

José Faustino Sánchez Carrión Universidad Nacional

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica



TESIS

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO DE
TRATAMIENTO DE AGUA OZONIZADA EN PREVENCIÓN
CONTRA EL SARS-COV-2 (COVID-19) EN LA FACULTAD DE
INGENIERIA QUÍMICA Y METALÚRGICA**

**Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Metalúrgico**

Presentado por:

**Maldonado Palma Wilder Jesus
Alexander Lopez Castañeda**

Asesor:

Mg. Carreño Cisneros, Edgardo Octavio

Huacho – 2021

Título de la tesis

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO DE
TRATAMIENTO DE AGUA OZONIZADA EN PREVENCIÓN
CONTRA EL SARS-COV-2 (COVID-19) EN LA FACULTAD DE
INGENIERIA QUÍMICA Y METALÚRGICA**

Mg. Carreño Cisneros, Edgardo Octavio

Asesor

Miembros del jurado

Dr. SÁNCHEZ GUZMÁN ALBERTO IRHAAM

Presidente

Dr. Ruiz Sánchez Berardo Beder

Secretario

M(o) COCA RAMIREZ VICTOR RAÚL

Vocal

Dedicatoria

El presente se encuentra dedicado a mis padres pues son el motor que alimenta mi motivación el cual me ha permitido llegar hasta donde me encuentro.

Agradecimiento

Mis sinceros agradecimientos para mi asesor quien me brindo apoyo en todo momento siempre dándose el tiempo necesario para brindarme consejos y ayudarme a culminar la carrera.

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1.1. POA (Proceso de oxidación avanzada).....	20
1.1.2. Formulación del problema	21
1.1.3. Problema general.	21
1.1.4. Problemas específicos.....	21
1.2. Objetivos de la Investigación	22
1.2.1. Objetivo general.	22
1.2.2. Objetivo específico.....	23
1.3. Justificación de la Investigación.	23
1.4. Delimitación del Estudio.....	25
1.5. Viabilidad del Estudio.....	26
2.1. Antecedentes de la Investigación.	28
2.1.1. Investigación Internacional.	29
2.2. Bases Teóricas.....	36
2.2.1. El Ozono.....	36
2.2.2. Ventajas y desventajas del Ozono.....	39

2.2.3. Actividad Bactericida.....	40
2.2.4. Desinfección de agua-ozonificación.....	41
2.2.5. Dosis de Ozono.....	41
2.2.6. Incorporación de ozono al agua.....	42
2.2.7. Efectos principales del ozono en el agua potable.....	42
2.2.8. Oxidación de materiales Orgánicos.....	43
2.2.9. Desinfección e inactivación viral.....	43
2.2.10. Oxidación Inorgánica.....	43
2.2.11. Actividad bacteriana.....	44
2.2.12. Eliminación de la turbidez.....	44
2.3. Tipos de generadores de ozono.....	44
2.3.1. Tubo horizontal, control de voltaje, recibe refrigeración a través del agua.....	44
2.3.2. Tubo vertical, control de voltaje, refrigerado mediante agua.....	45
2.4. Hipótesis de la investigación.....	48
2.4.1. Hipótesis general.....	48
2.4.2. Hipótesis específica.....	48
CAPITULO III.....	49
METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN.....	49
3.1. Proceso de Tratamiento de agua por ozonización.....	49
3.2. Calidad del agua.....	51
3.3. Tipo de Investigación.....	51

3.4. Nivel de Investigación.	52
3.5. Incorporación de ozono al agua.	52
3.6. Propiedades desinfectantes.	52
3.7. Materiales de construcción recomendados para instalaciones de riesgo que van a tratarse con ozono.	53
3.8. Características físicas y químicas del ozono.	53
3.9. Mecanismos físico-químicos de los procesos de ozonización en aguas.	54
3.10. Reactividad del ozono.	56
3.3.8. Aplicaciones del ozono en la potabilización del agua.	57
CAPÍTULO IV.	58
CONCEPCIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA PLANTA PILOTO DE PURIFICACIÓN DE AGUA CON OZONO.	58
4.1. Implementación del sistema de purificación de agua por ozono en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.	58
4.1.1. El marco para la seguridad del agua de consumo.	59
4.1.2. Aspectos microbiológicos.	59
4.1.3. Planes de seguridad del agua.	59
4.2. Funcionamiento de sistema de purificación de agua por ozono.	60
4.3. Proceso de producción del agua de mesa.	61
4.4. Tanque cisterna de recepción de agua EMAPA Huacho.	62
4.4.1. Características técnicas de equipamiento.	63

4.5. Equipo Generador de Ozono 3 g/h (1600 hasta 16000 mg O ₃ /h) SP Milenium 16G y Equipo domiciliario.....	64
4.5.1. Cómo funciona el Generador de Ozono Industrial 16G.	66
4.6. Destructor de ozono tipo catalítico.	67
4.7. Tanque Cisterna Eternit 65 para desinfección.	68
4.8. Electrobomba de 1 HP, Presurizado y Tanque Hidroneumático de 41 Litros, Bomba con Cabezal de Acero Inoxidable.	70
4.9. Filtro automático de sedimentos de 10x54”-1.5 pies ³	71
4.10. Equipo de carbón activado de concha de coco con control manual.	72
4.11. Filtro ablandador automático de 10x54”.....	73
4.12. Electrobomba de 1 HP con presurizador para llenado de bidones y filtro pulidor de 2.5x20”. 73	
4.13. Planta de Osmosis inversa de 250 litros/h. con una membrana de 4x40” en estructura de acero inoxidable.	74
4.14. Equipo UV-Absolute-Viqua-4GPM.	75
4.15. Tuberías, accesorios, envases retornables de agua ozonizada y tanques de almacenamiento para el sistema.....	76
4.16. Tubería de polipropileno y accesorios	77
4.17. Presupuesto de implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de agua Ozonizada en Prevención contra el SARS-COV-2 (COVID-19) en la FIQYM.....	77
CAPÍTULO V	79
RESULTADOS.....	79

5.1. Análisis de los resultados.....	79
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	84
CAPÍTULO VI.....	86
REFERENCIAS DE INFORMACIÓN	86
Bibliografía	86
ANEXO 01: Matriz de consistencia	87

RESUMEN

Se desarrolla el siguiente artículo teniendo como un objetivo el poder implementar una planta piloto de tratamiento de agua ozonizada para poder establecerla como un sistema para prevenir la SARS-COV-2 (COVID-19). El estudio ha sido desarrollado teniendo en cuenta la importancia que posee el agua potable para su utilización dentro de la facultad de ingeniería química y metalúrgica, y lo potencialmente peligroso que este es si es que no se encuentra tratado óptimamente pues es un transportador de contaminantes producidos por la misma naturaleza (por el terreno que posee) o por las actividades que el hombre desempeña.

Hay diversidad de normas dedicadas al tratamiento y control de las aguas que se han clasificado para ser consumidas por las personas, normas como las Técnicas Nacionales, del Codex Alimentario, Norma Revisada del Codex CODEX STAN 108-198. Por lo general para la desinfección del agua se emplea el cloro pero no es el único agente empleado ni tampoco es el mejor. Por ejemplo, el ozono se puede emplear como alternativa y sus beneficios son mejores y

mucho más rápidos. Por ello hay que considerar al ozono como potencial agente desinfectante por las características y beneficios que presenta.

Palabras Clave: Desinfección, ozonización, capacidad de desinfección.

ABSTRACT

Being one of the purposes of the Thesis, the Implementation of a Pilot Plant for the Treatment of Ozonated Water in Prevention Against SARS-COV-2 (COVID-19) in the Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, the consumption of drinking water constitutes a An important vector of so-called hydric diseases and on certain occasions a daily and prolonged contribution over time of various types of pollutants, whether of natural origin, mainly due to the climatology and geology of the land such as heavy metals, iron, manganese etc., and we can also find pollutants caused by human action such as volatile organic compounds, pesticides, nitrites, etc.

National Technical Standards, Codex Alimentary Standards, Revised Codex Standard CODEX STAN 108-1981, Rev. 1-1997, which are packaged, bottled and suitable for human consumption. establish the obligation to treat and control water intended for human consumption. For this, chlorine is the most widely used disinfectant agent, but not the only or the best. The disinfecting power of ozone is about 3,000 times higher and faster. Treatment of drinking water with ozone therefore has a number of advantages over treatment with chlorine.

Key Words: Purification, ozonation, disinfection capacity.

INTRODUCCIÓN

Una planta de tratamiento tiene como finalidad el suministrar agua potable de manera eficaz y prioritaria, siendo un reto económico, ambiental e incluyendo el ámbito social para los clientes finales los cuales se verán beneficiados por largos periodos con las PTAP (Plantas de tratamiento de agua potable), el agua siendo derecho y una necesidad debe tener todo el acondicionamiento para que pueda ser abastecida a la totalidad de la población. Según la UNICEF se ha establecido a los diferentes cuadros de enfermedad diarreica en el segundo lugar de enfermedades causantes del deceso de niños con edad menor a los cinco años. Por ello lo que se ha buscado es prevenir más muertes mediante mayor tratamiento de las aguas pues estas son las fuentes de origen de la enfermedad. Colombia es un país rico en fuentes hídricas siendo un lugar donde su oferta con este líquido es bastante. Una PTAP convencional tiene todos los procesos mínimos exigidos como lo son coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Uno de estos procesos es el principal para el estudio que será observado y analizado mediante el diseño total de una planta de tratamiento hecha en acrílico de 4mm con diferentes alternativas, alturas y velocidades para así optimizar los procesos en totalidad, será la floculación en el cual se van a separar a aquellas partículas que, en comparación con el agua, presentan mayor densidad y también mayor capacidad para ser sedimentados, característica que va a ser clave para poder proceder a la utilización de tanques sedimentadores.

La investigación que se desarrollara a continuación consta en la evaluación de distintos sistemas de tratamiento teniendo en cuenta distintas concentraciones de iones de ozono para poder realizar el ozonizado del agua que va a ser utilizada dentro de la FIQYM. La ozonización ha de ser empleada para poder limpiar, desinfectar, esterilizar y descartar

residuos que presenta el agua con la única finalidad de brindar un fluido limpio y prevenir la propagación de la SARS-COV-2 (COVID 19) considerando aquellos límites permisibles del agua que está destinada a ser consumida de acuerdo con lo dispuesto por la DIGESA.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Consideraciones y principios para la Implementación de una instalación piloto de tratamiento de agua ozonizada en prevención contra el sars-cov-2 (covid-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.

Actualmente la mayoría de las personas consideran que las aguas de ríos, lagos y mares que presentan contaminación excesiva se debe a las actividades que se desempeñan dentro de las grandes empresas, industrias, sectores agrícolas y por la misma acción de los pobladores cercanos. Anteriormente la principal preocupación de los científicos era acerca de aquellos vertidos provenientes de las industrias que llegan a parar en las masas naturales de agua.

De la multitud de contaminantes que existen y que afectan la composición de agua hay uno que resalta el cual es el pesticida (denominación genérica que posee). Los pesticidas se encuentran conformados por diferentes controladores de plagas como los fungicidas, herbicidas, insecticidas, etc. Asimismo hay que considerar que desde el S. XIX se usaron por primera vez esta familia.

Posteriormente, en el año 1945, se popularizó mucho más las aplicaciones de pesticidas pues estos tenían dentro de su composición al DDT y derivados de este como el lindano, aldrin, dieldrin, etc. Estos pesticidas fueron utilizados hasta 35 años después que se comenzaron a aplicar los carbamatos, carboxiácidos y los derivados de la urea. En la actualidad las aplicaciones han cambiado pues ahora son empleados pesticidas bioquímicos, teniendo una multitud de pesticidas, alrededor de 33 mil contenedores de cerca de 1.8 mil componentes distintos.

Asimismo, también se considera como residuos sólidos peligrosos a los fármacos (blíster vacío, medicamentos ya vencidos) pues estos se encuentran considerados como agentes que provocan contaminación del medio ambiente al ser descartados en aguas limpias convirtiéndolas en residuales.

No obstante, más allá de que se haya conseguido un producto más eficiente en sus respectivas aplicaciones surgen problemas pues para poder eliminar sus componentes de dentro de las aguas residuales simplemente con algún tratamiento convencional correspondiente a la EDAR pues no muestran gran eficacia. Ya que no se consigue su eliminación lo más probable es que los compuestos viajen dentro del caudal del río, en lagos y mares. Por lo tanto, ya que estas mismas aguas son necesarias para abastecer a la población se requiere de un tratamiento mayor como las ETAPs.

Las ETAPs o también conocidas como “estaciones de tratamiento de agua potable” consisten en un sistema compuesto por diversos procesos como precipitado, filtrado, adsorción de carbono activado, entre otros. El sistema ha sido creado y diseñado con la finalidad de brindar un abastecimiento de agua potable apto y de calidad para las personas. Aunque en un principio se encontraban implantadas solo como sistema público, en la actualidad, residenciales, instituciones privadas y familias pueden optar por poseer uno.

Sin embargo, hay que aclarar que este sistema no permite la eliminación del cien por ciento de sustancias dañinas para la salud de las personas, sustancias como fármacos, pesticidas y organismos no pueden ser descartados fácilmente.

Con el fin de poder conseguir al menos la eliminación de lo mayor posible de contaminantes es que se desarrollan cada vez más investigaciones y estudios empleando diversos ensayos, pruebas piloto y tecnologías. Lo que se busca es poder mejorar la eficacia que los sistemas de depuración poseen. Sin embargo, aunque parezca factible lo cierto es que existen ciertos

inconvenientes al usar estas tecnologías, por ejemplo, puede que esta tecnología requiera de una inversión mayor que con la que se cuenta, que al final de todo el potencial de eliminación no sea el que se esperaba o que el sistema sea dependiente de las características que presentan los efluentes.

Una de las tecnologías con las que se está realizando evaluaciones y análisis es la POA o Procesos de Oxidación Avanzada. La razón por la cual aún se encuentra en análisis es que se ha encontrado eficacia en su aplicación para descartar enormemente gran cantidad de contaminantes orgánicos que yacen dentro de aguas residuales provenientes de la industria, pero aún se espera poder optimizarla para llegar hasta el punto máximo de eliminación de contaminantes.

Los ensayos son realizados teniendo en cuenta lo importante que es el agua para las personas, por ello se busca suministrar satisfactoriamente mediante sistemas óptimos. Parte del plan consta en mejorar las instalaciones encargadas de abastecer de este recurso a las viviendas e instituciones.

El autor determina que es importante contar con un control de calidad básico del agua que ingresa hacia la UNJFSC debido a que es muy probable que mediante su paso hacia los servicios este se contamine por los tanques, reservorios, tuberías y otras conexiones dentro de la zona.

Es conocido que el abastecimiento del agua proviene de los pozos provenientes principalmente de la filtración del río de Huara, restos del agua de riego, los cuales muestran dentro de su composición cantidades grandes de contaminantes originados de las minas, zonas agrícolas, viviendas aledañas, entre otros puntos. Debido a que no se cuenta con tratamientos previos es casi seguro que los contaminantes pueden venir dentro del agua potable que se suministra a la población.

Es muy necesario establecer distintas estrategias y analizar cuál puede ser la mejor para permitir que el agua destinada a consumo tenga la mejor calidad. Hay dos requisitos primordiales que garantizan que el agua sea segura para su consumo, estas son:

- Un marco con el que se pueda garantizar la seguridad del agua, esto quiere decir que se brinden instalaciones adecuadas por donde el agua puede ser acondicionada para que no atente contra la salud de las personas. Se deben tener infraestructuras, monitoreo, planificaciones y gestiones adecuadas.
- Estructuración de un proyecto de investigación con el que se busque conseguir implementación teniendo como plazo la realización de trabajos antes de que las clases presenciales se reanuden. En el estudio se debe de contar con el cálculo de las propiedades que presenta el agua como la altura de ozonificación, el volumen, la acidez, la dureza, la cantidad de cloro residual que queda en su composición posterior a la ozonización, entre otros.

El abastecimiento que se da dentro del distrito de Huacho se origina con la extracción de aguas subterráneas provenientes del acuífero de la cuenca del río Huaura. Hay ocho pozos que abastecen la ciudad, teniendo un noveno pozo que abastece a la UNJFSC y por ende a la FIQYM.

El enfoque basado en los PSA (Planes de Seguridad del Agua), no se han desarrollado en la Universidad para organizar y sistematizar las prácticas de gestión del agua de consumo interno para garantizar estas prácticas que sean aptas para gestionar la calidad del agua de consumo en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, ni en la Universidad, hubo intentos como es el caso de la construcción de un reservorio gigante que estaba proyectado a abastecer de agua tratada, actualmente desactivada, una obra fuera de servicio, por lo que con este proyecto de investigación que proponemos a la FIQYM para que se presupueste la Implementación de una

instalación piloto de tratamiento de agua ozonizada en prevención contra el SARS-COV-2 (covid-19), así como mejoras de la infraestructura para adecuarse.

1.1.1. POA (Proceso de oxidación avanzada)

El ozono es conocido como un gas pues al estar en condiciones de temperatura ambiente este se presenta en estado gaseoso; asimismo no posee color, es corrosivo y puede ser tóxico. Su principal aplicación se da en plantas de tratamiento de agua en donde se efectúa la descontaminación de este recurso. El proceso busca decolorar, descartar los residuos que le dan un mal olor y en general todos los contaminantes que presenta en su composición. No obstante, es necesario indicar que el tratamiento en base al ozono tiene limitaciones causadas por dos factores como la solubilidad y la cinética de reacciones. Estos factores están muy bien señalados pues el Ozono es parcialmente soluble en agua y aunque puede presentar una cinética de reacciones veloz, también las hace muy lenta en otras instancias.

Asimismo, existe otro inconveniente con el Ozono pues este al ser empleado para oxidar los compuestos orgánicos, si es que se aplicara una dosis mayor a la requerida es muy probable que se oxide el Mn (II) y probablemente también el Mn (VI) dando como resultado el cambio de color de agua a una tonalidad rosa que puede ser tóxico para consumo o puede generar la aparición de bromatos al oxidarse los bromuros.

Aunque tuviese ciertos riesgos, lo real es que, debido a su alta capacidad para eliminar fármacos y pesticidas de las aguas tratadas para el consumo, es que el ozono es importante y por lo tanto en los últimos años han ido apareciendo más aportes acerca del tema para optimizar el proceso, enriquecer sus fundamentos o descartar algunos mitos.

1.1.2. Formulación del problema

A lo largo de estos años la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica no ha contado con un sistema de tratamiento del agua que ingresa. Hoy se cuenta con la tecnología de los Procesos de Oxidación Avanzada (POA), Equipos, Instrumentos, Filtros, Materiales que garanticen, previenen la salubridad de los Docentes, Estudiantes y trabajadores, así como de toda persona que visiten nuestras instalaciones con un agua POA. lo que se reflejara en la salud de las personas.

La facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica cuenta con un promedio de 900 personas entre trabajadores y estudiantes, cuenta con un tanque subterráneo, a pocos metros al costado derecho del Pabellón se construyó hace aproximadamente 30 años, pero frecuentemente está sin mantenimiento de uso indiscriminado y presenta problemas de operación.

Problema que se evidencia es debido a la falta de interés por parte de las autoridades y al poco control por parte de sus integrantes, ahora el problema que compete al presente proyecto es sugerir y proponer la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de Agua.

1.1.3. Problema general.

Determinar los Procesos necesarios para realizar la purificación del agua mediante la Implementación de una Planta Piloto Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) con ozono en prevención contra el SARS Cov-2. (Covid-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.

1.1.4. Problemas específicos

- ¿Elegir un Sistema para la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento del agua ozonizada para prevenir contra el SARS Cov-2? (Covid-19) en la Facultad de

Ingeniería Química y Metalúrgica?

- ¿Seleccionar el equipamiento para la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento del agua ozonizada para prevenir contra el SARS Cov-2(Covid-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica?
- ¿Obtener agua de buena calidad que se ajuste a la Norma Técnica Nacionales contra el SARS Cov-2 (Covid-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica?

1.2. Objetivos de la Investigación

La presente tesis de implementación de la Planta Piloto de Tratamiento de agua ozonizada consiste en el diseño de una unidad de oxidación de micro contaminantes mediante ozonización de un abastecimiento a la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, con una población de 1000 personas comprendidas entre Docentes, Trabajadores, visitantes y Estudiantes. Previamente a la unidad de ozonización, el agua será sometida a un proceso de desbaste, coagulación, floculación, decantación y filtración. La inyección del ozono se realizará mediante sistemas tanto de Venturi, como de sistemas de burbujeo a determinadas altura experimental durante la instalación del módulo de tratamiento del agua potable higienizada.

1.2.1. Objetivo general.

- Diseñar y construir la Implementación de un prototipo de Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) con ozono en prevención contra el SARS Cov-2. (Covid-19) en la FIQYM.

La cual tenga la capacidad de la potabilización de agua, como herramienta pedagógica así, como servir para el complemento del aprendizaje de todos los estudiantes de Ingeniería Química y Metalúrgica en el laboratorio de procesos orgánicos, recursos hídricos e hidrodinámica de la Universidad Nacional José F. Sánchez Carrión de Huacho.

1.2.2. Objetivo específico.

- Recolectar información y descripción de prototipo (equipos) de diferentes alternativas de ozonización a nivel piloto en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
- Elaboración de pruebas e informes sobre el proceso de estudio Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) con ozono en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
- Brindar soluciones a dificultades presentadas frente a los resultados del agua ozonizada a nivel piloto en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.

1.3. Justificación de la Investigación.

Debido a las propiedades que posee, el ozono viene siendo utilizado ya desde el siglo pasado, teniendo como diferencia que actualmente su aplicación es aún mayor sobre todo para oxidar residuos orgánicos e inorgánicos por lo que las industrias la emplean como alternativa para potabilizar sus aguas consiguiendo así reducir los sólidos suspendidos, eliminando del agua todo microorganismo no deseado como levaduras, parásitos, y otros. El ozono tiene la capacidad de purificar el agua hasta transformarla en un agua de mesa por lo que múltiples estudios se realizan en torno a este tema, investigaciones para poder encontrar la mejor forma de aplicarlos como alternativa a la utilización de insecticidas o fungicidas en la agricultura (fumigador), su probable aplicación en la medicina debido a los ensayos que han conseguido grandes resultados que aún se encuentran en fase de comprobación.

La presente investigación se está desarrollando, teniendo como plan poder establecer una planta piloto de tratamiento de agua ozonizada para prevenir el SARS-COV.2 (COVID-

19) en la FIQYM pues el autor es consciente de las propiedades que el ozono presenta y le puede otorgar al agua.

El agua que ingresa a la universidad debe tratarse mediante las técnicas actuales, antes de emplearla en los laboratorios, consumo de los profesores, trabajadores y estudiantes, así mismo se proyecta como un plan para realizar el envasado de agua ya tratada y purificada.

1.3.1. Justificación Tecnológica. La utilización del gas ozono forma parte de la estructuración de un sistema de oxidación de micro contaminantes a través de un proceso de ozonización de una estación de tratamiento de agua potable en la Facultad de ingeniería Química y Metalúrgica de la UNJFSC, con una población de un promedio de 800 personas.

Previamente como desinfectante a considerar, en función de su efectividad, tiempo de implementación, disponibilidad y costos en el mercado, sin el riesgo de la formación de los subproductos con la desinfección generados empleando el cloro. Luego de realizadas las consultas bibliográficas pertinentes, se ha considerado trabajar con el sistema de desinfección por ozono, ya que presenta varias ventajas como: Alto índice de desinfección, aplicación en seco, amplio rango de acción, sin efectos secundarios, ni alergias. Teniendo una problemática ya planteada con la que su busca conseguir un agua ya ozonizada a nivel piloto se conseguirá menor contaminación y la garantía de buena salud de los estudiantes que acuden a la FIQYM descartando los residuos que aun yacen en las aguas o que se generan en el proceso de tratamiento de aguas con el cloro. La alternativa presentada permite darles una mayor sanitización a las aguas que ya se han desinfectado con cloro (pero como se sabe aún guarda residuos en su composición), no obstante, el principal objetivo que guarda este proyecto es poder darle

un recurso limpio a la población o mejor dicho, el bienestar social lo que generara una mejor calidad de vida de los habitantes gracias a la disminución de casos de enfermedades provocadas por aguas infectadas que provocan enfermedades diarreicas.

1.3.2. Académico: la utilización de ozono disuelto en agua como desinfectante de las aulas, oficinas, laboratorios, envasado de agua ozonizada (agua alcalina), en recipientes reciclables, el uso del O₃ aporta en las investigaciones académicas acerca del empleo medicinal, agroindustrial, acuarios y las piscigranjas, invernaderos por tratarse de una aplicación directa en alimentos de consumo frecuente en el Perú.

1.3.3. Salud Pública: El Ministerio de Economía plantea la promoción de instituciones que puedan otorgar los servicios de saneamiento que los habitantes tanto urbanos como rurales requieren, esto debería hacerse bajo una gestión adecuada y teniendo una viabilidad económica y financiera. Una inversión mínima puede ser mucho mejor que un gasto como por ejemplo la inversión de un dólar provoca el ahorro de cuatro dólares gastados para la salud pública. Es de conocimiento que el 60% de menores poseen una salud comprometida con enfermedades parasitarias e infecciosas provocados por la pésima calidad de agua potable que consumen.

1.4. Delimitación del Estudio

1.4.1. Espacial.

Se ha desarrollado el trabajo utilizando diversos materiales como instrumentos, reactivos y equipos ozonizadores correspondientes a la FIQYM con la que se podrá obtener el agua ozonizada.

1.4.2. Temporal.

Para la estructuración del estudio ha sido necesario realizar una revisión y análisis de distintas fuentes bibliográficas relacionadas con el tema a desarrollar, el cronograma con el que se sabrá a certeza las fechas y horas de trabajo dedicado y la adquisición de

materiales necesarios.

1.4.3. Delimitación del método o técnica.

Debido a que se conoce que el acceso a agua potable en la universidad posee muchas limitaciones se tendrá en cuenta metodologías y técnicas actualizadas contando con distintos equipos, instrumentos y materiales en general con los que se pueda desarrollar el trabajo.

1.5. Viabilidad del Estudio.

Se puede afirmar que el estudio es viable pues la información con la que el autor cuenta es la más acertada y justificada (tesis de otros autores, libros y revistas) además de que cuenta con tecnología innovadora. Asimismo, debido a que se requiere de la recolección de datos será necesario emplear instrumentos como equipos con una calibración adecuada con las que se pretende conocer el CT de ozonización (importante por indicar la calidad del agua). Asimismo, los recursos necesarios para estructurar el estudio van a ser ubicados en la misma FIQYM.

Implementar una planta piloto para el tratamiento de agua con ozono será clave en la lucha contra la propagación de enfermedades incluyendo el Covid-19; esto brindará orientación a los estudiantes que forman parte de la facultad y también a otros que se desempeñen dentro del mismo campo laboral o cercano a él.

Realizar prácticas acerca del tema principal de la investigación brindará beneficios como la adquisición de nuevos conocimientos y experiencias acerca de los sistemas de tratamiento del agua, los equipos y tecnologías que se usan en estos casos y los reactivos empleados para hacer posible que el agua sea potable.

Asimismo, el beneficio no es solo para estudiantes sino también para la UNJFSC pues esto permitirá abrir las puertas a futuras prácticas de otros estudiantes, trabajadores y docentes; también contando con alcanzar un conocimiento adecuado y claro. Clases respecto a las prácticas dentro de las instalaciones de la UNJFSC enriquecerá el conocimiento de aquellos interesados en el tema.

Delimitación del tiempo.

El estudio tiene una duración estimada de 16 semanas (4 meses) las cuales se dividirán en dos partes: Para la formulación del anteproyecto se tomarán 8 semanas mientras que para establecer el diseño, la implementación y finalmente la ejecución de la planta piloto se requerirá de las otras 8 semanas.

Delimitación espacial

El estudio ha sido realizado empleando las instalaciones que la FIQYM dispone dentro de la UNJFSC.

Delimitación temporal

Ha sido desarrollado entre junio y septiembre del año 2021.

Limitaciones.

Tiempos cortos debido a la ocupación que el autor presenta por temas laborales, presupuestos ajustados los cuales son requeridos para la elaboración del plan piloto y cantidad de materiales químicos.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIA

2.1. Antecedentes de la Investigación.

Hay dos requisitos primordiales que garantizan que el agua sea segura para su consumo, estas son Un marco con el que se pueda garantizar la seguridad del agua, esto quiere decir que se brinden instalaciones adecuadas por donde el agua puede ser acondicionada para que no atente contra la salud de las personas. Se deben tener infraestructuras, monitoreo, planificaciones y gestiones adecuadas. Debido a la actual crisis sanitaria que existe en el planeta es muy importante tomar consciencia de la higiene y de una correcta gestión del agua.

Ahora, de estos dos últimos una mayor relevancia llega a tomar el agua potable pues es el principal recurso con el que se cuenta para combatir los contagios acelerados que se vienen dando. La manera de lograr esto es mediante el lavado de las manos empleando el agua y también el jabón con lo que el virus que se puede encontrar en las manos queda eliminado. La fuerte demanda de agua que tendrá lugar en la Facultad, por lo que su distribución de agua ozonizada será muy oportuna para la comunidad universitaria.

El marco correspondiente al agua destinada al consumo de las personas que posee alta seguridad se encuentra conformado por tres elementos los cuales son:

1. Metas de protección de la salud en base a la evaluación de los riesgos que existen y que deberían afectar la salud.
2. Planes de seguridad del agua
3. Sistema de vigilancia independiente con el que se controle adecuadamente el funcionamiento de los componentes.

2.1.1. Investigación Internacional.

Samayoa (2013) autor que llega a desarrollar un equipo con el que se puede lograr purificar el agua mediante una metodología que se basó en prototipos dando como resultado un sistema de purificación de agua modular que es capaz de brindar agua potable que cumple con los requisitos requeridos y las normativas correspondientes.

Durante los años 70 existían problemas ocasionados por la existencia del virus de la poliomielitis el cual requería estrategias y recursos para ser combatido. Por ello es que se empleó al ozono como recurso desinfectante por parte de la OMS. Las razones por las que se estableció este recurso como principal combatiente del virus fueron porque al realizarse los estudios correspondientes se determinaron que una concentración de ozono residual disuelto de 0,4 mg/L al ser mantenido por alrededor de 4 minutos fue lo suficiente para poder establecer la inactivación de un 99,99% del virus.

Por tal razón es que se estableció la utilización de como mínimo un par de cámaras de contacto junto con la cantidad proporcional al número de cámaras de contacto a utilizar con el fin de mantener constante los 0,4 mg/L durante los cuatro minutos. Desde estas acciones es que se realizan distintas etapas de contacto dentro de plantas potabilizadoras.

La Agencia de Protección Ambiental desarrolló otro criterio para el diseño de reactores que ozonifiquen el agua, esta regulación fue novedosa y permitía desinfectar las aguas superficiales por lo que recibió la denominación de Surface.

Wright & Cairns (2014) son los autores que desarrollan un estudio correspondiente a la desinfección del agua mediante la luz ultravioleta llegando a la conclusión, gracias a los resultados obtenidos, de que la luz ultravioleta es un recurso que aporta la eliminación de microorganismos (bacterias) por lo que es un buen elemento a emplear ya que se consiguen buenos beneficios al emplear el método. Para complementar el estudio se lleva a cabo un proyecto encabezado por Pérez (2014) quien es el encargado de elaborar el diseño de un radiómetro ultravioleta empleando elementos de bajo costo con el fin de poder establecerlos en México y puedan realizar la medición de la radiación UV en base a su espectro (300-400nm). Es preciso mencionar que para el diseño se emplearon conocimientos sólidos de sistemas y circuitos electrónicos.

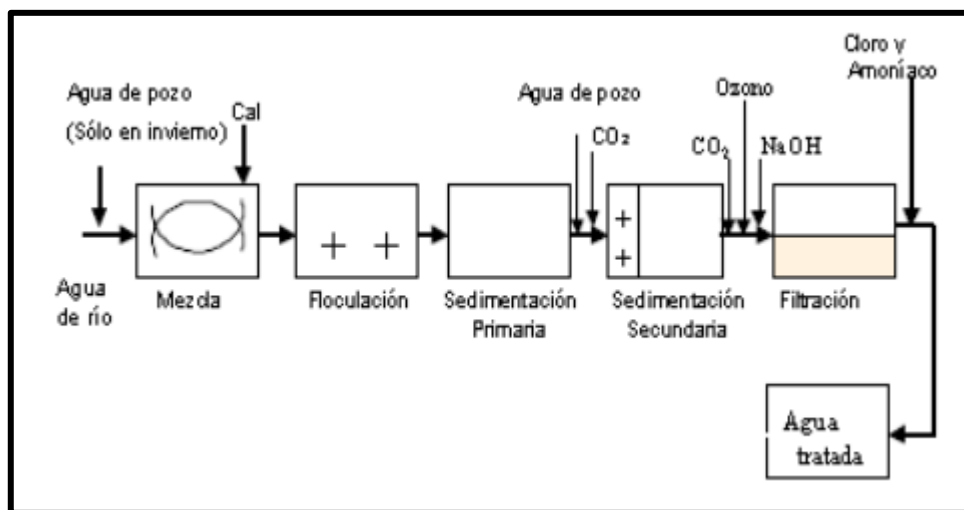
Vargas et al. (2014) Desarrollan un sistema para establecer el control del almacenamiento de agua potable demostrando mediante su estudio lo importante que es establecer un almacén en donde se den las mejores condiciones para el recurso hídrico pues es de vital importancia para las necesidades de los habitantes.

Escorsa & Wilde (2017) realiza la sustentación de una tesis referida al análisis prospectivo del sector del agua con el objetivo de poder determinar los desarrollos tecnológicos innovadores para el futuro de los sistemas de tratamiento en las que se consideran también procesos como almacenamiento y comercialización del recurso hídrico basándose en la biotecnología

Lopez-Cerpero A. (2012) Elabora un estudio en el que desarrolla el diseño de un proceso con el que se desea ozonizar el agua empleando la inyección Venturi con el objetivo de poder eliminar los pesticidas encontrados dentro de la

composición del agua de una estación de tratamiento. Al finalizar las practicas se pudo dar con un orden de desinfectantes dejando como principal a la planta de ozono y como secundaria a las cloraminas. Los resultados arrojan que al realizarse el ablandamiento se realiza un filtrado de la capa de carbón activado granular (CAG) el cual se caracteriza por tener un espesor de entre 40 y 60 cm posicionado encima de una capa de espesor 15 cm echa con arena gruesa con malla de 0.45 a 0.55 mm.

Gráfico Nro. 01. Diagrama de la planta de Tratamiento.



Fuente: Rolf A. Deininger JSyLS. ozono

En 1990 en la planta de tratamiento de Ann Arbor, se realizó un estudio piloto en la planta de ozonización con el objetivo de determinar:

1. En donde se encuentra la mejor ubicación para realizar la agregación de ozono.
2. Los impactos que produce sobre la calidad del agua y en los subproductos que se emplean para desinfectarla.

Gracias a este estudio piloto se pudo completar el diseño que debía poseer las instalaciones; con ellos y consiguió un ahorro millonario para la ciudad de Ann Arbor.

Los resultados obtenidos debido a este estudio se dedujeron que: Se pudo determinar que la mejor parte para la agregación de ozono fue dentro del agua sedimentada y ablandada lo cual se posiciona por delante de la filtración. La aplicación que se daba en esta zona consistía en dar una media dosis de ozono lo cual era requerida por el agua que aún no recibía tratamiento.

El agua sedimentada recibió una dosis de ozono de 4 mg/l. Al recibir dicha dosis se evidenció que era lo suficiente para poder desinfectar el agua, mejorar su sabor y descartar la creación de algún tipo de subproducto.

Al mantener al ozono como el desinfectante primario junto con las cloraminas como secundario se pudieron dar una mínima producción de subproductos por el efecto de la dosis; en otras palabras, la presencia de TRIHALOMETANOS (THM), y ácidos haloacéticos (AHA) y el CAG fue evitada en niveles altos de compuestos orgánicos biodegradables pues no se presentaron. Con respecto al tema económico se pudo determinar una ozonificación con pH de 8,0 como la más factible.

Estudios realizados en Estados Unidos han identificado subproductos generados en el agua como trihalometanos (THM) y ácidos haloacéticos que por lo general son cancerígenos. KRASNER BSW.2009.

El uso del ozono como desinfectante en la planta de tratamiento de Ann Arbor- Estados Unidos es de gran ayuda, debido a que esta planta es abastecida por agua superficial y de pozo, esta agua posee altos niveles de contaminación por lo que utilizan la cal para ablandarla y posteriormente se filtra por una capa de

carbón activo granular. Anteriormente en esta planta se hacía uso de las cloraminas, pero no garantizo el tiempo de contacto para la inactivación de los virus, pero al aplicar ozono se dieron cuenta que este método eliminaba toda clase de virus y en muy poco tiempo de contacto.

El ozono es un excelente desinfectante e incluso se puede utilizar para inactivar microorganismos tales como los protozoos que son muy resistentes a los desinfectantes convencionales. Una norma de agua potable baja de 10 $\mu\text{g/L}$, se ha fijado para el bromato. Por lo tanto, los procesos de desinfección y oxidación tienen que ser evaluados para cumplir con estos criterios. En ciertos casos, cuando concentraciones de bromuro son por encima de aproximadamente 50 $\mu\text{g/L}$, puede ser necesario el uso de medidas de control para bajar la formación de bromato. Yodato es el subproducto principal durante la ozonización de aguas que contiene yoduro.

El ozono es una sustancia muy eficaz en la desinfección de agua potable, agua residual entre otros, esto se debe a que su poder oxidante es bastante alto. El principal objetivo de este estudio es de conocer el proceso de la desinfección por la reacción de radicales de ozono encontradas en el agua y que contiene MON (Materia Orgánica Natural). Se han establecidos 2 tipos de matrices de agua;

1. Agua que contiene acido húmico que son aquellas disponibles comercialmente y
2. La otra agua del rio Han, la cual es una fuente de bebida para el área metropolitana de Seúl-Corea del Sur.

2.1.2. Análisis de Pre-Factibilidad.

Debido a la investigación bibliográfica que se ha realizado en los artículos científicos, debemos comparar y analizar las que más se adecuen a nuestra problemática, con el propósito de mejorar la calidad de agua y por ende la seguridad de consumo de los Profesores Trabajadores, Estudiantes y visitantes a las instalaciones de la Facultad.

2.1.3. Análisis de factibilidad.

Nuestro tema consiste en una adecuada desinfección de agua que ingresa a la Facultad y debido a esto las alternativas que más se enfocan a nuestro estudio son:

1. Emplear la actividad antimicrobiana por la reacción del ozono con los microorganismos.
2. Diseñar la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de agua ozonizada en prevención contra el SARS-COV-2 (covid-19) en la FACULTAD DE Ingeniería Química y Metalúrgica.
3. En la propuesta de este trabajo será de gran ayuda para su implementación del proyecto y muy factible debido a varias razones entre las cuales tenemos:
4. Debido a que el ozono es de 300 a 3000 veces mejor que el cloro como desinfectante del agua cruda.
5. La identificación de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, la necesidad de obtener una desinfección adecuada para el consumo en la Facultad y así poder brindar un agua de excelente calidad a la comunidad Universitaria.

6. La captación de agua de los pozos por la Empresa Emapa de Huacho está expuesto a diversas actividades como la agricultura, actividades pecuarias, y a las filtraciones de los relaves mineros, su ubicación está cerca del río principal de la Provincia de Huaura.

Horna (2014) desarrolla un estudio que tiene por finalidad poder demostrar si el agua ozonizada produce un efecto sobre los enjuagatorios para poder controlar la placa dentobacteriana. Se desarrolló en el país de Perú. Respecto a lo metodológico se supo que el autor realiza su aporte con un nivel aplicativo y cuasi experimental. Asimismo, la muestra con la que ha trabajado consta con la participación de 108 estudiantes separados en agrupaciones de 36 cada uno. Pudo concluir finalmente que existe alta efectividad.

Castro y Quispe (2010) estructura una tesis en la que realiza el análisis del efecto que tiene el ozono sobre los sistemas de higienización de frutas y hortalizas. Este estudio ha sido desarrollado en la UNASAM. Los datos obtenidos tras los estudios determinaron que la concentración de ozono se encuentra por encima de los 1,5 ppm; asimismo, tener un mayor tiempo de contacto produce una reducción considerable de la presencia de patógenos y coliformes; sin embargo, si se pudieron encontrar un porcentaje de gérmenes que requirieron de un mayor tiempo de contacto por lo que se determinó que el tiempo de contacto correcto debía ser de cuatro minutos. Finalmente, el autor pudo llegar a la conclusión de que estableciendo un uso de 1,5 ppm de agua ozonificada junto con un tiempo de contacto de cuatro minutos se puede generar un mayor tiempo de vida útil de la naranja y el choclo pelado. Asimismo, si se duplica el tiempo de contacto se podrá conseguir eliminar gérmenes sin importar la concentración

de ozono que se tenga. Con respecto a la lechuga, esta requiere de un tiempo de diez minutos. Se pudo obtener una calidad sensorial muchas veces mejor que la de productos que se ofertan en el mercado, demostrado que el proceso desarrollado es eficaz.

2.1.4. Tamaño de la Planta-Tecnología. Se propone una capacidad de proceso 10 litros /minuto, en función de la cantidad de 800 personas, así como la demanda de atención de agua ozonizada envasada en la Universidad, la maquinaria, equipos, insumos, espacio seleccionado. Hay excepciones en las que la capacidad que presentan los equipos son las que determinaran el tamaño.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. El Ozono.

El ozono es una técnica que se utiliza muchas veces para poder desinfectar el agua y que esta sea apta para actividades que se relacionan con el consumo del ser humano, tiene factores que determinan la eliminación de malos componentes, estos son el tiempo de contacto y la cantidad de ozono.

Cuando el agua se potabiliza puede recibir ozono en distintas etapas de su proceso de desinfección; por ejemplo, cuando se está dando el proceso del pre ozonización se realiza la adición de ozono cuando se está comenzando este proceso, es decir, cuando se incorpora el agua bruta. Ello permite que se produzca una primera desinfección clave en donde se consigue descartar de la composición del agua al hierro y el manganeso aportando también dentro del proceso de coagulación cuando el agua posee una dureza alta. Ahora, si se realiza dentro de la ozonización intermedia, la aplicación se da antes de que se produzca el proceso de filtración ayudando a que la materia orgánica natural se oxide y genere las mejores condiciones para que

el agua elimine residuos biológicos a través de filtros de arena. Finalmente, si se da durante la post ozonización se realiza la adición en la última fase antes de salir a planta. Hay que aclarar que esta adición puede realizarse en dos o tres etapas al mismo tiempo si es que se requiere de ello.

Por lo general para lograr una excelente desinfección en un tiempo de entre 3 a 4 minutos es suficiente una dosis de ozono de 0.5 y 0.8 mg/l. Luego del tratamiento el ozono se descompone en oxígeno, esto sucede después de varios minutos y no deja ningún tipo de residual. Esta desinfección permite la eliminación de varios compuestos ya sean orgánicos o inorgánicos, reduciendo el color, sabor, olor y turbidez de las aguas, aunque también el ozono elimina compuestos refractarios (sustancias tóxicas y compuestos farmacéuticos). La aplicación del ozono como desinfectante de agua, no es tan conocida en varios países de todo el mundo, en Europa la mayor parte de los países hacen uso de esta tecnología, esto se debe al gran poder germicida que posee el ozono para desinfectar. (Zeynep B. Guzel-Seydima. AKGACS. 2003)

El ozono también es aplicado para desinfectar aguas que se encuentran contaminadas por lo que, basándose en esta aplicación, se puede dividir tres categorías: El ozono como oxidante para eliminar contaminantes orgánicos, desinfectante o biosida y pre o post tratamiento de agentes que aporta sus propiedades provocando que el agua se coagule y sedimente. Por otro lado, el ozono debe ser manejado con mucho cuidado, debido a que es un gas inestable, aunque en los últimos 100 años se ha utilizado cantidades relativamente altas y no ha existido ninguna muerte atribuida, si comparamos con el cloro el ozono tiene mayores ventajas de seguridad.

El ozono es una sustancia muy inestable cuya molécula está compuesta por 3 átomos de oxígeno, tiene un olor acre (picante, áspero) y generalmente es incoloro, pero en grandes concentraciones puede volverse azulado, si en algún caso se respira en cantidades altas, puede provocar una irritación en los ojos o en la garganta, pero esto pasa luego de unos minutos

después de respirar aire fresco. Su descomposición se debe cuando hace contacto con la superficie, como sólidos, por sustancias químicas y por efecto del calor. Por lo general el ozono es producido por la ayuda de generadores de ozono que son alimentados casi siempre por los generadores de oxígeno. Otra de las propiedades que tiene el ozono es que actúa de 600 a 3000 veces más rápido en comparación con lo que genera el cloro; esto se evidencia pues se sabe que el cloro necesita un tiempo de contacto de al menos entre 20 y 30 minutos sin que realice una eliminación eficaz, para ello se requiere de al menos 1 o 2 horas con una cantidad de entre 0,05 y 0.2 mg/l mientras que con el ozono solo se requiere de un tiempo de contacto mínimo de cinco minutos por lo que la superioridad es alta. Asimismo, si comparamos ambos podemos deducir que el ozono tiene una solubilidad en agua de 12,5 veces mayor. En el cuadro siguiente mostramos datos de solubilidad.

Tabla. Nro.01 Concentración de Ozono Concentración

Concentración	5 °C	10°C	15°C	20°C
O3				
1,50%	11,1	9,75	8,4	6,43
2%	14,8	13	11,2	8,57
3%	22,18	19,5	16,8	12,86

Fuente: www.elaguapotable.com/ozonizacion.htm

Existen varios estudios en los que se analiza la pérdida de ozono en las redes de distribución como PVC y silicona, y se dedujo que estas pérdidas están asociadas a la reacción química entre el ozono y los átomos de carbono del material PVC liberando CO₂ y CO, también por los grandes intersticios ubicados entre los átomos de silicio y oxígeno presentes en la estructura molecular de la silicona y a la auto descomposición del ozono (Marco A. Cremasco ETVTMyCFV. 2013).

Otra aplicación que posee el ozono y también el carbón activado es dentro del tratamiento que reciben los efluentes tóxicos lo cual se ha descubierto en los últimos años. Dentro de los procedimientos del cual ha sido testigo, se pudo determinar que si se agrega más cantidades de ozono se obtiene una producción de más oxidación hacia el carbón.

2.2.2. Ventajas y desventajas del Ozono.

El ozono al igual que otros desinfectantes tiene sus ventajas y desventajas entre las cuales tenemos:

Ventajas

1. Elimina el olor, color, sabor del agua.
2. Elimina bacterias patógenas y además inactiva los virus y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección con cloro.
3. Oxida al hierro y manganeso, lo cual permite remover el color.
4. No genera trihalometanos (THM).
5. A comparación de otros desinfectantes, este es el más eficiente por tener un tiempo de contacto mínimo.
6. No requiere de manejo de productos químicos.
7. No existe riesgo de sobre dosificación.
8. Bajo costo de operación.

Desventajas

1. El ozono es altamente corrosivo.
2. Si se posee un pH alto la cantidad de ozono baja.

3. El costo del equipamiento es un poco alto.

Diagrama Nro. 01. Obtención y aplicación del Ozono a partir del oxígeno.



Fuente: www.elaguapotable.com/ozonizacion.htm

2.2.3. Actividad Bactericida.

Es un desinfectante muy efectivo con lo que respecta a bacterias tanto en el aire como en el agua; por consiguiente, debe estar expuesta a concentraciones que por lo general son relativamente altas.

Tabla. Nro. 02 Propiedades Físico - Químicas del Ozono.

Formula molecular	O ₃
Peso molecular	48
Concentración	De hasta 18% por el peso en oxígeno
Característica principal	Gas oxidante
Punto de fusión	192,7°C
Punto de ebullición	111,9°C
Presión crítica	54,6 atmosferas
Temperatura crítica	12,1°C
Densidad	2,14kg O ₃ /m ³ a 0°C y 1013 mbar
Densidad relativa (al aire)	1,7
Calor de formación	144,7 KJ/mol
Solubilidad en agua	3 ppm a 20°C
Angulo de enlace	116°
Punto de destello	no aplicable
Potencial electroquímico	2,07 V
Temperatura de auto ignición	no Aplicable
Inflamabilidad	inflamable, pero vigoroso para apoyar la combustión
Productos peligrosos de la descomposición	Ninguno

Fuente: D. BOLAÑOS GUERRÓN FAPS.

2.2.4. Desinfección de agua-ozonificación.

Se entiende por desinfección a la eliminación o destrucción de gérmenes capaces de producir infección, mediante el uso directo de medios químicos y físicos, aunque en algunos casos existen formas microbianas. El ozono es uno de los desinfectantes que elimina fácilmente el olor, sabor y color.

2.2.5. Dosis de Ozono.

La inyección necesaria de ozono deberá garantizar dicha desinfección, debido a esto se aplicará en el sistema de agua potable del sitio La Chilca una cantidad de ozono de 10 g/h, esto deberá comprobar y garantizar al instante de la salida del agua.

2.2.6. Incorporación de ozono al agua.

Para poder incorporar ozono al agua debemos tener como punto importante al aire con una concentración determinada de ozono, esto hace que provoque un borboteo directamente o por medio de difusores para volúmenes de agua pequeños, aunque en algunas veces se inyecta por medio de un eyector tipo Venturi.

Cuando se realiza la inyección de ozono en agua se debe considerar la ley de Henry la cual indica que las cantidades que se encuentran disueltas son proporcionales a la temperatura que presenta la interface de agua-gas.

Hay distintos factores que provocan que varíe sustancialmente los tiempos de contacto que el ozono necesita, de ellos se puede mencionar la temperatura que tiene el agua, la agitación, el pH, entre otros.

2.2.7. Efectos principales del ozono en el agua potable.

1. Produce que se oxiden los pesticidas, detergentes, herbicidas y otros orgánicos que se encuentren dentro de la composición.
2. Elimina bacterias e inactiva los virus.
3. Produce que se oxide el manganeso, hierro y otros metales pesados orgánicos; asimismo a sulfuros, cianuros y nitratos. (HIDRITEC. Efectos principales del ozono en el agua potable. 2015)

Estudios realizados nos indican que el cloro no es un desinfectante efectivo para controlar las biopelículas bacterianas, pero el uso de la ozonización como tratamiento de agua resulto ser más fácil la inactivación de toda clase de microorganismos y bacterias. (F. Rodríguez, A. Pérez S. COBMNGDyMVIR.2000)

El ozono es un desinfectante efectivo para eliminar toda clase de virus, además de ser empleado en plantas potabilizadoras también es utilizado en hospitales con agente desinfectante sobre aguas residuales debido a que esta agua es una de las principales fuentes de contaminación en esta clase de establecimientos. (D. GRISALES. JOLTRC. 2012)

2.2.8. Oxidación de materiales Orgánicos

El ozono es conocido como un agente muy potente pues al ser introducido en el tratamiento de agua es capaz de eliminar materiales orgánicos. Cuando nos referimos a orgánicos hablamos de materiales provenientes de la naturaleza. La acción que produce el ozono se debe a que este al encontrarse con el material orgánico crea una reacción que produce que dichos materiales se destruyan, lo cual puede tomar algo de tiempo dependiendo del tipo de material del que estamos hablando. Asimismo, se conoce que el ozono puede oxidar algunos minerales orgánicos (HIDRITEC. 2014).

2.2.9. Desinfección e inactivación viral.

La inactivación viral y la de bacterias tienen influencia de la concentración de ozono presente en la composición del agua y el tiempo en que esta contacta con los microorganismos. Esta propiedad permite que se puedan eliminar las bacterias como por ejemplo la bacteria E. Coli la cual se descarta con apenas una dosis de 0,1 mg/l y un tiempo de 15 segundos mínimo con temperaturas que se encuentran dentro del rango 25-30 °C. Mientras tanto, quienes poseen más resistencia que las bacterias son los virus quienes requieren de un suministro aún más elevado y por consiguiente un tiempo de contacto también mayor (0,4 mg/l y 4 minutos aproximadamente).

2.2.10. Oxidación Inorgánica.

Esta oxidación se caracteriza por ser la más rápida realizada, consta de oxidar a inorgánicos como manganeso, hierro y compuestos de arsénico. Tras su acción produce compuestos insolubles que son quitados gracias a un filtro de carbón activado. (HIDRITEC. 2014)

2.2.11. Actividad bacteriana.

El ozono es un desinfectante muy efectivo con lo que respecta a bacterias tanto en el aire como en el agua; por consiguiente, debe estar expuesta concentraciones que por lo general son relativamente altas. (HIDRITEC. 2014).

2.2.12. Eliminación de la turbidez.

Con la ozonización nos ayuda a eliminar la turbidez del agua esto se lo realiza a través de la combinación de la neutralización de carga y oxidación química. Las partículas coloides son causantes de la turbidez y son mantenidas en suspensión por partículas de carga negativa que son neutralizadas por el ozono, además el ozono destruye todos los materiales coloides debido a la oxidación de materia orgánica. (HIDRITEC. 2014)

2.3. Tipos de generadores de ozono.

La clasificación de generadores de ozono depende mucho de distintos aspectos como el mecanismo de refrigeración, de control y la posición que tiene los dieléctricos. El mecanismo de refrigeración los podemos encontrar por aire o por agua, por su parte el de control se encuentra como alternativa a una unidad de voltaje o sino como una unidad de frecuencia; mientras tanto los dieléctricos pueden ser encontrados tanto verticalmente como horizontalmente en el generador. Las clasificaciones a las que se refiere esta descripción son:

1. Tubo horizontal, control de voltaje, recibe refrigeración a través del agua.
2. Tubo vertical, control de voltaje, refrigerado mediante agua. (D. BOLAÑOS FAPS. 2015)

2.3.1. Tubo horizontal, control de voltaje, recibe refrigeración a través del agua.

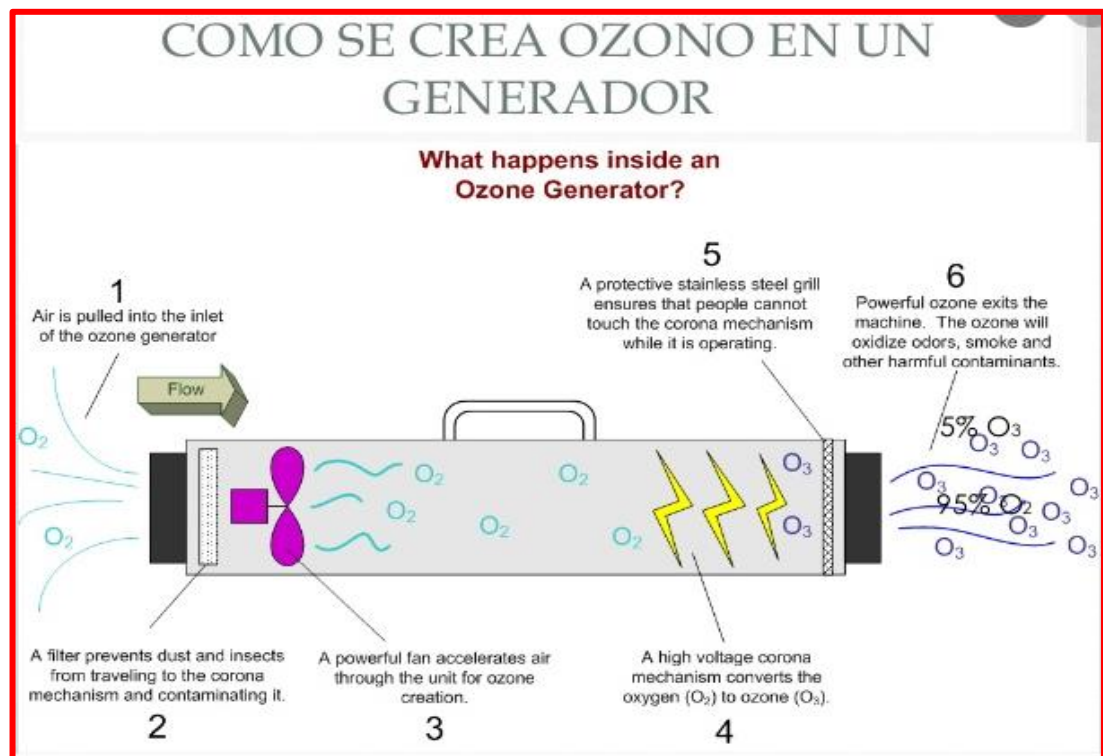
Conocido como el tipo al que más comúnmente es usado, el mecanismo que presenta se caracteriza por ser sencillo pues por una zona se da el ingreso del gas de alimentación mientras que por el otro realiza su salida el gas ozonizado. Asimismo, entre los implementos que

presenta el generador se encuentra un encamisado hecho de acero inoxidable el cual se comporta como un electrodo de baja tensión en el que se sitúan diversos tubos cilíndricos dentro de los que se ubican los dieléctricos.

Una particularidad es que existe una cara interna de dieléctricos que se encuentra cubierta por un abrigo metálico que es empleado como un electrodo de alta tensión.

La aplicación de este generador es en trabajos que presentan presiones mayores que los 103 kpa con una frecuencia de operación de 60 Hz.

Diagrama. Nro. 02. Cómo se crea ozono en un generador



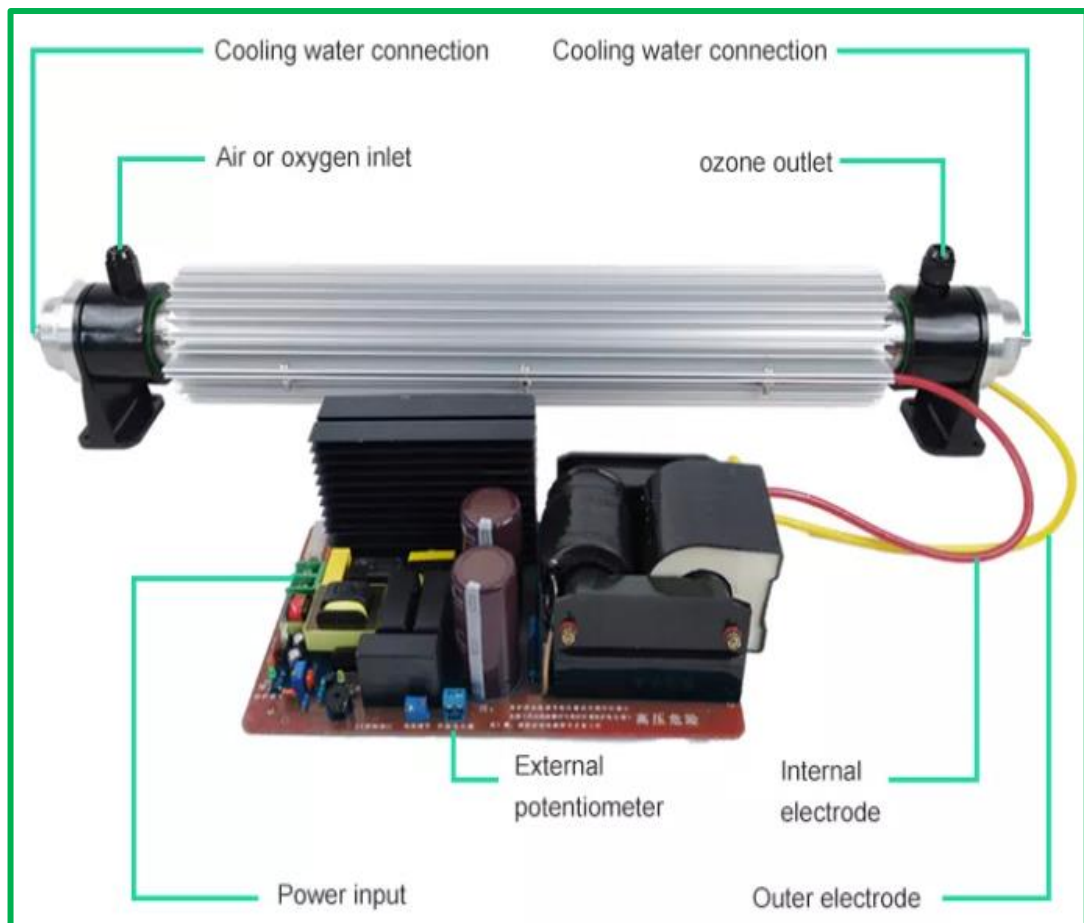
Fuente: Revista agronoticias. Agronoticias.pe

2.3.2. Tubo vertical, control de voltaje, refrigerado mediante agua.

La característica más impactante de este generador es que se basa en el uso del agua de refrigeración como si fuese un electrodo de tierra, los detalles de sus características se encuentran presentes en el grafico N° 4. Empleando a los dieléctricos como mediadores se

introduce hacia la zona superior el gas de alimentación para que este pueda sobreponerse dentro del sistema de contacto con ozono. La división de este generador se realiza en tres partes, estas son: EN primera instancia se introduce por la parte de arriba el gas hacia el sistema para que luego pueda transportarse dentro de los tubos de metal (electrodos de alta tensión) hasta llegar al punto final (dieléctricos). En la siguiente parte, se produce la llegada del gas hacia la corona de descarga la cual se forma entre el dieléctrico, el tabular de acero inoxidable y el electrodo de baja tensión. Finalmente se produce el ozonizado del gas para que sea transportado consecuentemente hacia el compartimento central y desde este punto sea llevado hacia la cámara de ozonización.

Diagrama Nro. 03. Generador de ozono con control de voltaje, refrigerado.

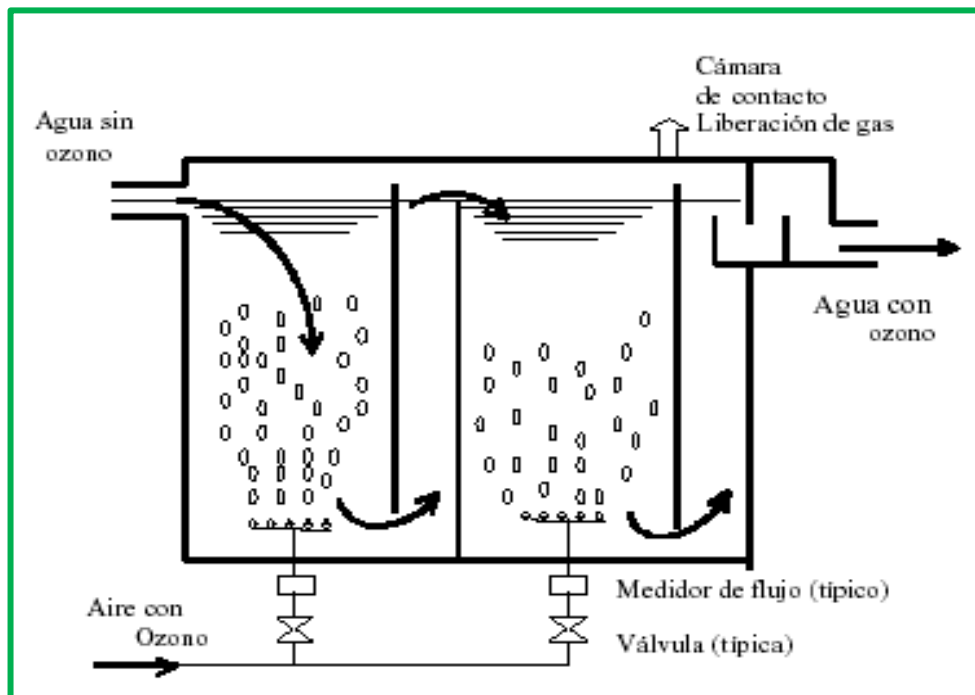


Fuente: Ajustable refrigerado por agua del generador de ozono de 50g de tubo de cuarzo de agua para tratamiento de agua.

Un sistema de ozonización del agua posee tres instalaciones las cuales se mencionan a continuación:

1. Generador de ozono
2. Conexión entre el agua con el ozono
3. Descartador del ozono residual que se encuentra originado y se requiere de su eliminación. Esta acción se realiza mediante la destrucción térmica o catalítica.

Gráfico. Nro. 02. Cámara de contacto con deflectores (Adaptada de Deininger, R. 1998).



Fuente: Postado en www.retema.es

2.4. Hipótesis de la investigación.

2.4.1. Hipótesis general.

- La purificación del agua mediante un sistema de implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) con ozono prevendrá los contagios con el SARS-Cov-2 (COVID-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.

2.4.2. Hipótesis específica.

- Seleccionar un sistema de potabilización para la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) que prevendrá los contagios con el SARS-Cov-2 (COVID-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.
- Para la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de agua ozonizada se seleccionará el equipamiento para prevenir contra el SARS-Cov-2 (COVID-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.
- Con la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica se obtendrá agua de buena calidad que se ajuste a las Normas Técnicas Nacionales.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN

Con este trabajo de implementación realizaremos una adecuada desinfección de agua cruda que se suministra dentro de la FIQYM de la UNJFSC de Huacho, pretende incorporar un Generador de ozono 3g/hr. Sistema de Osmosis Inversa, Electrobomba, Filtro de: Sedimentos, Carbón activado de 10x54xpies³, Ablandador Automático de 10x54, Planta de Osmosis Inversa de 250 litros/hr con membrana de 4x40, Equipo UV-4GPM, que satisfaga las necesidades de cada Docente, Trabajadores, Estudiantes y visitantes a esta unidad académica y la Universidad.

3.1. Proceso de Tratamiento de agua por ozonización.

Es necesario una adecuada desinfección del agua que ingresa a la Facultad, es muy poco conocida en nuestro país, en relación a otros países europeos, Canadá y Estados Unidos y otros continentes, que nos demuestra la investigación bibliográfica ya que desde hace tiempo se aplica en plantas purificadoras de agua como es el caso de la planta de tratamiento de agua potable por hidrogenación iónica ubicada en el cantón Puerto López provincia de Manabí (E. Pacheco, UTMACHI. 2015), que fue la primera en usar el ozono como agente desinfectante, la mayor parte del tiempo esta técnica de desinfección ha sido usada por una gran cantidad de envasadoras de agua. Gracias a ello se describen las posibles causas y efectos que generaría el desconocimiento sobre una adecuada desinfección y así evitar inconvenientes si no se realiza este tratamiento a su debido tiempo, con el objetivo de plantear una alternativa viable la implementación en la Facultad de Ingeniería Química.

El Agua. Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida, en el uso más común, nos referimos cuando se encuentra en el estado líquido, puede hallarse en forma sólida y gaseosa.

Figura Nro. 01. Acondicionamiento, distribución de equipos, sistema de osmosis, y ozonización.



Fuente: Ozono Life Perú. Tratamientos de agua y aire.2021.

Para lograr este estudio con un correcto desarrollo para esta investigación se recopiló información procedente de artículos científicos, para así poder analizar e interpretar los resultados obtenidos, para posteriormente plantear una posible solución a nuestro problema.

Debido a la impureza que la mayoría de veces que trae el agua, se pretende encontrar una adecuada desinfección, donde la ozonización se ha convertido en un método de desinfección atractivo. Esto es prácticamente al gran poder oxidante y bactericida del ozono y gracias a su

aleación con otros procesos como por ejemplo tenemos la coagulación-floculación. (E. Véliz, J. Llanes. Revista CENIC Ciencias Químicas. 2010)

3.2. Calidad del agua.

La desinfección de agua con ozono es una metodología nueva dentro de nuestro país, está aplicando esta tecnología a nivel mundial por la cual es necesario evaluar en su totalidad la Implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de Agua Ozonizada en Prevención contra el SARS-COV-2 (COVID-19) y es de carácter importante para el desarrollo académico, realizar análisis físicos, químicos y bacteriológicos con la finalidad de demostrar que los parámetros estarán dentro del rango establecido en la norma nacionales vigentes.

Aunque cabe destacar y considerar de carácter importante el factor ambiental debido a que esta metodología de potabilización no utiliza insumos químicos dentro de los procesos de tratamiento.

3.3. Tipo de Investigación.

Considerando los aspectos que se presentan se puede decir que la investigación corresponde al tipo explicativo, además, posee un nivel aplicativo cuasiexperimental pues expone diversos argumentos importantes acerca de la tecnología de ozonización. Asimismo, se dice que es aplicada debido a que lo descrito corresponde a un proceso realizado en práctica que tras la obtención de los resultados se podrán emplear para poder dar solución a problemas reales. De acuerdo con Silvestre y Huamán (2019) el tipo de investigación mencionada se caracteriza por tratar de concretar los conocimientos para poder desarrollar problemas de forma inmediata.

3.4. Nivel de Investigación.

Si se habla acerca del nivel de la investigación, esta posee un nivel explicativo pues lo que se busca es poder explicar a cerca de las relaciones causa-efecto que producen fenómenos que ya son parte del conocimiento humano.

3.5. Incorporación de ozono al agua.

Para poder incorporar ozono al agua debemos tener un equipo productor de ozono, como punto importante, esto hace que provoque un borboteo directamente o por medio de difusores para volúmenes que se plantea en esta tesis de implementación, aunque en algunas veces se inyecta por medio de un eyector tipo Venturi. La inyección de ozono dentro de la composición del agua se basa en la ley de Henry la cual indica que existe una relación entre las cantidades disueltas con la temperatura presente en la interfase entre el agua y el gas y también sobre la presión parcial en el punto en donde se ha aplicado.

3.6. Propiedades desinfectantes.

La popularidad del ozono se centra en que posee un poder de desinfección muy rápido lo cual lo hace el favorito de muchos procesos en el que se ole requiere. Este es capaz de eliminar quistes, virus, hongos, toxinas y si se da un suministro adecuado puede hasta eliminar protozoos y algas. Asimismo tiene la capacidad de eliminar diversos tipos de bacterias como:

1. Clostridiun.
2. Escherichia Coli.
3. Streptococcus Faecalis.
4. Staphylococcus Aureus, etc.

Tabla. Nro. 03. Materiales de Construcción para Instalaciones de Riesgo a Tratarse con Ozono.

Materiales sugeridos	Materiales a evitar
PVC	Caucho natural
Polietileno (PE)	Caucho de etileno propileno dieno (EPDM)
Polipropileno (PP)	Hierro
Viton®	Otros materiales fácilmente oxidables
Plásticos en general	Tubos látex
Otros materiales resistentes a la oxidación	

Fuente: TPTUAIC_2015_SANIT_CD0018.pdf

3.7. Materiales de construcción recomendados para instalaciones de riesgo que van a tratarse con ozono.

Debido a que el ozono se caracteriza por ser muy oxidante necesita que se utilicen en él ciertos elementos que no les afecte tener ozono. Debido a esta situación es que se realiza la separación de materiales que deben ser empleados en instalaciones en donde se va a aplicar tratamiento pues esto se muestra en la tabla Nro. 5 en la que se muestran materiales que se sugieren.

3.8. Características físicas y químicas del ozono.

La formación del ozono se da cuando los rayos UV provocan una reacción en la atmosfera, este proceso genera una disociación iónica de la molécula oxígeno y genera que se genere posteriormente una reacción de iones que se forman gracias a la aparición de nuevas moléculas de oxígeno. Mientras tanto, la formación de ozono cuando el nivel de atmosfera es bajo se da debido a que se forman descargas eléctricas por acción de las tormentas, dando origen al O₃. Si se compara al ozono con el oxígeno se puede notar que la solubilidad en agua de primero lo supera en más de 12 veces. No obstante, es preciso mencionar que la solubilidad que posee el ozono en el agua va a depender de la presión parcial y la concentración de este mismo en fase gaseosa por lo que es muy probable que se produzca una variación de unidades comparándolas con el valor ya dicho.

3.9. Mecanismos físico-químicos de los procesos de ozonización en aguas.

La oxidación que provoca el ozono se da debido a dos vías esenciales que permiten esta acción, estas son:

a. Por oxidación directa

La característica de esta oxidación es que la molécula de ozono entera genera su reacción al fijarse en dobles o triples enlaces orgánicos.

b. Por oxidación vía radical

En base al pH que presenta el agua se realizará dicha oxidación.

Las principales propiedades físico-químicas del ozono se muestran en la Tabla 1.

Tabla Nro. 04. Propiedades físico-químicas del ozono.

Peso molecular	48g/mol
Densidad (a 0 °C y 101 KPa)	2,154g/l
Punto de Ebullición (a 101,3 Kpa)	-111,9 °C
Punto de Fusión del O ₃ Sólido	-192,5 °C
Umbral Olfativo	0,02 ppm
Potencial Redox	2,07 V
Solubilidad en agua:	A 0 °C 20 mg/l y A 30 °C 1,5 mg/l
Vida media O ₃ en agua destilada (pH=7,0 y 20 °C)	varían entre 20-30 minutos y 160 minutos

Fuente: Acopio de internet.

Se reconoce al ozono como un oxidante muy fuerte en comparación con otros componentes, lo que provoca esto es el potencial redox muy elevado que posee. Como se muestra en la siguiente tabla, se ve la comparación entre los potenciales redox de distintos agentes oxidantes:

Tabla Nro. 05. Potencial redox correspondientes a algunos agentes oxidantes.

Compuesto:	F ₂	O ₃	H ₂ O ₂	MnO ₄ ⁻	Cl ₂	ClO ₂
Pot. Redox (V):	2,85	2,07	1,76	1,68	1,36	0,95

c. Generación del ozono

Su generación debe ser in situ pues por las propiedades que presenta no se puede almacenar y distribuir como si fuese otro gas de industria. La propiedad que provoca esta situación es su corta vida media.

d. Electrolisis del ácido sulfúrico

No posee un buen rendimiento por lo que normalmente no es utilizado; el consumo de energía que este posee es de dos a cinco veces más que otros métodos como el de descargas eléctricas.

e. Generación fotoquímica

Se produce por la reacción que se produce entre el oxígeno y la luz ultravioleta. La razón por la cual este procedimiento no se aplica en industrias es porque la generación de ozono posee un rendimiento muy bajo y el consumo alto de energía que requiere. Este método es conocido como el de producción natural de ozono estratosférico.

f. Descarga eléctrica de alto voltaje

Usualmente lo que se emplea como técnica es la de plasma frío, esta consiste en transportar el oxígeno o aire desecado mediante un campo eléctrico que se ha producido entre un electrodo de tensión media y uno de masa dando como resultado distintas especies químicas que al combinarse generan al ozono.

g. Destrucción del ozono residual (gas de salida)

Existen distintos métodos para poder destruir el ozono residual que se produce al emplear ozono, estas son las más comunes:

- **Destrucción térmica:**

Como su nombre lo indica, esta consiste en un aumento de temperatura desde los 300 hasta 350 °C solo por cortos tiempos que no superan los cinco segundos. En Europa es el método más conocido y empleado.

- **Destrucción termo catalítica:**

Los catalizadores que se emplean en este proceso es el Pd, Mn y los óxidos de Ni. Diferencias entre catalizadores se encuentra en que los metálicos se trabajan con temperaturas de alrededor de 29°C lo que quiere decir que es una temperatura baja, por su parte los óxidos metálicos requieren de mayor temperatura la cual oscile entre los 50 y 70°C.

- **Adsorción y reacción sobre carbón activo granular (GAC):**

Uno de los métodos menos recomendables debido a que se produce un riesgo de explosión producido por el consumo de carbón dentro de una combustión lenta en las que se generan partículas finas carbonosas.

3.10. Reactividad del ozono

Cuando el ozono se encuentra dentro de disolución acuosa este genera una reacción junto con varios sustratos mediante dos mecanismos:

a) Mecanismo directo

El ozono y el sustrato reaccionan directamente.

b) Mecanismo indirecto

La reacción se produce mediante especies radicales las cuales se formaron cuando el ozono se descompone en su aplicación al agua.

3.3.8. Aplicaciones del ozono en la potabilización del agua.

Debido a las características y beneficios que atrae, el ozono es aplicado para tratar el agua potable. Entre las bondades que otorga se le conoce:

1. Poder de desinfección y descarte de algas.
2. Capacidad para oxidar hierro y manganeso.
3. Capacidad para oxidar micros contaminantes orgánicos. Es decir, puede eliminar olores y sabores.
4. Capacidad para oxidar la materia orgánica natural presente en la composición del agua.
5. Complementa el proceso de coagulación-floculación, provocando mejoras.
6. Genera reacción al contactar con compuestos orgánicos.

Cuadro Nro. 01. Reacción de sustancias inorgánicas con el ozono.

Compuesto	Reacción	Demanda de Ozono
Fe(II)	$2\text{Fe}^{2+} + \text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{O}_2 + 4\text{H}^+$	0,44g O ₃ /g Fe
Mn(II)	$\text{Mn}^{2+} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2\downarrow + \text{O}_2 + 2\text{H}^+$	0,88g O ₃ /g Mn
	$2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnO}_4^- + \text{O}_2 + 6\text{H}^+$	2,25g O ₃ /g Mn
NH ₃	$\text{NH}_3 + 4\text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_3^- + 4\text{O}_2 + \text{H}_3\text{O}^+$	Según pH
NO ₂ ⁻	$\text{NO}_2^- + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{O}_2$	1,04g O ₃ /g NO ₂ ⁻
S ²⁻	$\text{S}^{2-} + 4\text{O}_3 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{O}_2$	6,00g O ₃ /g S ²⁻
CN ⁻	$\text{CN}^- + \text{O}_3 \rightarrow \text{CNO}^- + \text{O}_2$ $2\text{CNO}^- + 2\text{H}^+ + \text{O}_3 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 3\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1,18g O ₃ /g CN ⁻

Fuente: F. Rodríguez de Oviedo (1999)

7. Capacidad para el descarte de olores fuertes y sabores desagradables presentes en el agua como los provocados por compuestos inorgánicos como hierro, cobre, zinc.

CAPÍTULO IV

CONCEPCIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA PLANTA PILOTO DE PURIFICACIÓN DE AGUA CON OZONO

4.1. Implementación del sistema de purificación de agua por ozono en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.

Para el presente trabajo se propone instalar un sistema de purificación de agua con ozono, el agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un abastecimiento satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). La mejora de las instalaciones y acceso al agua potable sanitizado e higienizado debe proporcionar beneficios tangibles para la salud de los Profesores, Trabajadores y Estudiantes como sea posible.

El agua ingresante a las instalaciones de la UNJFSC necesita una buena calidad por lo que el control de esta es necesario; la razón por la que esto se requiere es porque existe gran posibilidad de que el agua se contamine al transportarse por conexiones internas, reservorios, llaves y otros.

El proyecto de tesis tendrá el propósito de dotar de agua limpia a la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, esto permitirá instalar el equipamiento actualizado para mejorar la calidad del agua de captación que hasta la presente fecha se provee al sitio, desinfectando por medio de la cloración, método que no ha venido siendo aplicado de manera correcta. El sistema de desinfección por ozono permitirá brindar agua mucho más limpia para proteger la salud pública.

4.1.1. El marco para la seguridad del agua de consumo.

La seguridad que presenta el agua debe ser garantizada. Para ello se requiere de requisitos necesarios como la existencia de un “marco” con el que se pueda evidenciar que la salud sea protegida gracias a la intervención de personal capacitado para ver estos aspectos de salubridad, que existan sistemas adecuados y gestiones óptimas, además de un sistema de vigilancia independiente.

4.1.2. Aspectos microbiológicos.

Con respecto a este aspecto, se garantiza la inocuidad de microbios pues lo que se quiere es poder suministrar un agua que sea apta para el consumo de las personas en donde se encuentre limpia de microbios o al menos que los niveles de ellos no sean tantos como para que perjudiquen la salud pública. La seguridad puede ser aun mejorada teniendo distintas barreras como por ejemplo la protección a los recursos hídricos, el control correcto de las distintas etapas que conforman el tratamiento, una eficiente gestión de las tuberías y otros canales por las que el agua se transporta, con la finalidad de que la calidad del agua tratada no se perjudique.

4.1.3. Planes de seguridad del agua.

La manera más efectiva para poder garantizar que la seguridad de un sistema que abastece agua para el consumo de las personas consta de un plan en el que se realiza evaluaciones junto con una gestión correcta acerca de los riesgos que pueden poseer las distintas etapas dentro del sistema que abastece del recurso hídrico. Desde la etapa en la que se recibe hasta que esta es suministrada.

La finalidad de un plan de seguridad del agua es que se pueda producir y fomentar las prácticas óptimas que generan que el agua sea abastecida con una buena calidad hacia

las personas. Por ello es que lo que se busca es poder prevenir y minimizar la contaminación que poseen las fuentes de agua mediante procesos para tratar y prevenir la contaminación (almacén, distribución y gestión apta para el agua que se suministra a las personas).

4.2. Funcionamiento de sistema de purificación de agua por ozono

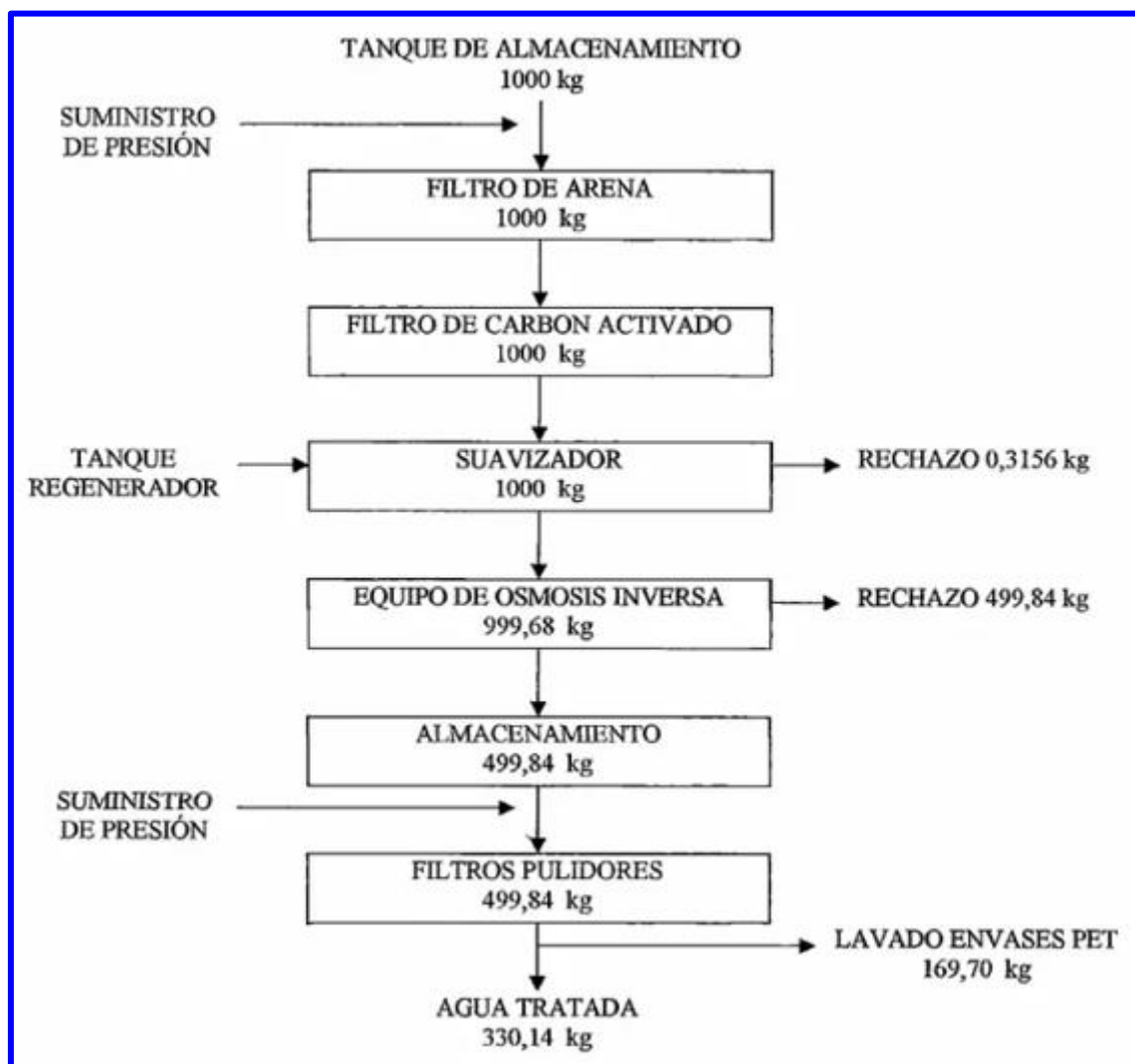
El sistema de purificación o desinfección de agua a implementar contará con lo siguiente:

1. Tanque Cisterna de recepción de Agua EMAPA Huacho.
2. Filtro de carbón activado.
3. Microfiltros pulidores
4. Generador de ozono SP Milenium 16G. 2021. Industrial
5. Tuberías de dos pulgadas.
6. Una bomba tipo JET.
7. Un tanque con capacidad para 5000 litros.
8. Esterilizador por luz ultravioleta.
9. Un Venturi 3/4.
10. Un destructor de ozono.

El sistema purificador de agua por ozono funcionará de la siguiente manera:

Previamente a la cisterna captadora de agua que ya tienen en el sitio se le adaptará los componentes descritos para luego continuar el proceso llevando el agua desde la cisterna a la tubería para proveer al sistema de purificación.

Diagrama Nro. 04. Flujo cuantitativo de filtración del agua.



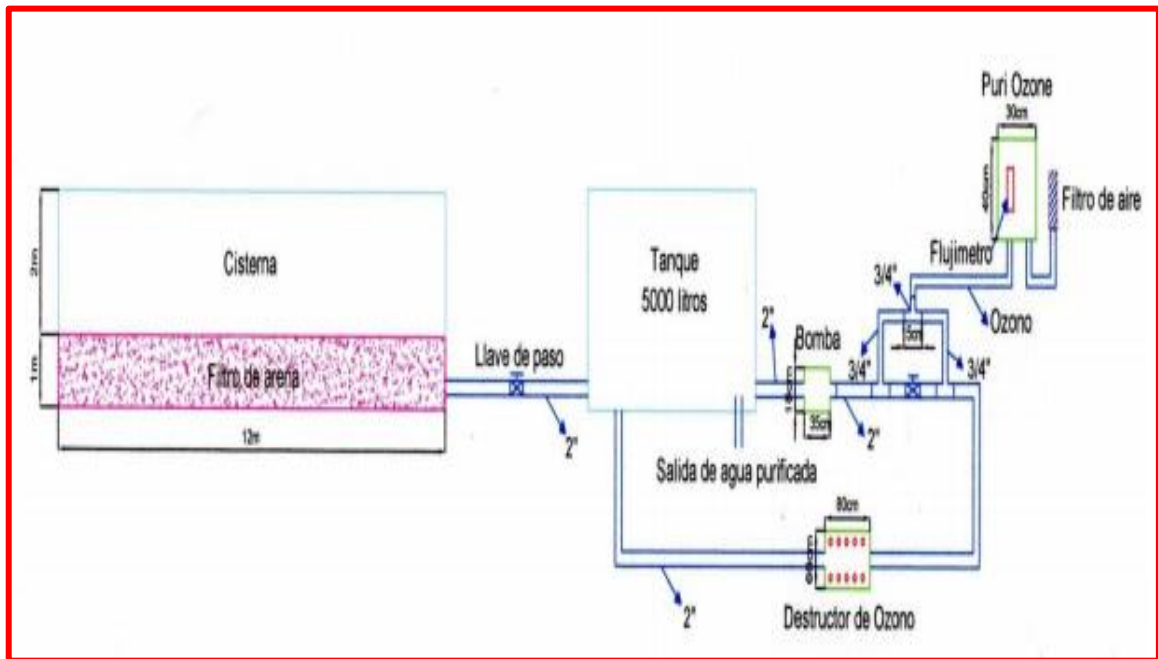
Fuente: J. Mamani, G. Hualla. (2011)

4.3. Proceso de producción del agua de mesa.

Para obtener agua ozonizada se usará las aguas procedentes de la Empresa EMAPA Huacho, aguas obtenidas de pozos, que recibirán un tratamiento con filtros, suavizadores, osmosis inversas, luz ultravioleta desinfección con ozono, como puede apreciarse figura Nro. 02. Acondicionamiento y distribución de equipos.

Una vez llegada el agua a la primera tubería de dos pulgadas pasa hasta el tanque de almacenamiento, hasta esas instancias el equipo generador de ozono ya estará activado por medio de su filtro de aire y por medio de la celda generadora producir ozono.

Figura. Nro. 02. Proceso de producción de agua de mesa.



Fuente: A. López-Cepero. (Diseño de un proceso de ozonización)

Luego llevarlo por medio de una tubería especial llevarla hasta el Venturi, allí se encontrará con el agua saliente del tanque de almacenamiento, en ese momento el Venturi reducirá el caudal de agua por estrangulamiento produciendo presión de succión haciendo que el ozono contenido en la tubería acoplada desde el generador se mezcle con el agua que va filtrando, una vez mezclada el agua con el ozono continuará su recorrido por la tubería de dos pulgadas hasta retornar al tanque.

En el tanque el agua reposará unos minutos para luego ser envía por gravedad hasta la tubería que conectará con a las oficinas, laboratorios, área de envasado de agua ozonizada y llenado de botellas reciclables, servicios higiénicos y distribuirá a la Facultad, el ozono disuelto, después de un periodo de vida media se transforma las moléculas de ozono en oxígeno.

4.4. Tanque cisterna de recepción de agua EMAPA Huacho.

La Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, dispone de un tanque 4x3x3 metros, subterráneo de cemento, requiere de mantenimiento que debe ser modificado, para la implementación en una Planta Piloto de Tratamiento de agua ozonizada tendrá características

similares a la de una Planta normal con la diferencia de ciertas características y modificaciones que permitan cumplir con el objetivo planteado. En este tanque cisternas se instalará una línea de conexión de gas ozono producido en situ.

Figura Nro. 03. Acondicionamiento, distribución de equipos, sistema de osmosis, y ozonización.



Fuente: Ozono Life Perú. Tratamientos de agua y aire.2021.

4.4.1. Características técnicas de equipamiento.

El ozono es muy conocido por la mayoría de personas, unas la conocen cuando se refieren a la capa de ozono, otros por la ozonoterapia que se realiza en una intervención médica, otros por su aplicación en la agroindustria como desinfectante y también como barrera para que no entren hongos en barricas de madera en bodega. Sin embargo, son pocas las personas que tienen conocimiento sobre una bondad que tiene el ozono el cual

es controlador de plagas por lo que es empleado en la agricultura, aunque otras personas dentro del sector lo emplean para poder mejorar la calidad de los frutos.

La implementación de una Planta piloto de tratamiento de agua ozonizada tendrá características similares a la de una planta normal con la diferencia de ciertas características y modificaciones que permitan cumplir con el objetivo planteado. A continuación, se describirá el equipamiento que se deberá instalar para abastecer a un total de 800 personas en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, cabe recalcar que para ello se hará uso de un tanque de abastecimiento 1,800 litros.

4.5. Equipo Generador de Ozono 3 g/h (1600 hasta 16000 mg O₃/h) SP Milenium 16G y Equipo domiciliario.

Desinfecta bacteriológicamente el producto, se usa para esterilizar el agua, su proceso permite eliminar olores desagradables, descarta contaminantes presentes en el aire como bacterias, virus y otros compuestos orgánicos. Como equipamiento sus funciones son primordiales en el sector de seguridad alimentaria.

La molécula de ozono se forma al provocarse una reacción entre un átomo y una molécula de oxígeno las cuales se han condicionado tras la disociación de la molécula de oxígeno. En otras fases de desinfección tanto el ozono como el dióxido de cloro, reducen notablemente la proliferación de parásitos como por ejemplo tenemos los *C. parvum* oocysts. (J. PEETERS, E. ARES. 1989). El ozono también es empleado para eliminar grandes cantidades de bromato que posteriormente se convierten en bromuro. (45. B. VCaA Pergamon. 1998).

El ozono está siendo utilizado para esterilizar tanto agua como aire, pero en la mayoría de los países en el mundo es usado como desinfectante de agua, sea potable como residual, en países ubicados en Europa se han realizado estudios para determinar la identidad de los

subproductos de ozonización. (S. Richardson, A. Thruston, T. Caughran. Environmental Science & Technology. 1999).

Figura. Nro. 04. Generador de ozono: SP Milenium 16G. 2021.



Fuente: SP Milenium 16G. 2021. Industrial, 600 mg domiciliario.

Características del Ozonizador Milenium 16G

- Producción de ozono variable de 1600 hasta 16000 mg O₃ /h.
- Se encuentra equipado con un compresor autónomo de aire el cual se encuentra con una membrana de 65 L/min.
- El gas que lo alimenta es el aire en estado de compresión.
- Posee indicadores de producción, funcionamiento y la alarma en la parte frontal de su estructura.
- Sistema de refrigeración se basa en la ventilación forzada.

Variables que afectan la producción de ozono.

La producción del ozono se debe tener bajo control, pues hay algunas variables que pueden incidir y afectar la producción correcta de ozono entre ellas encontramos las siguientes:

1. Frecuencia en la señal de alimentación,
2. Voltaje de alimentación,
3. Humedad,
4. Temperatura,
5. Gas (Aire u Oxígeno) de alimentación,
6. Presión del gas de alimentación,
7. Flujo del gas de alimentación.
8. Tiempo de ozonización Tanque de 2,500 litros 2 horas.

Volumen de agua (litros)	Tiempo de ozonificación (minutos)
20 ltrs	10 min
10 ltrs	5 min
5 ltrs	2,5 min

Fuente: L. Caiza DC, V. Hurtado JP.2015.

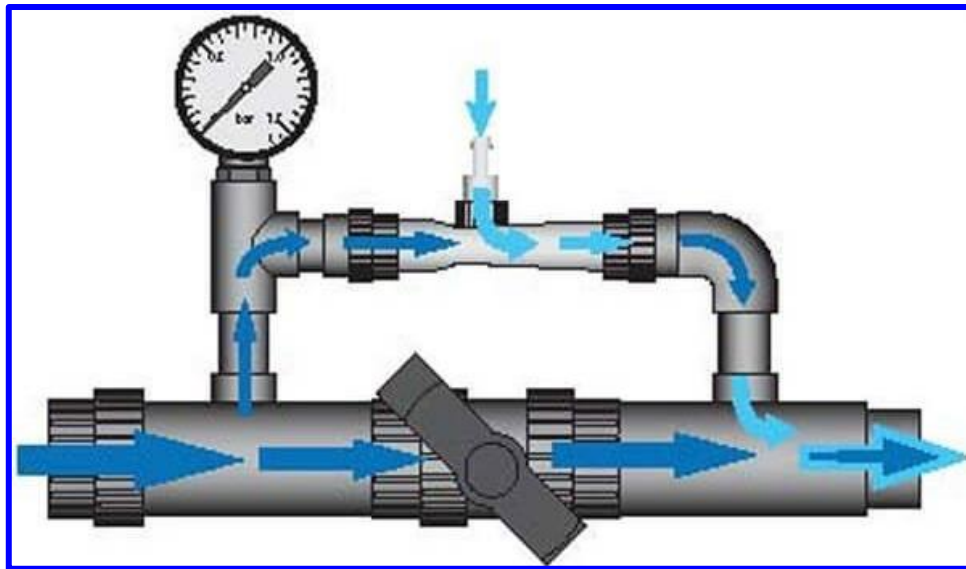
4.5.1. Cómo funciona el Generador de Ozono Industrial 16G.

Estos equipos son fáciles de operar, considerando las recomendaciones del proveedor. La molécula de ozono se forma al provocarse una reacción entre un átomo y una molécula de oxígeno las cuales se han condicionado tras la disociación de la molécula de oxígeno. Los implementos que posee este generador es un interruptor general, de activación del compresor interno, LED verde (que indica el funcionamiento) y LED rojo.

Inyección del ozono al agua. Para la inyección de ozono al agua existen dos maneras de hacerlo, difusión por burbujeo e inyección por Venturi. Para nuestro prototipo se utilizará la inyección por Venturi. La inyección por Venturi nace de una sección de tubería por donde circula el agua que se va a ozonificar, en aquella sección se debe tener una reducción de diámetro, a tal manera que la presión disminuya en ese punto, momento justo donde se dará paso al ingreso del gas ozono. Esto se produce puesto que

al momento de reducir la presión en el tubo Venturi se origina una fuerza de succión del gas ozono logrando el contacto y la mezcla del ozono con el agua. (CENIDET. 2005)

Figura. Nro. 05. Venturi para el kit de inyección de ozono kit universal para inyectar ozono en un tubo de PVC.



Fuente: <https://www.google.com/search?>

Efecto. El agua se bombea en la línea principal. Debido a la válvula de bola para una parte bajar el agua también se verá obligado a pasar por el conducto Venturi superior. Debido a la restricción en el Venturi es aspirado por el aire de presión negativa (ozono) a través de la toma de la manguera de 8 mm. Esto crea una mezcla de aire (ozono) y el agua en el conducto de salida.

4.6. Destructor de ozono tipo catalítico.

La única función que posee este destructor es realizar la conversión de O_3 a O_2 . La razón que provoca esto es que el ozono es capaz de contaminar el aire si se tiene una concentración por encima de los 0.11 ppm. Para el prototipo que se desea implementar en la Facultad de Ingeniería

Química y Metalúrgica, se utilizará un destructor de ozono catalítico por razones de efectividad y costos reducidos.

Figura Nro. 06. Catalizador térmico tipo destructor de ozono para tratamiento de agua



Fuente: <https://www.google.com/search?>

El método catalítico consiste en utilizar una sustancia específica como catalizador, el cual modificará la velocidad de una reacción química sin sufrir ella misma un cambio permanente en el proceso. Los catalizadores pueden ser óxido de manganeso u óxido de fierro. (CENIDET. 2005)

4.7. Tanque Cisterna Eternit 65 para desinfección.

El tanque para la desinfección que se requerirá en la instalación del prototipo de implementación, tendrá las características físicas para contener un volumen de 2,500 litros de agua, que será más que suficiente para abastecer a la población del líquido vital durante el día y todas las semanas, este tanque deberá tener una cubierta de plástico virgen con el fin de evitar cambios en el agua ya una vez potabilizada.

Características Tanque de polietileno 100% virgen que evita el ingreso de impurezas y evita la formación de microorganismos. Protege agua almacenada.

- Marca: Eternit
- Capacidad Tanques: 2,500 litros
- Altura: 1.60 m
- Diámetro: 1.52 m
- Incluye: Accesorios completos: Válvula, flotador y tubo de succión
- Color: Celeste
- Material: Polietileno
- Uso: Ideal como depósito subterráneo para recoger y guardar agua.
- Garantía: 5 años
- Capacidad Tanques: 2500
- Peso: 55.3 kg. Tipo: Cisternas
- Estilos: Cisterna
- Categoría: Tanques y cisternas.

Figura Nro. 07. Tanque de almacenamiento de agua tratada.



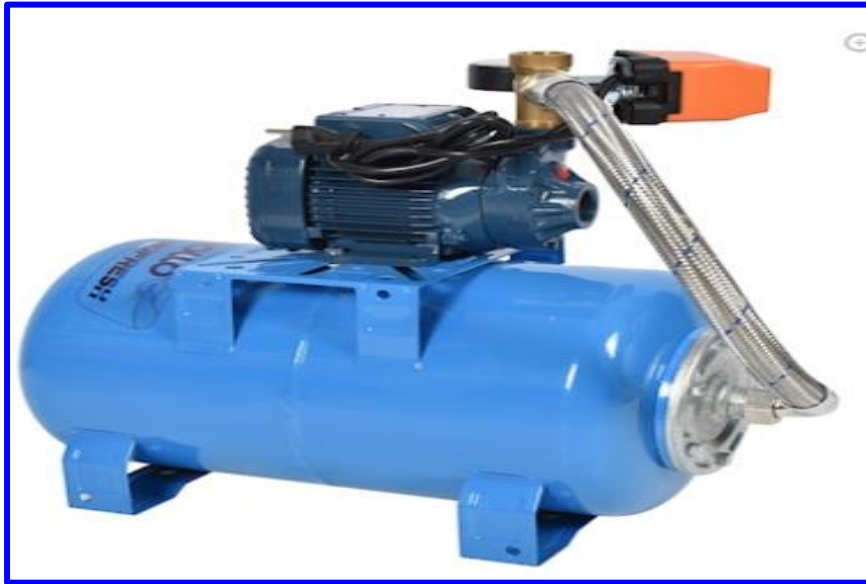
Fuente: TodoAgua.com.mx 2021

El agua ya purificada se almacena en un tanque con tapa para evitar la contaminación, desde allí se realiza el llenado por gravedad. Recomendaciones: El fondo debe tener una base o plantilla de concreto, instalar las conexiones al ozonizador para el control de burbujeo, llenar la cisterna con agua antes.

4.8. Electrobomba de 1 HP, Presurizado y Tanque Hidroneumático de 41 Litros, Bomba con Cabezal de Acero Inoxidable.

Da presión y caudal constante a nuestro sistema, es decir da la fuerza para que el agua pase por los filtros y pueda llegar al tanque de agua producto.

Figura Nro. 08. Bomba Hidroneumático con cabezal de acero inoxidable



Fuente: TodoAgua.com.mx 2021

Hidroneumático Pedrollo bomba periférica en hierro de 0.5 HP, 115 V, otorga máxima eficiencia, ahorro de energía y dinero aumentando la presión del agua. Trabaja para 3 salidas simultáneas de agua, 2 baños, a una altura de 2 pisos. Brinda un caudal de agua entre los 5 y 40 L/min. Cuenta con tanque de 20 litros, con calibración de 18 PSI, a una presión de trabajo de 20 a 40 PSI con un consumo de energía de 6.5 amperes, 60 Hz. Fabricado en Italia, está elaborado en hierro resistente y compuesto por un tanque, electrobomba, manómetro, válvula R de 5 vías, switch de presión y manguera flexible. El empaque incluye instructivo de uso.

4.9. Filtro automático de sedimentos de 10x54"-1.5 pies³.

Estos sistemas se hacen necesarios si se detecta un nivel alto de sólidos suspendidos, aunque también como pre tratamiento a equipos de ósmosis inversa. Se abre la posibilidad de volver a utilizar el agua ya utilizada.

Figura Nro. 09. Filtro automático de sedimentos.



Fuente: TodoAgua.com.mx 2021

4.10. Equipo de carbón activado de concha de coco con control manual.

Estos equipos son empleados para eliminar el color y otros compuestos que presentan un peso molecular bajo cuando se establece la desinfección del agua. El micro K posee una concentración baja de materia soluble debido a que es de origen vegetal y se encuentra activado térmicamente.

Figura. Nro. 10. Equipo filtro de carbón activado



Fuente: TodoAgua.com.mx 2021

4.11. Filtro ablandador automático de 10x54”.

El ablandador de agua utiliza la resina catiónica para realizar esta labor de ablandamiento. La resina sirve como el transporte del agua dura junto con Ca y Mn recibiendo la denominación de este proceso de “intercambio iónico”. Dentro del proceso lo que se está realizando es el intercambio de ubicaciones entre los iones duros con los de sodio dando formación al agua blanda.

4.12. Electrobomba de 1 HP con presurizador para llenado de bidones y filtro pulidor de 2.5x20”.

Bomba con cabezal de acero inoxidable. Da presión y caudal constante a nuestro sistema y permitir el llenado de bidones con un mismo caudal.

Figura Nro. 11. Electrobomba de 1HP.



Fuente: www.google.com

La bomba inoxidable tipo JET es de dos pulgadas con tubería de acero inoxidable y cumplirá con la función específica de retroalimentar al tanque y mantener el agua ozonizada por mucho más tiempo hasta que llegue el momento de su salida a la red de agua potable.

4.13. Planta de Osmosis inversa de 250 litros/h. con una membrana de 4x40" en estructura de acero inoxidable.

Esta tecnología se emplea sobre todo si es que se desea realizar una purificación del agua a través del descarte de todas sus impurezas considerando dentro de ellas a las sales.

Figura. Nro. 12. Equipo de Osmosis inversa.



Fuente: Ozono Life Perú. Tratamientos de agua y aire.2021.

- 01 Membrana de 4x40" y porta membrana en fibra extra reforzada.
- 02 Manómetros.
- 02 Flujómetros.
- 02 Conductímetros.
- 01 electrobomba de 1.8hp monofásica pentax.
- 01 estructura de acero inoxidable (1.6x0.7x0.5m).
- 01 tablero eléctrico.

4.14. Equipo UV-Absolute-Viqua-4GPM.

Este equipo es esencial para la eliminación de distintos tipos de bacterias, virus, gérmenes, algas y esporas encontradas dentro de la composición del agua, para ello se basa en la utilización de luz ultravioleta.

Figura. Nro. 13. Equipo UV-



Fuente: General Water Company Perú SAC. 2021

Con el transcurrir del tiempo es muy probable que se infecte el agua de bacterias dañinas para la salud de las personas. Por ello se cuenta con el sistema Sterilight Copper el cual es considerado como económico y confiable.

La eficacia de este instrumento es grande pues lo único que emplea es luz ultravioleta para la desinfección, es decir, evita el uso de calor o químicos dañinos.

Figura Nro. 14. Características físicas de la Implementación del sistema de purificación de agua por ozono en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.



Fuente: Ozono Life Perú. Tratamientos de agua y aire.2021.

4.15. Tuberías, accesorios, envases retornables de agua ozonizada y tanques de almacenamiento para el sistema.

La implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de agua ozonizada en prevención contra el SARS-COV (COVID-19), estará constituida por un sistema de tuberías, a través de la cual es transportará el agua para la ozonización. El material utilizado es resistente a la corrosión, porque el agua ozonificada está en contacto directo con las tuberías, por consiguiente, en la mayoría de los tramos del sistema de recirculación se empleará material tipo HIDRO 3.

Figura. Nro. 15. Tubería de polipropileno y accesorios



Fuente: Internet.

4.16. Tubería de polipropileno y accesorios

Uniones, Reducciones, Niples, Bushings, Universales, etc., que se utilizarán en la planta, también serán del tipo HIDRO 3. Además, se emplearán cuatro válvulas de bola que se instalarán, son del mismo material, ya que su costo en el mercado de Lima representa la mejor opción. Una de las válvulas controlará el flujo de agua en el inyector Venturi, y con las otras válvulas se incorporan en los filtros del sistema. Por último, el tanque de almacenamiento también será el Rotoplas, pues reducirá tiempo, dinero y seguridad en la inversión.

4.17. Presupuesto de implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de agua Ozonizada en Prevención contra el SARS-COV-2 (COVID-19) en la FIQYM.

Tabla N° 06 Inversión en máquinas y equipos de la Implementación del sistema de purificación de agua por ozono en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.

Ítems.	Descripción	Cantidad	Precio: Soles
01	Tanque cisterna de recepción de agua (mantenimiento)	01	2,000.00
02	Equipo Generador de Ozono 3 g/h (1600 hasta 16000 mg O ₃ /h) SP Milenium 16G	01	4,128.00
03	Equipo Generador de Ozono 600mg O ₃	01	1,200.00
04	Inyector Venturi del ozono al agua y accesorios.	01	1,200.00
05	Destructor de ozono tipo catalítico.	01	2,900.00
06	Tanque Cisterna Eternit 65 o Rotoplas para desinfección, almacenamiento, envasado y distribución.	04	4,800.00
07	Electrobomba de 1 HP, Presurizado y Tanque Hidroneumático de 41 Litros, Bomba con Cabezal de Acero Inoxidable.	02	1,400.00
08	Filtro automático de sedimentos de 10x54"-1.5 pies ³ .	01	1,800.00
09	Válvula de operación manual de 5 posiciones	01	600.00
10	Equipo de carbón activado de concha de coco con control manual.	01	2,400.00
11	Electrobomba de 1 HP con presurizador para llenado de bidones y filtro pulidor de 2.5x20".	01	1,200.00
12	Planta de Osmosis inversa de 250 litros/h. con una membrana de 4x40" en estructura de acero inoxidable.	01	4,800.00
13	Equipo UV-Absolute-Viqua-4GPM.	01	1,800.00
14	Envases retornables de agua ozonizada y tanques de almacenamiento para el sistema.		3,200.00
15	Tubería de polipropileno y accesorios como: Uniones, Reducciones, Niples, Bushings, Universales.		4,200.00
16	Acondicionamiento de la Planta con cerámica, lavaderos, conexiones, pintado y vidriería. (Existe dos ambientes en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica). Instalación		2,800.00
17	Imprevistos 10%		4,000.00
17	Total		44,428.00

Fuente: Elaboración en función de cotizaciones por internet.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Análisis de los resultados.

Revisando el análisis del agua suministrado por la empresa EMAPA-Huacho se pudo conocer que el proceso se basa en la inyección de cloro gaseoso mediante el uso de una bomba Booster. Encargándose de descartar los agentes patógenos que perjudican la salud con su consumo. Este dato muy importante pues esta misma agua es la que se suministra dentro de las instalaciones de la UNJFSC, el contenido entrante es de 315 mg/L como CaCO_3 con un valor de cloro residual 0.8 ppm (junio 2021), y un TDS 1362 ppm determinando así que el agua que consumen los pobladores de Huacho posee una dureza aceptable pues se encuentra en el rango permisible.

Figura Nro. 15. Características de la Implementación física del sistema de purificación de agua por ozono en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.



Fuente: Ozono Life Perú. Tratamientos de agua y aire.2021.

5.1.1. La bioseguridad en la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de agua ozonizada para prevenir.

Son el conjunto de mecanismos y medidas preventivas que permitirán proteger la salud y la seguridad del personal Docente, Administrativo, Estudiantes, personal del Laboratorio, a la Comunidad Universitaria, a través de medidas científicas organizativas, bajo las cuales los agentes infecciosos producidos por agentes biológicos como el SARS-COV-2 (COVID-19) y otros, deben ser prevenidos con el objetivo de confinar el riesgo biológico y reducir la exposición potencial empleando soluciones ozonizadas.

Cuando se produce una desinfección con cloro convencional, se obtienen subproductos innecesarios por lo que se tiene la necesidad de encontrar otro recurso que permita que este resultado no se dé, es por ello que el ozono gana protagonismo sobre los desinfectantes para el agua.

5.1.2. Desinfección de superficies Para el Covid-19

Al realizarse pruebas con distintas soluciones se pueden mostrar resultados diferentes. Como la prioridad es eliminar toda contaminante que pueda transmitir Covid-19 se ha determinado que los agentes que se basan en etanol, hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno son los más eficaces en este tipo de procesos. Asimismo, algunos agentes desinfectantes reducen efectivamente la infectividad del coronavirus en 1 minuto, como:

- i)** 62% - 71% de etanol
- ii)** 0.5% de peróxido de hidrógeno
- iii)** 0.1% de hipoclorito de sodio.

El Ministerio de salud, recomienda el empleo del ozono para la desinfección (contar con una alta formación científica), en el tratamiento del COVID-19 en dos categorías:

- a. Ambientes contaminados: (Centros Educativos, Universidades, Hospitales, transportes, vehículos, todas las superficies donde el virus pudo haber sido depositado)
- b. En soluciones acuosas como desinfectante de agua potable, tratamiento de aguas residuales, instalaciones de lavanderías y procesamiento de alimentos.
(ISCO3-2020)

CONCLUSIONES

1. El Financiamiento del presupuesto de implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de agua Ozonizada en Prevención contra el SARS-COV-2 (COVID-19) en la FIQYM. Se basa en la herramienta de incentivos para Universidades Públicas 2021 en el marco de la Política Nacional de Educación Superior y Técnico-Productiva – PNESTP y el Convenio Marco de Interinstitucional entre el Ministerio de Educación y la Universidad Nacional José F. Sánchez Carrión de Huacho mediante Resolución de Consejo Universitario Nro. 0451-2021-CU-UNJFSC de fecha 05 de julio del 2021. Que según la Resolución Ministerial Nro. 056-2021-MINEDU del 27 de febrero de 2021, en uno de sus considerandos ubicados dentro de la Ley 30220 se otorga la autorización para el mejoramiento y optimización de herramientas técnicas que puedan apoyar al servicio educativo que se da dentro de universidades pertenecientes al estado. Además, tras el acuerdo entre el ministerio de educación y el de economía y finanzas se ha destinado un presupuesto para este tipo de actividades mediante el decreto legislativo del Sistema Nacional de Presupuesto público.
2. Inversión en máquinas y equipos. La inversión total de Financiamiento del presupuesto de implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de agua Ozonizada en Prevención contra el SARS-COV-2 (COVID-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica es de 44,428.00 soles.
3. Se propone de un equipamiento con un sistema electrónico que aporta a la potabilización de agua para la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de agua Ozonizada en Prevención contra el SARS-COV-2 (COVID-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, pudiendo evidenciar procesos existentes dentro de una Planta de Tratamiento de Agua Potable con Ozono producido en sitio, empleo de

ósmosis inversa, de filtros y carbón activado, esta Planta está diseñado para fines de que los estudiantes y egresados realicen sus Prácticas Pre Profesionales.

4. La localización de la Implementación de un prototipo de Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) con ozono en prevención contra el SARS Cov-2. (Covid-19) en la FIQYM. Será en las instalaciones de la FIQYM que dispone de dos ambientes apropiados un en el tercer piso y el otro en el primer piso Planta Piloto de Procesos Orgánicos.
5. La tecnología empleada son procesos de filtración y tratamiento del agua por ósmosis inversa, que nos proporcionaran una calidad de agua óptima para su envasado.

RECOMENDACIONES

1. Implementación de un prototipo de Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) con ozono en prevención contra el SARS Cov-2. (Covid-19) en la FIQYM con la que se cuente para poder desarrollar un agua potable que sea consumida y a su vez forme una herramienta pedagógica para enriquecer el aprendizaje de los estudiantes de mencionada facultad acerca de este tipo de procesos.
2. Se requiere de una consideración sobre la técnica que se empleara para el ozono; es decir, el tiempo de contacto óptimo y la cantidad necesaria de dosis. Como se ha explicado en el presente trabajo, la concentración ideal se encuentra dentro del rango de 0,5-0,8 mg/l de ozono con un tiempo de contacto de entre 3-4 minutos.
3. Resolver las Prácticas Pre Profesionales en la Universidad con la Implementación de una Planta Piloto Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) con ozono en prevención contra el SARS Cov-2. (Covid-19) en la FIQYM. (Dar respuesta en conclusiones)
4. Envasar agua sanitizada, ozonizada y desinfectada empleando envases retornables, cuidando el medio ambiente del entorno universitario y la culturización del poblador de esta zona.
5. Tener una política de mantenimiento, control fisicoquímico, y microbiológico, control de los Triahalometanos, hierro y manganeso, Posiblemente la fibra de material sintético al igual que el carbón activado pueden ser más útiles y eficaces trabajando en compartimientos cerrados y con el agua a presión logrando mejores resultados con esta clase de filtros.
6. En los ensayos piloto con la prueba de jarras, se logró identificar que uno de los problemas que enfrentaríamos en el proceso de potabilización de agua era que el agua si trae muchas partículas a un nivel más de lo normal haría que los filtros se saturaran

y no permitirían el paso del agua tan fácilmente por lo que necesitaría más altura para lograr realizar dicho trabajo y haría más lento el trabajo.

7. En los ensayos de los filtros no se usó antracita debido a que no se logró conseguir por lo que podemos asegurar que las capacidades de los filtros planteados serán más óptimas por lo que se podría pasar más de 600 litros a 800 litros de agua decantada y estas aguas tengan la capacidad de ser filtradas sin problemas teniendo en cuenta que los filtros que se han de emplear son las apropiadas para los objetivos, ya que entre menos dureza tenga, los filtros serán más durables. Se ha identificado que los filtros son lavados con no más de 30 segundos a 50 segundos quedando totalmente limpios.
8. Para promover la aplicación de la producción más limpia del agua ozonizada para consumo humano se utilizará técnicas de electro floculación, ozonificación y radiación ultravioleta, sistema de ósmosis inversa, con la finalidad de contribuir a los desafíos del desarrollo sostenible respecto al acceso de agua potable para todas las personas de la Universidad Nacional José F. Sánchez Carrión.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS DE INFORMACIÓN

Bibliografía

Escorsa, P., & Wilder, J. (2017). *Ejercicio prospectivo del sector del agua para Panamá al año 2040 como estrategia para la identificación de oportunidades tecnológicas y de innovación.*

López-Cepero, A. (2012). *Diseño de un proceso de ozonización por inyección venturi para la eliminación de pesticidas presentes en un afluente a una estación de tratamiento de agua potable.*

Pérez, M. (2014). *Diseño de un radiómetro ultravioleta, para su aplicación en modelos de radiación UV.* Tesis de Licenciatura.

Tzunux, V. (2013). *Planificación para el aprovechamiento de agua subterránea perforando pozo mecánico en residenciales ensenada de San Isidro Zona 16 ciudad de Guatemala.*

TRABAJO DE GRADUACIÓN.

Vargas, J., Lopez, J., & Conde, L. (2014). *Sistema de Instrumentación y Control para Tanques de Almacenamiento de Agua Potable.*

Wright, H. B., & Cairns, W. L. (2014). *Desinfección del agua por medio de luz ultravioleta.* IngenieroAmbiental.com.

ANEXO 01: Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable 1	Dimensiones V1	Enfoque
Determinar los procesos necesarios para realizar la purificación del agua mediante la implementación de una planta piloto tratamiento de agua potable (PPTAP) con ozono en prevención contra el SARS Cov-2 (Covid-19) en la FIQYM.	Diseñar y construir la Implementación de un prototipo de Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) con ozono en prevención contra el SARS Cov-2. (Covid-19) en la FIQYM.	La purificación del agua mediante un sistema de implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) con ozono prevendrá los contagios con el SARS-Cov-2 (COVID-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica	Tiempo Dimensiones V1 Identificación de parámetros. Variable 2 Cantidad	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación De parámetros • Concentración O₃ • Volumen • Tiempo • Kg. • Secuencia lógica del sistema 	Cualitativo Cuantitativo Tipo de investigación Investigación aplicada (tecnológica) Nivel de investigación Explicativa
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dimensiones V2		Diseño
¿Elegir un Sistema para la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento del agua ozonizada para prevenir contra el SARS Cov-2? (Covid-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica? ¿Seleccionar el equipamiento para la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento del agua ozonizada para prevenir contra el SARS Cov-2(Covid-19) en la	Recolectar información y descripción de prototipo (equipos) de diferentes alternativas de ozonización a nivel piloto en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica Elaboración de pruebas e informes sobre el proceso de estudio Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) con ozono en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica	Seleccionar un sistema de potabilización para la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) que prevendrá los contagios con el SARS-Cov-2 (COVID-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica. Para la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de agua ozonizada se seleccionará el equipamiento para prevenir contra el SARS-Cov-2 (COVID-19) en la Facultad de	Concentración O ₃ en agua ozonizada.		No experimental

<p>Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica?</p> <p>¿Obtener agua de buena calidad que se ajuste a la Norma Técnica Nacionales contra el SARS Cov-2 (Covid-19) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica?</p>	<p>Brindar soluciones a dificultades presentadas frente a los resultados del agua ozonizada a nivel piloto en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.</p>	<p>Ingeniería Química y Metalúrgica.</p> <p>Con la implementación de una Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable (PPTAP) en la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica se obtendrá agua de buena calidad que se ajuste a las Normas Técnicas Nacionales.</p>			
--	--	--	--	--	--