	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Código F-AC-DBL-007	Fecha 08-07-2021	Revisión B
	Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO	Pág. i(65)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Angie Paola Jaramillo Calle Jhorman Geovanny Ortiz Arévalo		
FACULTAD	Ciencias Agrarias y del Ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Ingeniería Ambiental		
DIRECTOR	Esp. Yeeny Lozano Lozano		
TÍTULO DE LA TESIS	Valoración y Análisis de la Calidad del Agua Cruda Subterránea como Fuente de Abastecimiento del Corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar.		
TITULO EN INGLES	Assessment and Analysis of the Quality of Underground raw Water as a Supply Source of the Platanal Corregimiento of the Municipality of Rio de Oro Cesar.		
RESUMEN (70 palabras)			
<p>En este trabajo dejamos plasmada información acerca del análisis y valoración del agua subterránea del corregimiento Platanal, Rio de oro Cesar, donde se le hallaron unas muestras a un pozo subterráneo que abastece a esta comunidad, seguido procedimos a llevarla al laboratorio de la Universidad, donde se le hallaron sus respectivos análisis, dando unos resultados y posteriormente se concluyó que el cuerpo de agua no se encontraba en buen estado.</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>In this work we leave information about the analysis and valuation of the underground water of the Platanal district, Rio de Oro Cesar, where samples were found from an underground well that supplies this community, followed by taking it to the University laboratory, where Their respective analyzes were found, giving some results and later it was concluded that the body of water was not in good condition.</p>			
PALABRAS CLAVES	Calidad, agua, valoración análisis, resultados		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Quality, water, assessment, analysis, results		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 65	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



**VALORACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA
SUBTERRÁNEA COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO DEL CORREGIMIENTO
PLATANAL DEL MUNICIPIO RIO DE ORO CESAR.**

AUTORES:

**ANGIE PAOLA JARAMILLO CALLE
JHORMAN GEOVANNY ORTIZ ARÉVALO**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Ingenieros
Ambientales**

DIRECTOR:

Esp. YEENY LOZANO LOZANO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Agosto 2021

Índice

Capítulo 1. Evaluación de la calidad del agua del pozo subterráneo como fuente de abastecimiento del corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar.	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Justificación.....	4
1.5 Delimitaciones.....	6
1.5.1 Operativa	6
1.5.2 Conceptual.....	6
1.5.3 Geográfica	6
1.5.4 Temporal.....	6
Capítulo 2. Marco referencial	7
2.1 Marco histórico.....	7
2.1.1 Historia sobre el tratamiento de agua potable	7
2.1.2 Historia y origen de los pozos de agua	11
2.2 Marco teórico.....	13
2.3 Marco conceptual	16
2.4 Marco legal.....	17
Capítulo 3. Diseño metodológico	19
3.1 Tipo de Investigación	19
3.1.1 Índices de Calidad del Agua (ICA).	28
3.1.2 Índices de Contaminación (ICO).	29
3.1.3 Calculo de los ICA e ICO.....	29
3.1.3.1 Índice de Calidad del Agua.....	29
3.1.4 Índices de contaminación.	30
3.2 Población	32
3.3 Selección de la muestra	33
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información	34
3.5 Análisis de información.....	35
Capítulo 4. Administración del proyecto.....	37
4.1 Recursos humanos	37
4.2 Recurso Institucionales.....	37
4.2 Recursos Financieros.....	38
Capítulo 5. Informe de resultados.....	39
5.1 Analizar las características físico químicas y microbiológicas del agua en el pozo subterráneo ubicado en el corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar.....	39
5.1.1 Identificación de la fuente hídrica	39
5.1.2 Recolección de muestras	39
5.1.3 Análisis de recolección de muestras.....	40

5.2 Precisar el grado de calidad y de contaminación del cuerpo de agua (subterránea) del corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar por medio del uso de índices de calidad del agua (ICA) e índices de contaminación (ICOMI), (ICOMO) y (ICOSUS).	41
5.2.1 Determinación del índice de calidad ICA y de los índices de contaminación ICO'S (ICOMO, ICOMI, ICOSUS) de la fuente hídrica subterránea	41
5.2.2 Realizar el aforo de la fuente hídrica subterránea	45
5.3 Establecer mediante los criterios de calidad obtenidos, si la fuente subterránea del corregimiento de Platanal del Municipio de Rio de oro cesar es apta para el consumo humano	46
Capítulo 6. Conclusiones.....	49
Capítulo 7. Recomendaciones.....	51
Referencias.....	52
Apéndices.....	54

Lista de tablas

Tabla 1. Equipo y materiales de recolección requeridos en el monitoreo.....	22
Tabla 2. Índices de calidad del agua en Colombia	28
Tabla 3. Índices de contaminación	29
Tabla 4. Pesos relativos para cada parámetro.....	29
Tabla 5. Escala de clasificación del ICA-NSF.....	30
Tabla 6. Escala de clasificación de los ICO'S.....	32
Tabla 7. Recursos financieros.....	38
Tabla 8. Cronograma.....	38
Tabla 9. Resultados análisis fisicoquímicos y microbiológicos	40
Tabla 10. Análisis de muestras fisicoquímicos y microbiológicas.....	41
Tabla 11. Resultados parámetros.....	42
Tabla 12. Valor del índice de la calidad del agua del pozo subterráneo Platanal	42
Tabla 13. Valores del índice de contaminación (ICOSUS, ICOMO y ICOMI) del pozo subterráneo Platanal	42

Lista de figuras

Figura 1. Fases a seguir para la ejecución del proyecto. Fuente: Autores 2021.....	20
Figura 2. Modelo de etiquetado para muestras de aguas. Fuente: Autores 2021.	24
Figura 3. Modelo de la ficha de campo para muestras de aguas. Fuente: Autores 2021. ...	26

Capítulo 1. Evaluación de la calidad del agua del pozo subterráneo como fuente de abastecimiento del corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar.

1.1 Planteamiento del problema

El acceso al agua potable ha mejorado en el mundo desde 1990 hasta nuestros días, a pesar de los efectos del Cambio Climático, de acuerdo con el Informe del año 2015 sobre el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio que publicó las Naciones Unidas. Allí se afirma que "en 2015, el 91% de la población mundial utilizó una fuente de agua mejorada, en comparación al 76% en 1990", y que de los 2.600 millones de personas que tuvieron acceso a fuentes de agua potable, 1.900 millones lo hicieron a través de cañerías hasta su propio hogar, es decir, que 58% de la población ha mejorado su acceso al agua potable. Pero es importante resaltar que, si bien este ha sido un logro importante, poco haremos mejorando el acceso si por el grifo no saldrá el vital líquido en el futuro, por lo que debemos esforzarnos en comprender dónde se deben realizar las inversiones para solucionar el problema de la escasez y el acceso al agua potable (Díaz, 2016)

Por otro lado, en Colombia cerca del 60% del agua que consumen los colombianos en algunas regiones del país no es de buena calidad según cifras dadas por el Ministerio de Vivienda, donde la hidróloga Angélica Gutiérrez manifiesta que se dice que Colombia es uno de los países más ricos en agua y pienso que eso se está quedando en un mito. Colombia tiene uno

de los problemas ambientales más graves que aún no ha podido solucionar, además la científica, delegada de Estados Unidos para la Organización Meteorológica Mundial, aseguró que aunque la mitad de los más de mil municipios tienen plantas de tratamiento de aguas residuales, "lo cierto es que solo el 10% funciona de manera adecuada", por otro lado Gutiérrez afirmó también que "son muy pocas las entidades del Gobierno que trabajan a largo plazo solucionando el problema de la calidad del agua" (Morales , 2019).

La comunidad del corregimiento platanal actualmente no cuenta con un sistema de potabilización, es por ello , que en la actualidad su único método disponible de extracción del recurso hídrico es por medio del pozo subterráneo y aunque cuenta con una fuente hídrica superficial esta no es de buena calidad o tiene el caudal insuficiente para abastecerse y/o en épocas de sequía afecta su caudal, además no posee un sistema de potabilización, obligándolos a comprar agua potable embotellada o envasada, para poder preparar sus alimentos y beberla, por lo anteriormente mencionado aunque haya un pozo subterráneo se quiere conocer la calidad del agua de esta fuente de abastecimiento, para poder brindar una información acertada si esta agua es apta para el consumo humano y si por el contrario necesita un proceso específico para llegar a ser potable.

1.2 Formulación del problema

¿El agua del pozo subterráneo presenta las condiciones adecuadas para ser apta en el uso y el consumo de los habitantes del corregimiento Platanal del Municipio de Rio de Oro Cesar?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la calidad del agua cruda del pozo subterráneo que abastece al corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar y determinar si es apta para el uso y consumo de la comunidad.

1.3.2 Objetivos Específicos

Analizar las características físico químicas y microbiológicas del agua en el pozo subterráneo ubicado en el corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar.

Precisar el grado de calidad y de contaminación del cuerpo de agua (subterránea) del corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar por medio del uso de índices de calidad del agua (ICA) e índices de contaminación (ICOMI), (ICOMO) y (ICOSUS).

Establecer mediante los criterios de calidad obtenidos, si la fuente subterránea del corregimiento de Platanal del Municipio de Rio de oro cesar es apta para el consumo humano.

1.4 Justificación

Todos conocemos la importancia del agua en la vida de cualquier ser vivo del planeta. Por ello, su calidad es un tema que preocupa cada vez más en países de todo el mundo por motivos como la salud de la población, el desarrollo económico nacional y la calidad ambiental de los ecosistemas. Cabe recordar que hay 2.400 millones de personas que no tienen garantizado el acceso al saneamiento y unos 760 millones de personas no tienen acceso a agua potable, pese a que tanto el agua como el saneamiento son derechos humanos reconocidos por las Naciones Unidas.

Una mala calidad de agua puede deberse tanto a causas naturales, como las debidas a la geología del terreno, o artificiales, como la contaminación en zonas con gran presión antrópica. La fuente más importante de su contaminación es la falta de gestión y tratamientos adecuados de los residuos humanos, industriales y agrícolas. Es indiferente de dónde proceda este alejamiento del estado natural del agua, lo importante es establecer los tratamientos y límites necesarios para los diferentes usos y actividades, y de este modo garantizar una buena calidad de vida para todos los ciudadanos, a la vez que cuidamos y respetamos el medio ambiente.

La Directiva 2000/60/CE, por la que se establece una Directiva Marco del Agua (DMA), fue la respuesta a la necesidad de unificar las actuaciones de gestión y calidad de agua en la Unión Europea, lo que ha supuesto un gran cambio en lo que se refiere a gestión de este recurso.

Es por ello que se debe realizar el estudio de la calidad del agua del pozo subterráneo del corregimiento Platanal perteneciente al Municipio de Rio de Oro Cesar, para poder desarrollar el respectivo muestreo al recurso hídrico, obteniendo así un tratamiento óptimo para su potabilización, que permita que la comunidad tenga acceso al agua apta para consumo humano.

Teniendo como base los antecedentes anteriormente mencionados, surge la necesidad de evaluar la calidad del agua que actualmente están consumiendo los habitantes del corregimiento Platanal debido a la problemática que viene presentando la comunidad por no contar con un sistema de tratamiento de agua potable óptimo y que además la fuente superficial que actualmente utilizan no es considerada como una opción, y por ende el presente proyecto de investigación busca dar solución a identificar las condiciones del agua subterránea como posible fuente de abastecimiento y así determinar los tratamiento óptimo que se deben realizar a esta fuente para brindar a la comunidad agua apta para el consumo humano.

Es de resaltar que el proyecto de investigación es viable, ya que se cuenta con los recursos necesarios para llevarlo a cabo. Así mismo, se cuenta con acceso en la recolección de toda la información existente a través de entrevistas, encuestas, monitoreos entre otros, contando con personas vinculadas y capacitadas para facilitar el desarrollo continuo del proyecto.

La evaluación de calidad del agua del pozo subterráneo aporta de manera efectiva y consistente a la formación del autor del proyecto, retroalimentando los conocimientos obtenidos durante carrera para su respectiva aplicabilidad y ejecución, entre ellos tenemos: la evaluación de impacto ambiental, gestión integral del agua, calidad del agua y contaminación ambiental.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Operativa

Se hará revisión bibliográfica a fin de poder determinar la metodología a utilizar, para realizar las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas a las muestras de agua a tomar en el pozo subterráneo, contando con el apoyo del laboratorio de aguas de la universidad francisco de paula Santander Ocaña, el área donde se pretende colocar el tratamiento óptimo para potabilización del recurso hídrico. El desarrollo del proyecto será ejecutado por parte de los estudiantes antes mencionados y de la asesoría y supervisión de su directora durante el proceso.

1.5.2 Conceptual

Durante el desarrollo continuo del proyecto se enfocarán los siguientes conceptos: Calidad del agua, tratamiento de agua potable, gestión integral del agua.

1.5.3 Geográfica

El proyecto se desarrollará en el corregimiento Platanal del Municipio de Rio de Oro Cesar, con las siguientes coordenadas: Latitud: 9.7983333 - Longitud: -73.4158333.

1.5.4 Temporal

El proyecto de investigación se implementará en un lapso de 16 semanas, a partir de ser aprobado el anteproyecto de investigación.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco histórico

2.1.1 Historia sobre el tratamiento de agua potable

El agua es un elemento esencial para la existencia de vida en nuestro planeta. Todos los seres vivos somos, en mayor o menor medida, agua y necesitamos consumirla de forma continuada para vivir.

Es por ello que la humanidad ha almacenado y distribuido agua prácticamente desde sus orígenes. Desde las primeras técnicas de almacenaje, limpieza y distribución hasta las infraestructuras y tecnologías actuales para el tratamiento de aguas, reciclado de aguas, y depuración de aguas ha transcurrido una larga historia, que de forma muy breve les queremos resumir en este post.

Los primeros asentamientos continuados de nuestros antepasados siempre tenían lugar en ubicaciones donde hubiese agua dulce disponible, como lagos y ríos. Y fue entorno al agua donde se originaron las primeras formas de sociedad, tal y como la concebimos hoy en día.

Cuando estas formas primitivas de sociedades empezaron a evolucionar y crecer de manera extensiva surgió la necesidad de buscar otras fuentes diferentes de agua. El constante incremento de la población humana no siempre hizo posible que estas sociedades crecieran entorno a fuentes

de fácil acceso como lagos y ríos, por lo que las personas se vieron obligadas a desarrollar sistemas que les permitieran aprovechar los recursos de agua subterráneos, dando origen a las primeras construcciones de pozos.

Los primeros antecedentes los encontramos en Jericó (Israel) hace aproximadamente 7.000 años, donde el agua era almacenada en los pozos para su posterior utilización. Como el agua había de ser trasladada de los pozos a otros puntos donde era necesario su uso, se empezaron a desarrollar los sistemas de transporte y distribución del agua. Este transporte se realizaba mediante canales sencillos, excavados en la arena o las rocas.

Años más tarde se comenzaron a utilizar tubos huecos, más parecidos a lo que son nuestras tuberías de hoy en día. Por ejemplo, en Egipto se utilizan árboles huecos de palmera mientras en China y Japón utilizan troncos de bambú. Fueron precisamente los egipcios, los primeros en utilizar métodos para el tratamiento del agua. Estos registros datan de hace más de 1,500 años hasta el 400 A.C. Los mismos indican que las formas más comunes de purificación del agua eran hirviéndola sobre el fuego, calentándola al sol o sumergiendo una pieza de hierro caliente dentro de la misma. Otro de los métodos más comunes era el filtrado del agua hervida a través de arena o grava para luego dejarla enfriar.

A pesar de que encontramos ejemplos anteriores, como es el caso de la ciudad de Mohenjo-Daro (Pakistán), que alrededor del año 3.000 a.C ya contaba con servicios de baño público e incluso instalaciones de agua caliente, no es hasta la antigua Grecia cuando nos

encontramos con sistemas de recogida, purificación y distribución del agua que puedan tener ciertas similitudes con nuestros días.

En la antigua Grecia, el agua de esorrentía, agua de pozos y agua de lluvia eran utilizadas desde épocas muy tempranas por sus ciudadanos. Debido al crecimiento de la población se vieron obligados a desarrollar sistemas más eficaces para el almacenamiento y distribución del agua, lo que los llevó a la construcción de las primeras redes de distribución a gran escala que requerían de unos materiales más sofisticados, como la cerámica, la madera o el metal.

La verdadera novedad introducida por los griegos estuvo en que ellos fueron la primera sociedad en tener un interés claro por la calidad del agua que consumían. Por ello, el agua utilizada se retiraba mediante sistemas de aguas residuales, a la vez que el agua de lluvia, y se utilizaban embalses de aireación para la purificación del agua.

Así llegamos a la época del imperio Romano. Los romanos fueron los mayores arquitectos en construcciones de redes de distribución de agua que ha existido a lo largo de la historia.

Ellos utilizaban recursos de agua subterránea, ríos y agua de esorrentía para su uso y aprovisionamiento. El agua recogida se transportaba a presas que permitían el almacenamiento y retención artificial de grandes cantidades de agua. Desde aquí se distribuía por toda la ciudad gracias a los sistemas de tuberías, fabricadas con materiales tan diversos como cemento, roca, bronce, plata, madera y plomo.

La verdadera revolución llegó con los acueductos, ya que por primera vez se podía transportar agua entre puntos separados por una gran distancia. Gracias a ellos, los romanos podían distribuir agua entre distintos puntos de su amplio imperio.

Por lo que se refiere al tratamiento de aguas, los romanos aplicaban el tratamiento por aireación para mejorar la calidad del agua. Asimismo, se utilizaban técnicas de protección contra agentes externos en aquellos lugares en que se almacenaba el agua.

Después de la caída del imperio Romano, los acueductos se dejaron de utilizar. Desde el año 500 al 1500 d.C. hubo poco desarrollo en relación con los sistemas de tratamiento del agua. Esta escasa evolución, unida a un espectacular crecimiento de la población de las ciudades, acabó desembocando la aparición de enfermedades, que en algunos casos fueron auténticas epidemias.

Así, durante la edad media se manifestaron gran cantidad de problemas de higiene en el agua y los sistemas de distribución de plomo. Lo más frecuente era abocar los residuos y excrementos directamente a las mismas aguas que se utilizaban para el consumo humano, por lo que era frecuente que la gente que bebía estas aguas acabase enfermando y muriendo. Todo lo que se hacía para evitarlo era utilizar el agua existente fuera de las ciudades no afectada por la contaminación. Un dato que refleja el retroceso experimentado durante estos años es que esta agua se llevaba a la ciudad utilizando la fuerza humana, mediante los llamados portadores.

Pasada esta larga etapa de estancamiento, las ciudades empiezan a desarrollarse y recuperar su esplendor en los siglos XVI y XVII. En la segunda mitad del siglo XVIII tiene lugar la revolución industrial, en la que se experimentan el mayor conjunto de transformaciones socioeconómicas, tecnológicas y culturales de la Historia de la humanidad, desde el Neolítico.

Así llegamos hasta los inicios del S XIX en el que encontramos el primer sistema de suministro de agua potable para toda una ciudad completa. Fue construido en Paisley, Escocia, alrededor del año 1804 por John Gibb, tres años más tarde se comenzó a transportar agua filtrada a la ciudad de Glasgow.

En 1806 empieza a funcionar en París la mayor planta de tratamiento de agua conocida hasta el momento. Allí, el agua sedimentaba durante 12 horas antes de su filtración. Los filtros consistían en arena, carbón y tenían una capacidad de seis horas.

En 1827 el inglés James Simplón construye un filtro de arena para la purificación del agua potable. Hoy en día todavía se considera el primer sistema efectivo utilizado con fines de salud pública (Tuset, 2010)

2.1.2 Historia y origen de los pozos de agua

El primero en referirse a la exploración de aguas subterráneas, es el arquitecto Marco Vitruvio Polión, quien decía que, para encontrar fuentes de agua, bastaba con recostarse en el

suelo y visualizarlo, y ver si de él salía evaporación, como señal de que sí había agua. Esto sirvió posteriormente, como base para la exploración de aguas subterráneas.

Se tienen registro de varios lugares en los que hay pozos antiguos, sin tener una fecha exacta de su elaboración. Pero lo que sí es indiscutible, es que estos primeros pozos de agua fueron realizados con herramientas de piedra, entonces estos pozos fueron construidos en el periodo Neolítico.

Los pozos de agua más antiguos que se han encontrado son los de Siria y Chipre, el primero mide alrededor de dos metros de diámetro y cuatro de profundidad, escavado hace más de nueve mil años; el segundo, mide cerca de los 10 metros de profundidad, fue creado hace más de 10 mil años.

Podemos definir a los pozos de agua como una excavación subterránea vertical y cilíndrica, con el objetivo de obtener agua subterránea para el uso familiar o industrial, o también para la exploración y obtención de petróleo que será utilizado para un beneficio económico.

Para extraer el agua de los pozos, ya sea para uso doméstico o comercial, deben utilizarse bombas sumergibles, se utilizan este tipo de bombas para no realizar la difícil tarea de sacar el agua que se utilizará en el hogar o en trabajo agrícola (Buch, 2017)

2.2 Marco teórico

La calidad de las aguas. La descripción y evaluación de la calidad de las aguas es una materia compleja, no exenta de controversias en cuanto a la capacidad de las diferentes metodologías para informar sobre el carácter cualitativo del recurso hídrico (Carrizo Romero, 2000)

El problema reside fundamentalmente en la definición que se adopte del concepto calidad del agua, para el que existen distintas interpretaciones. Así, se puede entender la calidad, desde un punto de vista funcional, como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella. O desde un punto de vista ambiental, como la define la propuesta de Directiva Marco de las Aguas -a la cual nos referiremos más adelante en su epígrafe específico- como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados objetivos de calidad (calidad ecológica). O como el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que la definen, etc. En las próximas secciones se estudiará la situación de los recursos hídricos en nuestro país desde el punto de vista cualitativo, procurando aunar estos diferentes enfoques en una visión global integradora (Carrizo Romero, 2000, pág. 196)

La calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas. La calidad de las aguas puede verse modificada

tanto por causas naturales como por factores externos. Cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación. La prevención, control y resolución de los problemas derivados de la contaminación de las aguas constituye uno de los objetivos que deben plantearse en cualquier política avanzada de gestión de recursos hídricos (Carrizo Romero, 2000, pág. 196)

Teoría de la Coagulación del Agua. El agua en su forma molecular pura no existe en la naturaleza, por cuanto contiene sustancias que pueden estar en suspensión o en solución verdadera según el tamaño de disgregación del material que acarrea. Por otra parte, de acuerdo con el tipo de impurezas presentes, el agua puede aparecer como turbia o coloreada, o ambas. La turbiedad, que no es más que la capacidad de un líquido de diseminar un haz luminoso, puede deberse a partículas de arcilla provenientes de la erosión del suelo, a algas o a crecimientos bacterianos. El color está constituido por sustancias químicas, la mayoría de las veces provenientes de la degradación de la materia orgánica, tales como hojas y plantas acuáticas con las cuales entra en contacto. El conocimiento de la naturaleza y característica de estos contaminantes es básico para poder entender los procesos de remoción que describiremos luego (Arboleda Valencia, 1992)

Una perspectiva social de la problemática del agua. Los procesos de privatización variada y gradual del agua que se llevan a efecto en México, así como en todo el mundo, tienen como punto de arranque la internacionalización del capital, un proceso de larga duración iniciado más a o menos hace 500 años, que con el correr de los siglos ha persistido en su esencia, adoptando múltiples formas y estrategias, y en el que la así llamada "globalización" no es más

que su fase actual. Este proceso de larga duración es una estructura de la historia que sigue viva y que opera condicionando fuertemente el devenir del mundo actual al propagar por todo el globo las relaciones capitalistas de producción, al incorporar a su lógica cada vez más sectores de la economía y de la vida en general que habían permanecido al margen de ella y, por último, al profundizar estas relaciones capitalistas de producción en todos aquellos sectores que ya habían sido absorbidos con antelación (Peña García, 2007)

Con la crisis del capitalismo iniciada en la década de los setenta, período en el que el sistema vio puesto en peligro su propia reproducción, nos encontramos frente a un fenómeno periódico cuyos ciclos se cumplen en cuestión de décadas, justamente un fenómeno coyuntural de mediana duración. En la amplia historia del capitalismo, una crisis de estas características tiene como referencia crisis anteriores como la de 1929 o la acaecida alrededor de 1872-73. Frente a este tipo de crisis, las economías centrales echan a andar toda una serie de mecanismos al interior de sus propios países y en la periferia, tendientes a revertir algunos de los efectos negativos que la misma ocasiona. La apropiación de los patrimonios nacionales de los países periféricos a través de la venta de las empresas estatales y la inversión extranjera directa son sólo dos ilustrativos ejemplos. En este contexto se inserta el deseo compulsivo de privatizar todo lo que se pueda, en el menor tiempo posible, con el fin de incrementar la inversión extranjera directa, uno de los mecanismos más efectivos de transferencia de capitales de la periferia al centro (Peña García, 2007, pág. 3)

2.3 Marco conceptual

Calidad del agua. Es un factor que incide directamente en la salud de los ecosistemas y el bienestar humano: de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas, etc. Por tanto, la calidad del agua es también un factor influyente en la determinación de la pobreza o riqueza de un país (Ecured., 2010)

Tratamiento de agua potable. La potabilización del agua es el proceso por el cual se trata el agua para que pueda ser consumida por el ser humano sin que presente un riesgo para su salud. Se refiere tanto para beber como para preparar alimentos.

La potabilización consiste principalmente en eliminar sustancias que resultan tóxicas para las personas, como el cromo, el plomo o el zinc, así como algas, arenas o las bacterias y virus que pueden estar presentes en el agua. En definitiva, eliminar cualquier potencial riesgo para la salud de las personas (Acciona, 2020)

Gestión integral del agua. La Asociación Global del Agua (Global Water Partnership, GWP) define la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) como “un proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinada del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el resultante bienestar económico y social de una forma equitativa y sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales” (Coral Martínez, 2020)

2.4 Marco legal

Constitución política de Colombia de 1991. Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Decreto 1076 de 2015. Por el medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Decreto 1449 de 1977. Mediante el cual se establecen obligaciones a los propietarios de predios sobre conservación, protección y aprovechamiento de las aguas.

Decreto 1541 de 1978. Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto Ley 28 2.4.4 decreto 1575 del 2007. Del ministerio de protección social del gobierno nacional se establecen los sistemas para la protección y control de la calidad del agua para el consumo humano.

Decreto 2811 de 1974 “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973.

Ley 79 de 1986. Por la cual se declaran áreas de reserva forestal protectora, para la conservación y preservación del agua. (Declarada posteriormente inexecutable).

Resolución 2115 de 2007 “Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”

En el año 1984, se expidió el Decreto 1594, en el que se definieron los límites permisibles para el vertimiento o descarga de residuos líquidos a un cuerpo de agua o alcantarillado sanitario; igualmente se establecieron los conceptos de cargas combinadas, sustancias de interés sanitario, planes de cumplimiento de los usuarios contaminadores, tasas retributivas y marcos sancionatorios, entre otros aspectos. La perspectiva de esta norma es la regulación de la calidad en función de los usos del agua y el control de los efluentes a la salida de los mismos (“control al final del tubo”)

Proyecto ley estatutaria 174 de 2012 senado. Por la cual se establece el marco jurídico para la implementación del mínimo vital en agua potable y alcantarillado y se autorizan políticas de fomento para el acceso a los servicios públicos domiciliarios.

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de Investigación

En este caso la investigación se centra en evaluar la calidad del agua cruda mediante la recolección y el análisis de los datos físicos, químicos y microbiológicos; como indicadores de calidad y contaminación del agua. La investigación científica se puede manifestar de tres formas :Cuantitativa ,cualitativa y mixta (Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y María del Pilar Baptista Lucio, 2010),de los cuales en este proyecto tiene lugar el enfoque cuantitativo ,puesto que las mediciones de los parámetros de la fuente subterránea ,son resultados de carácter numérico y con ellos se calculan el ICA y ICO'S .

En este proyecto se define el enfoque como una investigación cuantitativa, de igual modo este tiene diferentes alcances: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. En este caso en la investigación se seleccionó un alcance descriptivo evaluativo que según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, p.4), usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Desde su diseño metodológico involucra como terreno estratégico de trabajo el estudio de caso, a partir del cual el investigador pudo reconocer y describir situaciones, comprender la realidad social y conocer los eventos asociados al fenómeno de estudio; tal y como lo describe Yin (1994 en (Jiménez, 2012), los estudios de caso permiten la realización de un análisis al

fenómeno objeto de estudio, donde es de gran relevancia el uso de diferentes fuentes de información. (p.142). En la Figura 1, se describe una metodología compuesta por 4 fases para la ejecución del proyecto.

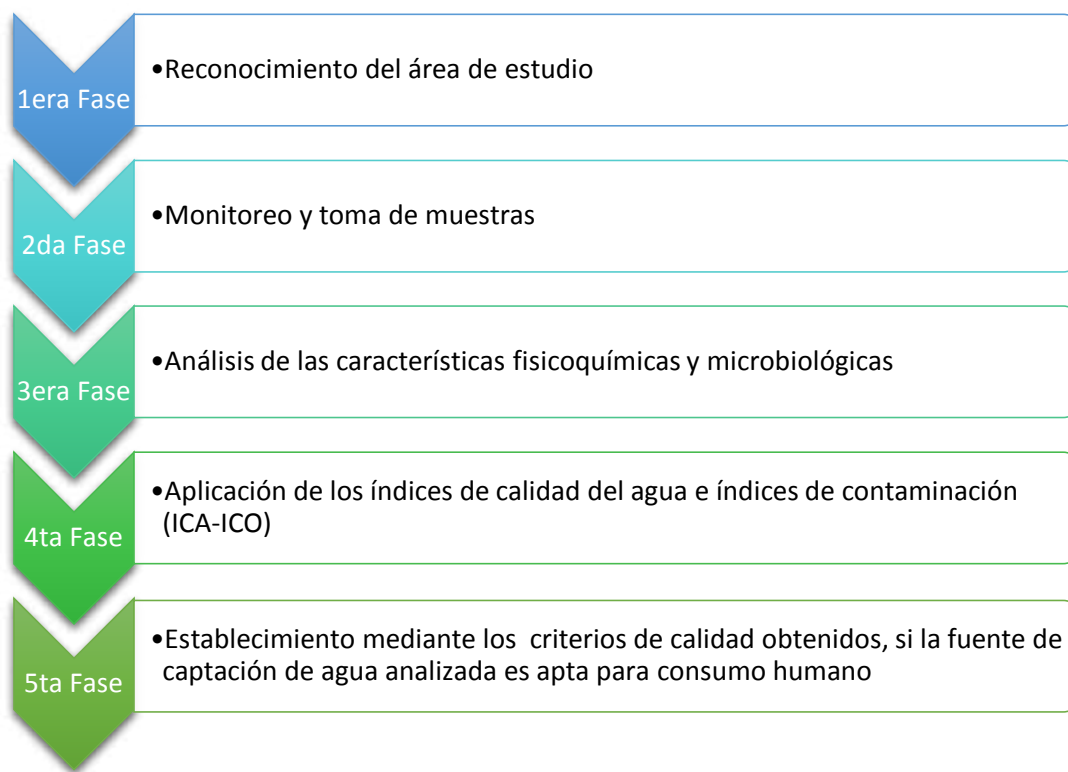


Figura 1. Fases a seguir para la ejecución del proyecto. Fuente: Autores 2021.

Fase I. Reconocimiento del área de estudio a partir de información primaria y secundaria. En esta fase se realizará un reconocimiento y localización del pozo subterráneo mediante la indagación de información y las visitas a la zona de estudio.

Fase II. Monitoreo y toma de muestras. La segunda fase consiste en tomar las muestras de agua en el pozo subterráneo para su posterior análisis, dichas muestras son tomadas por los autores del proyecto y consistirá en recolectar 500 ml de agua mediante 1 bolsa esterilizada proporcionada por el laboratorio de aguas de la UFPSO, además de esto se recolectará 1000 ml de agua en 4 frascos de plástico con una capacidad de 250 ml cada uno a intervalos de tiempos que contemplan los siguientes horarios ,9:30 am ,10:00 am,10:30 am,11:00 am .Estos volúmenes de agua serán los que se mezclaran en un frasco de plástico de 1 litro de capacidad para así formar la composición de la muestra compuesta.

Al mismo tiempo, se efectuarán cuatro mediciones de caudal y de igual forma se ejecutarán las mismas mediciones de dos parámetros in situ, para luego promediar y obtener las lecturas finales. Estos últimos se tomarán de las muestras puntuales dado que la representatividad de estos se pierde si se toman de las muestras compuestas (IDEAM, 2002). Los parámetros in situ a monitorear es la temperatura (T) y el Ph.

La medición del caudal se hará mediante un tipo de aforo volumétrico, este método se aplicará gracias a que el pozo subterráneo presenta una caída de agua en el cual se podrá interponer un recipiente; para esto se requiere un cronómetro y un recipiente aforado (balde de 12 litros con graduaciones de 1 litro). El balde será colocado bajo la caída de agua que sale de la tubería de tal manera que recibirá todo el flujo; simultáneamente se activara el cronómetro y se medirá el tiempo transcurrido desde que el recipiente se comienza a llenar hasta que este se llene completamente.

Para la medición del parámetro In situ se requerirá del equipo y materiales de recolección listados en la tabla a continuación.

Tabla 1. Equipo y materiales de recolección requeridos en el monitoreo

Materiales de recolección	Equipo
Guantes de látex	Termómetro ambiental
Barra de gel y hielo	
Nevera portátil de icopor (Cava)	
4 frascos plásticos de 250 ml c/u	
1 frasco plástico de 1 Litro	
1 bolsa esterilizada de 500 ml	
1 balde de 12 Litros para medición del caudal.	
Etiquetas para marcar las muestras de agua	
Cronometro	
Lapiceros	
Cinta transparenté ancha	
Ficha de campo	

Nota: Materiales y equipo utilizados para el monitoreo y toma de muestras en campo. Fuente: Autores 2021.

Como se mencionó, la recolección de los 1000 ml de la muestra de agua tendrá como finalidad la medición de los parámetros físicos y químicos: dureza, alcalinidad, sólidos disueltos totales, demanda biológica de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, turbidez y fosfatos. Además de las sustancias anteriores, los 500 ml se destinarán para el análisis de los parámetros microbiológicos: coliformes fecales y coliformes.

A su vez , para la recolección y transporte de las muestras para análisis físico químicos y microbiológicos ,se tiene como referencia la guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas (IDEAM, 2002) ,el manual de instrucciones para la toma

,preservación y transporte (Ministerio de Ambiente, 2011) y la directrices para la preservación y manejo de las muestras (ICONTEC, 2004) donde se establecen la recolección y preservación de las muestras ,metodología de aforos , transporte al laboratorio ,equipos y materiales para el muestreo ,así como el procedimiento adecuado que se debe seguir.

Según (Juan Antonio López Geta, 1997) opinan que un porcentaje muy elevado de errores especialmente en muestreos, se debe a la incorrecta identificación de las muestras. Por ello se incluye el correcto etiquetado de las muestras y al cuaderno de campo con toda la información necesaria.

Etiquetado de las muestras: Todas las muestras tienen que ser etiquetadas para así poder evitar confusiones, desorden o errores de identificación. Se utiliza la etiqueta diseñada por los autores de este proyecto que se observa en la figura 2. Los datos que se especifican son los siguientes:

- Lugar de muestreo
- Fecha de muestreo
- Hora
- Tipo de muestreo
- Análisis requerido
- ID de la muestra
- Fuente
- Persona que toma la muestra

Las respectivas etiquetas se llenan con marcador de tinta indeleble o lapicero y se adhiere al recipiente en el momento de la toma de muestras, luego el rótulo se cubre con cinta adhesiva para evitar que esta se vea afectada.


ETIQUETA PARA LA TOMA DE MUESTRA DEL AGUA CRUDA DEL POZO SUBTERRÁNEO		 Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta, Colombia	
Lugar de muestreo :			
Fecha de muestreo :		Hora:	
Tipo de muestreo :		Puntual <input type="checkbox"/>	Compuesta <input type="checkbox"/>
Análisis requerido :			
ID de la muestra :			
Fuente :		Subterránea <input type="checkbox"/>	Superficial <input type="checkbox"/>
Muestreado por :			

Figura 2. Modelo de etiquetado para muestras de aguas. Fuente: Autores 2021.

Ficha de campo: Cualquier toma de muestra deberá contener la consignación de una ficha en la que se vincule los datos y circunstancias indispensables para su identificación inequívoca y que permita una mejor interpretación de los resultados obtenidos. Dicha ficha se rellenará en el momento de la toma de muestra y contendrá necesariamente los siguientes datos:

➤ Datos generales de la muestra:

- Fecha de toma de la muestra
- Hora de toma de la muestra
- Persona que toma la muestra
- Tipo de agua
- Fuente de abastecimiento
- Análisis solicitado
- Análisis en el sitio (Temperatura, Ph y Caudal)

- Observaciones de campo
- Localización del punto de muestreo:
 - Departamento
 - Municipio
 - Corregimiento
 - Coordenadas geográficas
- Localización en el plano red
- Registro fotográfico
 - Punto de referencia
 - Punto de toma


ACTA DE TOMA DE MUESTRA DEL AGUA CRUDA DEL POZO SUBTERRÁNEO		 Universidad Francisco de Paula Santander <small>1955</small>	
Datos generales de la muestra			
Fecha de toma :		Hora de toma :	Tomada por :
Tipo de agua : Cruda ()		Tratada ()	Nombre de la fuente :
Fuente de abastecimiento: Río ()		Quebrada ()	Pozo subterráneo ()
Análisis solicitado		Físicoquímico ()	Microbiológico ()
		Metales ()	Plagidas ()
		Otros ()	Cuales ()
Análisis en el sitio		Resultado	Metodo de ensayo
		Realizado por	
		Temperatura	
		Caudal	
Observaciones de campo _____			
Localización del punto de muestreo			
Departamento :		Municipio :	Corregimiento :
Coordenadas geográficas :		Latitud :	Longitud :
Localización plano red			
Registro fotográfico			
Punto de referencia		Punto de toma	

Figura 3. Modelo de la ficha de campo para muestras de aguas. Fuente: Autores 2021.

Fase III. Análisis de las características físicoquímicas y microbiológicas En esta fase, los recipientes con las respectivas muestras de agua serán colocados en posición vertical en una nevera portátil de icopor (cava) con suficientes bolsas de hielo y barras de gel, de tal manera que se alcance una temperatura cercana a los 4° C. Todas las muestras que se colecten serán refrigeradas desde el momento de su recolección en campo hasta la entrega al laboratorio.

Las muestras se entregarán al laboratorio de la UFPSO lo más pronto posible, por no más de (24) horas desde el momento en que se inicie el proceso de recolección hasta la llegada al laboratorio.

Los 500 y 1000 ml de agua que serán colectados para el análisis fisicoquímico y microbiológico, se transportarán al laboratorio de aguas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Allí se desarrollarán las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas y con base a los resultados arrojados por el laboratorio, se analizará toda la información con respecto a la normativa ambiental.

Fase III. La información recolectada de las fases anteriores servirá para el cálculo de los índices de Calidad del Agua (ICA), el índice de contaminación por mineralización (ICOMI), el índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) y el índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS). Para luego ser representada mediante tablas y gráficos que resumirán las principales características fisicoquímicas y microbiológicas de la zona de estudio, las cuales serán del pozo subterráneo, del corregimiento platanal del municipio de Rio de Oro, Cesar. Con base en estos resultados, se analizará toda la información con respecto a la normativa y, con base a la revisión bibliográfica, se evaluará la calidad del agua del pozo subterráneo.

Fase IV. Aplicación de los índices de calidad del agua e índices de contaminación (ICA- ICO). La información recolectada de las fases anteriores servirá para el cálculo de los índices de calidad del agua (ICA), el índice de contaminación por mineralización (ICOMI), el índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) y el índice de contaminación por sólidos

suspendidos (ICOSUS). Para luego ser representada mediante tablas y gráficos que resumirán las principales características fisicoquímicas y microbiológicas de la zona de estudio, las cuales serán del pozo subterráneo, del corregimiento platanal del municipio de Rio de Oro, Cesar. Con base a la revisión bibliográfica, se evaluará la calidad del agua del pozo subterráneo.

3.1.1 Índices de Calidad del Agua (ICA).

Se presenta un resumen de los ICA e ICOS en las tablas 2 y 3, investigados en la literatura, que emplean parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para su análisis, los propuestos a continuación serán los que se emplearan en el presente proyecto, debido a que han sido aplicados en diversas investigaciones y han sido seleccionados por algunas corporaciones autónomas regionales en las ciudades de Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga, Cali y Manizales. (Castro, Almada, Ferrer, & Díaz, 2014).

Tabla 2. *Índices de calidad del agua en Colombia*

ICA	VARIABLES INCLUIDAS	Tipo de estimación
	Colombia	
NSF	Temperatura, pH, OD, DBO, SDT, turbiedad, coliformes fecales, NO ₃ -N y fosfatos total	Curvas - Promedio ponderado

Nota: variables incluidas en la metodología NFS. Fuente: Adaptado de (Fernández et al., 2003) por Jaramillo & Ortiz, 2021.

3.1.2 Índices de Contaminación (ICO).

Tabla 3. *Índices de contaminación*

ICO's	VARIABLES INCLUIDAS	Tipo de estimación
Colombia - Ramírez y Viña (1998)		
Mineralización ICOMI	Conductividad, Dureza y Alcalinidad	Ecuación - Promedio aritmético
Materia orgánica ICOMO	DBO, OD y Coliformes Totales	
Sólidos ICOSUS	SST	Ecuación- lectura directa

Nota: variables incluidas en la metodología ICOMO-ICOMI-ICOSUS. Fuente: Adaptado de (Fernández et al., 2003) por Jaramillo & Ortiz, 2021.

3.1.3 Cálculo de los ICA e ICO.

3.1.3.1 Índice de Calidad del Agua. Para calcular el índice de calidad del agua se utiliza una suma lineal ponderada de los subíndices o la función agregada del producto ponderado (Ecuación 1), que tiene en cuenta los pesos asignados de cada variable. De esta forma, al referirse a la curva de cada parámetro, la interpretación de las distintas curvas de función establecidas se obtiene el subíndice de cada parámetro.

Tabla 4. *Pesos relativos para cada parámetro.*

I	Subi	Wi
1	Coliformes fecales	0,16
2	Ph	0,11
3	DBO	0,11
4	Nitratos	0,10
5	Fosfatos	0,10
6	Temperatura	0,10
7	Turbiedad	0,08
8	Sólidos disueltos totales	0,07
9	Oxígeno disuelto	0,17
Total		1

Nota: pesos porcentuales de las variables NFS. Fuente: Adaptado de (Fernández et al., 2003) por Jaramillo & Ortiz, 2021.

Ecuación 1. Cálculo del Índice de Calidad del Agua.

$$ICA = \sum_{i=1}^9 (Subi * Wi)$$

Adaptado “Ruiz *et al.*, 2007” por Jaramillo & Ortiz, 2021

Dónde:

- *Subi* = Subíndice del parámetro
- *Wi* = Factor de ponderación para el subíndice *i*

De esta manera, el resultado obtenido se interpretará de acuerdo a la tabla 5

Tabla 5. *Escala de clasificación del ICA-NSF.*

Calidad del agua	Rango	Escala de color
Muy mala	0-25	Rojo
Mala	26-50	Naranja
Regular	51-70	Amarillo
Aceptable	71-90	Verde
Excelente	91-100	Azul

Nota: Escala de clasificación de la calidad del agua. Fuentes: Adaptado de (Fernández & Solano, 2005) por Angie & Jhorman, 2021.

3.1.4 Índices de contaminación.

De esta forma, los respectivos cálculos de los índices de contaminación se llevarán a cabo mediante la realización de las siguientes expresiones.

Ecuación 2. Cálculo del Índice de Contaminación por Mineralización.

$$ICOMI = \frac{1}{3} (I_{conductividad} + I_{dureza} + I_{alcalinidad})$$

Adaptado de (Ramírez et al., 199) por Jaramillo & Ortiz, 2021.

Ecuación 3. Cálculo del Índice de Contaminación por Materia Orgánica.

$$ICOMO = \frac{1}{3} (IDB05 + I_{coliformes\ totales} + I_{oxígeno\ \%})$$

Adaptado de (Ruiz et al., 2007) por Jaramillo & Ortiz, 2021.

Ecuación 4. Cálculo del Índice de contaminación por sólidos suspendidos

$$ICOSUS = -0,02 + 0,003 \text{ solidos suspendidos } (g.m^3)$$

Adaptado de (Ramírez et al., 199) por Jaramillo & Ortiz, 2021.

Cuando se tengan los respectivos resultados de los ICO'S estos se interpretarán de acuerdo a la tabla 6.

Tabla 6. *Escala de clasificación de los ICO'S.*

Rango	Contaminación	Escala de color
0-0.2	Ninguna	Azul
> 0.2-0.4	Baja	Verde
> 0.4-0.6	Media	Amarillo
> 0.6-0.8	Alta	Naranja
> 0.8-1	Muy alta	Rojo

Nota: significancia de los índices de contaminación. Fuente: Adaptado de (Ramírez et al., 1999) por Jaramillo & Ortiz, 2021.

Fase V. Establecimiento mediante los criterios de calidad obtenidos, si la fuente de captación de agua analizada es apta para consumo humano

Luego de realizar dichos análisis de calidad al agua tomada en muestras al pozo subterráneo, se realiza la verificación puntual luego de los resultados de dichos análisis si es apta o no para el consumo humano.

3.2 Población

En esta investigación se definen las fuentes potenciales de agua cruda, como a la comunidad corregimiento platanal, ya que según Morles (1994) “La población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación” (p.22).

Tamayo y Tamayo (2004), define esta como: “La totalidad de fenómenos a estudiar en donde las unidades poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (p.81).

Debido a que en la investigación son las fuentes potenciales de agua cruda dentro del corregimiento en mención, se pretende caracterizarlas.

3.3 Selección de la muestra

Se considera la fuente de agua subterránea del corregimiento platanal como la muestra de la población, ya que Según Sudman (1976) establece que “La muestra suele ser definida como un subgrupo de la población para seleccionar la muestra deben delimitarse las características de la población” (p. 262).

Hurtado (2007) la define “como el conjunto de operaciones o procedimientos que se realizan para seleccionar a los integrantes de la muestra” (p.104)

Tamayo y Tamayo (2007) describe el muestreo “como un instrumento de gran validez en la investigación, con el cual el investigador selecciona las unidades representativas a partir de las

cuales se obtendrán los datos que permitirán extraer inferencias de la población sobre el cual se investiga” (p.104).

En el pozo subterráneo se implementará un muestreo por bombeo puesto que este se recomienda cuando se requiere obtener muestras verticalmente compuestas o cuando se quiere lograr un muestreo representativo del acuífero, es por ello que este método facilitara la extracción de las mismas.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

El trabajo de campo se fundamenta en realizar una toma de muestra compuesta, en donde para el muestreo se organizan los recipientes de plástico respectivamente rotulados y los materiales necesarios. Se miden los parámetros in situ con la ayuda del termómetro ambiental.

Para los demás parámetros (dureza, alcalinidad, sólidos disueltos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda biológica de oxígeno, nitratos, turbidez y fosfatos) se toma el volumen necesario 1 litro y para (coliformes fecales y coliformes totales) un volumen de 500 ml.

Los recipientes con las muestras se colocan en una nevera portátil de icopor (Cava) con suficiente hielo para su adecuada refrigeración, la muestra se envía el mismo día de muestreo a

las 11:00 am para que llegue al laboratorio de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña a las 11:50 am del mismo día para su análisis inmediato.

Se tomarán como referencia los resultados de los parámetros de calidad de agua para poder dar el tratamiento requerido de potabilización del recurso hídrico.

3.5 Análisis de información

Se tiene en cuenta los datos obtenidos en los análisis del laboratorio para poder evaluar las características del agua mediante la tabulación de esos datos que permitan tener conclusiones, al mismo tiempo se precisara el grado de contaminación basado en una metodología para el cálculo del mismo y de calidad del agua ICA mediante la ayuda de la aplicación de monitoreo de la calidad de las aguas superficiales (calculadora WQI).

Además, se hace una comparación entre los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del agua del pozo subterráneo y los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos aceptables para consumo humano que trata la resolución 2115 del 2007, como la normatividad ambiental colombiana.

Fuentes primarias

Las muestras tomadas, e información suministrada por la comunidad

Fuentes secundarias

Bases de datos, literatura expuesta en línea, además de sistemas de información geográfica.

Capítulo 4. Administración del proyecto

4.1 Recursos humanos

Este proyecto de investigación será ejecutado por los estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental Jhorman Geovanny Ortiz Arevalo y Angie Paola Jaramillo Calle y dirigido por la Esp. Yenny Lozano Lozano perteneciente a la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

4.2 Recurso Institucionales

La universidad Francisco de Paula Santander Ocaña apoyara con la obtención de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de agua del pozo subterráneo del corregimiento platanal del municipio de Rio de Oro Cesar.

Para el desarrollo del proyecto y sus etapas, se ha determinado un cronograma de actividades en el cual, se exhibe un listado de las actividades a ejecutar y un tiempo considerado para su ejecución.

4.2 Recursos Financieros

A continuación, en la siguiente Tabla se muestran los recursos financieros

Tabla 7. *Recursos financieros*

Recursos Financieros para Trabajo de Grado		
Descripción	Contrapartida	Total
Papelería	\$260.000	\$260.000
Transporte	\$150.000	\$150.000
Equipos	\$75.000	\$75.000
Laboratorios ufps	\$300.000	\$300.000
Adiestramiento Software	\$200.000	\$200.000
Recurso técnico	\$1600.000	\$1600.000
Salidas de campo	\$700.000	\$700.000
Recurso humano	\$200.000	\$200.000
Tecnológico	\$100.000	\$100.000
	\$700.000	\$700.000
Total		\$ 4'285.000

Fuente: Autores 2021.

Tabla 8. *Cronograma*

Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Identificación de la fuente hídrica	■	■														
Escoger la fuente de objeto de análisis de agua		■														
Recolección de muestras			■													
Etiquetado de muestras			■													
Determinar el nivel de complejidad del sistema				■												
Análisis de recolección de muestras				■	■											
Determinación del índice de calidad ICA y de los índices de contaminación ICO'S (ICOMO, ICOMI, ICOSUS) de la fuente hídrica subterránea					■	■	■									
Realizar el aforo de la fuente hídrica subterránea								■	■							
Identificación de tratamiento de agua potable para consumo humano												■	■			

Fuente: Autores 2021.

Capítulo 5. Informe de resultados

5.1 Analizar las características físico químicas y microbiológicas del agua en el pozo subterráneo ubicado en el corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar.

5.1.1 Identificación de la fuente hídrica

Se realiza la respectiva identificación de la fuente hídrica la cual es la que actualmente abastece al corregimiento Platanal del Municipio de Rio de Oro Cesar, el cual es el pozo subterráneo que cumple con dicha función para dicha comunidad la cual es escogida como objeto de análisis de calidad de agua.

5.1.2 Recolección de muestras

Se procedió a realizar la recolección de las muestras de la siguiente manera:

- Se tomaron las muestras en el pozo subterráneo para su posterior análisis
- Se recolectaron 500 ml de agua en una bolsa esterilizada, la cual fue proporcionada por el laboratorio de agua de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- Luego se procedió a recolectar 1000 ml de agua en 4 frascos de plástico de capacidad de 250 ml a intervalos de tiempo de 30min 4 veces oscilando en horarios am (9:30 am-11:00 am), para luego ser mezclados en un frasco de plástico de 1 litro de capacidad para formar una muestra compuesta.
- Donde se solicitaron los siguientes parámetros: Alcalinidad, conductividad, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, dureza total,

fosfatos, nitratos, oxígeno disuelto, pH, Sólidos disueltos, sólidos suspendidos, turbiedad, Coliformes Totales, *Escherichia coli*.

5.1.3 Análisis de recolección de muestras

Luego de la toma y recolección de muestras se obtuvieron los siguientes resultados, suministrados por laboratorio de aguas:

Tabla 9. Resultados análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Parámetro	Resultado
Alcalinidad	224.5
Conductividad	440
Demanda Química de Oxígeno	70
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2
Dureza total	192
Fosfatos	0.13
Nitratos	4.4
Oxígeno disuelto	7.89
pH	6.84
Sólidos disueltos	323
Sólidos suspendidos	52
Turbiedad	3.49
Coliformes totales	176
<i>Escherichia coli</i>	28

Fuente: Autores 2021.

Se realizó el análisis de las muestras fisicoquímicas y microbiológicas, con base en lo establecido en la resolución 2115 del 2007, se encontró que 4 de los 14 parámetros evaluados no cumplen con los valores máximos permisibles, a continuación, en la tabla 10, se evidencian cuáles son los resultados de los parámetros estudiados quienes no cumplen con dicho requisito que establece la norma a nivel nacional.

Tabla 10. *Análisis de muestras fisicoquímicos y microbiológicas*

Parámetro	Valor máximo aceptable	Resultado
Alcalinidad	200 (mg/L)	224.5
Turbiedad	2 (UNT)	3.49
Coliformes totales	0 UFC/100 cm ³	176
<i>Escherichia coli</i>	0 UFC/100 cm ³	28

Fuente: Autores 2021.

Como se logra evidenciar en la anterior Tabla 10, los más parámetros más relevantes son: coliformes totales y *Escherichia coli*, los cuales sobrepasan demasiado los límites permisibles, afectando así la salud del corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar.

5.2 Precisar el grado de calidad y de contaminación del cuerpo de agua (subterránea) del corregimiento Platanal del Municipio Rio de Oro Cesar por medio del uso de índices de calidad del agua (ICA) e índices de contaminación (ICOMI), (ICOMO) y (ICOSUS).

A continuación, se presentan las actividades ejecutadas para el desarrollo continuo y satisfactorio del presente objetivo:

5.2.1 Determinación del índice de calidad ICA y de los índices de contaminación ICO'S (ICOMO, ICOMI, ICOSUS) de la fuente hídrica subterránea

ICA Se procedió a realizar el cálculo del índice de calidad del agua de la siguiente manera:

Ecuación 1. Cálculo del Índice de Calidad del Agua.

$$ICA = \sum_{i=1}^9 (Subi * Wi)$$

Dónde:

- *Subi* = Subíndice del parámetro
- *Wi* = Factor de ponderación para el subíndice *i*

Los resultados de las muestras tomadas en el pozo subterráneo del corregimiento Platanal han arrojado los valores mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 11. Resultados parámetros

Parámetro	Unidad	Resultado
Coliformes fecales	UFC/100	28
Ph	mL	
Ph	pH	6.84
DBO	mg/L	70
Nitratos	O ₂	
Nitratos	mg /L N	4.4
Fosfatos	mg/L	0.13
Temperatura	PO ₄ ³⁻	
Temperatura	°C	30.4-28.9 = 1.5
Turbiedad	NTU	3.49
Sólidos disueltos totales	mg/L	323
Oxígeno disuelto	mg/L	7.89= 102.20
	O ₂	%

Fuente: Autores 2021.

Cabe resaltar, que para calcular el índice de calidad del agua se realizó con la ayuda de un sistema online denominado calculadora de índice de calidad de agua (calculadora WQI) del Water Research Center (Centro de investigación del agua), desarrollado por Oram (2015) ,en el cual aplican una metodología propuesta por la Fundación Nacional de Saneamiento de Estados Unidos (NSF-**WQI**) ,que posibilita a que en esta aplicación se tomen los resultados de 9 parámetros físico químicos y microbiológicos los cuales son el pH, oxígeno disuelto , temperatura, nitratos, fosfatos, coliformes fecales , sólidos, turbiedad y DBO, en donde finalmente permitió desarrollar los cálculos de forma fácil y sencilla arrojando así la clasificación de la calidad del agua que estuvo entre un rango de 0 a 100.

$$WQI= (99 \times 0.17) + (59 \times 0.16) + (50 \times 0.11) + (80 \times 0.11) + (87 \times 0.10) + (95 \times 0.10) + (68 \times 0.10) + (89 \times 0.08) + (57 \times 0.07)$$

WQI= 76.68

Tabla 12. Valor del índice de la calidad del agua del pozo subterráneo Platanal.

ICA		
Calidad del agua	Pozo subterráneo	Escala de color
Acceptable	76.68	Verde

Nota: valor del índice de la calidad del agua NFS, a partir de los registros obtenidos en campo y laboratorio de los parámetros evaluados. Fuente: Autores 2021.

En la escala de clasificación del ICA-NSF el valor del agua en las mejores condiciones es de 100, y a medida que la calidad del agua baja obtiene un valor cercano a 0. El valor de la calidad del agua arrojado es de 76.68 lo que indica que es aceptable por que se encuentra entre el

rango de 71-90, en una escala de color verde para el pozo subterráneo, un buen índice de calidad del agua significa que este presenta un alto grado de biodiversidad acuática; a menor valor de ICA, menor biodiversidad acuática, ya que la concentración de contaminantes aumenta hasta que es cero. De esta manera, un agua con una categoría aceptable de ICA tiene una capacidad moderada para albergar organismos acuáticos, y así mismo, permite el contacto directo con ella para desarrollar actividades familiares y recreativas. Si en llegado caso el agua llegase a presentar un ICA en condiciones regulares, éste presentaría un alto grado de contaminación y la demanda de organismos acuáticos disminuiría.

A continuación, se muestran los Resultados de los ICO'S, los cuales presentan los siguientes datos:

Tabla 13. Valores del índice de contaminación (ICOSUS, ICOMO y ICOMI) del pozo subterráneo Platanal.

	ICO'S		
	Valor obtenido	Contaminación	Escala de color
ICOSUS	0,176	Ninguna	Azul
ICOMO	0,053	Ninguna	Azul
ICOMI	0,9575	Muy alta	Rojo

Nota: valores de los índices de la contaminación del agua ICOSUS, ICOMO Y ICOMI, a partir de los registros obtenidos en campo y laboratorio de los parámetros evaluados. Fuente: Autores 2021.

Tal y como se evidencia en la Tabla 13, el valor más representativo y que actualmente no cumple con los valores permisibles es el ICOMI, el cual integra la conductividad, dureza y alcalinidad y que según los datos obtenidos en el análisis fisicoquímico y microbiológico de muestras realizado, la alcalinidad sobrepasa el valor máximo permisible , con consecuencia de la misma el índice de contaminación por mineralización es muy alta ya que el resultado se

aproxima al valor uno y como respuesta a este dato presenta un alto grado de contaminación en la escala de valor rojo.

Por otro lado, el ICOMO y el ICOSUS, no presentan ningún grado de contaminación ya que para el caso de ICOMO la gran mayoría de los valores que integran este índice se encuentran dentro de los valores máximos permisibles según la resolución 2115 del 2007 conformado por demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), coliformes totales y porcentaje de saturación del oxígeno, y el ICOSUS por sólidos suspendidos los cuales se encuentran en valores normales según la normatividad legal vigente.

En general, la evaluación de los ICO'S confirmó que la calidad del agua en el pozo subterráneo se está deteriorando debido a que se ve afectada por diversas actividades socioeconómicas de la zona. La calidad general se encuentra entre ninguna y muy alta, y su tratamiento es un destino necesario: de los recursos a consumo humano, incluso combinado con tratamientos específicos, como adsorción de carbón activado, etc.

5.2.2 Realizar el aforo de la fuente hídrica subterránea

Se realiza un aforo volumétrico mediante el cual se obtienen los siguientes datos, calculando, su temperatura promedio y su caudal total, luego de realizar 4 puntos de muestreo de caudal:

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

$$Q_1 = 2.53 \text{ L/s}$$

$$Q_2 = 2.44 \text{ l/s}$$

$$Q_3 = 2.25 \text{ l/s}$$

$$Q_4 = 1.99 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{total}} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{4}$$

$$Q_{\text{total}} = \frac{2.53 \text{ l/s} + 2.44 \text{ l/s} + 2.25 \text{ l/s} + 1.99 \text{ l/s}}{4}$$

$$Q_{\text{total}} = 2.30 \text{ l/s}$$

5.3 Establecer mediante los criterios de calidad obtenidos, si la fuente subterránea del corregimiento de Platanal del Municipio de Rio de oro cesar es apta para el consumo humano

Según los criterios de calidad obtenidos y los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del realizados al agua, se tiene en cuenta que la fuente abastecedora del corregimiento Platanal del Municipio de Rio de Oro cesar, actualmente no es apta para su consumo, ya que hay varios parámetros evaluados que no cumplen con los estándares y los valores máximo permisibles para que el preciado líquido sea apto.

Según la tabla 10, se evidencian los parámetros que no cumplieron con los valores permisibles de calidad de acuerdo a la normatividad legal vigente, para lo cual se realiza el siguiente análisis.

Con respecto a la **alcalinidad** se sabe que es la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones y se encuentra muy ligado con los niveles de pH, y turbidez en el agua ,por lo que en el pozo subterráneo se registró un valor mayor al establecido en la resolución 2115 del 2007 ,donde el valor máximo aceptable para este parámetro que permita considerarla apta para consumo humano es de 200 mg/L CaCO₃,esto debido a que la ubicación geográfica, la geología de la zona, los minerales de las rocas y el suelo circundantes, son los principales responsables de que la alcalinidad del agua presente contenidos de carbonatos y bicarbonatos, los cuales son muy comunes en las aguas subterráneas, causando un desagradable sabor a “bebida carbonatada” e irritación en diferentes zonas del cuerpo para la población que allí habita .

Turbiedad: Cuanto mayor es la turbidez, más grandes son las partículas en suspensión en el agua las cuales pueden actuar como portadores de contaminación microbiológica lo que aumentaría la posibilidad de que bacterias, virus y protozoos se refugien en los micro-huecos de partículas en suspensión y también propician la adhesión de metales pesados, compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas, Y, consecuentemente, para este caso ,la turbiedad arrojó un valor de 3.49 NTU ,el cual es un parámetro que sobrepasa los límites permisibles para ser considerada un agua apta para consumo humano ,esto debido principalmente por las características geomorfológicas que permiten la generación de sedimentos y procesos erosivos teniendo como consecuencia que las partículas suspendidas absorban el calor del sol y por ello aumente la temperatura del agua, lo que a su vez reduce los niveles de oxígeno disuelto.

Por otro lado, indica también una mayor dificultad para la desinfección efectiva del agua y podría tener el potencial de provocar en la comunidad vómitos y diarrea.

Coliformes totales: La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

Escherichia coli: Según el IDEAM afirma que: La presencia de *Escherichia coli* indica contaminación fecal en agua, ya que este microorganismo es habitante normal del tracto digestivo de animales de sangre caliente y rara vez se encuentra en agua o suelo que no haya sufrido algún tipo de contaminación fecal, por ello se considera como indicador universal, que puede causar enfermedades en el tracto digestivo tales como la diarrea, dependiendo del sistema inmune de la persona que pudiera contraer dicha bacteria.

Capítulo 6. Conclusiones

Se logra realizar el análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas al agua del pozo subterráneo, mediante la toma de muestra compuesta, que posteriormente fue llevado al laboratorio de la universidad francisco de paula Santander Ocaña, en donde pudieron suministrar información relevante en la cual, se pudo realizar dicho análisis de los 14 parámetros evaluados, de los cuales 4 no cumplieron con los estándares de calidad establecidos en la resolución 2115 del 2007, así mismo se puede evidenciar que los coliformes totales tuvo un resultado considerable, con respecto al valor máximo aceptable, seguidamente de la *Escherichia coli* del agua.

Al precisar el grado de calidad y de contaminación del cuerpo de agua evaluado, se pudo denotar en los resultados observados que, de los tres índices evaluados y calculados para la calidad del agua, el ICOMI, presenta un alto grado de contaminación, gracias a estos resultados se detona y se puede evidenciar su grado de calidad y de contaminación para beneficio de la comunidad que actualmente se beneficia de dicho recurso.

Por último se logra establecer, mediante los resultados obtenidos en los criterios de calidad evaluados, que actualmente el cuerpo de agua analizado no se encuentra en óptimas condiciones de calidad para el consumo humano, ya que no cumple con los valores máximos aceptables por la normatividad legal vigente, causando de esta manera un riesgo a la salud de la comunidad del Corregimiento Platanal, llegando así a concluir un tratamiento de agua potable, mediante el

diseño y la mejora en los procesos de potabilización, dando así una solución a la problemática hallada.

Capítulo 7. Recomendaciones

Se recomienda a la comunidad del corregimiento Platanal, no consumir agua directamente del pozo subterráneo, ya que éste no se encuentra en óptimas condiciones, y puede presentar riesgos y amenazas a su salud

Se recomienda que se diseñe el tratamiento óptimo para la potabilización del agua del pozo subterráneo, para mejorar la calidad del agua y de vida de la comunidad del corregimiento Platanal.

Realizar capacitaciones que conlleven a un uso adecuado y eficiente del recurso hídrico a toda la comunidad que se beneficia del preciado líquido.

Seguir practicando evaluaciones de calidad del agua al pozo subterráneo, ya que actualmente no se encuentra en óptimas condiciones.

Referencias

- Acciona. (2020). Potabilización del agua. . Obtenido de <https://www.acciona.com/es/tratamiento-de-agua/potabilizacion/>
- Arboleda Valencia, J. (1992). Teoría de la Coagulación del Agua. . Obtenido de <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/teoria.pdf>
- Buch, W. (2017). Historia y Origen de los Pozos de Agua. . Obtenido de <https://aquisistemas.com.gt/bombas-de-agua/historia-y-origen-de-los-pozos-de-agua>
- Carrizo Romero, F. (2000). La Situación Actual y los Problemas Existentes y Previsibles. Obtenido de 3.2. LA CALIDAD DE LAS AGUAS:. Obtenido de https://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20J%C3%BAcar/Cap.3_part2._Libro_blanco_del_agua.pdf
- Castro , M., Almada, J., Ferrer, J., & Díaz, D. (2014). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*, 111-124.
- Coral Martínez, E. (2020). Gestión Integral de los Recursos Hídricos. . Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013/1240/index.htm>
- Ecured. (2010). Calidad del Agua. . Obtenido de https://www.ecured.cu/Calidad_del_Agua
- ICONTEC. (3 de Noviembre de 2004). NTC-ISO 5667/3 Directrices para la preservacion y manejo de las muestras . Obtenido de <http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000140-e3b67e5121/NTC-ISO%205667-03-2004.%20Directrices%20para%20la%20preservacion%20y%20manejo%20de%20muestras.pdf>

IDEAM. (2002). Guía para el monitoreo de vertimientos ,aguas superficiales y subterráneas .

Obtenido de Guía para el monitoreo de vertimientos ,aguas superficiales y subterráneas :

https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=3834

Juan Antonio López Geta, P. N. (1997). Guía operativa para la recogida, almacenamiento y transporte de muestras de aguas subterráneas destinadas al análisis químico y bacteriológico. España: Instituto Tecnológico Geominero de España.

Ministerio de Ambiente, V. y. (2011). Manual de instrucciones para la toma,preservacion y transporte de muestras de agua de consumo humano para analisis de laboratorio .

Obtenido de

<https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2011%20Manual%20toma%20de%20muestras%20agua.pdf>

Peña García, A. (2007). Una perspectiva social de la problemática del agua. Scielo, 6.

Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y María del Pilar Baptista Lucio.

(2010). Metodología de la investigación (Sexta edición). México D.F.: McGRAW HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Tuset, S. (2010). Historia Sobre el Tratamiento del Agua Potable. Obtenido de

<https://blog.condorchem.com/historia-sobre-el-tratamiento-del-agua-potable/>

Apéndices





Apéndice A. Evidencia fotográfica







Apéndice B. Acta de toma de muestra del agua cruda del pozo subterráneo

ACTA DE TOMA DE MUESTRA DEL AGUA CRUDA DEL POZO SUBTERRÁNEO															
Datos generales de la muestra															
Fecha de toma : 07/04/2021		Hora de toma : 9:30 am - 11:00 am													
Tomada por : Jhorman Ortiz y Angie Jaramillo															
Tipo de agua : Cruda (x)		Tratada ()													
Nombre de la fuente : Pozo subterraneo Platanal															
Fuente de abastecimiento: Río ()		Quebrada ()													
		Pozo subterráneo (x)													
		Otros ()													
Análisis solicitado	Físicoquímico (x)		Microbiológico (x)												
	Metales ()		Plagidas ()												
	Otros ()		Cuales ()												
Análisis en el sitio	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Resultado</th> <th>Metodo de ensayo</th> <th>Realizado por</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura</td> <td>T1= 29,8 °C T2= 28,8 °C T3= 28,6 °C</td> <td>Termometro ambiental</td> <td>Jhorman Ortiz y Angie Jaramillo</td> </tr> <tr> <td>Caudal</td> <td>Q1= 2,53 L/s Q2= 2,44 L/s Q3= 2,25 L/s Q4= 1,99 L/s</td> <td>Aforo volumetrico</td> <td>Jhorman Ortiz y Angie Jaramillo</td> </tr> </tbody> </table>				Resultado	Metodo de ensayo	Realizado por	Temperatura	T1= 29,8 °C T2= 28,8 °C T3= 28,6 °C	Termometro ambiental	Jhorman Ortiz y Angie Jaramillo	Caudal	Q1= 2,53 L/s Q2= 2,44 L/s Q3= 2,25 L/s Q4= 1,99 L/s	Aforo volumetrico	Jhorman Ortiz y Angie Jaramillo
		Resultado	Metodo de ensayo	Realizado por											
	Temperatura	T1= 29,8 °C T2= 28,8 °C T3= 28,6 °C	Termometro ambiental	Jhorman Ortiz y Angie Jaramillo											
Caudal	Q1= 2,53 L/s Q2= 2,44 L/s Q3= 2,25 L/s Q4= 1,99 L/s	Aforo volumetrico	Jhorman Ortiz y Angie Jaramillo												
Observaciones de campo : La zona de estudio evidencia muy poca cobertura vegetal y en esta zona al mismo tiempo se llevan a cabo actividades ganaderas pero con muy poca extension,por otro lado se presentaron lluvias por un largo lapso de tiempo .															
Localización del punto de muestreo															
Departamento : Cesar		Municipio : Río de oro													
Corregimiento : Platanal															
Coordenadas geográficas :		Latitud : 8°13'3.33" Norte													
		Longitud : 73°29'39.46" Oeste													
Localización plano red															
															
Registro fotográfico															
															
Punto de referencia		Punto de toma													