	-	-	µS/cm2	**300**	**297**	**305**	**303**	N/A
SÓLIDOS DISUELTOS		600	1000	mg/l	**148**	**146**	**150**	**149**	**600**

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
UCAB
DIRECCIÓN DE LOS LABORATORIOS INGENIERIA
-CARACAS-

Ensayos realizados por Lic. Douglas Sánchez
Analista de laboratorio

2.2. Análisis Microbiológicos:

Descripción	NORMA	VMA[1]	Unidades	RESULTADOS A.2	Nor36.395 (Valores Máximos Permisibles)
COLIFORMES TOTALES	S.M. 9221 B – C – D	0	NMP/100 ml	2400	Ausentes
COLIFORMES FECALES	S.M 9221 E	0	NMP/100 ml	12	Ausentes

[1] **Valor máximo aceptable**

- **Para Coliformes totales y fecales se trabajó con una dilución 1/10**

Descripción	NORMA	VMA[1]	Unidades	RESULTADOS A.2	Nor36.395 (Valores Máximos Permisibles)
HETERÓTROFOS	S.M. 9215 A	0	UFC/ ml	5200	100

[1] **Valor máximo aceptable**

- **Para HETERÓTROFOS se trabajó con una dilución 1/100**

Ensayos realizados por Lic. Douglas Sánchez
Analista de laboratorio

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
UCAB
DIRECCIÓN DE LOS LABORATORIOS INGENIERIA
-CARACAS-

3 OBSERVACIONES.

3.1. Los parámetros; TEMPERATURA, pH, TURBIEDAD, CONDUCTANCIA, OXIGENO DISUELTO y SÓLIDOS DISUELTOS, se midieron con el equipo Multiparamétrico **ORION STAR A 3295, Serial G13227. Marca Thermo Scientific.**

3.2. Color a aparente y Color real, se realizó mediante comparador de disco **marca HELLIGH.**

3.3. Cloro residual, se midió con el equipo colorimétrico para Cloro **YSI™ 900 Chlorine Colorimeter**

3.4. HIERRO TOTAL (método 223), SULFATOS (método 355), ALCALINIDAD (método 30), CLORUROS (método 90), se midieron con el equipo **Orion AQ3700 AQUAfast Colorimeter.** Los métodos son los descritos en el manual del usuario.

3.5. DUREZA TOTAL Y DUREZA CALCICA se realizaron con el método **SM 2340 C,** descrito en el *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater.*

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. Los resultados serán analizados por el tesista y su tutor.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
UCAB
DIRECCIÓN DE LOS LABORATORIOS INGENIERIA
-CARACAS-

Informe elaborado por **Lic. Douglas Sánchez**
Analista de laboratorio

Informe revisado y aprobado por: **Ing. Harry Castellanos**
Director de los laboratorios

ANEXO 6

MEMORIA FOTOGRÁFICA

Programa de monitoreo de la calidad del agua de abastecimiento en la UCAB - Campus Montalbán

Notas

- Todas las fotos son tomadas por mi persona: Francisco Velásquez. A menos que se indique lo contrario.
- Por fecha, solo se colocan las fotos que tomaron relevancia, a pesar de que existan muchas más.
- Excepciones de fechas descritas al pie de las fotos dado el caso.

16 de marzo del 2021

Entrada al campus

Definición del área de monitoreo - punto inicial, luego definido como "A"

Tanques principales a gravedad

- Correspondientes a:
- Tanques Gemelos “B”
- Tanque Australiano “C”

Tanques Gemelos

B

Tanque Australiano

C

Tanque de Cincuentenario - Feria de Comida

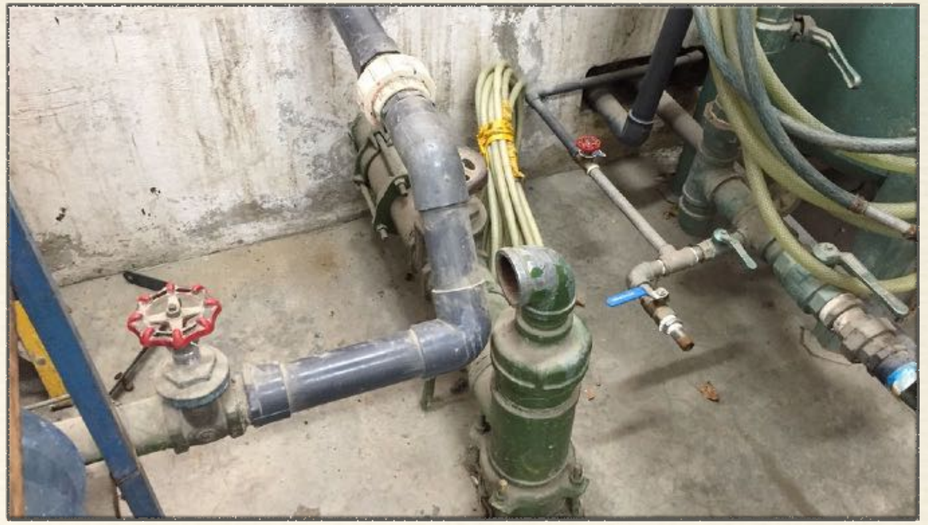
“E”

MANTENGA ESTA
AREA LIMPIA

CUARTO
DE BOMBA

Parque Social

Tanque Principal "N"



10 de septiembre del 2021

Servicios Generales

“I”

INFORMACIÒN IMPORTANTE
Para el ingreso a nuestras instalaciones, favor identificarse con el oficial de seguridad y cumplir con las medidas de bioseguridad durante su permanencia.
UCAB

ZONA DE DESINFECCION

Tanque de Biblioteca

“G”

Cafetín Módulos

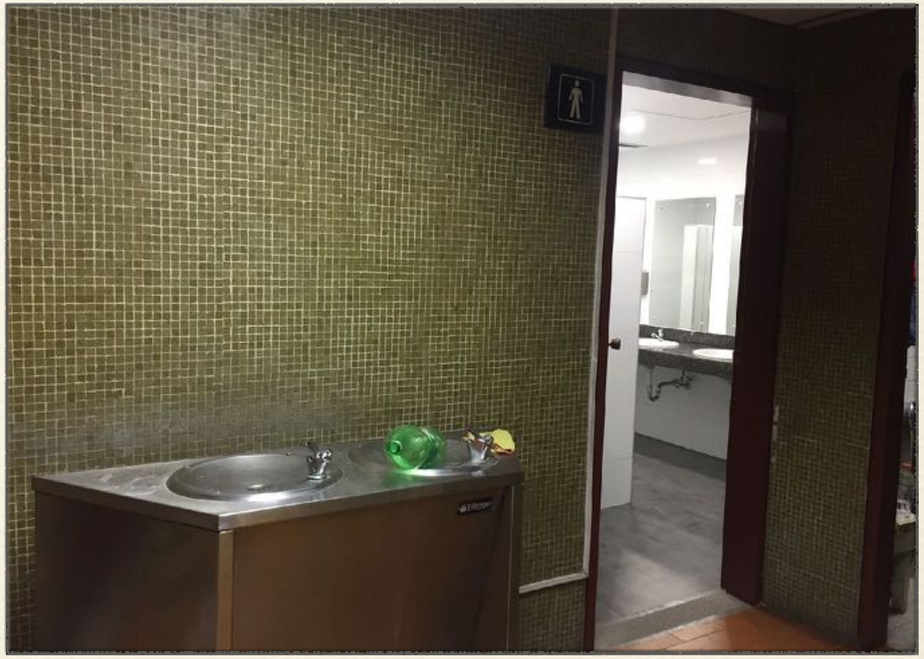
“D”

Solarium

“L”

Rectorado

“H”



22 de septiembre del 2021

Impulsión principal

Cuarto de bombas del punto "A"

Feria de Comida

Punto de captación “E”

Tanques Gemelos - Casa de Padres

Definición del punto de captación “B”, dada la imposibilidad de instalarlo en las tuberías de las taquillas de los tanques por los grandes diámetros

Sistema de Almacenamiento en Casa de Padres

Destacando que la medición en “B” es junto antes de los procesos de tratamiento del agua para el almacenamiento del edificio.

45
DECOGLASS

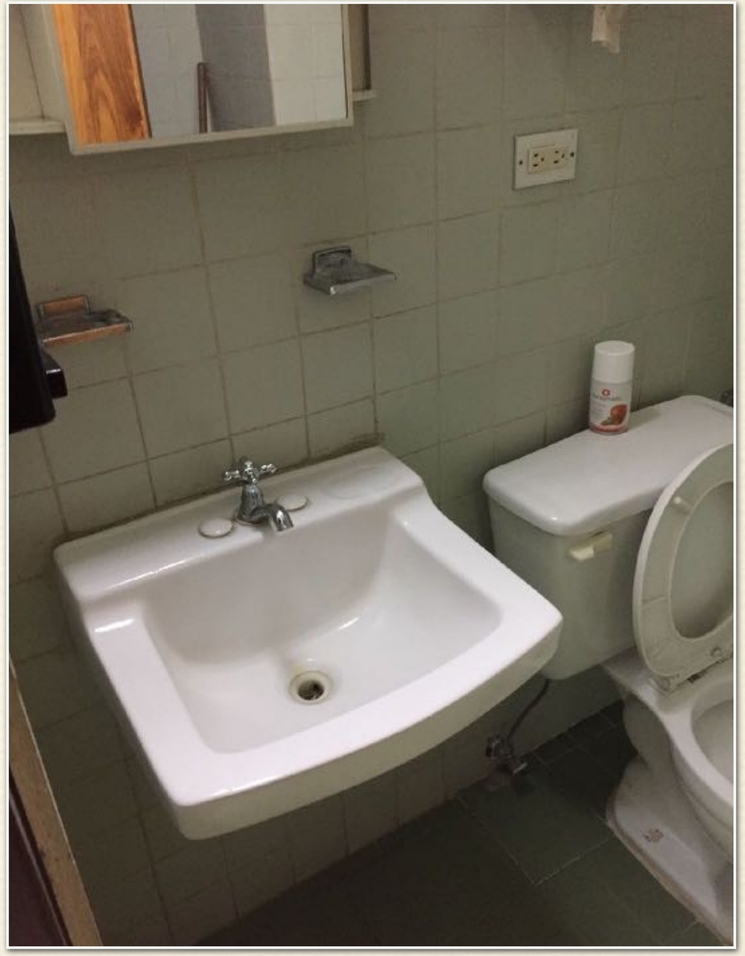
Tanque Australiano

Propuesta del punto de captación “C”
Detrás del galpón de archivos

16 de marzo del 2021

Centro Loyola

Primera definición de "J" posteriormente descartada por la dificultad de acceso



Edificio de Canchas

Definición de "M" en el baño al nivel del gimnasio.

CAUTION

4 de octubre del 2021

Centro de Salud Santa Inés UCAB

Definición del punto “O”

Punto a las afueras del edificio

Centro de Educación Comunitaria

Definición del punto “P”

Igualmente ubicado a las afueras del edificio

Panorámica del cuarto de bombas principal - Parque Social

Punto "N"

Edificio de Postgrado

Primera definición del punto de captación “F”, posteriormente reubicado por la burocracia del acceso al techo verde.

Edificio de Laboratorios

Definición del punto "K" en el patio de laboratorio de materiales.

7 de octubre del 2021
Primer día de prueba piloto

- Puntos abarcados: A.1, B, D, E, F, G, H, I, J, K, L y M.

Edificio de Postgrado

Redefinición del punto “F” en baño del piso 1

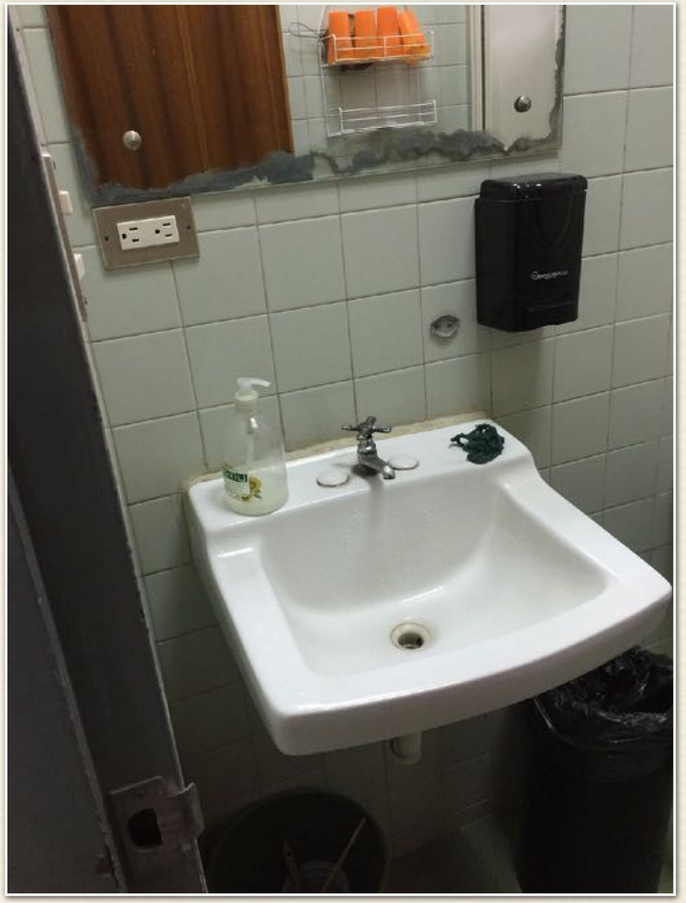
10 de septiembre del 2021

CABALLEROS

Centro Loyola

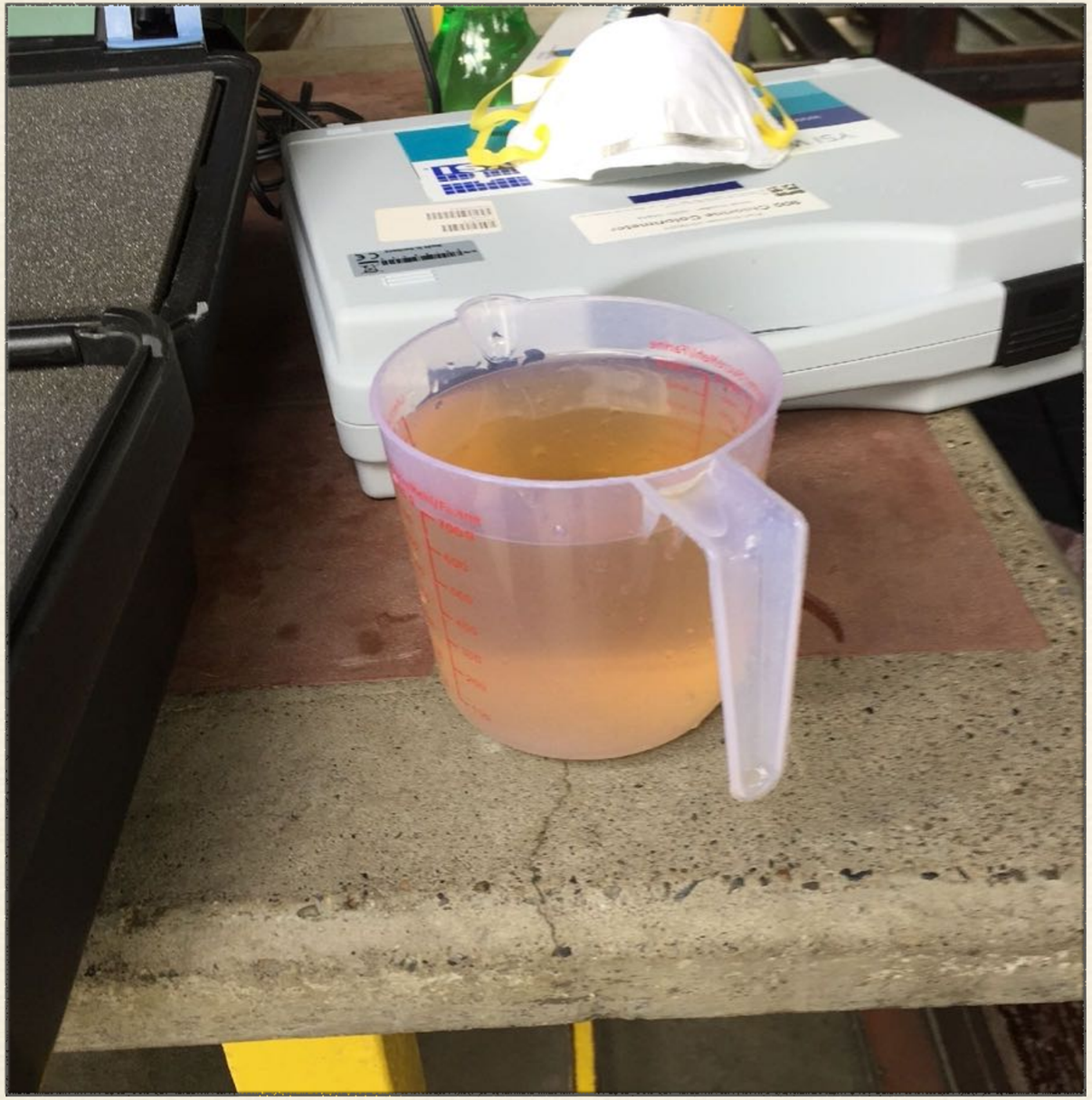
Redefinición del punto "J" en el baño del Despacho Parroquial

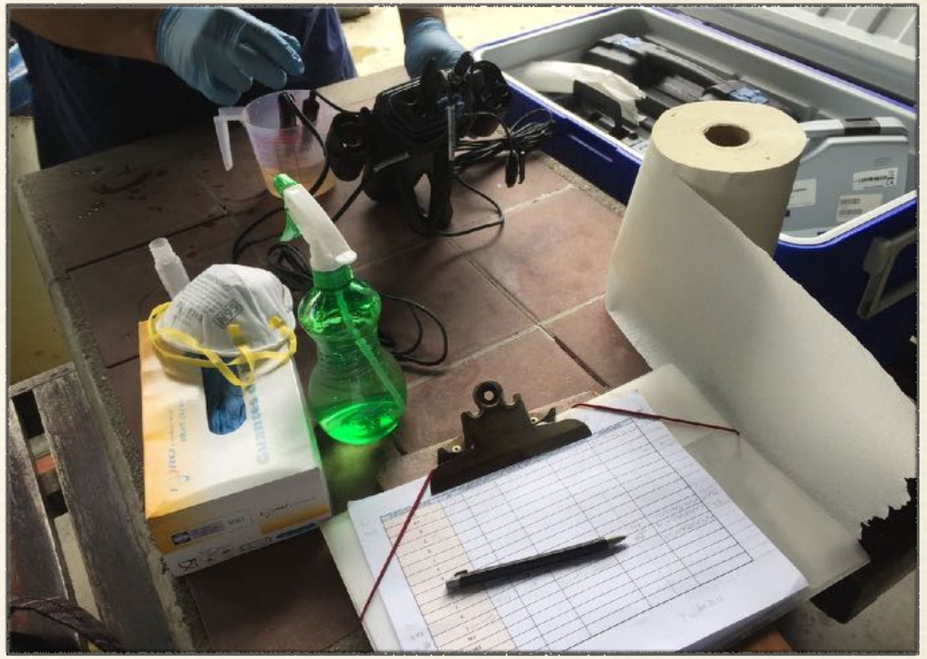
POR FAVOR
NO BOTAR PAPELES
EN LA POCETA



Solarium

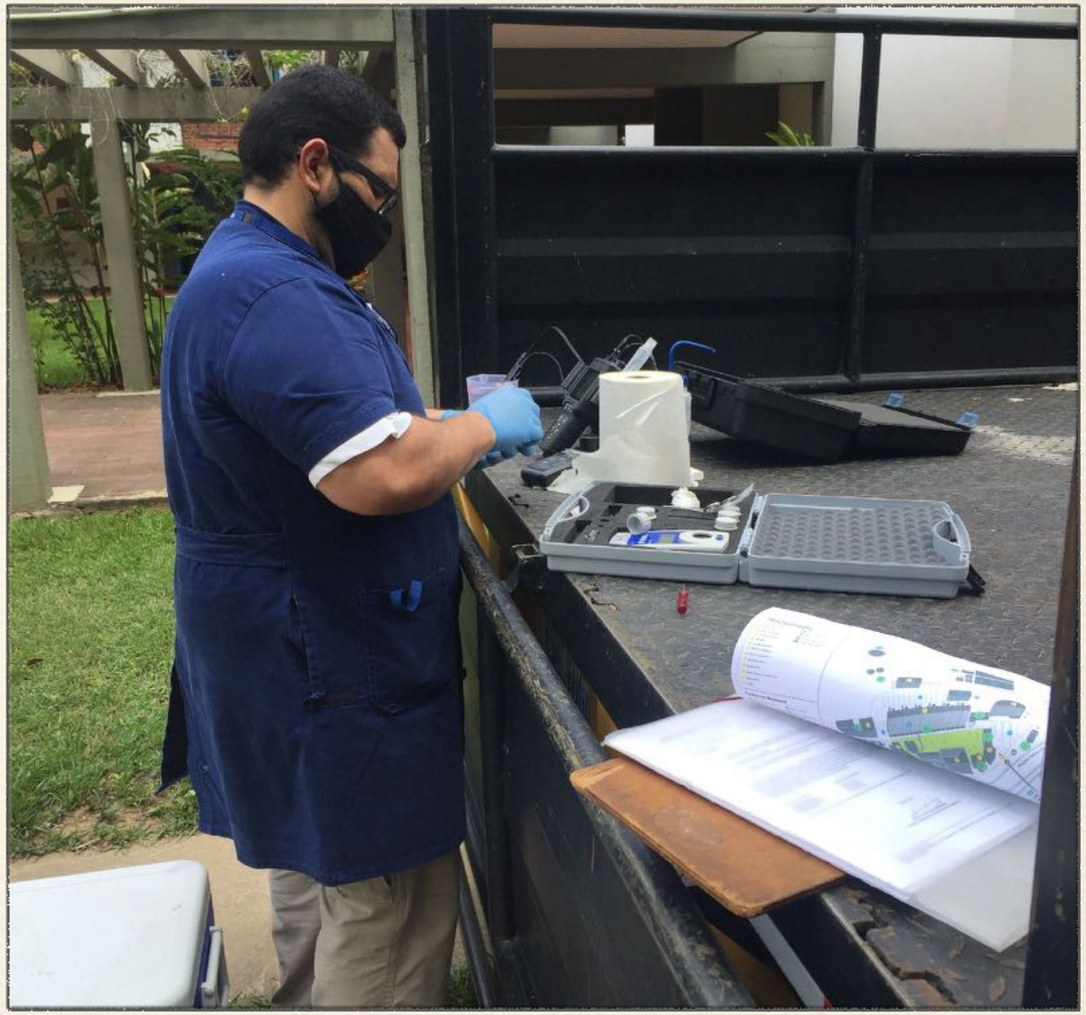
Caso particular, no se midió cloro residual por la interferencia del color por la alta concentración de hierro.





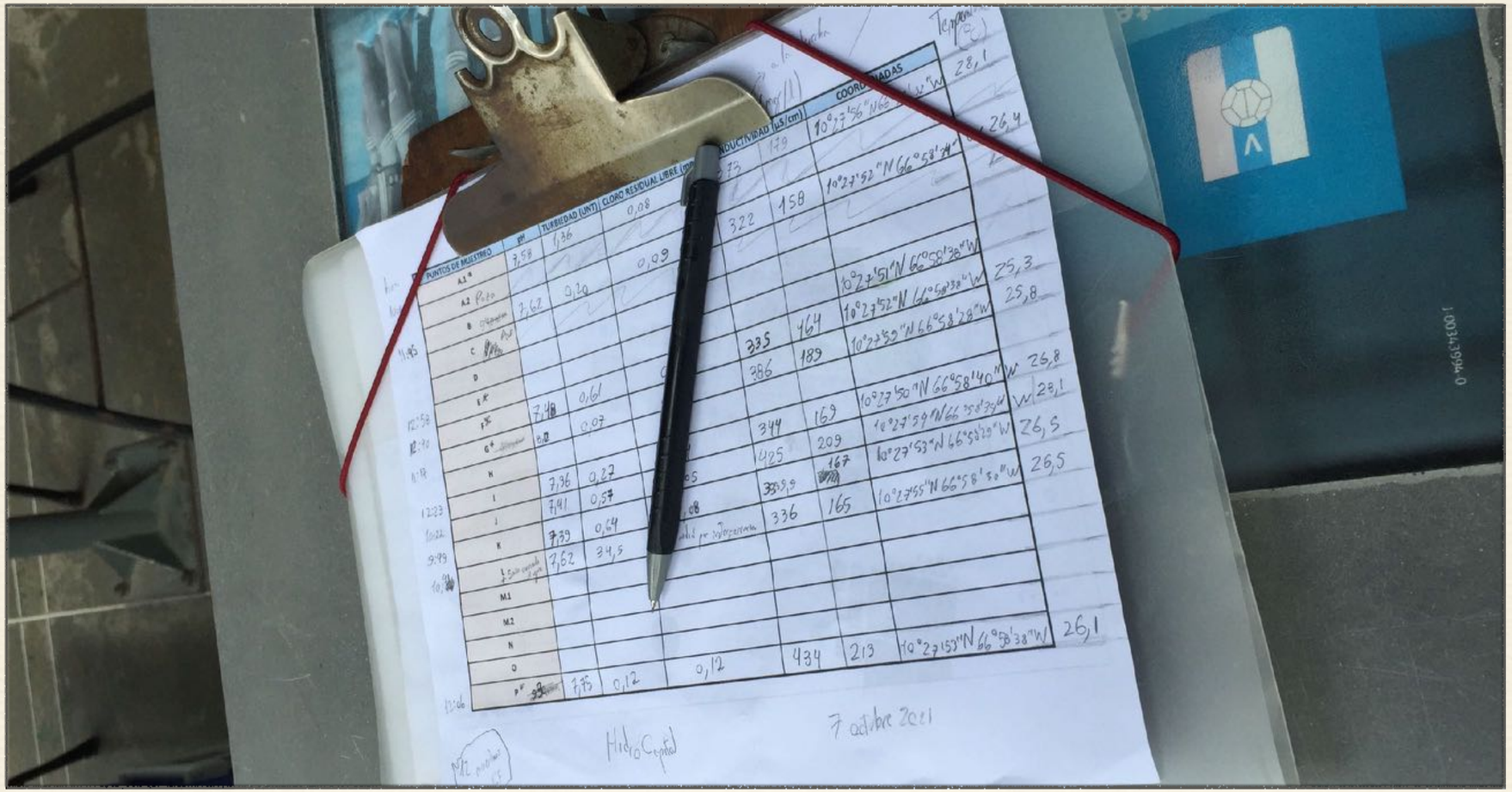
Medición en “B”

Casa de Padres para medir la calidad de salida de los Tanques Gemelos



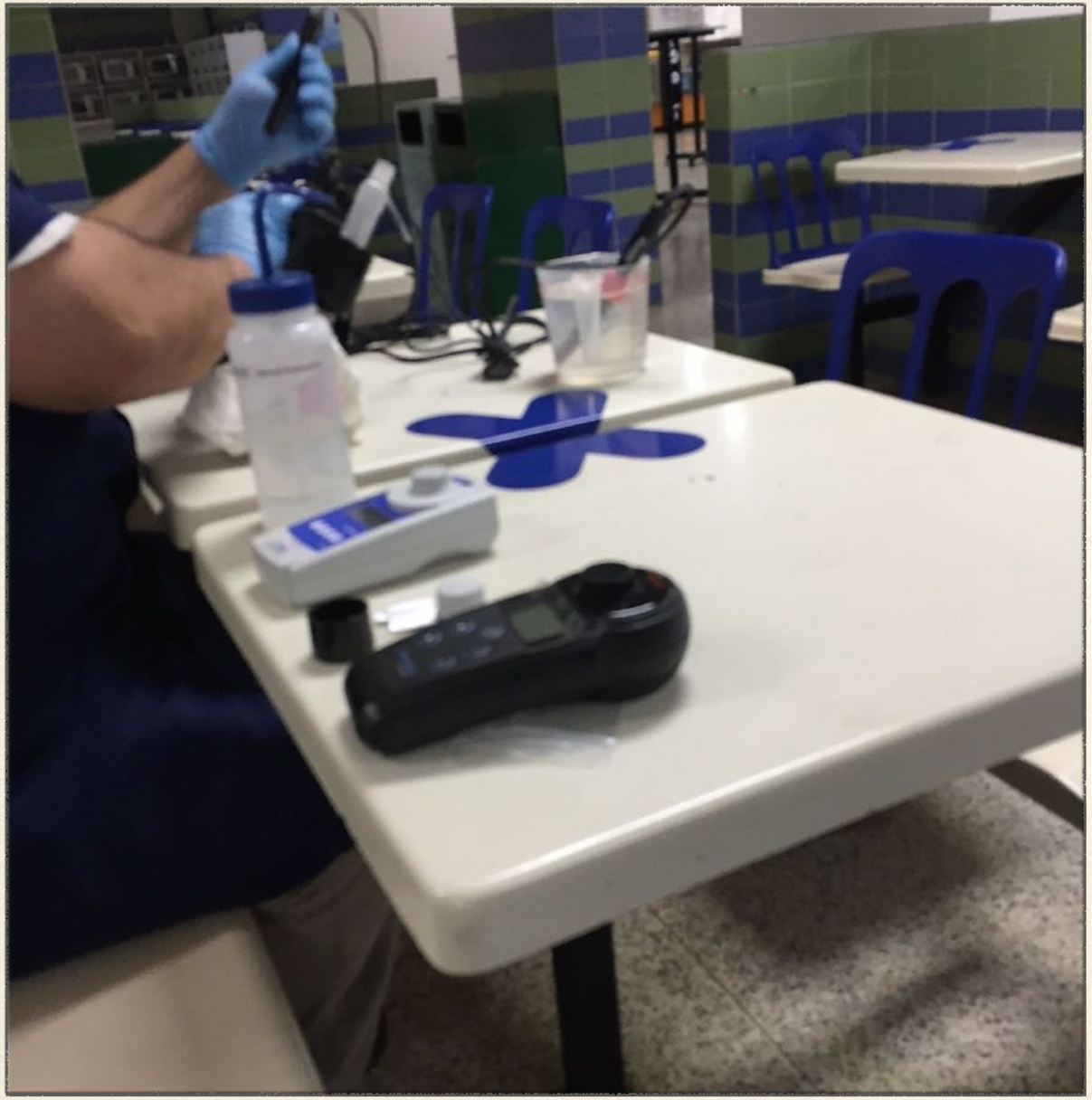
Thermo
ORION
159.0
f1
f2
f3
setup
hold
mode
log/print

Gants de nitrile
Gants d'examen



Fotografías Generales

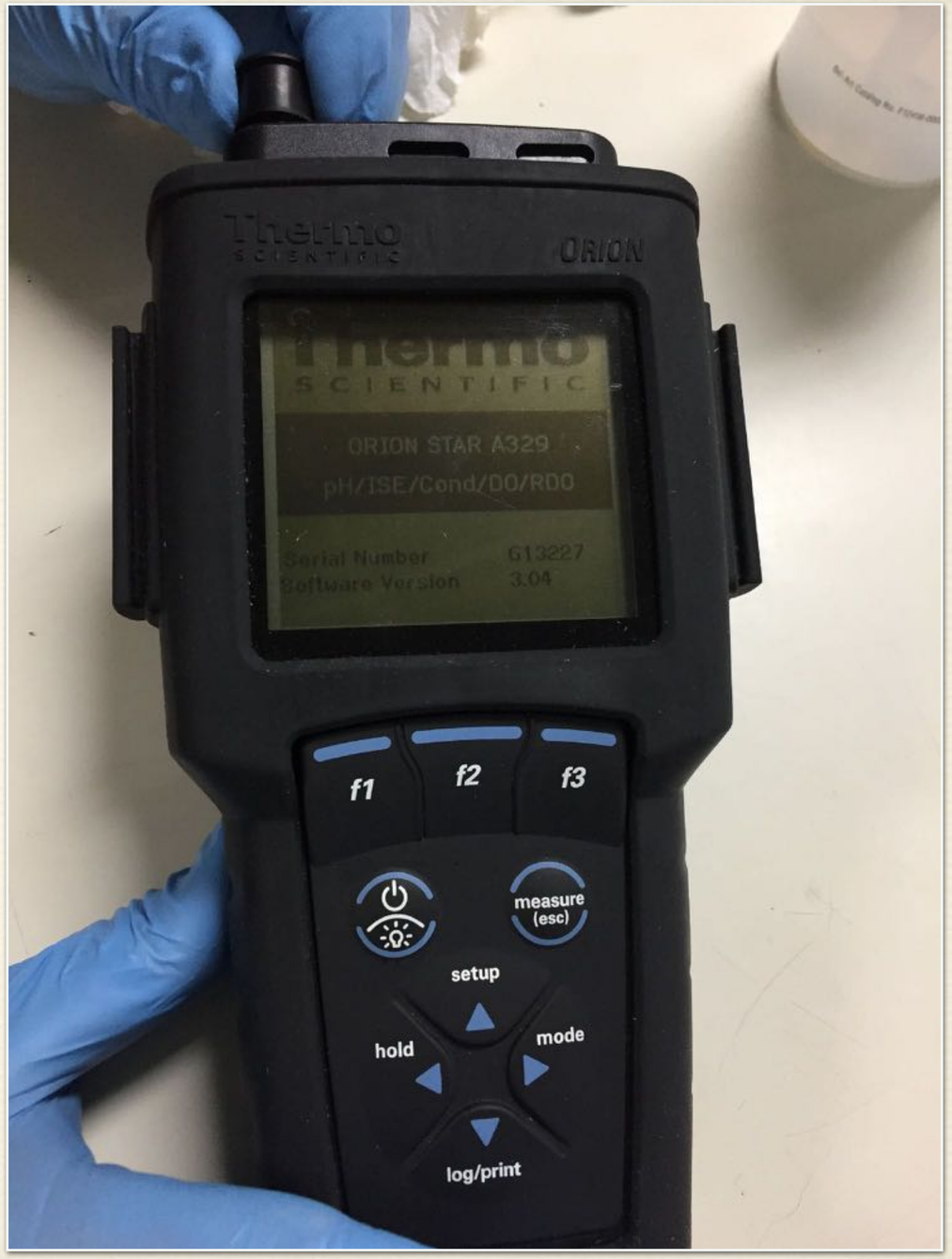
Durante la prueba piloto



Equipos de medición

ORION STAR A329

De ThermoScientific para la medición de parámetros como temperatura, pH, turbiedad, conductancia, oxígeno disuelto y sólidos disueltos totales.



This equipment complies with the requirements in Part 15 of
FCC rules for a class A computing device. See manual.
DC input : 9V ⎓ 1Amp or Battery : 4 X AA (LR6)
Made in Indonesia
sn G 13227
STARA3295

Thermo
SCIENTIFIC

ORION AQ3010
AQUAfast Colorimeter

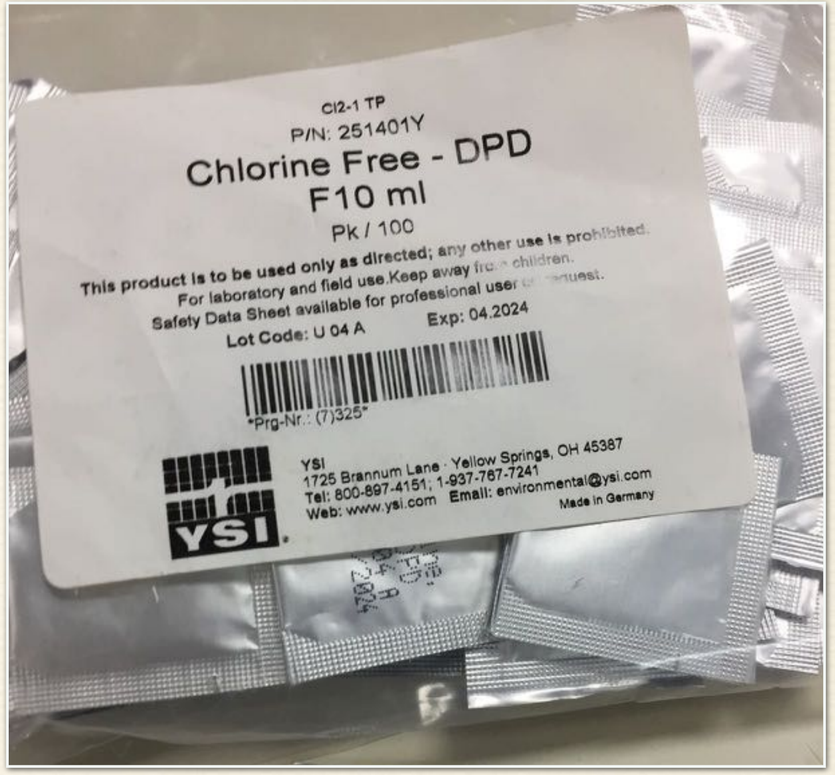
De ThermoScientific, para la medición de parámetros como hierro total, sulfatos, alcalinidad y cloruros.

This equipment complies with the
requirements in Part 15 of FCC rules
for a class A computing device,
See manual.Battery : 4 X 1.5V AAA (LR03).
Thermo
SCIENTIFIC
AQUAfast®
Made in Singapore
Serial
Number 684406

YSI™900 Chlorine Colorimeter

Para la medición de cloro residual

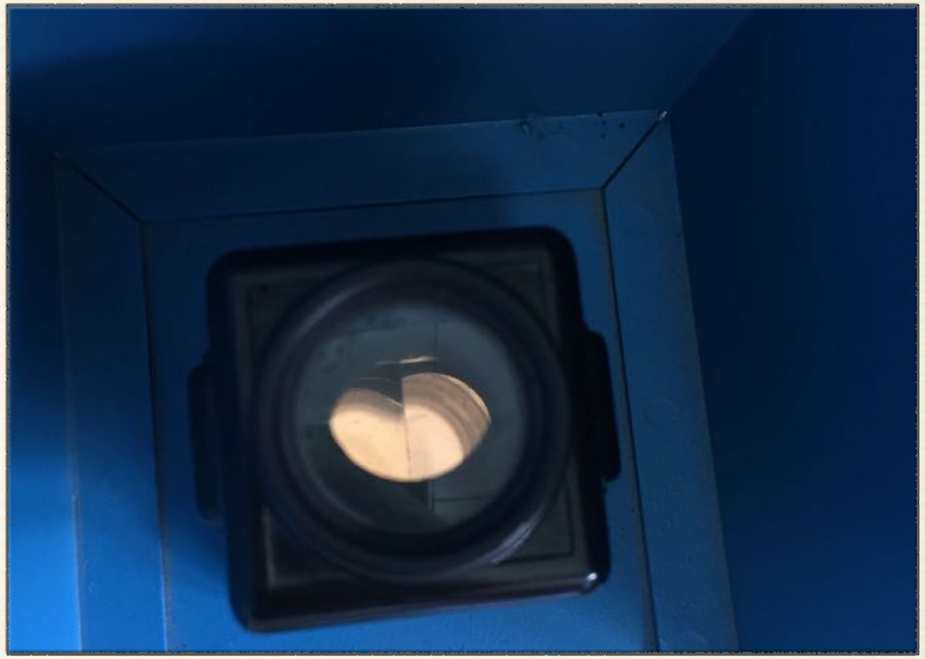
QC
S/N 20/54444
Made in Germany


Cl2-1 TP
P/N: 251401Y
Chlorine Free - DPD
F10 ml
Pk / 100
This product is to be used only as directed; any other use is prohibited.
For laboratory and field use.Keep away from children.
Safety Data Sheet available for professional user on request.
Lot Code: U 04 A
Exp: 04.2024
Prg-Nr.: (7)325
YSI
1725 Brannum Lane · Yellow Springs, OH 45387
Tel: 800-897-4151; 1-937-767-7241
Web: www.ysi.com Email: environmental@ysi.com
Made in Germany

Aqua tester

Por Orbeco-Hellige para la medición del color

Orbeco-Hellige
Aqua Tester
Made in U.S.A. by
ORBECO ANALYTICAL SYSTEMS, INC.
185 Marine St., Farmingdale, N.Y. 11735, Tel.: (516) 293-4110
EQ-27



Fotografías tomadas por el prof. Henry Blanco

Medición en campo

Evidencia del bajo nivel de cloro residual libre

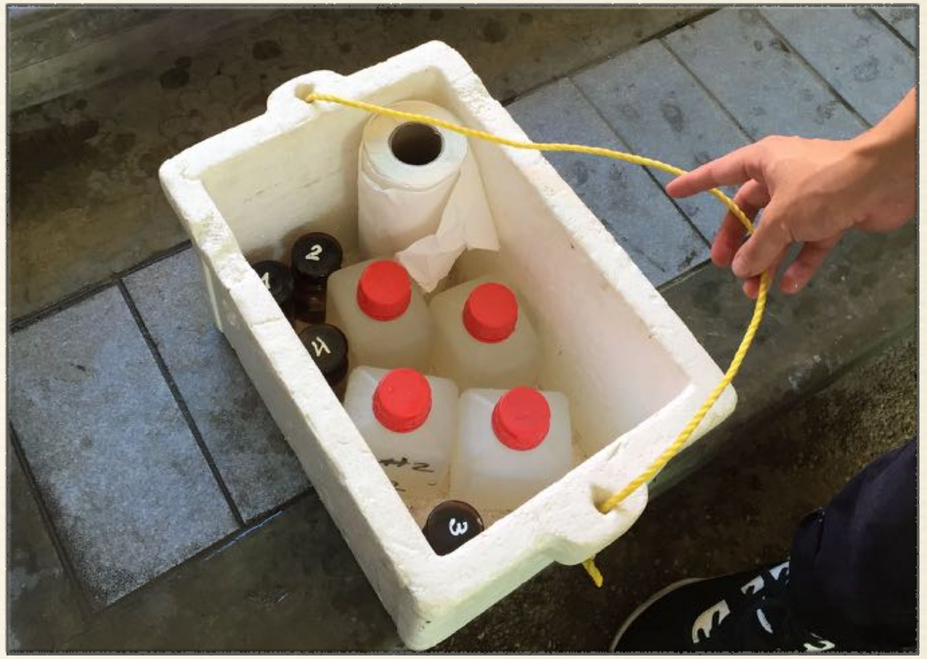
Captación del punto “G”

Calibración del equipo para verificar el alto valor de pH en “G"

10 de noviembre del 2021

Captación Parque Social

Para la medición de los mismos parámetros de la prueba piloto ejecutada el 7 de octubre del 2021



Cabe destacar que por la presencia de sacos de cementos en el cuarto de bombas y la imposibilidad de canalizar el drenaje, se ejecutó la captación de N.2 con manguera y la de N.1 dejando correr el agua llenando tobos (para evitar mojar los sacos), con la ayuda del encargado de los servicios, por ende no hay fotos captando N.1 y hay pocas captando N.2

#1
M1
#2
M2
#3
N
#4
O
200 ml
150
100
Bel-Art products

PUNTOS DE MUEST
A1
A2

Store
Print
Date
Time
0.77
Tablet
Powder
Chlorine
!
Mode
Zero/Test
On/Off
900

Store
Print
Date
Time
1.00
Tablet
Powder
Chlorine
!
Mode
Zero/Test
On/Off

Store
Print
Date
Time
0.10
Tablet
Powder
Chlorine
!
Mode
Zero/Test
On/Off

Store
Print
Date
Time
0.18
Tablet
Powder
Chlorine
!
Mode
Zero/Test
On/Off

Captación del agua de Pozo “A.2”

Medición más amplia de todos los puntos.

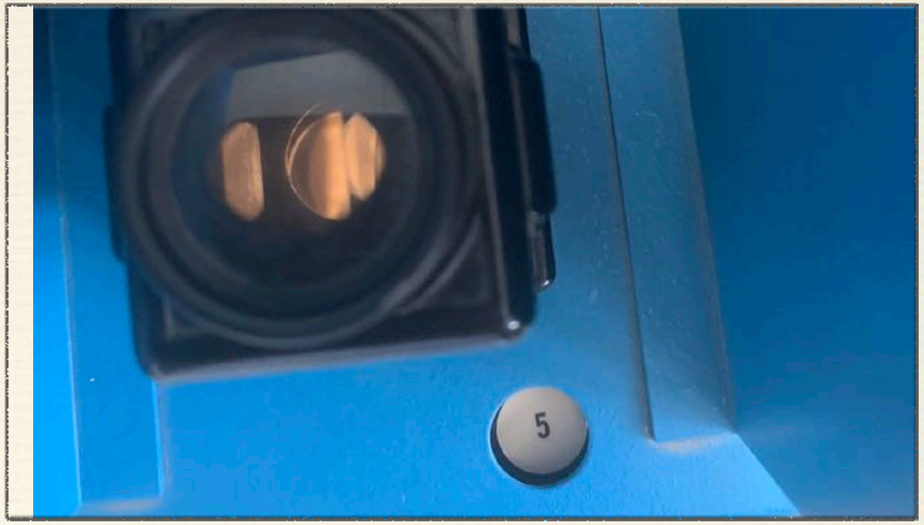
Laboratorio

Requisitos para la toma de muestras de agua para análisis químicos y microbiológicos

Parámetro	Costo unitario US$	Tipo de frasco	Cantidad mínima de muestra	Preservación	Tiempo máximo de almacenaje
Turbiedad	3	P o V	100 mL	refrigerar a 10 °C	48 horas
Alcalinidad	7	P o V	50 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas
Cloro residual	4	P o V	500 mL	analizar inmediatamente	
Color	7	P o V	500 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas
Conductividad	3	P o V	500 mL	refrigerar a 4 °C	28 días
Dureza	9	P o V	100 mL	Agregar HNO_3 hasta pH < 2	6 meses
Sólidos	8	P o V	1.000 mL	refrigerar a 4 °C	2-7 días
Sólidos sedimentables	7				
Cloruros	9	P o V	100 mL	refrigerar a 4 °C	7 días
Fluoruros	8	P	10 mL	refrigerar a 4 °C	7 días
Sulfatos	10	P o V	100 mL	refrigerar a 4 °C	25 días
Cianuros	20	P o V	500 mL	refrigerar, agregar NaOH hasta pH = 12	14 días, 24 horas en presencia de sulfuros
Aceites y grasas	20	V	1.000 mL	refrigerar, agregar HCl hasta pH < 2	
Demanda de cloro	14	P o V	3.000 mL	refrigerar a 4 °C	
Hidrocarburos	28 - 33	P o V	1.000 mL	refrigerar, agregar HCl hasta pH < 2	7 días
Nitrógeno	14	P o V	250 mL	refrigerar, agregar H_2SO_4 hasta pH < 2	23 días
N. amoniacal	9	P o V	50 mL	refrigerar, agregar H_2SO_4 hasta pH < 2	24 horas
N. orgánico	12	P o V	250 mL	refrigerar, agregar H_2SO_4 hasta pH < 2	28 días
Nitratos	9	P o V	100 mL	refrigerar a 4 °C	28 días
Nitritos	9	P o V	100 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas
Fósforo total	9	P o V	100 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas
Fósforo soluble	9	P o V	100 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas
Fósforo hidrolizable	9	P o V	10 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas
Oxígeno disuelto	4	V	300 mL	analizar inmediatamente	30 min.
DBO	12	P o V	1000 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas
DQO	14	P o V	10 mL	refrigerar, agregar H_2SO_4 hasta pH < 2	28 días
SAAM	18	P o V	100 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas
Metales	28	P o V	100 mL	Agregar HNO_3 hasta pH < 2	6 meses

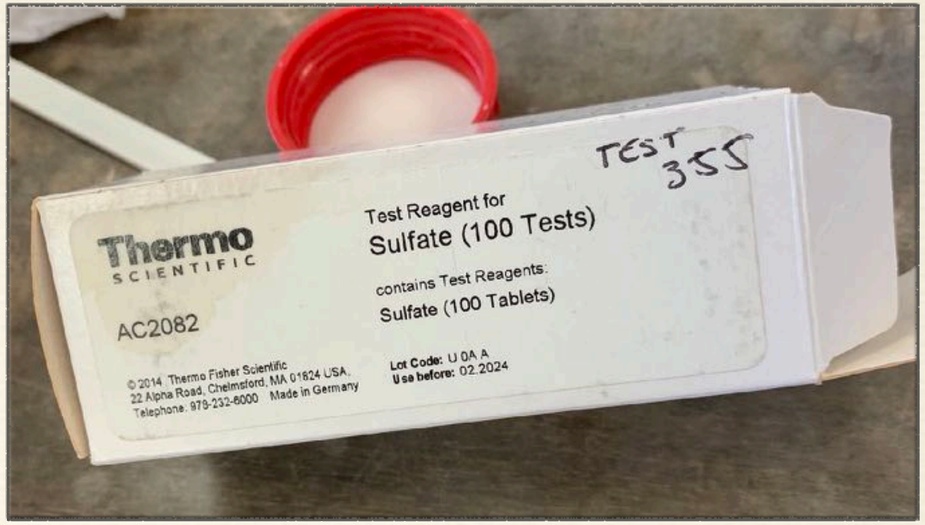
ID: 27040618
CLAVE 123456 D

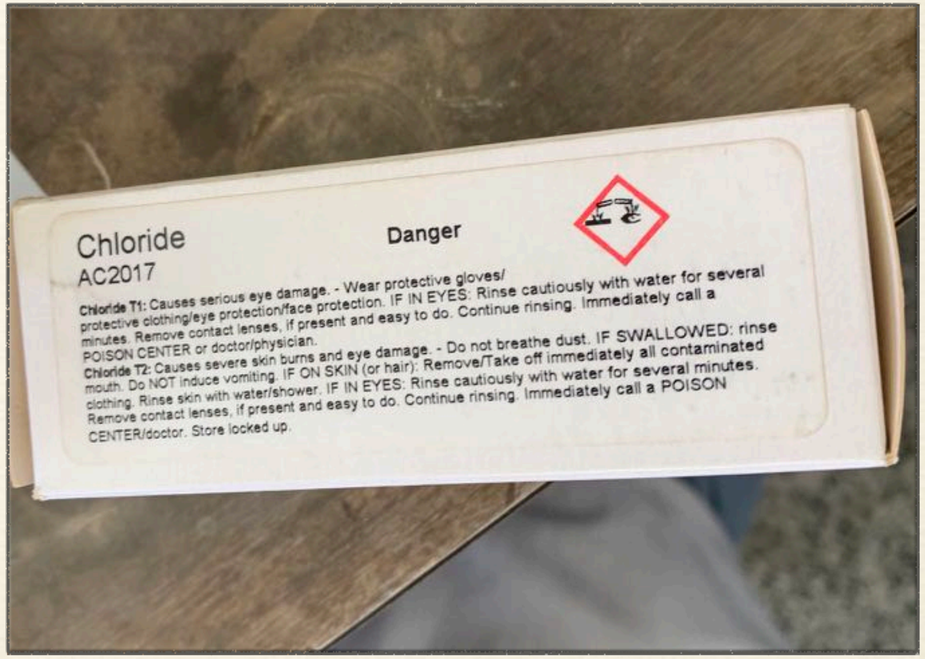
NaOH
A – G14


5

Thermo
SCIENTIFIC
AC2002
Test Reagent for
Alkalinity M (100 Tests)
contains Test Reagents:
Alka-M-Photometer (100 Tablets)
TEST:30 (5-200)
TEST:35 (5-200)
© 2014 Thermo Fisher Scientific
22 Alpha Road, Chelmsford, MA 01824 USA,
Telephone: 978-232-6000 Made in Germany
Lot Code: U 0E A
Use before: 05.2024

ORION 083005MD
Dissolved Oxygen Probe
Made in Singapore
Thermo
SCIENTIFIC


TEST
355
Thermo
SCIENTIFIC
Test Reagent for
Sulfate (100 Tests)
contains Test Reagents:
Sulfate (100 Tablets)
AC2082
© 2014 Thermo Fisher Scientific
22 Alpha Road, Chelmsford, MA 01824 USA.
Telephone: 978-232-6000 Made in Germany
Lot Code: U 0A A
Use before: 02.2024


Chloride
AC2017
Danger
Chloride T1: Causes serious eye damage. - Wear protective gloves/
protective clothing/eye protection/face protection. IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several
minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. Immediately call a
POISON CENTER or doctor/physician.
Chloride T2: Causes severe skin burns and eye damage. - Do not breathe dust. IF SWALLOWED: rinse
mouth. Do NOT induce vomiting. IF ON SKIN (or hair): Remove/Take off immediately all contaminated
clothing. Rinse skin with water/shower. IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes.
Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. Immediately call a POISON
CENTER/doctor. Store locked up.

24.1°C
ready
TDS
425.2
ppm
cal
sample ID
channel
f2
f3

24.0°C
ready
pH
7.04
-25 mV
cal
sample ID
channel
f1
f2
f3
measure
(esc)
setup
mode

31 de enero del 2022

Cloradores

Verificación de los cloradores por pastillas

Cuarto de bombas “A”

Tanques Gemelos

Por Stalin Gonzalez 02/02/2022

Casa de Padres

“Mil palabras no dejan la misma impresión profunda que una sola acción”

—Henrik Ibsen