26.

FECHA	miércoles, 29 de noviembre de 2017

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
BIBLIOTECA
Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Extensión Soacha
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ingeniería
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	**Ingeniería Industrial**

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Suárez Zambrano	Daniel Felipe	1032473342
Mora Carrilo	Jair	1012411938

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Vasquez Ochoa	Leider Alexandra

TÍTULO DEL DOCUMENTO
ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO IONIZADOR CON PLATA (Ag^+) PARA LA DESINFECCIÓN EN AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE PLANTAS DE BENEFICIO

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero Industrial

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÀGINAS
22/11/2017	

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1.Ionización	Ionization
2.Plata	Silver
3.Planta de beneficio animal	Animal benefit plant
4.Desinfección	Desinfection
5.Prototipo	Prototype
6.Microorganismos	Microorganism

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

En Colombia, se ha evidenciado una grave problemática relacionada con el tratamiento del agua residual procedente de plantas de beneficio animal, debido a que en la mayoría de los casos no cuentan con una de ellas. Por consiguiente, se propuso la ionización de plata como método desinfectante, el cual ha sido probado en otros contextos con resultados positivos, evaluando su viabilidad, poca inversión y fácil implementación.

En la metodología fue indispensable estudiar el escenario donde se implementará el dispositivo, el frigorífico Sumapaz, analizando datos como cantidad de animales beneficiados al día, cantidad de agua utilizada, componentes de la planta de tratamiento de agua residual, caudal y vertimiento puntual.

Para la construcción del prototipo se desarrolló siguiendo cuatro de las siete fases del diseño de producto desarrolladas por Zunini (2009), en el diseño conceptual se realizó una selección de materiales teniendo en cuenta los requisitos del contexto y apoyada de una modelación CAD, prosiguiendo con el diseño en detalle, donde se diseña cada pieza del prototipo plasmada en bocetos con sus respectivas medidas para su posterior construcción.

Siguiendo con la puesta en marcha y validación instalando el ionizador en la parte final de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), para evaluar su eficiencia bactericida, analizando el agua resultante de la ionización evidenciadose una disminución y/o ausencia de *coliformes* y protozoos parásitos humanos demostrando el efecto bactericida al eliminar completamente la carga microbiana, sin generar ningún residuo ni afectación en los parámetros fisicoquímicos.

AUTORIZACION DE PUBLICACIÒN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una “X”:

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.		x
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.		x
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.		x
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.		x

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos

patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, *"Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores"*, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.
SI _x__ **NO** ___.
En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÒN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.

j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.

Nota:
Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Elaboración de un prototipo ionizador con plata (Ag^+) para la desinfección en aguas residuales provenientes de plantas de beneficio animal.pdf	Texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Suárez Zambrano Daniel Felipe	
Jair Mora Carrillo	

12.1.50

ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO IONIZADOR CON PLATA (Ag^+) PARA LA DESINFECCIÓN EN AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE PLANTAS DE BENEFICIO

DANIEL FELIPE SUÁREZ ZAMBRANO

JAIR MORA CARRILLO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

SOACHA, COLOMBIA

NOVIEMBRE 2017

ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO IONIZADOR CON PLATA (Ag^+) PARA LA DESINFECCIÓN EN AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE PLANTAS DE BENEFICIO ANIMAL

DANIEL FELIPE SUÁREZ ZAMBRANO

JAIR MORA CARRILLO

PROYECTO DE GRADO PARA APLÍCAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

PROFESOR ASESOR:

MSc. ALEXANDRA VASQUEZ OCHOA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

SOACHA, COLOMBIA

Notas de aceptación:

_____

_____

_____

_____

Firma de jurado

_____

Firma de jurado

_____

Firma de jurado

Soacha, Noviembre 2017

Dedicatoria

A mis padres Alirio Mora Castro y Marina Carrillo Penagos, por su sacrificio desde tiempo irrecordables, apoyo moral y económico. Por su comprensión amistad y confianza, sin su apoyo no hubiera sido posible culminar mi carrera profesional, y por último y no menos importante le agradezco a Dios por ser mi fortaleza en momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencia y ante todo felicidad.

Jair Mora Carrillo

Completamente a mis padres Rosalba Zambrano Ovalle y Pablo Antonio Suárez, siempre confiaron en mí y me dieron su total apoyo contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos. A la universidad por brindarme la oportunidad y los medios para desarrollar la carrera, así como a los docentes que me brindaron sus conocimientos para desarrollarme profesionalmente.

Daniel Felipe Suárez Zambrano

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la profesora Alexandra Vásquez Ochoa y a cada uno de los profesionales que recurrimos en diferentes universidades y empresas quienes nos brindaron la orientación, ayudaron a estimular constantemente en todos los aspectos de la tesis tanto en aspectos teóricos, metodológicos y prácticos. Agradecerles por toda la confianza que nos transmitieron.

A cada uno de los docentes que intervinieron en nuestra formación en la universidad de Cundinamarca, por su gran apoyo motivación, tiempo compartido y por su dedicación a nuestro desarrollo profesional.

A nuestros amigos que estuvieron en los buenos y malos momentos ayudándonos, opinando y apoyando nuestra idea.

CONTENIDO

Pág.

CONTENIDO 14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 24
JUSTIFICACIÓN 28
OBJETIVOS 29
OBJETIVO GENERAL 29
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 29
ANTECEDENTES 30
1 MARCO TEORICO 32
1.1 LA PLATA 32
1.1.1 **Propiedades fisicoquímicas** 32
1.1.2 **Efectos de la plata coloidal sobre la salud** 33
1.1.3 **Desinfección con plata** 33
1.1.4 **Formas fisicoquímicas de la plata como desinfectante** 33
1.1.5 **Ventajas y desventajas de la desinfección con plata** 34
1.2 PARAMETROS DE DISEÑO 34
1.2.1 **Reconocimiento a una necesidad:** 35
1.2.2 **Diseño detallado** 36
1.2.3 **Construcción del prototipo y pruebas** 36
1.2.4 **Prototipo** 36
1.2.5 **Aspectos** 36
1.3 Materiales proceso 36
1.3.2 **Resistencia de materiales** 38
1.3.3 **Cálculos básicos para la dosificación y manejo de caudales** 38
1.4 Sistema eléctrico 40
1.4.1 **Características de la carga** 40
1.4.2 **Fuentes de voltaje** 41
1.4.3 **Circuito eléctrico** 41
1.4.4 **Resistencias** 41
1.4.5 **Resistores fijos** 41
1.4.6 **Diodo** 43
1.4.7 **Transformadores** 43

1.4.8 **Placa** 44
1.4.9 **Resistencia** 44
1.4.10 **Diodos luminosos** 44
1.4.11 **Condensadores** 45
1.4.12 **Nomenclatura de los componentes electrónicos** 45
1.4.1 **Diagrama electronico** 46
1.5 AGUAS RESIDUALES 47
1.5.1 **Agua utilizada en la industria y sus contaminates** 47
1.5.2 **Tipos de contaminantes en el agua residual** 49
1.6 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES 50
1.6.1 **Componentes del sistema de tratamiento:** 50
1.6.2 **Tratamiento terciario:** 53
1.6.3 **Desinfección:** 53
1.6.4 **Tipos de desinfectantes** 54
1.7 ANALISIS DE LABORATORIO 56
1.8 PARAMETROS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN 56
1.8.1 **Bacterias** 57
1.8.2 **Criterios de calidad bacteriológica** 58
1.8.3 Carga microbiana de diferente organismo 58
1.8.4 **Microorganismo indicador** 59
1.9 Protozoos 60
1.10 Parámetros fisicoquímicos 60
1.10.1 **pH:** 60
1.10.2 **Temperatura** 60
1.10.3 **Solidos disueltos (ppm)** 61
1.11 Enfermedades por fuentes hídricas 61
1.11.1 **Bacterias patógenas** 62
1.11.2 **Protozoos patógenos:** 62
1.12 Análisis estadístico de resultados: 62
1.12.1 Promedios 63
1.12.2 Promedio aritmético: 63
1.12.3 Mediana: 63
1.12.4 Varianza: 63

1.12.5 Desviación estándar:....64
1.12.6 Coeficientes de variación:....64
1.12.7 Intervalo:....64
1.12.8 Sesgo:....64
1.12.9 Curtosis:....65
1.12.10 Distribución Log normal:....65
1.12.11 Coeficientes de asimetría:....65
1.12.12 Gráfico de Barras....66
1.12.13 Histograma....66
1.12.14 Prueba de Kolmogorov-Smirnov....66
1.12.15 Prueba de Shapiro-Wilk....66
1.12.16 Análisis de correlación....67
1.12.17 Prueba de Levene homogeneidad de la varianza....67
1.12.18 Prueba T para muestras independientes....67
2 GLOSARIO....68
3 MARCO LEGAL....70
4 Marco metodológico....72
4.1 Zona de estudio....72
4.2 Diseño del ionizador....73
4.2.1 **Caudal**....80
4.3 Diseño del ionizador....81
4.3.1 **Fase I Definición estratégica**....81
4.3.2 **Recolección y análisis de la información preliminar**....82
4.3.3 **Correlación de parámetros**....86
4.4 Fase 2 diseño en concepto....89
4.5 Selección de material....89
4.5.1 **Interno**....89
4.5.2 **Externos**....89
4.5.3 **Resultados del estudio simulación en Solid Works**....90
4.5.4 **Análisis polipropileno**....90
4.5.5 Análisis resina poliéster....92
4.5.6 **Sistema eléctrico y electrónico**....94
4.6 Fase 3 Diseño en detalle....95

4.6.1 **Parte Electrica**.....95
4.6.2 **Carcasa**.....96
4.6.3 **Tapa** 96
4.6.4 **Porta Electrodo**.....97
5 VERIFICACIÓN Y TESTEO. 100
5.1 Construcción, del prototipo 100
5.1.1 Capacidad.....102
5.1.2 Presupuesto prototipo.....103
En la tabla 25, se evidencia el costo de cada pieza utilizada en el prototipo de aguas residuales, enfocado para una posible producción, en pro de reducción de costos. 103
5.2 Instalación.....104
5.2.1 **Vida útil**.....105
5.3 Análisis microbiológicos.....107
5.3.1 **Comparación resultados** 107
5.4 Análisis físico químico 108
5.5 Comparativo antes y después.....108
El resultado de la tabla ver anexo 16 nos confirma el supuesto de homogeneidad generando un resultado de significancia: 0.924 > 0.05, es decir se acepta la hipótesis nula de igualdad de varianzas. 109
Hipótesis estadística: 109
5.6 Comparación con otros desinfectantes 110
6 FICHA TÉCNICA.....111
7 CONCLUSIONES.....112
8 RECOMENDACIONES.....114
9 Bibliografía 115

LISTA ILUSTRACIONES

Ilustración 1, diseño del diagrama de flujo con retornos de retroalimentación, fuente propia. 35
Ilustración 3, diagrama esquemático de la fuente recuperado de www. La redelectronica.com 46
Ilustración 4, proceso PTAR con fotografías, 2017, oct, Fuente propia. 73
Ilustración 5, diagrama esquemático de la fuente recuperado de www. La redelectronica.com 100
Ilustración 6, Diagrama Pest, 2017, agosto, Fuente propia. 81
Ilustración 7, Diagrama de líneas pH, 2017, octubre, Fuente propia. 83
Ilustración 8, Diagrama de dispersión temperatura, 2017, octubre, Fuente propia. 84
Ilustración 9, Diagrama de dispersión ppm, 2017, octubre, Fuente propia. 85
Ilustración 10, Correlación temperatura-pH, fuente propia 86
Ilustración 11, Correlación ppm-pH, fuente propia 87
Ilustración 12, Correlación temperatura-ppm, fuente propia 87
Ilustración 13, flujo para el diseño del prototipo, fuente propia. **Error! Bookmark not defined.**
Ilustración 14, circuito electrónico vistas Solid Works herramienta CAD, fuente propia. ..... **Error! Bookmark not defined.**
Ilustración 15, solido isométrico, Solid Works herramienta CAD, fuente propia ..... **Error! Bookmark not defined.**
Ilustración 16, carcasa, Solid Works, herramienta CAD, oct, 2017, fuente propia. 96
Ilustración 17, tapa, Solid Works herramienta CAD, fuente propia 97
Ilustración 18, porta electrodo, Solid Works herramienta CAD, fuente propia. 98
Ilustración 19, isométrico y vistas, Solid Works herramienta CAD, fuente propia. . 99
Ilustración 20, isométrico a color, Solid Works herramienta CAD, fuente propia. 102
Ilustración 22, gráfico de barras antes y después microbiológicos, oct, Fuente propia 108
Ilustración 23, gráfico de barras antes y después ppm, oct, Fuente propia 109
Ilustración 24, ficha técnica, oct, Fuente propia 111

LISTA DE TABLAS

Tabla 1, propiedades atómicas de la plata (XTEC - Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya, 2010).....32
Tabla 2, propiedades físicas de la plata (XTEC - Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya, 2010).....33
Tabla 3, símbolos, 2017 agosto, fuente propia 45
Tabla 4, agua utilizada en la industria y sus contaminantes (todd,1975).....49
Tabla 5, causas y efectos de los contaminantes (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010).....50
Tabla 6, Principales tratamientos y sus propósitos (guía ambiental, 2002) 52
Tabla 7, tipo de cloradores (Rojas, acuaquimica, 1996).....54
Tabla 8, clasificación de agua por cantidad de coliformes (Rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010) 58
Tabla 9, carga microbiana de diferentes organismos (rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010).....59
Tabla 10, organismos indicadores (rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010) 60
Tabla 11, enfermedades de origen bacteria, (rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010) 62
Tabla 12, Sintomatología protozoos patógenos carga microbiana de diferentes organismos (rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010).....62
Tabla 13, cuadro clasificación para material, oct, 2017, fuente propia 77
Tabla 14, Tabla comparativo análisis microbiológico con la norma, 2017, oct, Fuente propia.....88
Tabla 15, carcasa propiedades polipropileno, solid Works herramienta CAD, fuente propia.....90
Tabla 16, resultados tensión polipropileno, salid Works herramienta CAD, fuente propia.....91
Tabla 17, carcasa propiedades resina poliéster, solid Works herramienta CAD, fuente propia.....91
Tabla 18, carcasa propiedades resina poliéster, solid Works herramienta CAD, fuente propia.....92
Tabla 19, carcasa tensión resina poliéster, solid Works herramientas CAD, fuente propia.....92
Tabla 20, carcasa deformación unitarias, resina poliéster, solid Works herramienta CAD, fuente propia. 93
Tabla 21, presupuesto total materiales, octubre, fuente propia 104
Tabla 22, antes y después parámetro microbiológico varianzas, oct, Fuente propia 107

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1, hidrodinámica, carlós lago Aguilar Madrid 1951, p.830, Illustrator, fuente propia. 39
Imagen 2, Reistores, Recuperado de https://www.google.com.co/search?q=Resistores+fijos&rlz=1C1HLDY 42
Imagen 3, Tabla de Colores, recuperado https://www.digikey.com/es/resources/conversion. 42
Imagen 4,, Potenciómetro, recuperado de http://electronicageneralenet1 43
Imagen 5, Diodo, recuperado de https://www.emaze.com/@AZIIIIFF 43
Imagen 7, Transformador, 2017 agosto recuperado de http://sirio.com.co/index.php/productos/transformadores-para-electric 44
Imagen 8, condensador, recuperado de http://a2itronic.ma/fr/home/518-condensateur-electrolytiquel 45
Imagen 9, visualización satelital granada. Se evidencia en el círculo rojo la posición exacta en la PTAR, y en la cual los puntos azules muestran el recorrido del rio por el sector. 72
Imagen 10, puntos de monitoreo para el análisis de los parámetros fisicoquímicos. 74
Imagen 11, prototipo imagen real, fuente propia..... **Error! Bookmark not defined.**
Imagen 12 piezas prototipo, fuente propia, Atapa, B carcasa, C portaelectrodos. ..... **Error! Bookmark not defined.**
Imagen 13, instalación cable dúplex, fuente propia, A techo, B entrada cable, C energizador 105
Imagen 14, prototipo verificado e instalado, fuente propia, A dispostivio, B cableado, C portaelectrodos.....105
Imagen 15, desgaste electrodos, fuente propia 106

RESUMEN

En Colombia, se ha evidenciado una grave problemática relacionada con el tratamiento del agua residual procedente de plantas de beneficio animal, debido a que en la mayoría de los casos no cuentan con una de ellas, o en su defecto si las tienen son de tipo primario, es decir, que cumplen con la remoción de sólidos gruesos, sedimentables, arenas y grasas, sin darle mayor importancia a contaminantes microbiológicos. Por consiguiente, se propuso la ionización de plata como método desinfectante, el cual ha sido probado en otros contextos con resultados positivos, evaluando su viabilidad, poca inversión y fácil implementación.

En la metodología fue indispensable estudiar el escenario donde se implementará el dispositivo, el frigorífico Sumapaz, analizando datos como cantidad de animales beneficiados al día, cantidad de agua utilizada, componentes de la planta de tratamiento de agua residual, caudal y vertimiento puntual.

Para la construcción del prototipo se desarrolló siguiendo cuatro de las siete fases del diseño de producto desarrolladas por Zunini (2009), las cuales son, definición estratégica, en esta fase se identificó los requisitos a tener en cuenta para la construcción del prototipo, analizando el agua residual a tratar a través de parámetros: físicos, químicos y microbiológicos como lo son: partículas por millón (ppm), pH, temperatura, caudal, *protozoarios, enterococos, y coliformes.* Encontrándose presencia activa de estos dos últimos.

En el diseño conceptual se realizó una selección de materiales teniendo en cuenta los requisitos del contexto y apoyada de una modelación CAD, prosiguiendo con el diseño en detalle, donde se diseña cada pieza del prototipo plasmada en bocetos con sus respectivas medidas para su posterior construcción.

Con el prototipo construido se verifico su funcionamiento simulando el ambiente a tratar, visualizando y midiendo el desprendimiento coloidal con respecto al voltaje suministrado. Siguiendo con la puesta en marcha y validación instalando el ionizador en la parte final de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), para evaluar su eficiencia bactericida, analizando el agua resultante de la ionización con los mismos parámetros físico químicos y microbiológicos de la contextualización, evidenciadose una disminución y/o ausencia de *coliformes* y protozoos parásitos humanos demostrando el efecto bactericida al eliminar completamente la carga microbiana, sin generar ningún residuo ni afectación en los parámetros fisicoquímicos, logrando inclusive disminuir el nivel de ppm, probando así que la ionización con plata es funcional a la hora de desinfectar aguas residuales provenientes en plantas de beneficio, existiendo la posibilidad que se tenga en cuenta este método como una alternativa a tratamientos de desinfección en aguas residuales, con ventajas tales a fácil implementación y ejecución.

INTRODUCCION

La presente investigación se refiere al estudio de la plata como tratamiento desinfectante en aguas residuales provenientes de plantas de beneficio vacuno, al indagar los determinados usos que se le ha dado a la plata y el supuesto de ser un metal con propiedades oligodinámicas en estado coloidal.

Caracterizada por ser usada en diferentes contextos como desinfectante, pero que no ha sido probado en aguas residuales industriales, se decide evaluar su funcionalidad en este sector ya que sus aguas contienen un alto nivel de microorganismos, al analizar el contexto del problema se evidencia una grave problemática causada por la ilegalidad, poca inversión en tratamiento de aguas, falta de controles y una normatividad en proceso, provocando que los vertimientos puntuales de este tipo de industrias contengan contaminantes peligrosos tanto para el medio ambiente como para las personas.

Por consiguiente, se realiza una investigación de campo del frigorífico Sumapaz ubicado en Granada Cundinamarca, identificando los diferentes procesos y variables que integran la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) realizando un análisis del efluente en diferentes puntos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Con el fin de identificar la cantidad de microorganismos a eliminar, requisitos de instalación, caudal y cantidad de voltaje suministrado al dispositivo.

Teniendo claro el contexto donde se va a implementar el ionizador se desarrolló un prototipo capaz de cumplir con los requisitos predispuestos anteriormente. Teniendo en cuenta dentro de la construcción tipo de material, diseño de la carcasa, porta electrodos y circuito capaz de transformar corriente alterna a continua con regulación de voltaje y el nivel de pureza de las barras de plata.

Prosiguiendo con la instalación y evaluación del mismo se tuvo en cuenta los mismos parámetros medidos con anterioridad para poder hacer un comparativo estadístico en dos tiempos antes y después del ionizador, buscando demostrar cambios en el comportamiento del agua y la posible correlación de los parámetros medidos, con la finalidad de generar conclusiones practicas sobre la factibilidad de implementar un dispositivo ionizador de plata en una planta de tratamiento de agua residua, incluyendo sus ventajas y desventajas para generar un aporte académico en esta línea investigativa.

Al finalizar el trabajo se exponen las conclusiones de la efectividad coloidal del prototipo, el reaccionar del agua y la factibilidad de implementación.

El trabajo se estructura primero con el planteamiento del problema detallando cada uno de los causales de las variables que intervienen en el desarrollo de la problemática, desde un enfoque internacional nacional y regional, seguido de una justificación donde se expondrá investigaciones pertinentes al tema de la plata coloidal y sus diferentes aplicaciones en relación a la desinfección mostrando la

necesidad de evaluar el método en aguas residuales. En el siguiente capítulo se describirá el objetivo general de la investigación así como los objetivos específicos necesarios para lograrlo. A continuación estará el capítulo de antecedentes, donde se describirá en forma breve los estudios históricos más relevantes en relación a la plata y sus diferentes usos.

En el capítulo marco teórico, se expondrá la investigación realizada con fuentes secundarias en relación a las propiedades físico químicas de la plata, parámetros necesarios para el diseño de un prototipo, sistemas eléctricos, aguas residuales, parámetros indicadores de contaminación, tratamientos de aguas residuales y tipos de desinfectante existentes.

En el capítulo glosario se evidenciará los conceptos más relevantes al proyecto, como lo es conceptos electrónicos y técnicos. El siguiente será el marco legal, esté contendrá las leyes que intervienen en la regulación de los vertimientos puntuales de plantas de beneficio, aguas residuales, cuencas hidrográficas y parámetros máximos permisibles para la reutilización de aguas.

En el marco metodológico, se estructurará los pasos necesarios para cumplir con los objetivos específicos y las diferentes metodológicas utilizadas en cada uno, empezando desde la zona de estudio y las fases de diseño del producto desde la definición estratégica, diseño en concepto, diseño en detalle, puesta en marcha, verificación y testeo.

En el siguiente capítulo se evidenciará los resultados obtenidos en las actividades descritas en la metodología demostrando el cumplimiento de los objetivos propuestos en la investigación sirviendo de base para desarrollará conclusiones y recomendaciones expuestas en la parte final del trabajo. En el capítulo ficha técnica se expondrá el cuadro con la descripción general del prototipo, apariencia física y especificaciones técnicas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es el recurso natural indispensable para la supervivencia de cualquier forma de vida, además, es el disolvente universal por excelencia al ser una molécula polar que permite relación molecular, por ende, posee gran capacidad para disolver líquidos y sólidos, esta propiedad ha hecho que su uso sea muy variable en la industria, desde la creación de productos que necesitan grandes cantidades de agua para ser fabricados, como también para diluir y evacuar sus contaminantes. Estas características han hecho que el agua sea considerada como un bien económico altamente demandado, desencadenado escasez de este vital recurso. Los Países desarrollados consumen mayor cantidad de agua, tanto a nivel industrial como per capital; en Estados Unidos se evidencia que el uso del agua por parte de la industria es de 220.6 km^3/ año, así como en Rusia que es de 39.60 km^3/ año. (UNESCO, 2017) (Suárez J. , 2017)

De acuerdo a los datos del sistema de información global de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (AQUASTAT), en relación al agua el uso predominante en el mundo está en el sector agroindustrial representando el 70% seguido por el uso industrial con un 20% y el doméstico (o 'municipal'), a poco más del 10% del total global además se estima que para el año 2025 el uso anual global de agua por parte de la industria aumente a 1.170Km^3. La situación empeora según el reporte de las Naciones unidas donde se evidencio que todavía el 80 por ciento del agua residual que se genera en los ciclos urbanos globales, tanto domésticos como industriales, regresan nuevamente al medio natural sin ser tratados o reusados. (UNESCO, 2017)

En cuanto a los países latinoamericanos se refleja un mayor uso en el sector agroindustrial, siendo Brasil el país con la más alta tasa con 31.70 km^3/ año, seguido de Argentina con 21.52 km^3/ año. Reflejándose la problemática relacionada al tratamiento de agua en mayor medida, especialmente por cuestiones monetarias en un contexto donde los presupuestos gubernamentales son limitados, las tarifas de los servicios hídricos no alcanzan a cubrir los costos de su prestación, el cumplimiento de la normativa vigente es poco estricto y se debe atender a otras necesidades sociales urgentes como la desigualdad, inseguridad y tráfico de estupefacientes (UNESCO, 2009) (Fonoteca, 2012)

Por consiguiente, casi la totalidad de las aguas residuales urbanas, incluyendo todos los residuos industriales excepto los más tóxicos, son evacuadas en las masas en acuíferos más cercanos sin ningún tipo de tratamiento. Muchos ríos, lagos y zonas costeras, resultan, considerablemente contaminados desencadenando consecuencias graves, no solo para el medio ambiente, sino también para la salud, el bienestar de la población, el desarrollo socioeconómico general de la región, especialmente en el caso de la industria y el turismo. (UNESCO, 2017)

A nivel nacional el panorama no es distinto a lo reflejado anteriormente, Colombia sigue en mora con el tratamiento de aguas residuales, cerca del 80 % no es tratada adecuadamente. Según las últimas revisiones de la Asociación Colombiana de Ingeniería (Acodal) solo el 31% de las ciudades colombianas cuenta con sistemas de tratamiento adecuado, de los cuales el 29% de los sistemas existentes son de tipo primario (remoción de sólidos gruesos, sedimentables, arenas y grasas) además no se conoce la eficiencia de los mismos, dejando de lado los vertimientos no puntuales que son tan importantes como críticos por su alta contribución a los procesos de contaminación, no sólo de los cuerpos de agua receptores, sino también de los suelos drenados por ellos.

Esto se debe a una falta de control de parte del estado lo que deriva el no cumplimiento de los requisitos predispuestos por la reglamentación nacional sobre el vertimiento de aguas residuales, indicados en el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010, (modificado por el artículo 1 del Decreto 4728 de 2010 y hoy compilados en el Decreto 1076 de 2015) el cual tiene como objetivo revisar los vertimientos puntuales que se realizan en ocho sectores y 73 actividades productivas a partir de 56 parámetros que consideran las características de actividades industriales, comerciales y de servicios. Este enfatiza la falencia que presenta los mecanismos para el ejercicio del control, generándose así, una profunda inquietud para investigar y evaluar mejores estrategias que permitan su inclusión, al cual están obligadas las autoridades ambientales, evidenciándose algunos conflictos derivados de su aplicación, pues las diversas interpretaciones que se pueden generar han sido variables dependiendo de la autoridad ambiental. (Pérez & Martínez, 2012)

Dentro de los controles realizados en diferentes sectores económicos se ha evidenciado la poca salubridad en sus procesos y tratamiento de aguas residuales, es el caso de las plantas de beneficio donde ha crecido la problemática, ya que esta actividad se ha desarrollado de forma irregular en diferentes partes del país, existiendo numerosas plantas ilegales que no cubren ningún parámetro de salubridad dentro del proceso de faenado y mucho menos tienen algún tratamiento. (Invima)

De acuerdo con un informe realizado por el área de Auditoría Interna de Recaudo de la Federación Colombiana de Ganaderos, Fedegán-FNG, en promedio al mes se están sacrificando en el país 50 mil 719 reses, de las cuales 12 mil 24 son inmoladas de manera ilegal. En regiones como la guajira los datos son más alarmantes ya que el sacrifico ilegal representa cerca del 85% del ganado faenado. Estos datos son preocupantes ya que conllevan a repercusiones graves tanto higiénicas y ambientales.

Hay que resaltar el peligro que conlleva esta situación, ya que se utiliza una gran cantidad de agua, que podría establecerse en aproximadamente cinco litros por kilo de peso vivo del animal. Para las aves, se estima entre 5 y 10 litros por animal, para vacuno unos 500-1000 litros por pieza y en el caso del porcino unos 250-550 litros por pieza. Tales contaminantes son extraídos en procesos de ducha o lavado del animal ante mortem, limpieza de instrumentación y superficie en el área de

insensibilización y sangría, lavado en el desollé, lavado de vísceras, procesamiento de escaldado de las vísceras blancas y finalmente el lavado a presión de la canal. Las cuales al finalizar el proceso tienen contaminantes tales como materia orgánica, solidos suspendidos, aceites, grasas fosfato, nitrógeno y sales. Además, los efluentes tienen altas temperaturas y contienen organismos patógenos. (Poblet, 2009) (Frers, 2011).

Por tal motivo el agua residual debe tener un trato adecuado, de lo contrario se pueden originar la rápida propagación de bacterias patógenas como *Vibrio cholerae*, causante del cólera; *Escherichia coli, Campylobacter* y *Yersinia enterocolitica*, responsable de gastroenteritis agudas y diarreicas; *Salmonella typhi,* que produce fiebres tifoideas y paratifoideas; y *Shigella*, la cual provoca disentería. (Frers, 2011).

Con lo anterior, se resalta el peligro latente que tiene este sector, donde los diferentes municipios y entidades reguladoras deben actuar en conjunto para lograr una solución lo más rápido posible. El estado Colombiano ha empezado a tratar el tema con nueva normativa actualizando leyes enfocadas al control de este sector económico, como lo es el Decreto 2270 del año 2012, que modificó al 1500 del 2007 para la Vigilancia y Control de la Carne y Productos Cárnicos Comestibles destinados para el Consumo Humano, estas medidas establecidas por el Invima se han hecho efectivas dando como resultado el cierre del 50 % de las plantas de beneficio del país ya que no cumplían con los requisitos mínimos de funcionamiento y salubridad.

Además, para disminuir riesgos de contaminación se dictamino que solo funcione un matadero por Municipio. En eso consiste la racionalización, generando cierres de varias plantas de beneficio que además no cumplían con los requisitos impuestos por el Invima, dejando a algunos municipios sin un lugar predispuesto para esta finalidad ya que el presupuesto no alcanza para construir una planta que cumpla con la normatividad y en estas pequeñas zonas no es factible invertir una alta cantidad de dinero para beneficiar solo 10 vacas máximo por día, dando cabida a la proliferación de nuevos mataderos ilegales o los llamados matarifes.

En Cundinamarca se presume los 110 mataderos que se ubican en los 116 municipios de la región se están cerrando bajo por circunstancias como las descritas anteriormente, también se suma que las Alcaldías nunca tuvieron, dentro de su presupuesto, partidas para mejorar los mataderos. Esto ha hecho que la producción de carne baje considerablemente, los precios suban y aumente la ilegalidad generando así un nulo control de los procesos, lo que puede acarrear consecuencias nefastas a corto y largo plazo. (Fedegan, 2016)

En el municipio de Granada está en funcionamiento la planta de beneficio de Sumapaz la cual gracias a la intervención de la CAR ha logrado integrar una PTAR con proceso primario, biológico y complementario, sin embargo, se ha evidenciado la falta de sanidad en el proceso de faenado, además de carecer de una infraestructura idónea para la disposición final de los lodos y vísceras resultantes

del proceso. Considerando también que utilizan cloro dentro del proceso de desinfección el cual puede acarrear un impacto ambiental ya que el cuerpo receptor de estos vertimientos es el río Subia donde puede reaccionar con compuestos orgánicos aumentando el riesgo de formación de compuestos carcinógenos para el ser humano trihalometanos (THMs) siendo un dato alarmante considerando que estas aguas son utilizadas para riego en localidades cercanas y por otro la liberación del cloro en el ambiente generando un deterioro en la capa de ozono (O_3), se dice que un solo átomo de cloro es capaz de destruir hasta 100.000 moléculas de este alótropo. (Molina, Rowland, & Crutzen, 1970) (Sanchez, 2008)

JUSTIFICACIÓN

Es público que diferentes tipos de metales en pequeñas concentraciones tienen propiedades oligodinámicas, es decir, tienen efectos letales en los microorganismos, uno de estos es la plata, (Ag^+) donde a lo largo de la historia se le asocia con la purificación del agua. En la actualidad se sabe que, para lograr una óptima desinfección, este metal debe tener una forma iónica, los iones de Ag^+ se pueden obtener de diversas maneras: a partir de sales como el nitrato de plata ($AgNO_3$), por medio de generadores electrolíticos o a partir de una suspensión coloidal. (National Research Council, 1980)

Estas presentaciones han sido evaluadas en diferentes contextos con resultados positivos citando investigaciones tales como el uso de iones de plata y de cobre (Cu) generados electroquímicamente en torres de enfriamiento con el fin de disminuir la cantidad de cloro utilizada, se encontró que estas relaciones son efectivas, tanto así que se podría considerar como una alternativa viable para sustituir o disminuir el consumo de cloro, impactando en menor medida el ambiente, la investigación demostró que la efectividad del tratamiento fue del 99%. (Martinez, Meza, & Gallegos, 2002)
También se ha demostrado el uso de la plata en estado de nitrato para el tratamiento de lodos de aguas residuales domesticas analizando el efecto en *coliformes fecales*, y en huevos de helmintos con un tiempo de contacto de 60 minutos, disminuyendo hasta el 65% de coliformes fecales y el 25% huevos de hemilton, en menos de 20 minutos. (Ortega P. A., 2006)
Estas propiedades ya han sido reconocidas por instituciones como lo es el Centro Panamericano de Ingenierías (CEPI), el cual en sus guías para la calidad de agua aconseja el uso de esta técnica por su simplicidad, efectividad y de no generar cambios organolépticos en el agua tratada ni generar subproductos.

Adicional, se ha implementado la ionización de plata en productos con fines comerciales, en Colombia existe empresas como lo es Acuapura la cual diseña y vende diferentes modelos de ionizadores de plata, con capacidad para tratar 150 a 300 metros cúbicos de agua almacenada o un caudal continuo de 8 galones por minuto, resaltan su efectividad, baja inversión y fácil implementación.

Por consiguiente se pretende enfocar este método en industrias de beneficio bovino, validando su funcionamiento en el frigorífico Sumapaz, pretendiendo demostrar la eficiencia del método en este ambiente y lograr un aporte práctico como alternativa de solución a la falta de recursos de las industrias de beneficio en el tratamiento desinfectante a la hora de mejorar sus plantas de tratamiento de agua residual y metodológico para que la información lograda sea de utilidad para futuras investigaciones.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un prototipo enfocado a la inhibición bacteriana mediante la Ionización de Ag^+ direccionado hacia el tratamiento de aguas residuales provenientes de las industrias frigoríficas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el análisis físico, químico y biológico en el agua residual a tratar del frigorífico.
- Diseñar y construir el prototipo de ionización de plata.
- Evaluar el prototipo a nivel industrial en la planta de beneficio y sus condiciones de instalación.

ANTECEDENTES

La plata en estadio iónico es lo suficientemente pequeña para romper la membrana celular de las bacterias y conseguir entrar con el fin de alterar la función enzimática, es decir que solo con pequeñas concentraciones se puede conseguir un efecto bactericida. Esta propiedad ha sido utilizada en procesos quirúrgicos, en sistemas industriales de refrigeración, en agricultura y hasta en la potabilización de agua. (Perez, et al 2014) (Ramon Pérez, 2014),

Los reportes de estudio se remontan a la década de los noventa donde Bod Beck físico y electro medico americano, realizó un protocolo en el cual incluye el consumo de plata ionizada para el beneficio de la salud cuyo principal objetivo era la eliminación de patógenos como virus, bacterias y hongos, el cual dio paso a las siguientes investigaciones. (Martinez, Meza, & Gallegos, 2002)

En esa línea argumental, En la universidad de Madrid, facultad de medicina se presentó una prótesis que produce una mayor sustentabilidad del paciente a la infección, con el uso de nanomateriales de plata para eliminar la adherencia bacteriana y mejorar los puntos de vista de la prevención de la infección. (Ramón Pérez, 2014).

Aún más reciente en la misma área de investigación, se encuentra la relacionada con la ionización con plata y cobre para combatir las bacterias y postula la implementación de un sistema de ionización en las instalaciones hídricas para combatir la *legionella* bacteria muy frecuente en los hospitales, comprobando la bioseguridad, los bajos costes y la no contaminación hídrica. El trabajo trata sobre el diseño del equipo de ionización y su posterior validación. Dando resultados positivos al eliminar en poco tiempo la bacteria de los conductos de agua. (Sánchez Luis, 2016)

En cuanto a la industria, se habla de sustituir el cloro en los sistemas de enfriamiento para reducir el impacto ambiental y a su vez tener un control microbiológico de las bacterias del agua. El método que utilizar es generar iones de plata y cobre electroquímicamente. Se expone la eficiencia de mezclar concentraciones mucho más bajas de cloro con los iones de plata y cobre para combatir las bacterias y a su vez generando un bajo impacto ambiental, la concentración abatieron las bacterias relacionadas con hierro y las bacterias sulfato conductora, indicando la efectividad del tratamiento en un 99%. (Susana Silva Martínez, 2002)

En efecto en area de agricultura en chile, se realizo una investigacion la cual buscaba nuevas alternativas para el control de las pudricciones en la postcosecha de limones, se procede a evaluar la efectividad del tratamiento de ionizacion de cobre, plata y dioxido de cloro a traves de dos ensayor con dos tipos de limones unos inoculados con *penicillium* y otros no inoculados, el objetivo del ensayo fue determinar la efectividad de los tratamientos en el control de diferentes patogenos involucrados durante el almacenaje de los frutos. Concluyeron con la investigacion

que al aplicar una solucion de dioxido de cloro o de cobre por separado no generan resultados tan efectivos que combinando estos dos elementos. (Castro Jose, 2004)

En mexico se investiga el mecanismo de accion de la plata en forma nanometrica como metodo antifugicida. Las nanoparticulas de plata fueron elaboradas a traves de una solucion acuosa de gelatina-glucosa, la solucion fue sometida a un tratamiento termico agregando la solucion gota a gota, realizandose estudios morfologicos de las nanoparticulas, luego estas fueron sintetizadas mediante el método de reducción química. Las variables de síntesis influyeron de una manera importante en el tamaño de partícula, Evidenciando suinteraccion con los grupos amida e hidroxilo libres de la gelatina, impartiendo estabilidad a las soluciones coloidales. La velocidad de crecimiento de *Colletotrichum gloesporioides* disminuyó a medida que la concentración de nanopartículas de plata aumentó en el medio de cultivo. Sin embargo no se observó una completa inhibición del hongo bajo las condiciones utilizadas en los tratamientos.No hubo una influencia en la actividad antifúngica por efecto de la variación del tamaño de partícula, (Aguilar, 2010).

Ya a nivel nacional se han evaluado diferentes tipos de filtros en los cuales se ha observado los cambios organolépticos, la variación de los fisicoquímicos y la remoción de microorganismos que presentaron cuatro muestras tomadas en diferentes puntos del rio Otún de la ciudad de Pereira con grados de contaminación distintos, realizándose comparaciones y verificando que cumpla con ley que rigüe el estado del agua potable en Colombia. Se comprueba la actividad bactericida de la plata coloidal en los filtros y arcilla mezclados con aserrín demostrándose que es un método confiable para el tratamiento de aguas y como una solución para las personas de escasos recursos que no cuentan con agua potable (Vidal Sandra, 2010).

En la universidad industrial de Santander se realizó una síntesis de nano partículas de plata empleando tres tipos de agentes reductores: cisteína, aniones citrato e hidracina. Adicionalmente se evaluó el efecto sinérgico entre las partículas sintetizadas con diferentes mecanismos de acción antimicrobiana, dando como resultados del potencial de las nano partículas de plata (AgNPs) sintetizadas por reducción química como agentes antibacterianos contra bacterias patógenas si se utilizan con antibióticos de alto espectro contra bacterias (Paredes Daisy, 2011).

1 MARCO TEORICO

1.1 LA PLATA

Elemento químico de símbolo Ag, de la abreviación en latino de argentum (blanco y brillante), del grupo de los metales de transición, el cual es un metal escaso, sin embargo, es el menos costoso de los metales preciosos (oro, plata y platino) (Morones Ramírez, 2010)

La forma natural de la plata es mineral usualmente en aleación con metales como oro y cobre. Alguna de las aplicaciones son: creación de joyas y objetos para decorar, monedas, fotografía, cableados de corriente, fabricación de instrumentos musicales y como potente agente microbicida. (Morones Ramírez, 2010, p.2)

Se considera que el mayor impacto que produjo la plata fue el uso que se le dio como base monetaria y económica, en la época del imperio greco-romano hasta antes de la primera guerra mundial y se espera que en el futuro sea un potencial candidato como antibiótico. (Morones Ramírez, 2010)

1.1.1 Propiedades fisicoquímicas

Es un material blando, maleable con un brillo característico, tiene la conductividad térmica y eléctrica más elevada de todos los metales, es soluble en ácidos sulfúricos y nítricos. Se obtiene por varios procedimientos: Amalgamación, conurbación, químico, copelación y electrolisis. En la tabla 1 y 2 se detallan las propiedades fisicoquímicas de estos elementos (XTEC - Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya, 2010)

.

Propiedades Químicas	
Estructura Electrónica	Kr] $4d^{10}$ $5s^{1}$
Estructura cristalina	Cúbico centrada en las caras
Número atómico	47
Masa atómica (UMA)	107,8682
Radio Atómico - Goldschmidt (nm)	0,144

Tabla 1, Propiedades atómicas de la plata (XTEC - Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya, 2010)

Propiedades Físicas	
Densidad a 20◦C	10,5
Punto de ebullición (◦C)	2212
Punto de fusion (◦C)	961,9

Dureza	2.5 a 3 Mohos

Tabla 2, Propiedades físicas de la plata (XTEC - Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya, 2010)

1.1.2 Efectos de la plata coloidal sobre la salud

La plata solo crea afectaciones para la salida en dosis altas se han presentado descoloramiento de la piel, pelo y uñas, tendiendo a una pigmentación azulada o negruzca esta sintomatología tiene como nombre argiria, para desarrollarla se requiere muchas exposiciones a la plata, sin embargo, la pigmentación no acarrea más consecuencias si no solo estéticas. En los ojos se puede causar graves daños de córnea si se expone prolongadamente, esta sería la consecuencia más grave a causa de la plata la cual debe ser una exposición de gramos es decir altas dosis. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016)

1.1.3 Desinfección con plata

Se ha verificado que algunos metales como la plata (Ag), el cobre (Cu), el mercurio (Hg), el manganeso (Mn) y el hierro (Fe), entre otros tienen propiedades desinfectantes acuñando el término “oligodinámicas” que significa “efecto o poder en pequeña cantidad”. De los metales anteriormente nombrados la plata ha sido utilizada con mayor frecuencia ya que su propiedad desinfectante en estado coloidal es efectiva y además porque las partículas se cargan eléctricamente con mucha facilidad. (BVSDE, 2013)

La plata tiene gran capacidad para eliminar diversas bacterias y hongos, pero no se ha conocido efectos positivos en virus, el mecanismo desinfectante consiste en irrumpir en el metabolismo respiratorio de las células, pero factores como temperatura hacen que determinar el poder germicida con exactitud sea complicado. La plata coloidal puede permanecer mucho tiempo en el agua, pero a la hora de reaccionar con materia orgánica es lento el proceso Las dosis recomendadas para una alta eficiencia germicida están en el rango de 25 a 75 microgramos de plata por litro (0,025 – 0,075 mg/l). (Martinez, Meza, & Gallegos, 2002)

1.1.4 Formas fisicoquímicas de la plata como desinfectante

La plata es utilizada como desinfectante en su forma ionica, la cual se obtiene a partir de sales como lo es el nitrato de plata, mediante ionización o suspensión coloidal. Su poder bactericida es muy potente en agua y además no deja rastro de sabor u olor. Ademas no se ha evidenciado reacciones adversas como lo hace el cloro, por lo cual es fácil mantener una dosis residual efectiva. (Beer, 1999; Craig, 2001). (National Resarcí Council, 1980; Pecar et al., 1982). (CNA, 2000; Áster et al., 2004).

1.1.4.1 Nitrato de plata

Es de las formas físicoquímicas de la plata que más usos se le da para desinfectar. Su forma física es salina con presentación de barra moldeada con nombre caustico lunar o lápiz cáustico, su aplicabilidad va desde la aplicación en la prevención de conjuntivitis e infecciones gonocócicas en los ojos de los recién nacidos y para cauterizar hemorragias.Se ha demostrado que en concentraciones de 30ppm no inactiva bacterias en biopeliculas, sin embargo cuando se combina con algunos complejos de éter tiene un efecto bactericida mayor para *P. eruginosa.* (Yi et al., 2003). (Luque et al., 2003). (Iáñez, 1998; Yi et al., 2003; Mateos, 2004) (Armon et al., 2000).

1.1.4.2 Iones plata electro generados

Consiste en liberar iones de plata en agua a través por medio de corriente eléctrica continua, la variación de corriente depende del caudal del agua a tratar ya que el desprendimiento de iones de plata es proporcional a la corriente eléctrica suministrada a los electrodos. (Beer, 1999; Craig, 2001). (Astier et al., 2004).

1.1.5 Ventajas y desventajas de la desinfección con plata

La mayor virtud de la utilización de plata como desinfectante es que no produce sabor, olor ni color en el agua y no se forman productos adicionales, además que su implementación es relativamente simple y fácil lo cual puede resultar beneficio a localidades muy alejadas que no cuentan con sistemas desinfectantes.
Su mayor desventaja es que no se puede tener un control riguroso del agua tratada ya que la dosificación depende de la cantidad de contaminantes que contenga y la única forma de saber esto es con un análisis de laboratorio y por ende la falta de un método rápido *in situs* lo vuelve una gran dificultad. Otra desventaja es que dependiendo el agua a tratar los electrodos de plata se pueden gastar rápidamente y los costos que acarrearían este cambio constante serian elevados. (Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental)

1.2 PARAMETROS DE DISEÑO

El objetivo de la ingeniería es proporcionarle a la sociedad lo que la civilización moderna requiere, es el eslabón que une, convierte y mejora aspectos necesarios para el hombre.

En cuanto al diseño es la formulación de un plan, esquema o método para trasladar una necesidad a un dispositivo que funcionando satisfactoriamente cubra la

necesidad original. Por ejemplo, crear un mecanismo el cual pueda dar una purificación a las aguas residuales. (Ortega M. S., 2014)

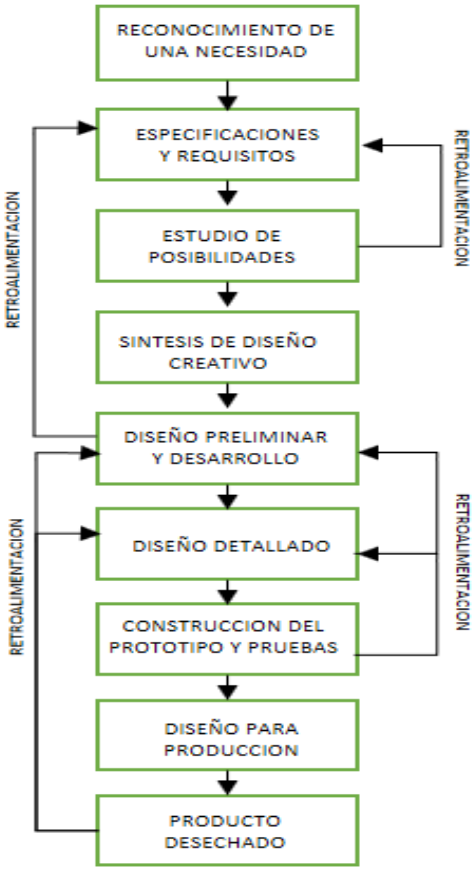


Ilustración 1, diseño del diagrama de flujo con retornos de retroalimentación, fuente propia.

A continuación, se especifica sobre cada uno de los títulos del diagrama de la ilustración 1.

1.2.1 **Reconocimiento a una necesidad:**

Este aspecto del diseño puede tener su origen en un número cualquiera de causas. Ejemplo la construcción y desarrollo de patentes de un determinado producto o de su incorporación a un diseño ya establecido, o cualquier otra necesidad. (Ortega M. S., 2014).

1.2.2 **Diseño detallado**

En esta fase se finiquitan detalles del diseño en cuanto al dimensionamiento de cada uno de los componentes. Diseñando por cada pieza dibujos detallados de cada uno de sus componentes, con su respectiva lista de partes con nombre, cantidad y material a utilizar. (Deutachman, 2004)

1.2.3 **Construcción del prototipo y pruebas**

En esta etapa, se fabrican las partes, se comparan los componentes comerciales y las maquinas o sistemas después del ensamble esta lista para su evaluación y prueba. Al fin del periodo de prueba se podrá conocer o no los datos que requieren cambios o modificaciones en el diseño preliminar o de un área específica del diseño. (Deutachman, 2004).

1.2.4 **Prototipo**

El proceso de configuración de prototipo requiere un análisis de geometría de piezas que se requiere fabricar por primera vez o reproducir, esto exige una revisión de número y forma de las caras, atención de los detalles, hendiduras y protuberancias. Esto es determinante para planear el procedimiento, las decisiones de manufactura se toman basadas en bocetos, planos o modelos tridimensionales. La fabricación de un prototipo depende de matrices, piezas prefabricadas, insumos o moldes. El propósito es disminuir la incertidumbre con respecto a los detalles (Aragon, 2014).

1.2.5 **Aspectos**

Forma: hay dos formas definidas que podemos encontrar en un proyecto, orgánicas o geométricas, también puede existir combinaciones de las 2 anteriores. Pero las formas también pueden ser llenas o vacías y podemos sumarle esto al número de partes que lo componen. (Aragon, 2014).

1.3 Materiales proceso

1.3.1.1 Yeso

Este material es de origen mineral, básicamente es el sulfato de calcio cristalizado. Es empleada para fabricar pavimento, estucos, molduras, mármol artificial, etc. es

un material blando y algo soluble en agua, al tener una superficie delicada es muy vulnerable al desgaste.

Tipos de yesos

Yesos artesanales

Yesos industriales horneados

Yesos con aditivos (dentales)

1.3.1.2 Material alginato

Es una sustancia que se obtiene de forma natural de las paredes celulares de las algas, es usado a nivel empresarial como espesante para cremas, detergentes, textiles, Además es un material utilizado para fabricar impresiones dentales.

A nivel comercial tiene una presentación en polvo la cual al mezclarse con agua produce una reacción química obteniendo una masa lista para usar. (Aragon, 2014)

1.3.1.3 Material acrílico liquido

El acrílico liquido es un compuesto químico también llamado acrílico para estructuras se puede utilizar en esculturas, artesanías, pequeños objetos y en pinturas. El acrílico líquido tiene más resistencia y dureza que la resina polyester, es más conveniente para el uso de piezas pequeñas o frágiles (Aragon, 2014)

Tipos:

Polímero termoplástico: de estructuras lineales o ramificadas que pueden ser ablandados por el calor darles una forma y de nuevo color pueden volver a su forma original

Polímeros termoestables: son plásticos que se solidifican al ser fabricados y no pueden ser ablandados por el calor (estos son polímeros cirílicos)

Para dar inicio es necesario tener una pieza original o matriz para usarla como molde. Lo primero se hace es tomar un trozo se plastilina, luego se forma un bloque regular, se introduce la figura en a la plastilina para creación del molde.

1.3.1.4 Material resina

Sustancia que sufre un proceso de polimerización o secado resultando después un producto sólido.

Propiedades: alta viscosidad, densa, pegajosa, aromática, translucida con tendencia a un color amarillo.

1.3.1.5 Material siliconas

Polímero hecho principalmente de silicio inodoro e incoloro, resistente a altas temperatura por lo cual es usado en gran medida a nivel industrial y en aplicaciones médicas o quirúrgicas como prótesis o implantes de mamas. (Aragon, 2014)

Los moldes elaborados en silicona se pueden hacer miles de copias sin perder calidad ni desgastarse.

Se pueden hacer fácil mente moldes en 3D. Para esto hay que aplicar la silicona igual para los dos tipos de moldes

Tipos

- Silicona transparente adherencia fuerte a vidrio cerámica madera y metales
- Silicona blanca temperatura inferior a 200°C y buena elasticidad
- Silicona roja alta temperatura
- Silicona negra acción de humedad

1.3.2 **Resistencia de materiales**

Es la capacidad que tiene un material a resistir la acción de fuerzas aplicadas. Para evaluar

La resistencia de materiales es la capacidad para resistir la acción de fuerzas aplicadas. Desafortunadamente, la resistencia de un material no se puede representar por un solo número, porque su aptitud para resistir la acción de las cargas y fuerzas depende de la naturaleza de estas, de las clases de esfuerzos inducidos y de otras circunstancias. (Aragon, 2014).

Si un elemento tiene que ser sometido a un esfuerzo que exceda de su límite elástico, la deformación permanente que recibe puede inutilizarlo para el servicio ulterior. Así, que el limite elástico es un criterio importante en la resistencia de materiales.

El esfuerzo máximo es un criterio importante en la resistencia de materiales, porque un elemento pierde ciertamente su utilidad cuando no está endemne. (Moring, 2006).

1.3.3 **Cálculos básicos para la dosificación y manejo de caudales**

Caudales: por caudal se entiende la cantidad de agua que fluye en un tiempo dado. El caudal puede expresarse, en litros /seg m^3/hr, galones/minuto etc. Para convertir los caudales de unas unidades a otras, debemos recordar algunas equivalencias.

1 m^3=1000l

1 l=1000cm^3

1 gal=3.75 l

1kg=1000 gr

1 ton =1000kg

1 hora=60 min =3600seg

1.3.3.1 ***Presión hidrodinámica***

El teorema de Bernoulli permite dilucidar más profundamente la naturaleza de la presión en el caso del movimiento permanente de un líquido. Cuando el líquido está en reposo, existe en cada uno de sus puntos una presión hidrostática *p h y* el principio de Arquímedes muestra que un cuerpo sumergido en el fluido experimenta una fuerza de flotabilidad igual al peso del volumen del líquido que se desaloja. Las partículas del líquido también experimentan y están sujetas a este principio, y, por tanto, están en equilibrio bajo la presión hidrostática *p h* y la fuerza de la gravedad. De aquí que la expresión *P h /p +gh* sea constante en todos los puntos del líquido. Cuando el líquido está en movimiento, la ley de flotabilidad es muy válida.

En cuanto a la velocidad resulta de la distancia de recorrido (D) dividido en el tiempo de recorrido del fluido (t). El caudal del vertedero se halla de la multiplicación de la velocidad y área. (Aguilar, 1951).

Decimos:

$$Q= (m^3/s) =\text{velocidad } (m/s) \times \text{área } (m^2)$$

$$V=D/t$$

(Aguilar, 1951).

Profundidad= resultante de la cresta del vertedero

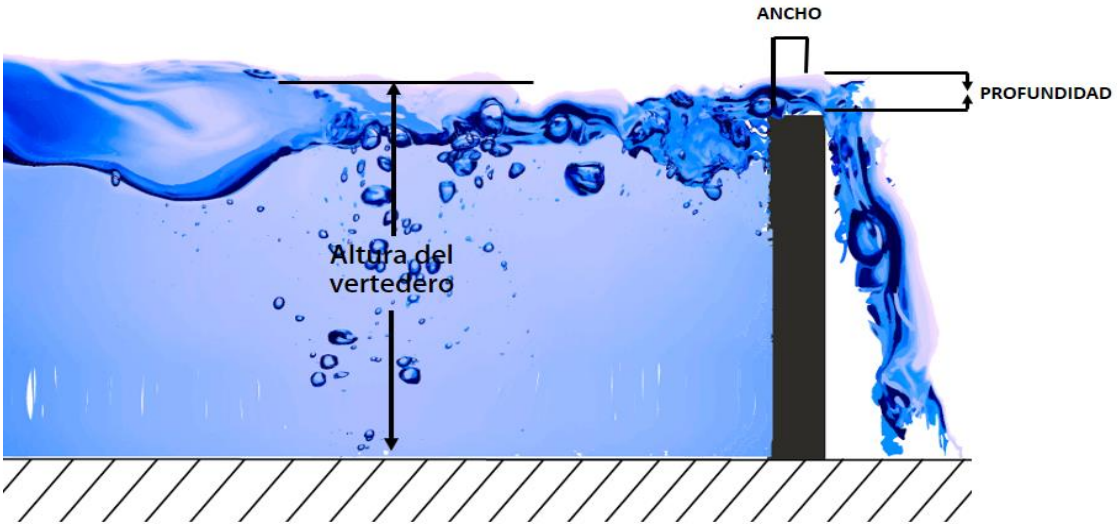


Imagen 1, hidrodinámica, carlós lago Aguilar Madrid 1951, p.830, Illustrator, fuente propia.

1.3.3.2 Vertederos

El hecho de que una sección de control, con flujo crítico, la relación entre la altura de flujo y el canal es fija, e independiente de la rugosidad del canal, permite hacer aforos con dispositivos con los verdaderos y las canaletas de flujo crítico.

La profundidad critica es una estructura sencilla, barata, fácil de instalar, pero costosa de mantener. Una trayectoria típica de flujo de un vertedero rectangular de pared delgada se muestra en la imagen 1

El vertedero requiere una cabeza suficiente para desarrollar la zona de aquietamiento y para obtener descarga libre de agua abajo, con el objetivo de eliminar sugerencia cualquier reducción en la exactitud de lectura de nivel. (Aguilar, 1951)

1.3.3.3 Aforo

Para la medición de caudales se pueden utilizar los llamados vertederos planos. Esto vertederos tienen las desventajas de permitir la acumulación de materia sedimentable antes del vertedero.

El establecimiento de una relación definida entre la altura de la superficie liquida y el caudal correspondiente se conoce como control de flujo. Cuando el control de flujo se lleva a cabo en una sección del canal dicha sección de control conserva una relación entre altura y caudal la cual constituye un sitio ideal para localizar un punto de aforo. (Aguilar, 1951).

1.4 Sistema eléctrico

La definición de electrónica es: la física de los electrones y su utilización. Esta definición es exacta, también es bastante general lo que se vuelve vaga y casi inútil para comenzar el proyecto entonces la palabra electrónica toma mayor significado con:

Un dispositivo electrónico es un componente que utiliza alguna forma de energía, tal como voltaje o luz, para controlar el flujo de corriente eléctrica. (Comer, 2007).

1.4.1 Características de la carga

En el diseño de instalaciones eléctricas o circuitos eléctricos para el comercio o industria, es necesario considerar una gran variedad de tipos de carga que intervienen, y que general mente se pueden agrupar en alumbrado, motores, aplicaciones especiales como lo es la electrónica ya sea análoga o digita. Se puede intervenir una gran variedad de tipos de carga, dependiendo de las características de la industria, cada caso representa un problema en particular que debe ser resuelto para cada problema en específico. (Harper, 2014)

1.4.2 **Fuentes de voltaje**

El voltaje es producido por medio de energía magnética, luminosa y también química. Una buena fuente de voltaje debe proporcionar una carga constante. (Floyd, 2011).

Tipos:

1.4.2.1 Fuentes de voltaje de DC

Son fuentes de voltaje las cuales convierten la energía química a eléctrica por medio de un electrodo positivo, uno negativo, un electrolito y un separador de reposo. El funcionamiento es debido a reacciones químicas en el electrodo negativo fluyendo carga al electrodo positivo. (Floyd, 2011)

1.4.2.2 Fuente de voltaje de AC

La fuente de voltaje continua es diferente a la constante debido principalmente al cambio de polaridad que se efectúa durante cierto tiempo, ya que varía los polos positivos y negativos, midiéndose esos cambios como ciclos por segundo o HERTZ.(Floyd, 2011).

1.4.3 **Circuito eléctrico**

Se conoce con el nombre de circuito eléctrico a todo conjunto formado por resistencias, bobinas, condensadores, transformadores, generadores, entre otros, conectados ente si y en los cuales cuando se produce una excitación de tensión, corriente, etc. se origina una respuesta de tensión o corriente. (Floyd, 2011).

A continuación, se definirá cada uno de los componentes electrónicos por utilizar en el proyecto.

1.4.4 **Resistencias**

Componente diseñado específicamente para que tenga ciertas cantidades de resistencias, se llama resistos. La aplicación principal de los resistores viene en muchas formas y tamaños, todos pueden ser colocados en dos categorías principales fijas y variables. (Kother, 2015).

1.4.5 **Resistores fijos**

Son construidos por diversos materiales dependiendo de la cantidad de resistencia establecida la cual la proporciona el nivel de carbón aislante utilizado, el utilizado en el proyecto esta está compuesto con una mezcla de carbón pulverizado, un relleno aislante y un aglutinante de resina. La mezcla se hace en forma de varilla y se

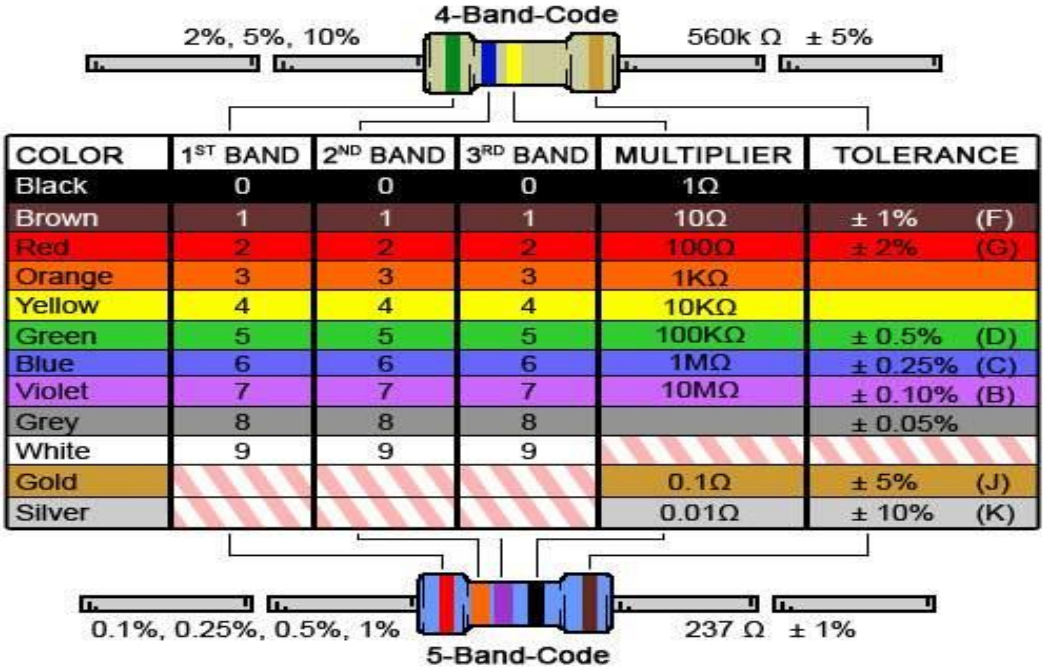
realizan las condiciones conductoras. Luego se encapsulan todo en el resistor en un recubrimiento aislado. (Floyd, 2011).

Por lo general con dos anillos impresos con tinta de color, son las resistencias. Estas suponen un obstáculo más o menos fuerte para la corriente eléctrica que fluye a través de ellas. Gracias a ellas se puede regular el flujo de corriente y de esta manera proveer a cada componente de la placa con la cantidad correcta de electricidad. Las mismas tienen una capacidad de resistencia concreta y este valor se mide en (ohmio) (Kother, 2015)

Imagen 2, Reistores, Recuperado de https://www.google.com.co/search? q=Resistores+fijos&rlz=1C1HLDY

1.4.5.1 Código de colores

Se utiliza un código de colores para indicar el nivel de tolerancia y resistencia como lo indica la imagen 3



COLOR	1ST BAND	2ND BAND	3RD BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE
Black	0	0	0	1Ω	
Brown	1	1	1	10Ω	± 1% (F)
Red	2	2	2	100Ω	± 2% (G)
Orange	3	3	3	1KΩ	
Yellow	4	4	4	10KΩ	
Green	5	5	5	100KΩ	± 0.5% (D)
Blue	6	6	6	1MΩ	± 0.25% (C)
Violet	7	7	7	10MΩ	± 0.10% (B)
Grey	8	8	8		± 0.05%
White	9	9	9		
Gold				0.1Ω	± 5% (J)
Silver				0.01Ω	± 10% (K)

Imagen 3, Tabla de Colores, recuperado https://www.digikey.com/es/resources/conversion.

Resistores variables

Diseñadas para poder variar los valores de resistencia de forma automática o manual, se usan principalmente para dividir el voltaje (potenciómetro) y controlar la corriente (reóstato) (Floyd, 2011).

Imagen 4, Potenciómetro, recuperado de http://electronicageneralenet1

1.4.6 **Diodo**

Es un dispositivo que conduce corriente en una sola dirección debido a los materiales que lo componen ya que un extremo está compuesto con una impureza trivalente y el otro con una impureza pentavalente, permitiendo la conductividad solamente hacia una dirección. El límite entre los extremos del dispositivo es llamado unión pn. (Floyd, 2011)

Imagen 5, Diodo, recuperado de https://www.emaze.com/@AZIIIIFF

1.4.7 **Transformadores**

Los transformadores tienen muchas aplicaciones. Se usan en sistemas de potencia eléctrica para aumentar el voltaje en transmisiones a larga distancia y para disminuirlo luego otra vez a un nivel seguro para su empleo en casa y oficinas. Se utilizan en fuentes de potencia para equipo electrónico con el fin de subir y bajar el voltaje, en sistemas de audio para igualar las cargas de las bocinas a los amplificadores, radio, telefonía entre otras. (Practica, 2007).

Imagen 6, Transformador, 2017 agosto recuperado de http://sirio.com.co/index.php/productos/transformadores-para-electric

1.4.8 **Placa**

También llamada tarjeta de circuito impreso o PCB (de las ingles printed circuit board). Esta placa es de plástico lleva a un lado los componentes electrónicos los cuales realizan el verdadero trabajo en el equipo. Si damos la vuelta a la placa vemos como están sujetos: los cables de conexión sobresalen pequeños agujeros que están soldados, es decir unidos a la placa por puntos de estaño. Se pueden ver finas tiras las cuales son líneas de cobre las cuales hacen la función del cableado. La cual conduce la electricidad entre los componentes, además está recubierta por barniz. (Kother, 2015)

1.4.9 **Resistencia**

Por lo general con dos anillos impresos con tinta de color, son las resistencias. Estas suponen un obstáculo más o menos fuerte para la corriente eléctrica que fluye a través de ellas. Gracias a ellas se puede regular el flujo de corriente y de esta manera proveer a cada componente de la placa con la cantidad correcta de electricidad. Las mismas tienen una capacidad de resistencia concreta y este valor se mide en (ohmio) (Kother, 2015)

1.4.10 **Diodos luminosos**

Carcaza de plástico cuadrada o redonda con dos conexiones. Cuando fluye corriente eléctrica emite una luz blanca o de color y se utiliza, por ejemplo, para indicar que el aparato esta encendido.

Diferente a la de una bombilla, en ella un alambre se calienta tanto que brilla y emite luz. Por lo contrario, en el diodo luminoso la luz se forma en un cristal semiconductor, sin gran aumento de temperatura. Si se manda corriente eléctrica otra vez de este cristal este produce muchos electrones libres y huecos vacíos, muchos de estos electrones vacíos ocupan rápidamente los huecos. Los electrones libres poseen una cantidad de energía relativamente grande. Cuando se “asientan “en el hueco,

entregan esta energía en forma de luz cuando más fuerte es la corriente en el cristal más electrones se liberan y más fuerte es la luz que produce el diodo. (Kother, 2015)

1.4.11 **Condensadores**

En los circuitos presentan una gran variedad de tamaños y formas, cumplen distintas y numerosas tareas.

Están compuestas de dos láminas de metal cada una con una conexión, que están separadas por una finísima capa de material aislante, los hay de diferentes capacidades electicas, la cual mide en faradios. Algunos parecen gruesos rodillos otros pequeños caramelos o gotas, de cada uno salen dos cables. Debido a que el faradio es una unidad muy grande. (Kother, 2015).

Imagen 7, condensador, recuperado de http://a2itronic.ma/fr/home/518-condensateur-electrolytiquel

1.4.12 **Nomenclatura de los componentes electrónicos**

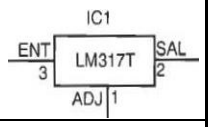
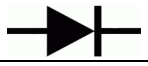
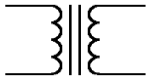
ELEMENTO	SIMBOLO
RESISTENCIAS	
RESISTORES VARIABLES	
DIODO	
TRANFORMADOR	
DIODOS LUMINOSOS	
CONDENSADORES	
CABLE CONDUCTOR	

Tabla 3, símbolos, 2017 agosto, fuente propia

1.4.1 **Diagrama electronico**

El transformador de entrada se encarga de reduce el voltaje de la línea (110 o 220V AC) a 24 VAC. En este punto se conecta un fusible de 1A en serie con la salida de trasformador para proteger el circuito contra daños que se podrían presentar en caso de cortocircuito. Este voltaje alterno es rectificado a través de los diodos D1 a D4, para luego ser filtrado en los condensadores C1 y C2. De esta forma se consigue un voltaje directo, el cual no está regulado y por lo tanto se ve afectado por la variación que sufre la línea de alimentación de la red pública. El LED D5 indica la presencia de voltaje en ese punto.

El regulador de voltaje LM317 es el encargado, no solo de entregar un voltaje determinado, sino También de mantenerlo estable. Para realizar trabajo, se debe conectar al regulador, la Resistencia R2, los diodos D6, D7 y el potenciómetro P1. Los diodos lo protegen contra picos de voltaje inversos y el potenciómetro sirve para ajustar el nivel de la salida del valor adecuado. Este montaje tiene la ventaja de permitir obtener cualquier voltaje (entre 1.5 y 25 voltios), cosa que no se puede hacer con reguladores de voltaje fijos, como por ejemplo el 7805 (de +5V) y el 7812(de+12V). En cuanto al circuito impreso se tomó un diseño propuesto por la empresa La red electrónica (Ver ilustracion 2).

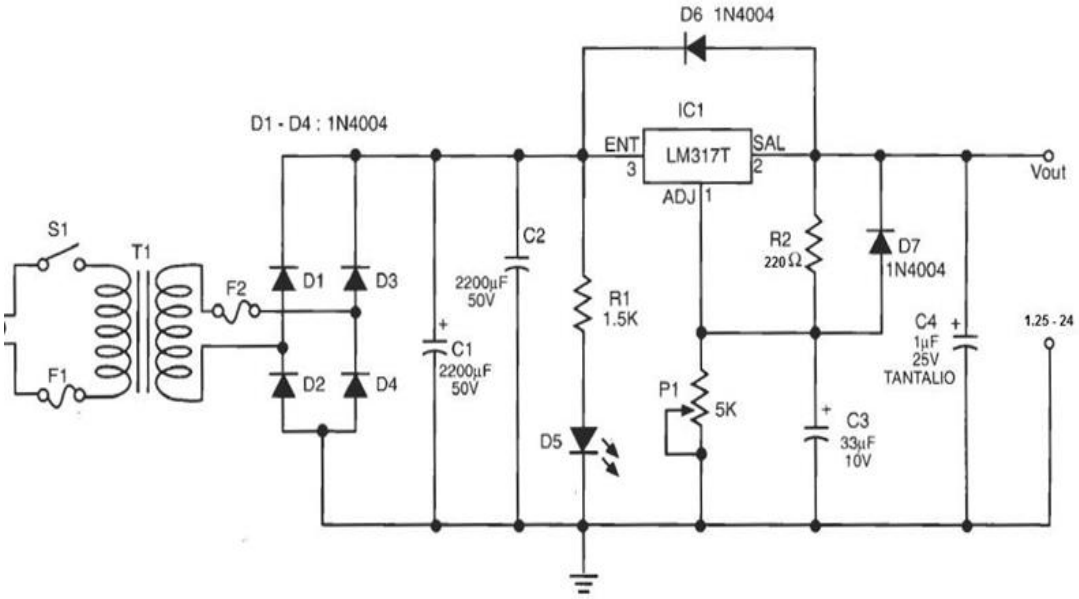


Ilustración 2, diagrama esquemático de la fuente recuperado de www. La redelectronica.com

1.5 AGUAS RESIDUALES}

Se define como aguas las cuales han sido utilizadas y por ende contaminadas por cualquier tipo de sustancia, son depositadas en cloacas y transportadas mediante un sistema de alcantarillado. Se puede agrupar en domesticas (ARD) provenientes de viviendas, centros comerciales e instituciones y industriales provenientes del final del proceso de una industria. También se agrupan en aguas negras las aguas contienen excremento humano, orina, ricas en solidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales, y grises provenientes de tinas, ducha, lavamanos y lavadoras, aportan DBO, solidos suspendidos, fósforos y grasas. (Salcedo, 2010, p.17)

1.5.1 Agua utilizada en la industria y sus contaminates

El agua es un recurso muy utilizado en el area industrial, practicamente la utilizan todas las industriasl las cuales utilizan diferentes tipo de materias primas que durante el proceso contaminará el agua, el nivel de contaminación en la tabla 4. se agrupa el nivel de contaminación en toxico, solidos suspendidos y estético y también la cantidad de agua utilizada por los diferentes tipos de industria. (UNESCO, 2017)

VOLUMEN DE AGUA QUE UTILIZA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y EL GRADO DE CONTAMINACIÓN POTENCIAL INVOLUCRADA.

agrupacion	**volumen de agua,utilizada (1 000 Lt/dia)b**	**contaminacion**		
		tipo1/c	**tipo2/d**	**tipo3/e**
Alimentos	134,5	N	A	A
Bebidas	126,5	N	A	A
Tabaco	93,3	N	M	M
Textiles	277,1	N	A	A
Vestuario	98,9	N	N	N
Cueros	219,8	N	A	A

Calzado	39,3	N	N	N
Muebles	26,7	N	N	N
Imprentas y editoriales		B	B	B
Productos famacéuticos	103,9	A	A	A
Objetos de barro, loza y porcelana		N	M	M
Bienes intermedios				
Madera y corcho	32,5	N	M	M
papel	162,1	B	A	A
industria quimica	318,4	A	A	A
producos quimicos	139,2	A	A	A
refineria de petróleo	553,8	A	A	A
producos de petróleo	55	A	A	A
productos de caucho	191,8	M	A	A
productos de plásticos	63,3	B	B	B
vidrio y sus productos	372,3	M	M	A
productos minerales no metálicos	106,8	B	B	A
industrias básicas de hierro y acero	273,9	A	A	A
industrias básicas no ferrosas	156,6	A	A	A
industria metal mecánica				
productos metálicos	45,6	M	B	B
maquinaria no eléctrica	36,3	M	B	B
maquinaria ele´ctrica	84	M	B	B
material de transporte	111	M	B	B
fabricacion equipo profesional	56	M	B	B

indicativos			
Letra	tipo de contaminante	Letra	calificativo
c	Toxico	A	Alto
d	Solidos suspendidos, DBO	M	Medio
e	Estético	B	Bajo
		N	Nulo

Tabla 4, agua utilizada en la industria y sus contaminantes (todd,1975)

1.5.2 Tipos de contaminantes en el agua residual

El tipo de sustancia que entre en contacto con el agua puede determinar el grado de peligrosidad y efecto nocivo sobre el ambiente. Esta clasificación se detalla en la tabla 5:

Contaminante	Efecto
Materia orgánica biodegradable	Produce la perdida de oxígeno en el agua y por consiguen la muerte de peces además de olores indeseables.
Materia suspendida	interfiere con la reproducción de los peces o trastorna de cadena alimenticia.
Sustancia corrosiva, cianuros, metales, fenoles.	Extinción de cualquier forma de vida en el agua.
Microorganismos patógenos	Proliferación de enfermedades, malos olores.
Sustancias que causan turbiedad temperatura, color, olor.	La temperatura dificulta el habitad en el agua. El color, olor y turbiedad inhabilitan el agua para su uso.

Sustancias o factores que trastornan el equilibrio biológico	Alteración del ecosistema en el agua, por la proliferación de hongos y agentes externos generando desequilibrio ecosistémico.
constituyentes minerales	Es perjudicial para peces y vegetación. Limita el uso del agua en la industria , contribuyen a la eutrofización del agua.
caracterización aguas residuales	
Contaminantes	consecuencia
solidos suspendidos	Desarrollo de lodos lo cual genera condiciones anaeróbicas en el agua.
materia orgánica biodegradable	Se mide en DBO Y DQO Puede provocar agotamiento en la demanda de oxígeno y desarrollo de condiciones sépticas
Patógenos	producen enfermedad
Nutrientes	Puede provocar el crecimiento de organismos que desequilibran el ecosistema. polución del agua subterránea
materia orgánica refractaria	Desequilibrio componentes del agua, dificultad para desarrollo de vida
metales pesados	Imposibilita el reúso del agua .
sólidos inorgánicos disueltos	Imposibilita el reúso del agua

Tabla 5, causas y efectos de los contaminantes (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010)

1.6 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1.6.1 **Componentes del sistema de tratamiento:**

1.6.1.1 Pre tratamiento:

Es utilizado cuando se necesita cumplir unas condiciones iniciales para ser tratadas como lo son factores de pH, temperatura, sólidos en suspensión y aceites. (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010)

1.6.1.2 Tratamiento preliminar:

El objetivo es remover solidos gruesos que impidan el funcionamiento de los tratamientos primario y secundario como sería el taponamiento de alguna bomba o tubería. (Vélez, 2011)

1.6.1.3 Tratamiento primario:

Es el tratamiento meramente físico que se le da el agua con diferentes filtros con el fin de remover objetos presentes en el agua. (Suárez J. , 2017)

1.6.1.4 Tratamiento parcial:

Es un apoyo al tratamiento primario en casos que se necesite mejorar la eficiencia utilizando ayudas físicas o químicas para remover o disolver sedimentables o materia flotante. (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010)

En la tabla 6 se detallan los procesos más utilizados de pre tratamiento y tratamiento principal, así como el propósito de cada uno de estos,

PROCESO	PROPOSITO
TRATAMIENTO PRELIMINAR	
Cribado	Remoción de remanentes grandes
Pretratamiento quimio	Remoción de elementos acuáticos que afectan el sabor olor y color del agua
Presedimentación	Remoción de grava, arena, limo, y otros materiales sedimentables
Aforo	Medida de agua cruda a tratar
TRATAMIENTO PRINCIPAL	
Aireacion	

	Remoción de olores y gases disueltos; adición de colágeno para mejorar el sabor
Coagulación/ floculación	Permite concentrar los sólidos disueltos para facilitar su extracción
Sedimentación	Remoción de arenas
Ablandamiento	Remoción de dureza.
Filtración	Remoción de solidos finos, cloc en suspensión y la mayoría de los microorganismos
Asurion	Permite remover sustancias orgánicas que afectan el color del agua.
Estabilización	Prevención de incrustaciones y corrosión
Fluoruración	Disminución de microorganismos

Tabla 6, Principales tratamientos y sus propósitos (guía ambiental, 2002)

1.6.1.5 Tratamiento secundario:

Se utiliza principalmente para la redición de carga orgánico y/o de solidos de suspensión del vertimiento, por método bioquímicos. (Guia Ambiental, 2002, pág. 65)

1.6.1.6 Tratamiento biológico secundario:

Es utilizado cuando no se cumplen con los estándares de calidad del aguan después del tratamiento primario, el tratamiento biológico utiliza como medio de actividad microorganismos los cuales metabolizan la materia orgánica presente, es decir disminuyen en nivel de contaminación. (Ingenieria de tratamiento y acondicionamiento de aguas, 2013)

Estos deben ser utilizados cuando el principal residuo a eliminar sea de tipo orgánico, pero no es practico cuando lo que se pretende eliminar son grasas aceites o combustibles. Por ende estos tratamientos son usados en industrias tales como sacrificio de animales, elaboración de derivados lácteos, bebidas, cerveza,

destilación de alcoholes su eficiencia ha demostrado ser alta en la remoción de carga orgánica y de sólidos. (Guia Ambiental, 2002)

Los microorganismos apropiados para el tratamiento pueden ser de distintas características; la clasificación de los sistemas se realiza de acuerdo con la naturaleza de la población escogida. Así los sistemas biológicos se pueden agrupar en tres categorías, aeróbicos, anaeróbicos y facultativos. (Rojas, ACUAQUIMICA, 1996)

1.6.2 **Tratamiento terciario:**

Es utilizado cuando después de que el agua haya pasado por procesos secundarios no se esté cumpliendo los requisitos de calidad de agua. (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010)

Alguno de estos tipos de tratamiento son la adsorción y la oxidación química, la extracción de solvente y la membrana, siendo estas dos últimas de elevados costes. (Guia Ambiental, 2002)

1.6.3 **Desinfección:**

Proceso encargado de destruir microorganismos patógenos, por ende el propósito es impedir la propagación de enfermedades por el agua. Es un proceso importante ya que sin él se han propagando epidemias, como lo es la peste negra en el siglo XIV la cual acabó con el 25% de la población europea. (Rojas, 1996, p.167)

Y fue hasta 1854 que se pudo demostrar que la fuente de infección había sido el agua por medio de un estudio realizado por los señores Snow Y York relacionadas a una epidemia de cólera en la ciudad de Londres, llegando al epicentro de la infección siendo un pozo de suministro de agua donde en las cercanías vivía un individuo enfermo de cólera, confirmándose después con un análisis bacteriológico que el agua es el medio principal de proliferación de enfermedades. (Rojas, ACUAQUIMICA, 1996)

Loos organismos patogenos a eliminar son bacterias, protozoarios y virus estos microorganismos se desarrollan en el agua dependiendo de variables tales como pH, oxígeno disuelto, nutrientes etc. (Rojas, ACUAQUIMICA, 1996)

Un desinfectante adecuado cumple con los siguientes puntos:

- Destruir los microorganismos presentes en el agua.
- No debe cambiar las propiedades físicas del agua.

- No debe cambiar el color u olor del agua.
- Costo accesible
- fácil operación y dosificación.
- Su poder bactericida debe durar lo suficiente como para resistir una recontaminación.
  (Ortega M. S., 2014)

1.6.4 **Tipos de desinfectantes**

1.6.4.1 Cloración

Se usa para el tratamiento de aguas en forma gaseosa o liquida produciéndose con el agua la siguiente reacción la cual aniquila a los microorganismos:

$$C_{12}+H_2O = \text{HOCl} + H^+ + Cl^-$$

(Rojas, 1996, p.169)

En la tabla 7 se detalla la presentación y el tipo de equipo utilizado en los procesos de cloración.

TIPO DE EQUIPO	OBSERVACIONES
cloradores de dosificación directa, cloro gaseoso seco.	Se aplica directamente al agua, su uso se limita solamente cuando no hay agua a presión.
Cloradores de dosificación de cloro gaseoso en solución.	Se aplica durante el tratamiento preferiblemente en cloradores de vacío.
Cloradores de caída electrolitica.	Se genera el cloro in situ. Se usa poco.
Hipocloradores.	Se usa para caudales pequeños o casos de emergencia

Tabla 7, tipo de cloradores (Rojas, acuaquimica, 1996)

Desventajas

- Es un gas venenoso que requiere manejo cuidadoso.
- En Solución es altamente corrosivo
- Si puede producir serios problemas de olores si reacciona con fenoles de cloro.
- Puede reaccionar con contaminantes orgánicas formando trihalometanos considerados agentes cancerígenos

(Rojas, 1996, p.168)

1.6.4.2 Yodo

Es poco soluble al agua, difícil de hidrolizar y con poca potencia de oxidación; su reacción con los orgánicos es bajas. Por ende es estable y persiste más tiempo en materia orgánica. (Rojas, 1996, p.186)

El yodo elemental, reacciona con el agua así:

$$L_2 + H_2O = HIO + H^+ + I^-$$

$$HIO = H^+ + IO^-$$

(Rojas, 1996)

Radiación ultravioleta:

El agua, el aire, y los alimentos pueden ser desinfectados mediante radiación ultravioleta luz de 30 -3650 A, se crea a partir de una lámpara de vapor de mercurio y cuarzo. El tipo de onda bactericida está entre los 200-2950 A, con una longitud de onda máxima de 2537 A. La desventaja de la radiación ultravioleta es que el agua absorbe la radiación por ende el caudal debe estar en capas delgadas.. (Suárez H. , 2015)

1.6.4.3 Ozono

Es una forma alotrópica del oxígeno con forma de gas azul, la cual se obtiene con una descarga eléctrica al aire seco de 5000-20000 V, 50-500 Hz, con un consumo energético de 10-25 KwH/ Kg de O3. Es muy eficaz al eliminar microorganismos considerándose como el mas potente. Su solubilidad es baja, no se ve afectado por factores físico químicos del agua y se debe producir en el sitio del tratamiento mediante generadores de ozono, los cuales consumen altas cantidades de energía.(Rojas, ACUAQUIMICA, 1996)

1.6.4.4 Dióxido de cloro:

El dióxido de cloro, C_1O_2 , es un gas amarillo-rojizo, oxidante fuerte, que se halla en el comercio con una concentración de cloro del 26.3 %. Potencialmente es de gran utilidad para remoción de olores y sabores, así como para desinfección de aguas. Se produce *in situ* mediante la cloración de clorito de sodio, en una relación de 1 mol de cloro por 2 moles de clorito. Tiene la ventaja de no reaccionar con el amoniaco, no es influenciado por el pH en los intervalos normales de las aguas naturales es un poderoso oxidante compuesto orgánico y destruye los compuestos fenólicos que se combinan con otras formas de cloro. Como desventaja tiene la de generar subproductos inorgánicos como el ion clorito, C_1O_2 y el ion clorato C_1O_3

El dióxido de cloro es poco usado en forma de gas debido a su expresividad, en aguas se usa solamente en solución. En sistemas de desinfección con dióxido de cloro se debe controlar la concentración de clorito, para prevenir riesgos de anemia hemolítica. La USEPA establece un límite de 1 mg/L. (Rojas, 1996, p.188)

1.7 ANALISIS DE LABORATORIO

Los análisis de laboratorio son muy importantes y esenciales para controlar los procesos de tratamiento de agua, siendo la garantía de un efluente satisfactorio. Son un recurso valioso ya que es la única manera de comprobar completamente la limpieza del agua, complementan los procesos de coagulación y filtración. (Salcedo, 2010)

Pretende establecer el número aproximado de bacterias presentes y la presencia de organismos de origen intestinal o de aguas negras.

Los principales organismos indicadores de contaminación intestinal o de aguas negras son las bacterias del grupo coliformes. (Salcedo, 2010, pág. 109)

Para el control sanitario del agua se realizan métodos bacteriológicos que tienen como objetivo determinar la presencia de contaminación fecal, para determinar microorganismos patógenos en grandes cantidades de agua es muy complejo y además su número es bajo al de las bacterias entéricas las cuales tienen una mortalidad más lenta. Para realizar el examen bacteriológico se usa principalmente dos tipos; la estimación de conteo por placa y presencia ausencia. (Rojas, ACUAQUIMICA, 1996)

1.8 PARAMETROS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

En el análisis microbiológico del agua se deben tener en cuenta todo los organismos ya que estos proporcionan información sobre el proceso que ha tenido el agua, dentro de los organismos se encuentran los resultantes del medio natural, poblaciones transitorias introducidas por el hombre, además de poder relacionar el crecimiento de los organismos con la cantidad de nutrientes presentes o si es frenado por venenos procedentes de actividad agrícola o industrial, además de diagnosticar la peligrosidad del agua. (Vélez, 2011)

Normalmente el método utilizado en este análisis se basa en un número significativo y especifico de organismos, en su reacción y efecto para la identificación sistemática y enumeración estadística de las poblaciones. Para determinar organismos patógenos se debe tener presente su origen, magnitud, variabilidad de su número, su ciclo de vida y los índices de supervivencia. Se debe conocer la forma de los patógenos hídricos y determinar su presencia y origen, la magnitud y oscilación de su número, el curso de su ciclo vital y el índice de su supervivencia. (Ingenieria de tratamiento y acondicionamiento de aguas, 2013).

Para centrar el propósito del análisis de microorganismos se debe centrar el análisis en un determinado grupo sustituto de indicadores de posible presencia de patógenos, a su vez de tener un procedimiento de eliminación y control de ellos. Por

consiguiente, existen muchos organismos que cumplen la función de indicadores de calidad del agua. La normatividad indica los siguientes parámetros bacteriológicos:

Coliformes totales y fecales, bacterias aerobias a 37C^{o,} estreptococos fecales, clostridios, sulfito-reductores, aerobias a 22 C^{0,} microorganismos parásitos y/o patógenos.

Para un análisis completo se debe realizar también análisis indicadores de salmonella, estafilococos patógenos bacteriófagos fecales y enterovirus y cumplir el requisito de no contener algas. La importancia de los parámetros biológicos es alta ya que facilitan el diagnóstico de la calidad de agua según el organismo predominante se podrá saber la calidad de agua, en algunos vertimientos es difícil su determinación ya que el contaminante se diluye, en consecuencia, puede perdurar más tiempo en el agua. Entre estos organismos están los macro invertebrados y cierta especie de algas. (UNESCO, 2017)

1.8.1 **Bacterias**

Son microorganismos de tipo unicelulares, procariotas. Se clasifican según su morfología como filamentosa, espiroqueta, espirales o esperillas, vibriones, curvados cocos y bacilos. Estos organismos son lo de mayor presencia e importancia en la descomposición de materia orgánica. (Rojas, ACUAQUIMICA, 1996)

Se considera el ambiente ideal el agua con un pH entre 6.5 a 7.5 y por lo general es un ambiente hostil pH superiores a 9.5 o inferiores a 4.0.

En cuanto a la temperatura óptima del agua para el crecimiento de estos organismos es proporcional a la tasa de crecimiento con un incremento de 10 C$^{\circ}$ se dobla la cantidad de bacterias hasta llegar a la temperatura ideal.

Los intervalos de temperatura óptima para las bacterias son:

- Bacterias psicrófilos o criofilas: 12 – 18 C$^{\circ}$
- Bacterias mesofílicas 25-40 C$^{\circ}$
- Bacterias termofilicas: 55- 65 C$^{\circ}$

(Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010, pág. 31)

1.8.2 **Criterios de calidad bacteriológica**

Se recomiendan los siguientes criterior de calidad con respecto a bacterias en el agua:

Para uso agrícola: menor a 5000/100ml

Aguas de riego: menor a100/100ml

Consumo humano: menor a 1/100ml

(Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental)

Con base en el ensayo de coliformes, un agua puede clasificarse como se indica en la siguiente tabla 8:

Clase	NMP/100mL
Agua apta para purificación con solo desinfección	<50
Agua apta para purificación con tratamiento convencional	50-5000
Agua contaminada que requiere tratamiento especial	5000-50000
Agua contaminada que requiere tratamiento muy especial	>50000

Tabla 8, clasificación de agua por cantidad de coliformes (Rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010)

1.8.3 Carga microbiana de diferente organismo

Como se ha evidenciado la mayor fuente de microorganismos patógenos está en las heces, en el siguiente cuadro se estima la cantidad de patógenos dependiendo de la especie. (Ver tabla 9)

Animal	Coliformes fecales	Estreptococos fecales	Relación CF/EF
pollo	240	620	0,4
Vaca	5400	31000	0,2
Pato	11000	18000	0,6
Humano	2000	450	4,4
Cerdo	8900	230000	0,04

Oveja	18000	3000	0,4
Pavo	130	1300	0,1

Tabla 9, carga microbiana de diferentes organismos (rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010)

1.8.4 Microorganismo indicador

En la tabla 10 se podrá apreciar los organismos indicadores de contaminación más comunes y sus características.

Organismo indicador	Característica
Coliformes	Es una bacteria tipo gran negativas dentro de este grupo se encuentra cuatro generos: *Escheria Klebsiella*, *Citrobacter* y *Enterobacter*. El género *Escherichia* es el más representativo de contaminación fecal.
Coliformes fecales	Bacterias coliformes que producen gas a 44,5C en 24 +- 2h.
Klebsiella	Bacteria *coliforme termo tolerante* que se cultiva a 35+- 0,5 C durante 24 +- 2 horas
Estreptococos fecales	Este grupo nos indica que hay contaminación fecal, hay veces que su número puede superar al de coliformes. En general no son muy abundantes ya que mueren rápidamente fuera del huésped, si se encuentran en el agua nos indica que hubo contaminación reciente. Existen dos grupos que son de origen humano los cuales son enterococos S. faecalis y S. faecium los estreptococos fecales.
Costridium perfringens	Es una bacteria de tipo anaerobia esporulatoria, con propiedades de existir indefinidamente en elogia, nos permite indicar que el agua esta desinfectada, que la contaminación lleva mucho tiempo o no se analizó la muestra en el tiempo necesario.

Tabla 10, organismos indicadores (rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010)

1.9 Protozoos

Organismos de tipo unicelular con gran presencia en el agua, son diminutos con un dimensionamiento entre las 10 micras u pocos milímetros, esta característica exceptúa al tipo parasito el cual el tamaño depende del tipo de huésped. Es un bio indicador de las condiciones medioambientales de donde habitan. (Vélez, 2011)

1.10 Parámetros fisicoquímicos

Como se ha mencionado anteriormente existen factores en el agua tanto físico como químicos los cuales ayudan a crear un ambiente propicio para la proliferación de microorganismos, a continuación, se describirán los más influyentes. (Ingenieria de tratamiento y acondicionamiento de aguas, 2013)

1.10.1 pH:

Este parámetro nos indica la concentración de iones de hidrogeno en el agua, cuando hay agua residual con pocas concentraciones de hidrogeno es muy difícil tratarlas biológicamente, alteran el ecosistema y son fatales para los microorganismos. Cuando el pH es menor a 6 se pueden utilizar tratamientos biológicos ya que favorece el crecimiento de hongos sobre las bacterias. A su vez entre menor sea más efecto tiene el cloro porque predomina el HOCL, al contrario, cuando es alto es más predominante el nitrógeno amoniacal la cual es gaseosa no iónica (NH_3), siendo peligrosa por su grado de toxicidad, la suelen remover con arrastre de aire, específicamente cuando es de 10.5 a 11. Se recomienda un pH de 6.5 a 8.5 para un óptimo tratamiento y no genere afectaciones ambientales y de 6.0 a 9.0 en aguas resultantes de tratamiento secundarios, para procesos de nitrificación. (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010, pág. 67)

1.10.2 Temperatura

Es un parámetro importante ya que su variación genera grandes efectos sobre el agua, las operaciones, procesos de tratamiento y disposición final, las aguas residuales tienden a tener mayor temperatura a comparación de las de abastecimiento, en cuanto a las aguas de enfriamiento, la polución térmica es significativa. (Ingenieria de tratamiento y acondicionamiento de aguas, 2013)

En cuanto al ecosistema la temperatura afecta significativamente la vida acuática ya que modifica la concentración de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacterial. Por otro lado, las temperaturas elevadas en el agua tienen una mayor viscosidad lo que acarrea el aumento de la sedimentación de sólidos. (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010, pág. 70)

Las bacterias se tienen a desarrollar en aguas con temperaturas de 25C^{o} a 35 C^{o} cuando tiene temperaturas menores a 5C^{o} la bacteria eutrófica nitrificante utilizada en tratamientos biológicos deja de operar. (Rojas, ACUAQUIMICA, 1996)

Para lograr un óptimo muestreo se debe realizar la medición *in situs*, preferiblemente se mide con un termómetro de mercurio de buena calidad el cual se debe sumergir en el agua, dejándolo el tiempo necesario hasta que el mercurio se estabilice. (Todd, 1975)

1.10.3 Solidos disueltos (ppm)

Son las partículas microscópicas presentes en el agua y que no se puedan retirar por tratamientos físicos como lo es, la filtración sedimentación etc. Pueden estar presentes en aguas que a simple vista se ven limpias pero que contengan una alta concentración de este tipo de partículas. Para detectarlos se puede evaporar el agua dejando solo las sales residuales en el contenedor. (Quimicas.net, 2010)

Para caso práctico se mide a través de la conductividad del agua ya que estas partículas se encuentran en forma de cationes y aniones, lo que quiere decir que sirven como conductores de electricidad, cuantificándolos con mucha facilidad y cierta precisión solamente midiendo la conductividad del agua. (BVSDE, 2013)

La unidad de medición de conductividad es siemens por centímetro (S/cm) milisiemens por centímetro (ms/cm), pero el instrumento lo que hace es convertir esa unidad a partes por millón (ppm) la cual resulta más práctica y especifica ya que mide las sustancias que hay por cada millón de unidades de conjunto. (Morones Ramírez, 2010)

1.11 Enfermedades por fuentes hídricas

Entre las enfermedades más conocidas cuyos gérmenes puede ser transmitido por el agua, están agrupadas por el tipo de patógeno ya sea bacteria o protozoos:

1.11.1 Bacterias patógenas

Existen cantidad de bacterias que causan diferentes tipos de enfermedades, estas se pueden volver rápidamente virales, las más frecuentes en el agua son las de origen fecal, en la tabla 11 se muestran algunas:

Bacteria	Enfermedad	Sintomatologia
***Escherichia Coli* (enteropatógena)**	Gastroenteritis	Diarrea
Legionella pneumphia	Legionelosis	Enfermedad respiratoria aguda
Leptorpira (150 spp)	Leptospirosis	ictericia, fiebre
Salmonella typhi	Fiebre tifoidea	Fiebre, diarrea, úlcera
Salmonella (>1,700 sp)	Salmonelosis	Envenenamiento
Shigella (4 spp)		Disentería
Vibrio Cholerae	Colera	Diarrea, deshidratación
Yersinia enterolitica	Yersinosis	Diarrea

Tabla 11, enfermedades de origen bacteria, (rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010)

1.11.2 Protozoos patógenos:

Como en el caso de los microorganismos, en el grupo de los protozoos también existen protozoos patógenos, los cuales pueden afectar la salud, en la tabla 12 se describe los principales.

Protozoos	Enfermedad	Sintomatologia
Balantidium Coli	Balantidiasis	Diarrea
Cryptosporidum	Criptosporidiosis	Diarrea
Entamoeba histolytica	Ambiliasis	Diarrea
Giardia limblia	Giardiasis	Diarrea, náuseas, indigestión

Tabla 12, Sintomatología protozoos patógenos carga microbiana de diferentes organismos (rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010)

1.12 Análisis estadístico de resultados:

Se debe realizar una determinación de las características estadística para obtener datos puntuales del comportamiento del agua, así como su variación y posibles ocurrencias durante la operación de tratamiento. (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010)

1.12.1 Promedios

Con esta medida se permite localizar el punto de tendencia central, ósea el valor hacia el cual tienden los datos, Existen muchos tipos de promedio. Pero los más importantes se describen a continuación. (Francisca, 1997)

1.12.2 Promedio aritmético:

El promedio aritmético es un promedio calculado que se ve afectado por valores extremos. Por ello en algunos casos, puede no ser un valor típico.

Es el promedio más usado por su facilidad de cálculo y se expresa por la ecuación:

$$\bar{x} = \frac{\in x}{n}$$

Donde: $\bar{X}$= Promedio aritmético

X = Valor individual de cada dato n = Número de datos

(Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010)

1.12.3 Mediana:

La mediana es un valor de tendencia central, es el valor del dato que supera y, a la vez, es inferior a la mitad de todos los datos. Para un arreglo de mitad de la serie. Si el número de datos es par, la mediana es el promedio aritmético de los valores de los datos centrales. La mediana es un promedio de disposición cuyo valor depende del número de datos y no de la magnitud de los valores extremos, es un valor útil para evaluar y definir datos de variabilidad alta. (Aragon, 2014)

1.12.4 Varianza:

Es de tipo aleatorio con dispersión definida como la media de los residuos del cuadrado de la desviación de la variable.es decir si la variable mide la distancia en metros, la varianza lo hará igual, pero al cuadrado, el valor mínimo de la varianza es el 0. (López, 2007)

1.12.5 Desviación estándar:

Medida de dispersión para variables de tipo cuantitativa, racionales y de intervalo. Es la raíz cuadrada de la varianza de la variable, para analizar más detalladamente una variable hay que determinar la desviación que presentan los datos en la distribución con el fin de tener una perspectiva acorde al comportamiento de los datos. (Francisca, 1997)

1.12.6 Coeficientes de variación:

El coeficiente de variación se utiliza para relacionar el tamaño de la media y la variabilidad de la variable.se expresa como un porcentaje de la media aritmética, la cual ayuda a analizar el nivel de variabilidad de la desviación estándar. Su imperfecto es que presenta variables en el coeficiente dependiendo los cambios de origen. Es importante que los datos sean mayores a 0 y su media de un valor positivo. Si el coeficiente de variación da un dato muy grande significa que su heterogeneidad es alta y al contrario si es bajo el coeficiente abra mayor homogeneidad, se representa con las siglas C.V. (Harper, 2014)

1.12.7 Intervalo:

Sirve para analizar la dispersión de los datos analizando sus máximos y mínimos, el rango es la medida más sencilla de dispersión y, también, se expresa como la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de una serie de datos. Obviamente depende solo de los valores extremos. (López, 2007)

1.12.8 Sesgo:

El sesgo o asimetría es un término aplicado al grado de distorsión de una distribución de frecuencia no simétrica. Cuando una distribución es perfectamente simétrica con una moda, los valores del promedio, de la mediana y de la moda coinciden. Sin embargo, para que la medida de la simetría o sesgo sea comparable entre distribuciones con diferentes unidades de expresión y con dispersiones distintas, se usa el coeficiente de sesgo de Pearson (C), definido por la ecuación (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010)

$$C_S = \frac{\bar{X} - MODA}{S}$$

(Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010)

En distribución de asimetría moderada el valor de C_s se puede calcular por la ecuación

$$c_s = \frac{3(\bar{x} - MEDIANA}{s}$$

(Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010)

Cuando la distribución es simétrica, es decir normal, los valores de la moda y el promedio aritmético coinciden, o sea el coeficiente de sesgo es cero. Cuando tiende a la derecha el coeficiente del sesgo es positivo. (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010)

1.12.9 Curtosis:

Esta medida sirve para estudiar la proporción de la varianza al combinar los datos extremos con respecto a la media, entre mayor curtosis mas concentración de datos en relación a la media de la distribución existiendo a su vez dato muy alejados de la misma media. Pudiendo explicar la distribución de frecuencias con colas elevadas y un centro muy apuntalado. (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010)

1.12.10 Distribución Log normal:

En muchos casos, el resultado de un análisis no se distribuye normalmente y el gráfico de dichos datos es sesgado, con la moda, la mediana y el promedio significativamente diferentes.

Para obtener una distribución cercana a lo normal, se calculó los logaritmos de los resultados y con dichos valores se calcula el promedio $\bar{x}$ y el valor de la desviación estándar s. Los antilogaritmos de dichos valores son el estimado del promedio geométrico y de la desviación estándar geométrica. (Rojas, Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño, 2010)

1.12.11 Coeficientes de asimetría:

Esta medida nos permite saber el grado de simetría o asimetría que presenta una distribución de datos de una variable aleatoria sin necesidad de representarla gráficamente. Se utiliza como eje de simetría una paralela del eje de coordenadas que pasan por la media de distribución. Si una distribución es simetría, quiere decir

que hay más valores hacia la derecha que hacia la izquierda de la media, por tanto, tomara un valor positivo. Se dice que hay asimetría positiva es decir a la derecha si la cola de la derecha de la media supera en altura a la de la zona izquierda y viceversa si es negativa se concluye que los valores son más separados de la media a la izquierda. (López, 2007)

1.12.12 Gráfico de Barras

Es una representación gráfica en un eje cartesiano de la frecuencia de una variable ya sea de tipo cualitativa o discreta y en el otro el valor de cada categoría en una determinada escala, esto nos permite tener un análisis más detallado del comportamiento de los datos en las distintas categorías y presentar los datos de una manera más ilustrativa. (Instituto de Tecnologías Educativas., 2010)

1.12.13 Histograma

Es utilizado para representar las diferentes frecuencias de una variable cuantitativa continua donde los intervalos o marcas de clase son los puntos medios en cada uno de los intervalos y en el otro eje se indican las frecuencias. Las barras van pegadas para mejorar la ilustración. (Francisca, 1997)

1.12.14 Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Se utiliza para validar la hipótesis de normalidad de la población, es el estadístico más utilizado por su máxima diferencia:

$$D = máx\ |F_0(x) - F_0(X)|$$

. (Universidad de Barcelona)

Fn(x) es la distribución muestral y $F_o(x)$ la población normal especificada.

Es independiente de la distribución poblacional el estadístico resultante a la población especificada en la hipótesis y los valores críticos de este estadístico están tabulados solo si es una distribución normal y sus parámetros son estimados. (Universidad de Barcelona)

1.12.15 Prueba de Shapiro-Wilk

Es recomendable usarse en muestras menores a 50 datos, se calcula con la media y varianza, cogiendo los datos entre el primero y el último, el penúltimo y el segundo etc. Corrigiéndolos con un coeficiente el cual se tabula. Su fórmula es:

$$W = \frac{D^2}{nS^2}$$

. (Universidad de Barcelona)

Donde D es la suma de las diferencias corregidas.

Si el resultado es menor al valor crítico y significancia indicado se rechaza la hipótesis nula de normalidad. (Horta, 2017)

1.12.16 Análisis de correlación

Es una técnica estadística de manejo de información entre al menos dos variables, el resultado de este análisis es la fuerza y el sentido de la relación entre ambas variables.

Para poder determinarlo se utilizan los llamados coeficientes de correlación, dependiendo el tipo de variable cuantitativa o cualitativa se determinara específicamente el método de análisis de correlación ya sea el de Pearson, Spearman o Kendall. (Suárez H. , 2015)

1.12.17 Prueba de Levene homogeneidad de la varianza

Es utilizada esta prueba para probar la hipótesis estadística de igualdad de varianzas en las variables evaluadas. La hipótesis nula indica que la variable tiene igualdad de varianza. Si el resultado de p valor es menor al grado de significancia que usualmente es 0.05, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas ya que hay una diferencia entre las variaciones de los datos de las variables. Esta prueba nos permitirá decidir cómo proceder con un método de análisis ya sea con variables homocedasticas o heterocedasticas, es decir paramétricas o no paramétricas. (Horta, 2017)

1.12.18 Prueba T para muestras independientes

Esta prueba estadística nos permite evaluar las diferencias significativas entre dos variables y sus respectivas medias. Para realizarlo se debe tener en cuenta que los datos estadísticos sean independientes entre sí. Compara ambos grupos con respecto a una variable numérica. (Universidad de Barcelona)

2 GLOSARIO

Continuidad: capacidad de un cuerpo de permitir dar el paso de corriente o electrodos.

Carga eléctrica: es la cantidad de electricidad que pasa por un medio conductor durante un lapso de segundo ya siendo positiva o negativa

Voltaje: cantidad física que tiene un circuito con mayor o menor potencia de energía.

Voltaje AC: también llamada corriente alterna el cual su flujo de electrones cambia de sentido y se produce muy rápido y muchas veces por segundo eje 60 veces (60 Hz)

Voltaje DC: el flujo de corriente eléctrica se da en un solo sentido por medio de un agente conductor

Resistencias: elemento electrónico especialmente diseñado para ofrecer una determinada resistencia de flujo eléctrica.

Diodo: tubo termoiónico con dos electrodos. Sirve de filtro y no deja pasar la corriente eléctrica más que en un solo sentido.

Transformador: dispositivo electromagnético que permite aumentar o disminuir el voltaje de una corriente alterna.

Tarjeta de circuito: esta placa es de plástico lleva a uno de los lados componente electrónico previamente relacionado con redes de continuidad impresas en ella.

Diodos luminosos: indica el paso de corriente a través de el por medio de una emisión de luz

Potenciómetro: es un resistor eléctrico ajustable manualmente.

Condensador: elemento electrónico de almacenamiento de energía para su posterior libertad.

Prototipo: es una modelación en físico para futura fabricación y experimentación.

Material: elemento que puede transformarse y dar forma en este caso al prototipo.

Hidráulica: es una rama de la física que estudia el comportamiento de los líquidos y las acciones a las que se somete los fluidos.

Caudal: cantidad de fluido medido en volumen que se mueve por una unidad de tiempo que circula a través de una sección ya sea ducto, tubería, canal entre otras.

Tensión: Es el estado de un cuerpo sometido a la acción de fuerzas opuestas que lo atraen.

Deformación: Es el cambio de fuerza que sufre un objeto cuando es sometido a una fuerza que actúa sobre su superficie.

Diseño: es la búsqueda de una solución con consideraciones funcionales estéticas y simbólicas para adaptaciones previas para un producto.

Diseño CAD: diseño asistido por computadora.

Modelado: Es la escultura donde el diseñador da forma física a su creación determinando el material.

Carcasa: conjunto de piezas duras y resistentes, que dan soporte y protección al objeto o sistema que guardan dentro.

3 MARCO LEGAL

Disposición legal relacionada con la protección del Agua en Colombia

Decreto 1449/77 normas de conservación de los recursos naturales por parte de los propietarios de los predios rurales

Normatividad establecida para la conservación de los recursos naturales en relación con la protección y aprovechamiento de las aguas y su deber ante la disposición final del recurso. (Decreto 1449 de 1977).

Decreto 1541/78 normas relacionadas con el recurso del agua

Reglamento en cuanto al dominio de causes y riberas frente a su aprovechamiento sometidas a ciertas restricciones y limitaciones en pro de la conservación del recurso hídrico. (Decreto 1541 de 1978).

Decreto 2857/81 cuencas hidrográficas

Aprovechamiento en los recursos hídricos en cuanto a hidroenergía, desarrollo agrícola, consumo humano, industrial y navegación. (Decreto 2857 de 1978).

Decreto 2105/83 reglamento uso de aguas y residuos líquidos

Regula la actividad de suministro de agua bajo condiciones normales, las cuales deberán garantizar su abastecimiento en cantidad, calidad, continuidad y presión suficiente en la red de distribución. (Decreto 2105 de 1983).

Decreto 1594/84 aclara el decreto 1594/84

Se refiere al recurso superficial, subterránea, marinas y estearinas e incluidas las aguas servidas y se nombra al EMAR como entidad encargada del manejo y administración del recurso. (Decreto 1594 de 1984).

Resolución 2314/86 uso de productos químicos para el tratamiento de aguas de consumo humano

Unifica los procedimientos que apliquen las entidades responsables del tratamiento de las aguas para consumo humano, en lo referente a la aplicación de sustancias o elementos que coadyuven a la potabilidad del agua. (Resolución 2314 de 1986).

Decreto 1700/89 crea comisión nacional de agua potable

Formula el plan de ajuste del sector de agua potable y saneamiento básico orientado a la cobertura y calidad de los servicios de acueductos y alcantarillado en el país. (Decreto 1700 de 89).

Acuerdo 1875/79 prevención de contaminación del medio marino

Regulación de la contaminación directa del hombre en cuanto a sustancias o energía en el medio marino cuando produzca o pueda producir efectos nocivos a los recursos vivos y la vida marina. (Acuerdo 1875 del 1979).

Decreto 1594/98 (artículos 150-154) estudio de impacto ambiental en cuerpos de agua.

Regula juicios de calidad de agua para fines recreativos, preservación de fauna y flora, hace referencia a que deben ser sometidas a tratamiento para ser usadas en recreación con valores máximos permisibles de coliformes totales. (Decreto 1594 de 1984).

Resolución 631 del 2015 regulación de disposición final.

Se refiere a los factores contaminantes que pueden presentarse en las aguas residuales en parámetros fisicoquímicos y sus valores límites permisibles en los vertimientos en vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas. (Resolución 631 del 2015).

Resolución 1207 de 2014 máximos permisibles para la reutilización.

Establecer las disposiciones relacionadas con el uso del agua residual tratada y no aplica para su empleo como fertilizante o acondicionador de suelos. (Resolución 1207 de 2014).

4 Marco metodológico

4.1 Zona de estudio

El frigorífico Sumapaz, está ubicado en el municipio de Granada Cundinamarca, con una latitud 4.518193, y longitud 74.34967, localizándose a los 4º 31’ 00” de latitud norte y 74º 20’ 50” Longitud oeste de Greenwich, con una altitud mínima de 1800 metro sobre el nivel del mar y máxima de 3000. Se encuentra a 18km de Bogotá D. C. Cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Además, posee un espacio para el sacrificio de bovinos con un promedio de 20 animales diarios ligados directamente a la salida del vertimiento, la cual llega al rio subía, que se encuentra a 15 metros de la PTAR y 11 Km de nacedero. En la imagen 8, en los puntos azules se evidencia el recorrido del rio, en cuanto al círculo rojo es la ubicación exacta de las coordenadas anteriores de la PTAR.

Imagen 8, visualización satelital granada. Se evidencia en el círculo rojo la posición exacta en la PTAR, y en la cual los puntos azules muestran el recorrido del rio por el sector, oct 2017.

Puntualmente, la planta de tratamiento es abastecida por una tubería proveniente del área de sacrificio, en primera instancia se dirige al silo de filtración de excreta sólida, posterior se encuentra el filtro número dos, que contiene una malla de filtración más pequeña y reduce en gran parte los sólidos suspendidos de manera que pase a la trampa de grasas y este ejecute su respectivo sistema de recolección, enseguida, llega al silo de almacenamiento, el cual realiza dos funciones: en primer lugar realiza la separación de la sedimentación y segundo, efectúa el bombeo del líquido a los filtros verticales, consecuente a este se entrega en la trampa de solidos disueltos para luego ser vertida en el rio Subía. (Ver ilustración 3).

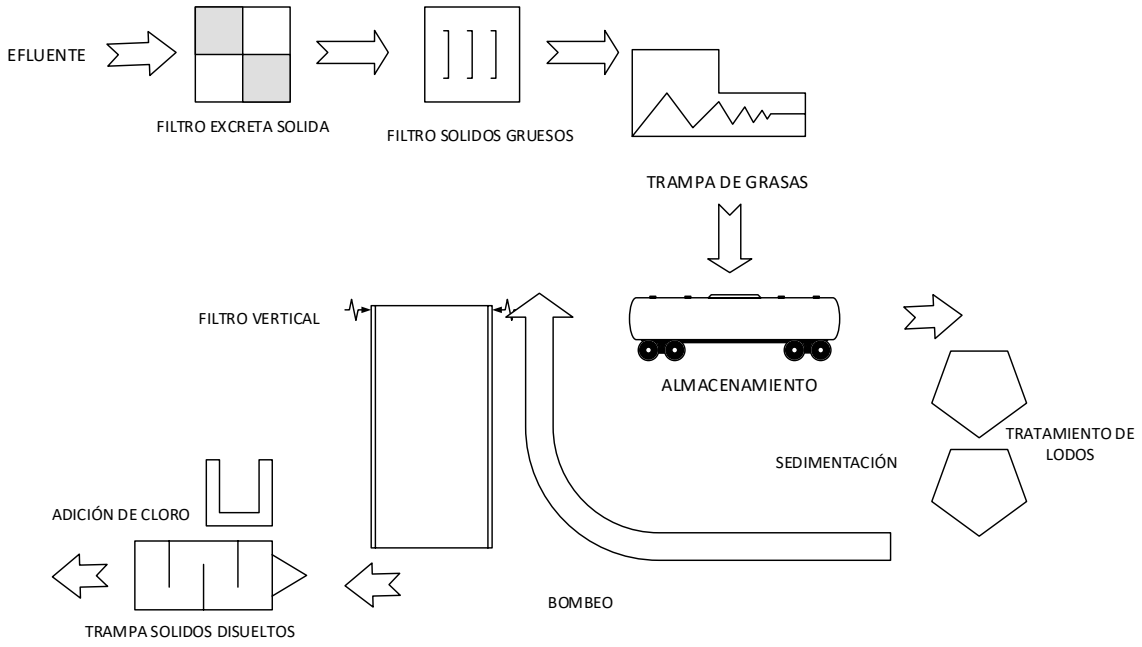


Ilustración 3, diagrama esquemático proceso PTAR, 2017, oct, Fuente propia.

Medición de Caudal

Finalizando, se examinó el caudal resultante del último proceso de la PTAR referenciado como punto 3 (ver imagen 9), esto con el fin de determinar la cantidad de flujo que sale por segundo y establecer la capacidad a tratar, para tenerla en cuenta en la regulación del ionizador en su instalación, hallada mediante herramientas de medición como el flexómetro y calibrador pie de rey, debido a que la profundidad resulto tener ciertas variaciones, se realizó un promedio para la determinación del dato final para luego sustituirlo en la fórmula de caudal propuesta por Aguilar (1951).

4.2 Diseño del ionizador

Simultáneamente, se ejecutaron las fases del diseño de producto manifestados por Deutachman, 2004. A partir de este estudio se simplificaron los paso y métodos como lo son los expuestos por Zunini, 2009. Se realizaron las primeras cuatro fases, las cuales siguiendo la trazabilidad son:

Fase I Definición estratégica

En la cual se implementó un análisis político, económico, social y tecnológico (PEST), utilizado para el análisis del entorno. El resultado evidenció la necesidad de realizar un análisis físico químico y microbiológico permitiendo confirmar el planteamiento del PEST.

Análisis fisicoquímicos

Procediendo a realizar un muestreo del agua en tres puntos estratégicos de la PTAR, referenciados como 1, 2,3 en la ilustración 9. En cada sitio de monitoreo se hizo una medición por triplicado durante 7 días con un tiempo entre muestras de veinte minutos y una cantidad de 1L, donde se analizaron parámetros fisicoquímicos como el pH con indicador strips, partículas por millón (ppm) y temperatura con TDS-3 tds/temp.

Imagen 9, puntos de monitoreo para el análisis de los parámetros fisicoquímicos. 1. primer filtro, 2 trampas de grasas, 3 trampa de solidos suspendidos.

Cumplida la recolección de datos por siete días se efectuó un análisis estadístico descriptivo del promedio de cada muestreo por triplicado, se examinó la media, máximos, mínimos, rango, varianza, desviación estándar, asimetría y curtosis con el fin de limitar el conjunto de datos y estudiar su distribución determinando los causales de cambios drásticos presentes, y el cumplimiento normativo físico químico del vertimiento final.

Posteriormente se evaluó el supuesto de normalidad utilizando la prueba de kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk, se prosigue a utiliza Rho de Spearman, una prueba no paramétrica para determinar la correlación existente entre los datos, para ilustrar mejor el resultado se utilizó diagramas de dispersión justificando las correlaciones existentes. Para poder realizar todos los estudios estadísticos se utilizó el software Spss.

Análisis Microbiológico

Adicionalmente, se realizó un muestreó del vertimiento final identificado como punto de monitoreo 3 (ver imagen 9) recolectando 6L de agua almacenándolas en recipientes de vidrio estériles a una temperatura de 4°C, como lo recomienda el instructivo para la toma de muestras residuales del IDEAM (2007). Para su posterior análisis microbiológico por el laboratorio contratado de indicadores de contaminación como lo es coliformes, *enterococcus faecalis* y protozoos Parásitos humanos. Con el resultado se determinó el nivel de carga microbiana y el cumplimiento normativo del vertimiento final de este parámetro.

Fase II Diseño de concepto

En esta se realizó un diagrama de flujo en el cual se consideran el entorno, características y sus valores teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos técnicos y económicos.

Para confirmar la disponibilidad de recursos técnicos y económicos se procedió a realizar una selección de los materiales tanto externos como internos del prototipo

Selección de Materiales

Internos

Mediante el cuadro (ver tabla 13) se caracteriza los factores importantes en la selección de la tabla electrónica por medio del regulador.

Características	Apropiado	No Apropiado
Voltaje Min	Su regulación sea variable	Su regulación sea fija
Voltaje Max	Su regulación sea variable	Su regulación sea fija
Amperaje	Igual a 1 amperio	Mayor a 1 amperio
Complejidad circuito	Fácil instalación y componentes comerciales	Instalaciones especiales y componentes electrónicos pocos comerciales
Costo Circuito	Menor a 50000	Mayor a 50000

Tabla 13, cuadro factores selección tabla electrónica, oct, 2017, fuente propia

En la tabla 14 se muestra los diferentes tipos de reguladores variables y su clasificación de acuerdo con las características más importantes que se resaltan, lo que mejor clasifica para la realización del prototipo. Dando como valores de la clasificación los siguientes: 1 como apropiado y 3 como no apropiado, con el fin de evaluarlos.

	Tipo de Regulador Variable				
Características	ML 317	ML317T	ML338	ML723	LM5007MM
Voltaje Min					
Voltaje Max					
Amperaje					
Complejidad circuito					

Costo Circuito					
SUMA					

Tabla 14, cuadro clasificación reguladores variables, oct, 2017, fuente propia

Para la selección del tipo de regulador electrónico se utilizó como único factor de decisión, el regulador de la resultante mayor de la tabla anterior puesto que, el circuito está diseñado en pro del regulado y comercialmente distribuido por la variabilidad del voltaje del mismo.

Para que todo el circuito pueda funcionar de manera correcta, como lo es transformar la corriente alterna a continua, mantener regulada la tensión, entregar un voltaje estable y determinado, mantener una conductividad, que el dispositivo resista los picos de tensión y que la corriente pueda llegar a los electrodos de manera constante y en el valor requerido.

Externos

En lo referente a la carcasa, se realizó una selección de materiales teniendo en cuenta 8 parámetros en los cuales se catalogará su característica si es apropiado o no apropiado (ver tabla 15)

	Material	
Parámetro	Apropiado	No Apropiado
Fundición	Da más definición a partes complejas	Material sin necesidad de implementar este proceso
Resistencia a impacto	Material visualmente resistente	Material visualmente no resistente
costo	No supere el costo de 50000	supera el costo
Moldeado artesanal	No implementación de maquinaria costosa	Implementación de maquinaria
Resistencia a fluidos	Muestra no permeabilidad	Permeable

Buena Presentación	Deja pulir detalles	Difícil modificación visual
Resistencia a perforación	Permite la perforación	Se deforma al realizar la perforación
No sufre Deformación	Mantiene su forma física	Tiende a deformarse fácil mente
Total		

Tabla 15, cuadro clasificación para material, oct, 2017, fuente propia

Realizando una tabla comparativa (ver tabla 16) se ponderan los materiales a escoger con puntuación de: 1 apropiado y 3 no apropiado

	TIPO DE MATERIAL					
Parámetro	Yeso	Alginato	Acrílico	Resina poliéster + fibra de vidrio	silicona	Polipropileno
Fundición						
Resistencia a impacto						
costo						
Moldeado artesanal						
Resistencia a fluidos						
Buena Presentación						
Resistencia a perforación						
No sufre Deformación						
Total						

Tabla 146, Cuadro clasificación para material, oct, 2017, fuente propia

Tomando en cuenta el cumplimiento de los criterios en cada material para elaborar la carcasa, finalmente en la suma obtenida se eligieron los 2 con mayor puntuación, para el análisis de Von Mises formulado por el simulador de Solid Works.

Fase III Diseño en detalle

Consolidando la idea del diseño del prototipo, se diseñan bocetos con vistas, modelos 3D de los diferentes componentes electrónicos integrados, la carcasa, el porta electrodos y la tapa buscando un diseño funcional y práctico para su posterior construcción e instalación. Cada una de estas se realizó con asistencia del software Solid Works.

Fase IV Verificación y testeo

En esta fase se ejecutaron los planteamientos propuestos con anterioridad construyendo el prototipo, para su posterior instalación y validación de su funcionamiento.

Construcción del prototipo

Se procedió a ejecutar lo planeado con anterioridad, es decir, construir las piezas con el material elegido y en base a los planos. Se diseñó un diagrama de flujo de procesos para definir las actividades a realizar así como sus inspecciones verificando que cumplieran los requerimientos esperados en cada pieza,

Capacidad

Se realizó una prueba en laboratorio para determinar el voltaje adecuado para funcionar en la PTAR procediendo a hacer una prueba de ensayo y error respecto al voltaje y desprendimiento molecular en una muestra de agua de 100ml

Presupuesto

Con el prototipo construido se procede a realizar un análisis del costo de producir el prototipo, teniendo en cuenta costo de materiales, mano de obra, transporte y costo de las pruebas de laboratorio.

Instalación

Posteriormente se procedió a su instalación en la PTAR de la planta de beneficio, como se tenía planeado se colocó en el final del procesó referenciado como punto de monitoreo 3, conectando debidamente a la fuente de corriente y verificando su funcionamiento.

Validación

Por ultimo para validar la eficiencia y comportamiento del prototipo en la PTAR se hicieron los análisis microbiológicos y fisicoquímicos nuevamente bajo los parámetros y condiciones de almacenamiento mencionados en la primera fase con el fin de verificar cambios en relación a los datos de la medición realizada antes de

la implementación, contrastando los resultados del análisis de laboratorio de ambos muestreos (antes y después de la ionización), para poder visualizar la disminución de microorganismos a causa del efecto coloidal de la plata.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis comparativo de medias, validando el supuesto de normalidad con la prueba Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk y el de homogeneidad de varianzas de Levene para proceder a utilizar el método T-Student para muestras independientes por ser el que más se ajusta a la situación con el objetivo de hallar una diferencia significativa entre las variables, todas estas pruebas se hicieron con la ayuda del software estadístico SPSS.

Finalizando se realiza un cuadro comparativo de la ionización respecto a dos desinfectantes populares en el mercado resaltando ventajas y desventajas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Zona de estudio

4.2.1 Caudal

4.2.1.1 Velocidad del fluido

Por el medio de flotación se encontró el tiempo promedio resultante de la velocidad del fluido de la PTAR, en el punto de monitoreo 3 (trampa de solidos suspendidos). Tal velocidad fue de 1 min con 34 seg, en una distancia de 2 m de recorrido, ahora se determina el dato de velocidad:

Velocidad por metro = (1m*94seg) /2m

Velocidad por metro =47 S

Velocidad por segundo= (1m * 1 s) /47s

Velocidad por segundo=0.02127 m/s

4.2.1.2 Profundidad

Con los datos resultantes de profundidad promedio de 4.1mm y de ancho 18.5 reemplazamos en la fórmula:

$$Área = Ancho * Profundidad$$

(Aguilar, 1951)

A= 185 mm * 4.1mm

A= 758.5mm^2 o 0,007585m

Este dato sirve para reemplazarlo en la fórmula del caudal, el cual permitirá identificar el área total por donde pasa el agua residual resultante durante un cierto tiempo, en la interpretación de la formula expuesta por Aguilar, para el calculo de caudal :

$$Q = V({}^{m}/_{s}) * A(m^2)$$

(Aguilar, 1951)

Donde: Q=caudal, V=velocidad, A=área

$$Q = 0.02127\ (^{m}/_{s}) * 0{,}007585(m^2)$$

$$Q = 0.00016133(^{\mathrm{m}3}/_{s})$$

Ahora convertir de m^3 a litros

$$Q = 0.1613(^{l}/_{s})$$

Con el resultado del caudal se puede proceder a determinar la cantidad de agua a ionizar por el dispositivo en cierto tiempo, pudiendo concluir que en un minuto aproximadamente tiene que ionizar 9,6 L de agua.

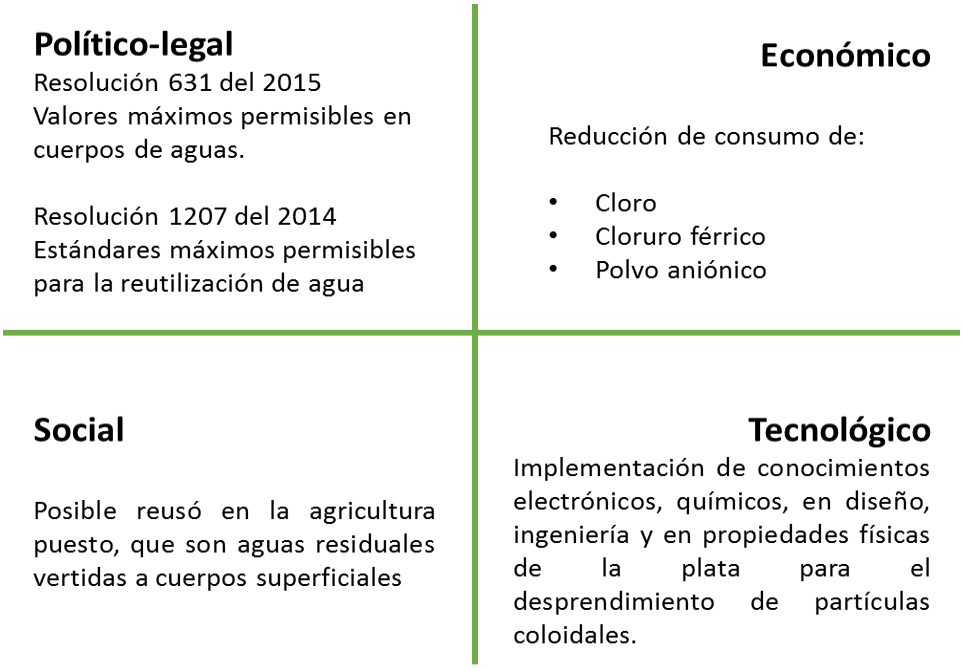
4.3 Diseño del ionizador

Se inicia identificando las variables preliminares necesarias para la construcción del prototipo, así como la selección de materiales, planos y costos.

4.3.1 Fase I Definición estratégica

Se realizó por medio del diagrama PEST en el cual se presenta una tabla con cuatro secciones las cuales funcionan como marco para el análisis de la situación, este fue útil para revisar estrategias, posición, y direccionamiento del proyecto.

Diagrama PEST



A partir del problema detectado se comienza a analizar la información en el contexto

Ilustración 4, Diagrama Pest, 2017, agosto, Fuente propia.

Identificando los factores que intervienen en cada uno de los cuadrante (ver ilustración 4) se encuentra que: En lo político, los estándares máximos permisibles de material microbiológico de los vertimientos en ríos evidenciados en la resolución 1207 del 2014. En lo económico, la utilización de químicos en el agua como el cloro y proyección en reducir los mismos lo cual conlleva reducir costos a la empresa. En lo social, la posible reutilización de los recursos hídricos ahorrando el consumo de agua en la agricultura. En lo tecnológico, la implementación de conocimientos de planeación, diseño y construcción de un prototipo, además de conocimientos químicos para estudiar las propiedades bactericidas de la plata logrando implementarlas de manera exitosa al prototipo.

Por consiguiente, se verifica el cumplimiento de la normatividad por parte de los vertimientos de la planta de beneficio, tanto físico químicos, microbiológicos y a su vez identificar cambios relacionados a la intervención de la PTAR y así poder analizar variables a tener en cuenta a la hora de diseñar, fabricar y validar el dispositivo.

4.3.2 Recolección y análisis de la información preliminar

A continuación, se expondrá el análisis de los datos obtenidos de los muestreos tantos fisicoquímicos (ppm, pH y temperatura) como microbiológicos presentes en la planta de tratamiento de agua residual PTAR, por último se calculó el caudal del vertimiento final, este dato sirvió para determinar la cantidad de agua a ionizar.

Análisis parámetros fisicoquímicos

En el anexo 4, 5 y 6 se exponen el registro de datos obtenidos del parámetro pH, Temperatura y ppm respectivamente, en base a estos datos se analiza lo siguiente:

4.3.2.1 pH

Como se muestra en la ilustración 5, se puede analizar que el pH del agua residual de la planta de beneficio se mantiene constante, permaneciendo neutral en cada uno de los procesos de la PTAR, cumpliendo los estándares de calidad de la Resolución 631 del 2015 de vertimientos de aguas residuales, el cual debe estar dentro del rango de 6.0-9.0

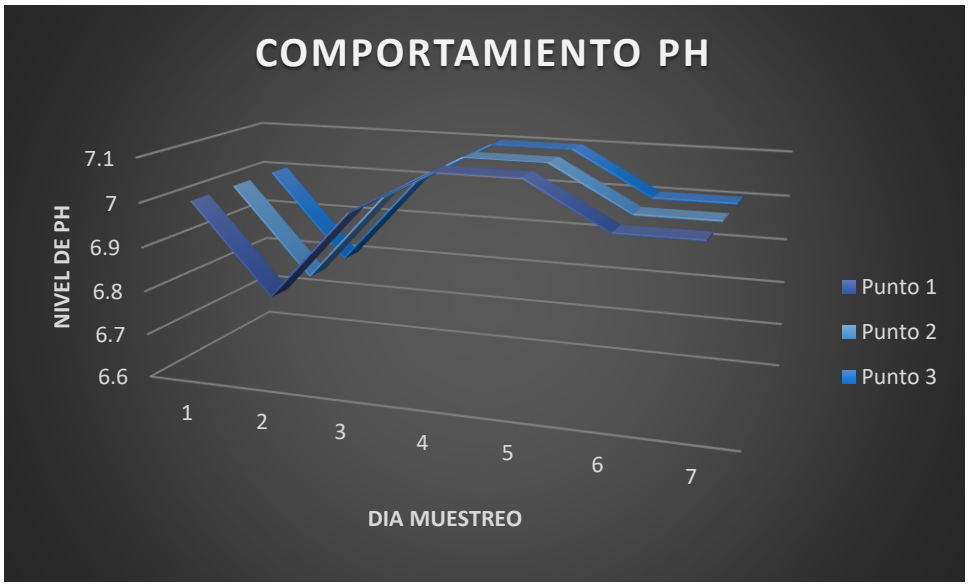


Ilustración 5, gráfico de líneas pH, 2017, octubre, Fuente propia.

Apoyándose en estudios como los de Rojas, se puede afirmar que es un ambiente óptimo para el crecimiento de bacterias ya que esto ocurre dentro de los intervalos de pH entre 6.5 a 7.5. (Rojas, 2010)

Se desarrolló un análisis descriptivo (ver anexo 7) de la cual se resalta su poca variación resultando una desviación estándar de 0.107 lo cual indica que las variables están agrupados muy cerca de su media, es decir no hubo cambios abruptos a causa de los procesos internos de la planta.

En cuanto a la validación del supuesto de normalidad (ver anexo 8), Se rechaza la hipótesis estadística de distribución normal: sig. 0.00 < 0.05

Indagando el resultado se realiza un histograma (ver anexo 9) en el cual se evidencia la no normalidad en la distribución debido a la gran concentración de datos repetidos del dato 7.0. El cual nos indica que el pH está dentro del rango permisible pero a su vez imposibilita la utilización de pruebas paramétricas.

4.3.2.2 ***Temperatura:***

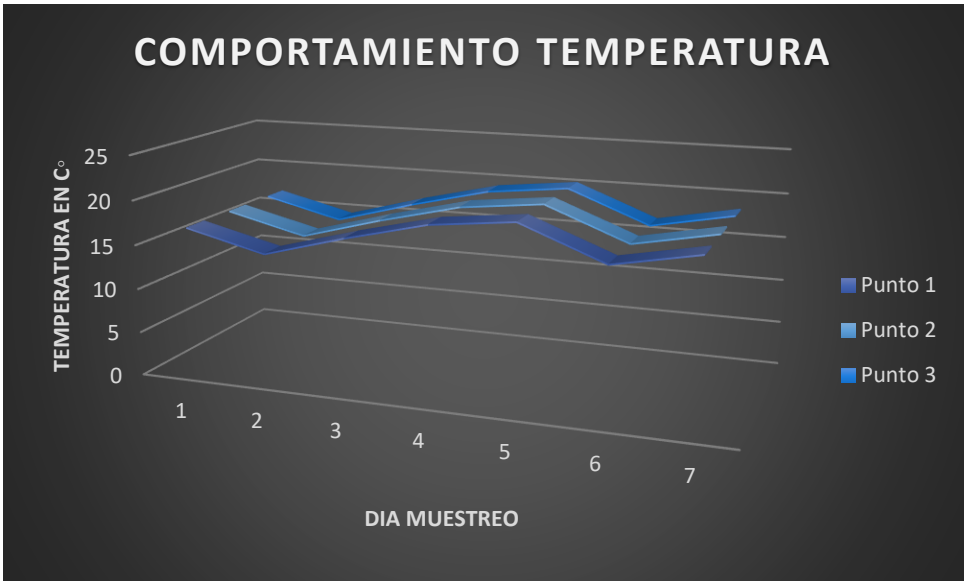


Ilustración 6, gráfico de líneas temperatura, 2017, octubre, Fuente propia.

Con la ilustración 6 se puede identificar la poca variabilidad de los datos en el transcurso de cada muestreo concluyendo que la temperatura ambiente es el único factor de intervención, ya que no se encontró cambios considerables al pasar de un punto de monitoreo al otro, deduciendo que los procesos internos de limpieza del agua no realiza modificación de este parámetro.

Además, se puede afirmar que el agua tiene una temperatura ideal para el crecimiento de bacterias mesofilas y criofilas las cuales pueden ser microorganismos patógenos de asiento no intestinales. (Rojas, 2010)

Con el análisis descriptivo (ver anexo 7) se confirma la poca variabilidad de los datos tomando como referencia la desviación estándar la cual indica cuánto puede alejarse los valores respecto a la media, resultando 1.803 es decir una muy baja fluctuación en los diferentes días del muestreo, sin registrarse afectaciones respecto a cambios de temperatura durante los procesos de la PTAR.

Se cumple el supuesto de normalidad (Ver anexo 8) ya que la significancia de las pruebas fue: 0.63 > 0.05. Lo que quiere decir que se acepta la hipótesis nula de normalidad estadística. Re afirmándose en la representación gráfica con un histograma (ver anexo10) el cual indica que los datos están dentro de la línea de normalidad.

4.3.2.3 ***Ppm***

Observando la concentración de solidos disueltos expresados en ppm (ver ilustración 7) se evidencia una disminución desde el punto de monitoreo 1 al 3 siendo una variación recurrente durante todos los días que se hizo el control, esto es debido a los procesos de la PTAR como lo es la sedimentación y las trampas de solidos suspendidos.

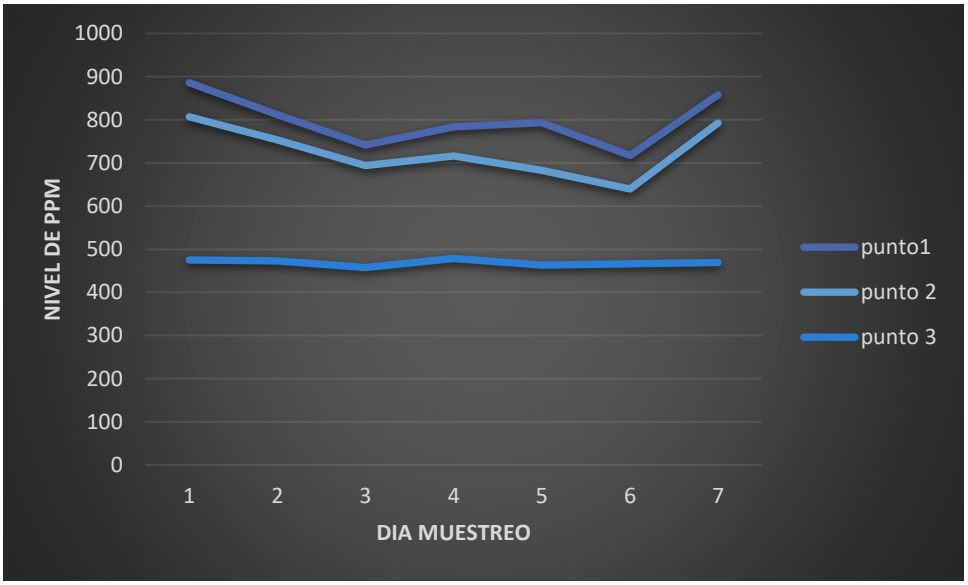


Ilustración 7, gráfico de líneas ppm, 2017, octubre, Fuente propia.

En base al análisis estadístico (ver anexo 7) podemos concluir que tiene una desviación estándar de 152.3 lo que indica la gran dispersión de los datos fuera de su media es decir la carga de solidos disueltos en el agua si tiene variaciones al pasar por los diferentes puntos de la PTAR, siendo el último proceso donde se presente menos concentración de este parámetro. Resultando un vertimiento con carga de solidos disueltos aceptable ya que el reglamento secundario EPA aconsejan un nivel de contaminación máximo (MCL) de 500mg/l (500 partes por millón (ppm)) para los TDS.

4.3.3 Correlación de parámetros

4.3.3.1 Temperatura – pH

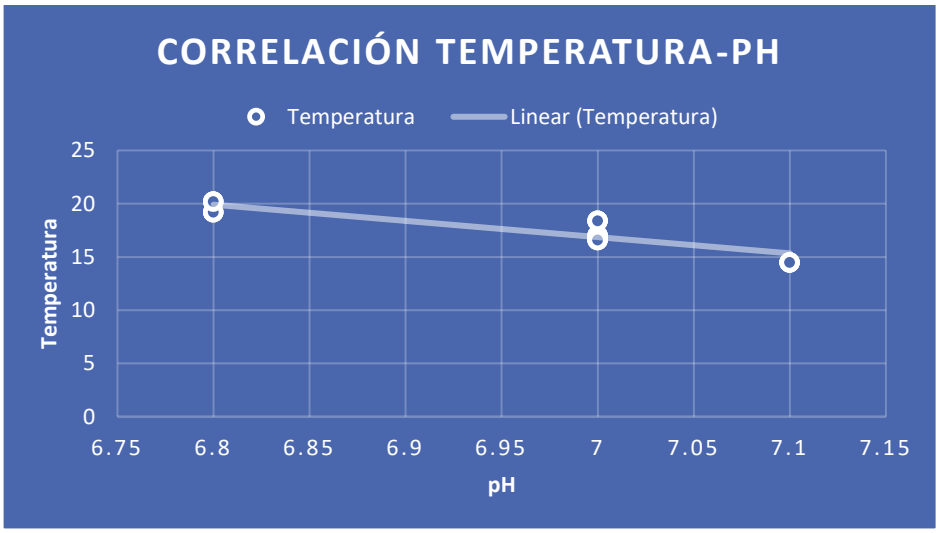


Ilustración 8, Correlación temperatura-pH, fuente propia

Con los resultados de la prueba (ver anexo12) se evidencia una relación significativa entre las variables de pH y temperatura, con un coeficiente de correlación de -0.896, es decir son inversamente proporcionales, destacando este comportamiento en la gráfica de dispersión (ver ilustración 8) indicando una relación lineal negativa indicada por la línea de pendiente.

Al indagar esta relación se encuentra informes exponiendo este comportamiento que la temperatura afecta el factor de disociación del agua, ya que las moléculas de agua tienden a descomponerse en sus constituyentes, el hidrógeno y el oxígeno, al aumentar la temperatura. Por lo cual podemos afirmar que entre mayor temperatura menor pH. (Recinto Universitario de Mayagüez, 2010).

4.3.3.2 *ppm – pH*

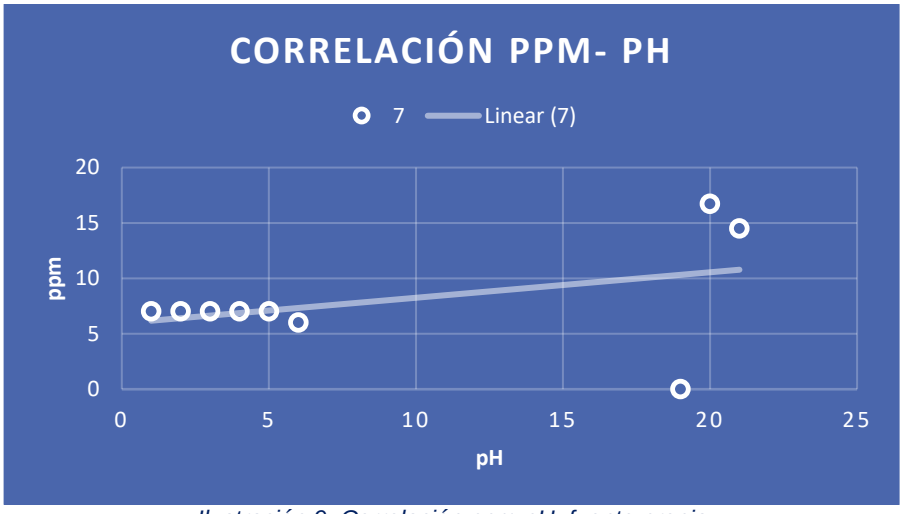


Ilustración 9, Correlación ppm-pH, fuente propia

Con el resultado de la correlación de ppm- pH (ver anexo12) e ilustradas en la gráfica de dispersión (ver ilustración 9) Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.121, lo que nos indica que no existe dependencia significativa entre las variables intervenidas.

4.3.3.3 *Ppm-temperatura*

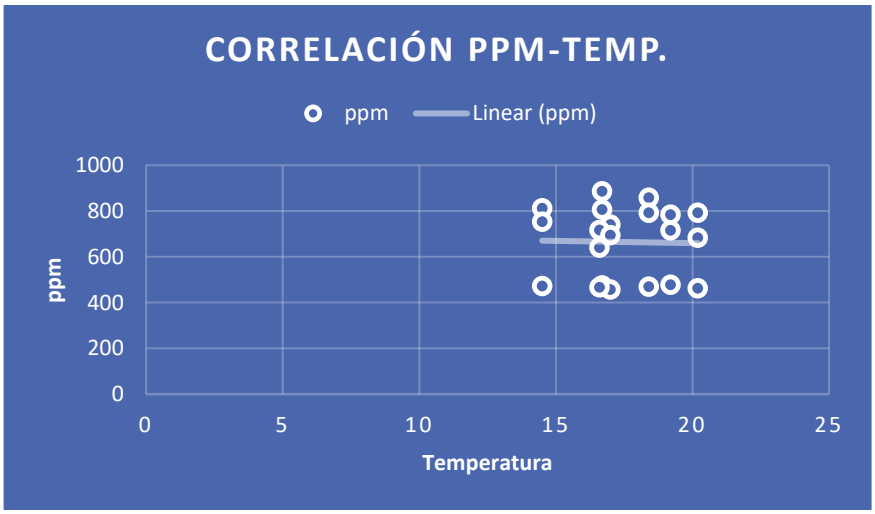


Ilustración 10, Correlación temperatura-ppm, fuente propia

En base al análisis de correlación (ver anexo 12) se confirma la nula relación entre los parámetros de ppm y temperatura con una significancia de -0.05 afirmando este resultado con la gráfica de dispersión (ver ilustración 10)

Confirmando este supuesto al no encontrarse estudios que demuestren la relación de ambos parámetros, es decir son parámetros independientes el uno del otro ya que el cambio de temperatura no afecta de ninguna manera la cantidad de solidos disueltos y viceversa.

4.3.3.4 ***Análisis microbiológico***

Con los resultados obtenidos del análisis microbiológico (ver tabla 17) evidenciamos la presencia de *coliformes totales* con un resultado de 2500 UFC/ml y Protozoos parásitos humanos arrojando el dato de 4000 *Protozoos* Parasitos /L y en cuanto a *enterococus faecalis* esté presenta ausencia total.

Comparativo resultados con la Resolución 1207 de 2014					
Parametro	Técnica	Método	Unidades	Resultados analisis de agua	Requisito resolución
Coliformes totales	Rep	USP 39<61>	NMP /ml	2500	1
Enterococuccus Faecalis	AS	STANDARD METHOOS 9-69 <9230>	P/A	Ausente	1
Protozoos parasito humanpoo	CCC	Concentración MC Máster	Parasito/L	4000	1

Tabla 17, Tabla comparativo análisis microbiológico con resolución 1207 de 2014. 2017, oct, Fuente propia.

Comparando los datos (ver tabla 17) con los requisitos predispuestos de agua residual no domestica (ARnD). Que cuenta con los lineamientos básicos establecidos en la resolución 1207 del 2014, en la cual se adoptan posiciones relacionadas al uso de aguas residuales tratadas que deberán cumplir previamente los criterios de calidad agrícola y parámetros microbiológicos.

En el comparativo se evidencia el no cumplimiento de los máximos permisibles en cuanto a los parámetros de *Coliformes Totales* y Protozoos Parasitos Humanos lo cual es una situación preocupante ya que el cuerpo receptor de esta agua es el rio subía utilizado por los habitantes del sector en actividades tales a la agricultura, lo cual puede acarrear problemas de salubridad ya que estos microorganismos son causantes de enfermedades tales como Giardiasis y gastroenteritis y se pueden propagar por este medio. (Rojas, tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2010)

4.4 Fase 2 diseño en concepto

Se analizan cada una de las variables a implementar en el prototipo, selecciónando el tipo de material, circuito y elementos electronicos

4.5 Selección de material

4.5.1 Interno

Mediante el cuadro de ponderación de la metodología (ver tabla 13) se caracteriza los factores importantes en la selección de la tabla electrónica por medio del regulador.

En el anexo 20 evidencia los diferentes tipos de reguladores variables y su clasificación de acuerdo con las características más importantes que se resaltan, escogiendo el regulados ML317 que mejor clasifica para la realización del prototipo.

Ya realizada la identificación del tipo de regulador y las características del mismo, se procede a la compra de la tarjeta impresa electrónica o tabla fenólica y los demás componentes que permiten la implementación de las propiedades del regulador de voltaje LM317.

4.5.2 Externos

Se eligieron 6 materiales comerciales en los cuales se procedió a dar una clasificación, tomando en cuenta requisitos necesarios para la elección de material (ver anexo 18). De acuerdo con la suma obtenida por los parámetros. Se eligen los 2 materiales con mayor puntuación para un análisis de material, frente a el criterio de von mises formulado por el simulador de solid Works. Para luego ser elegido tan solo uno de los dos materiales finalistas.

Los materiales con mayor puntuación fueron resina poliéster más fibra de vidrio con un total de 8 puntos y polipropileno con 7 puntos. Respecto a estos materiales clasificados, se ejecutó el análisis de Von Mises, el cual predice el punto de falla, si el número es mayor aumentará la probabilidad de ruptura, de igual modo el grafico de deformación. Todo programado y ejecutado por el programa CAD Solid Works, a continuación, se evidenciará el resultado de los dos materiales.

4.5.3 **Resultados del estudio simulación en Solid Works**

Diseño y medidas de carcasa (ver tabla 15) es sometida a pruebas mediante el programa de simulación de Solid Works. En esta se evalúa la integridad estructural de la carcasa, sometiéndola a una caída de 2 metros y posterior impacto ya que es la altura a instalar el dispositivo. Teniendo en cuenta todas las propiedades evidenciadas en la tabla 18.

4.5.4 **Análisis polipropileno**

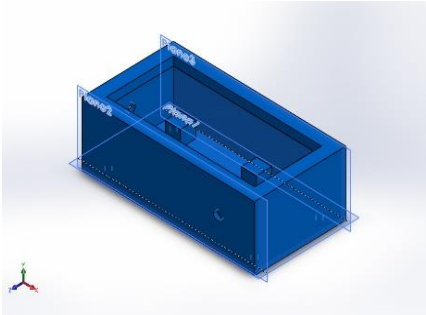
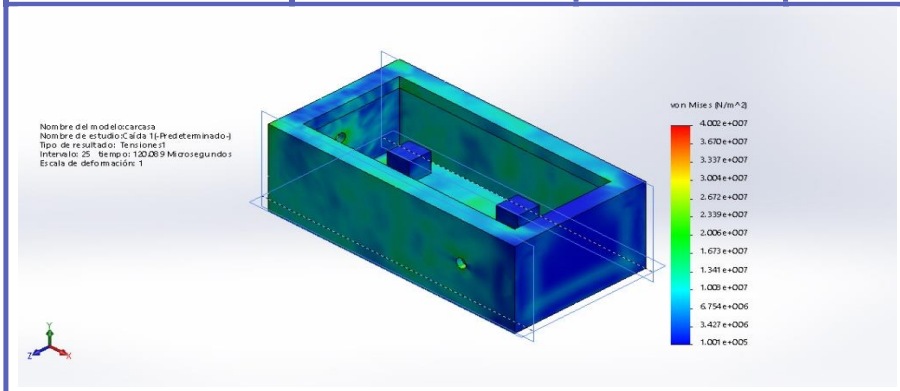
Referencia de modelo	Propiedades	
	Nombre: Tipo de modelo: Límite de tracción: Módulo elástico: Coeficiente de Poisson: Densidad: Módulo cortante:	**Polipropileno** **Isotrópico elástico lineal** **3.59e+007 N/m^2** **2.28e+009 N/m^2** **0.387** **1040 kg/m^3** **8.173e+008 N/m^2**

Tabla 18, carcasa propiedades polipropileno, Solid Works herramienta CAD, fuente propia.

En la tabla 19 se presenta la tensión de Von Mises en el instante de la colisión, en la cual se fija como límite en la escala de colores el color rojo.

Como resultado en la tensión de material no presento daño, puesto que tan solo llego al 30% de su resistencia, se evidencia que se desarrolló una buena distribución sobre la superficie de la carcasa.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	100071 N/m^2 Nodo: 1670	4.00236e+007 N/m^2 Nodo: 24

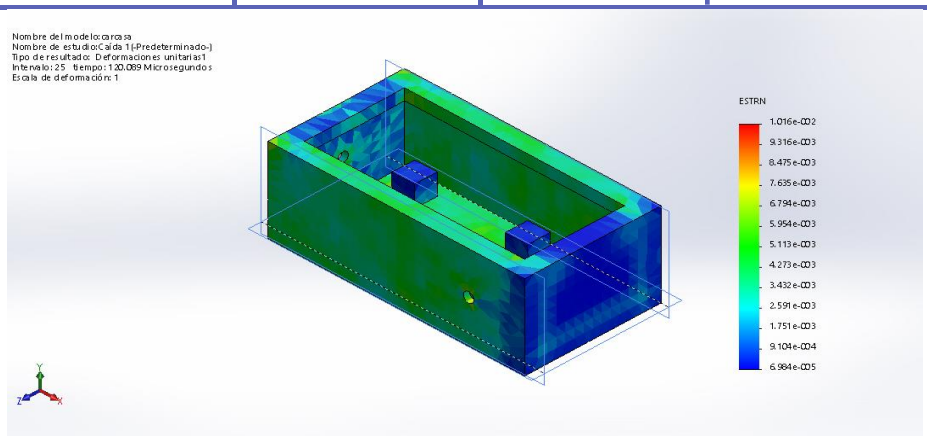


carcasa-Caída 1-Tensiones-Tensiones1

Tabla 159, resultados tensión polipropileno, salid Works herramienta CAD, fuente propia.

En la tabla 20, se desarrolla la deformación unitaria de Von Mises, de igual modo se aprecia su límite con la escala de colores evidenciando una escala de colores azul.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	6.98376e-005 Elemento: 5345	0.0101564 Elemento: 4591



carcasa-Caída 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Tabla 20, carcasa propiedades resina poliéster, Solid Works herramienta CAD, fuente propia

Como se puede observar en la tabla 21 el color verde indica que los componentes alcanzan un 60% de la resistencia de deformación, se evidencia una amortiguación del centro de la carcasa, no presenta desgarro o rotura, no implica perdidas en su función.

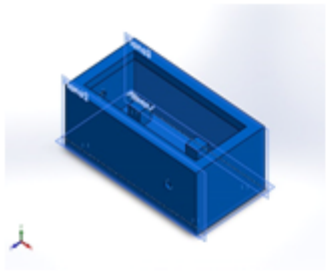
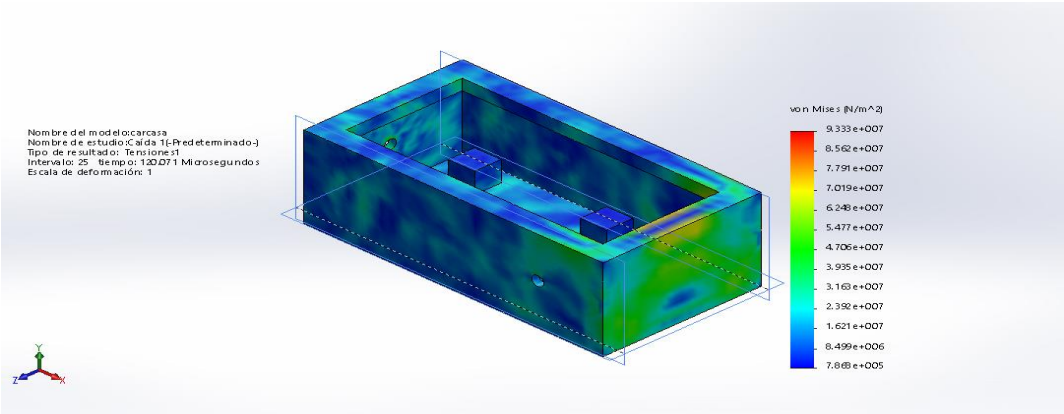
Referencia de modelo	Propiedades	
	Nombre:	Resina de poliéster
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
	Criterio de error predeterminado:	Desconocido
	Límite de tracción:	1.9e+008 N/m^2
	Límite de compresión:	2.3e+008 N/m^2
	Módulo elástico:	1.9e+010 N/m^2
	Densidad:	1160 kg/m^3

Tabla 21, carcasa propiedades resina poliéster, Solid Works herramienta CAD, fuente propia

4.5.5 Análisis resina poliéster

En la tabla 22, se evidencia el ensayo de tensión nuevamente sobre los parámetros de Von Mises y expresado por la escala de colores.

nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	786773 N/m^2 Nodo: 3255	9.33309e+007 N/m^2 Nodo: 14006



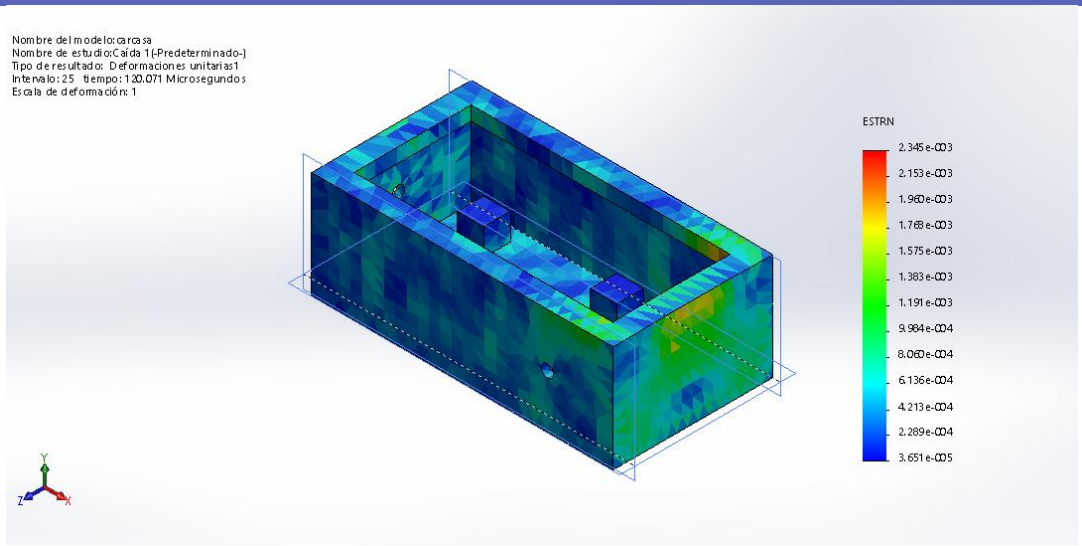
carcasa-Caída 1-Tensiones-Tensiones1

Tabla 22, carcasa tensión resina poliéster, Solid Works herramientas CAD, fuente propia.

Se presenta la simulación en el momento exacto de la colisión. Observamos el color verde/ amarillo con un 70% de resistencia ante las tensiones ejercida sobre la superficie. No se presenta amortiguación significativa.

En la tabla 23, se observa el ensayo de deformación unitaria y su respectiva escala de colores.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3.651e-005 Elemento: 5921	0.00234495 Elemento: 6811



carcasa-Caída 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Tabla 163, carcasa deformación unitarias, resina poliéster, Solid Works herramienta CAD, fuente propia.

Se observa que en el área de impacto sube la resistencia de material al 70% puesto que al igual que la tensión no hay amortiguación, solo alteración en la cara de impacto

En relaciona a los dos materiales se evidencia un buen desempeño en el polipropileno tanto de deformación como de tensión en su máximo dato registrado muestras un 60% de resistencia gracias a su amortiguación , por lo tanto es un material ideal para la elaboración del producto mas no del prototipo puesto que, este material si se trabaja al aire libre, el material fundido tiende a oxidarse y llenarse de impurezas o burbujas de oxígeno, lo cual el material tiende a quebrarse y se hace necesario la utilización de una inyectora con su respectivo molde. (Acpo, 2013)

En cuanto a la resina poliéster tiene una resistencia más baja en el área de impacto, evidenciado en las tablas 21 y 22, puesto que se observa que su resistencia sube

al 70%, pero no llega a ser mal catalogado, puesto que no alcanza los límites de deformación para alguna ruptura de material.

Debido a los anteriores análisis, se decide la utilización del material resina poliéster, es de aclarar que el poliéster lleva recubrimientos con fibra de vidrio, masilla y nuevamente una de resina poliéster. Lo cual sin duda sube el nivel de resistencia a impacto, estos materiales se usaron para dale detalles de acabados.

4.5.6 Sistema eléctrico y electrónico

En la ilustración 12 se observa el prototipo en su parte electrónica en el cual se especifica los 4 componentes más importantes y funcionales del proyecto, los cuales son: el transformador, placa con elementos electrónicos, regulador de voltaje y dos electrodos de plata. Con esta ilustración se observa forma y volumen en un acercamiento de cada una de las partes electrónicas del prototipo.

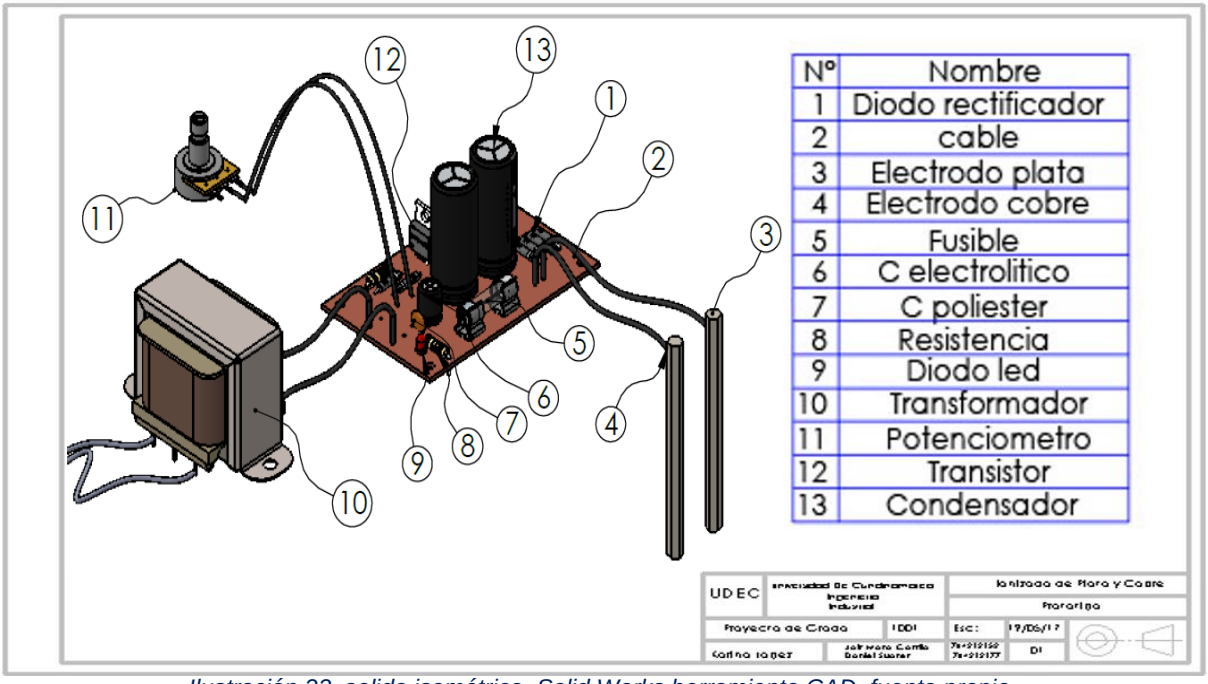


Ilustración 22, solido isométrico, Solid Works herramienta CAD, fuente propia

Al detallar la figura se evidencia elementos sencillos y muy comerciales. Lo cual cumple con la viabilidad económica, factibilidad tecnológica y cubrimiento o sustitución de una necesidad. En el diseño observamos que tenemos tres pares de cables esto ofrece la libertad de posicionamiento del mecanismo en la carcasa.

4.6 Fase 3 Diseño en detalle

En esta fase se desarrolló la idea en profundidad del prototipo empleando para ello herramientas como lo es el uso de elementos CAD, bocetos, animaciones 3D y planos

4.6.1 Parte Eléctrica

En la ilustración 13 se evidencia los componentes que deben ir en el interno de la carcasa, esta tabla fenólica tiene un diseño predeterminado determinado por el fabricante, lo adicional al diseño implementado son las instalaciones de continuidad eléctrica dirigidas a los electrodos.

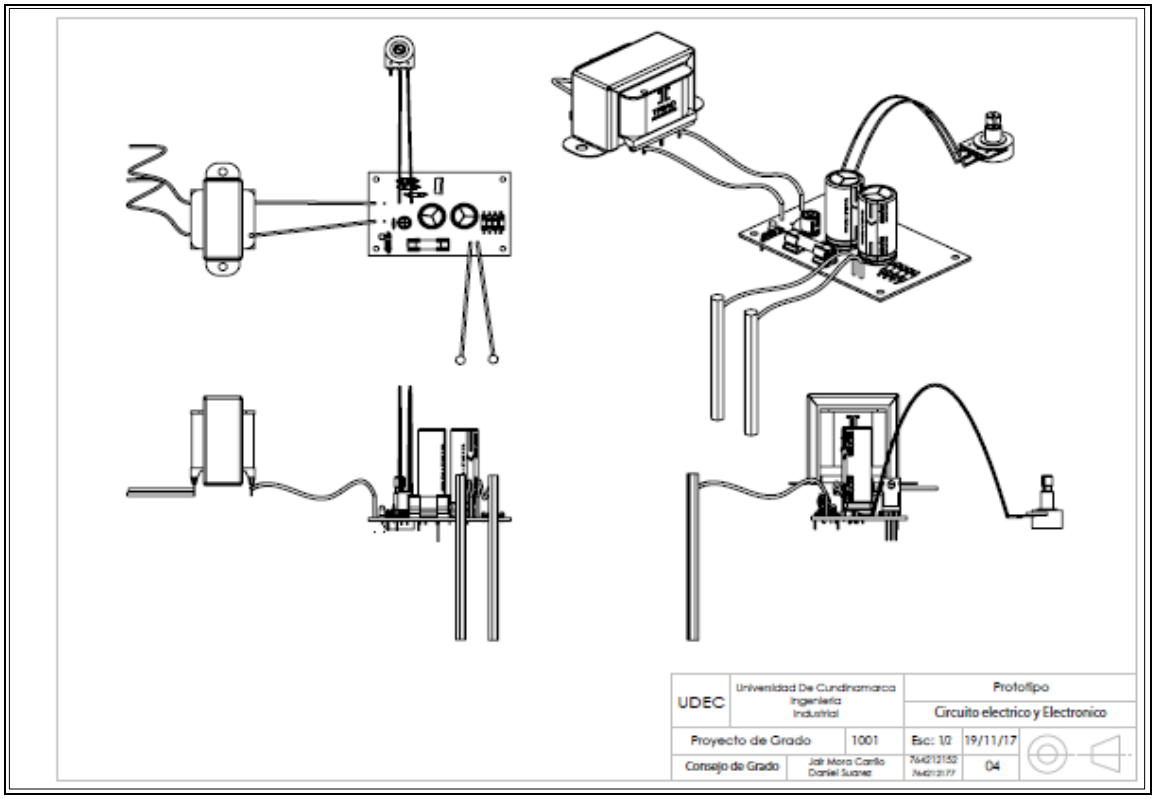


Ilustración 13, vistas parte eléctrica, Solid Works, herramienta CAD, oct, 2017, fuente propia.

4.6.2 **Carcasa**

Esta pieza es una de las más importantes debido, que en ella se expresa el diseño en la parte visual que se adapte a los mecanismos internos de ella, es la guía principal para una posible producción en masa, la idea de este paso es, utilizar el material más económico, comercial y fácil de implementar, para poder llegar lo más cercano al producto final. Teniendo en cuenta el diseño físico que se puede ver en la ilustración 14.

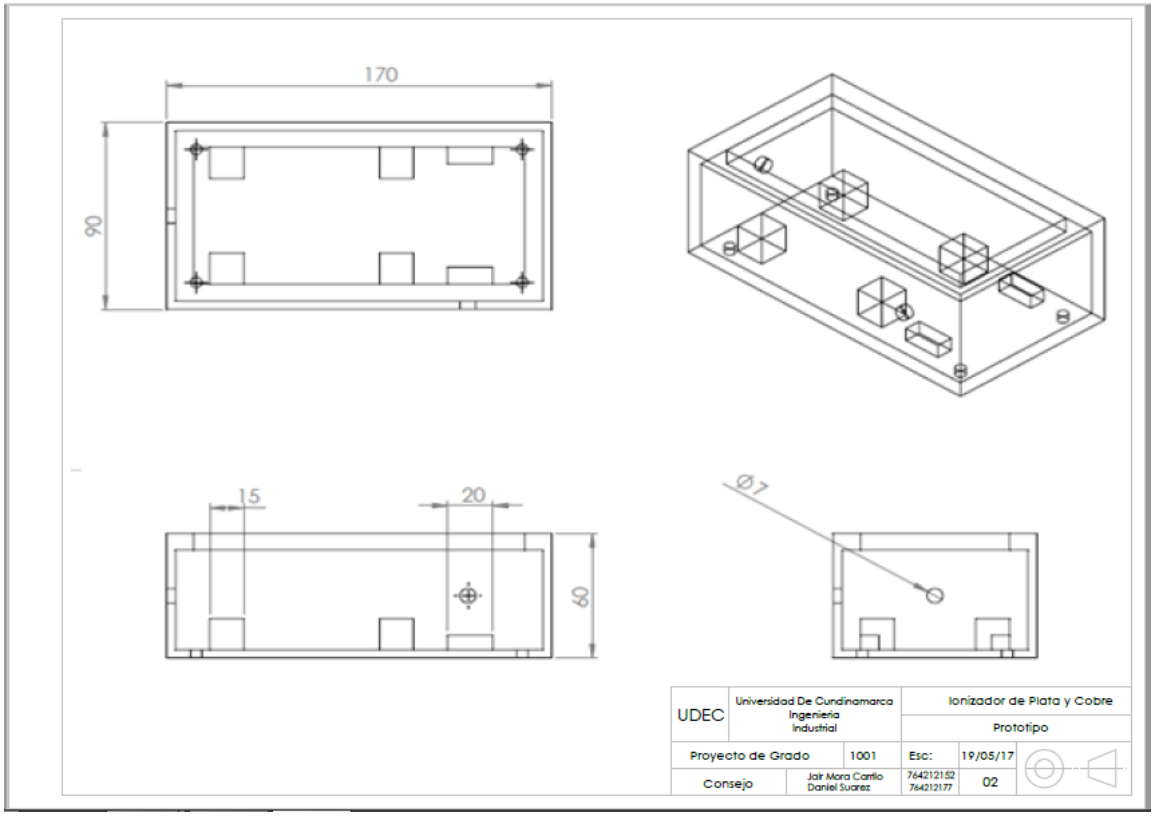


Ilustración 143, carcasa, Solid Works, herramienta CAD, oct, 2017, fuente propia.

4.6.3 **Tapa**

En este diseño (ver ilustración 15) se observa 7 agujeros pasantes, uno de ellos es rectangular de 15mm X 29mm para la ubicación de un botón piloto que indique la energización del sistema. En cuanto a los siguientes 6 agujeros son para la ubicación de los tornillos para la sujeción de la tapa a la carcasa.

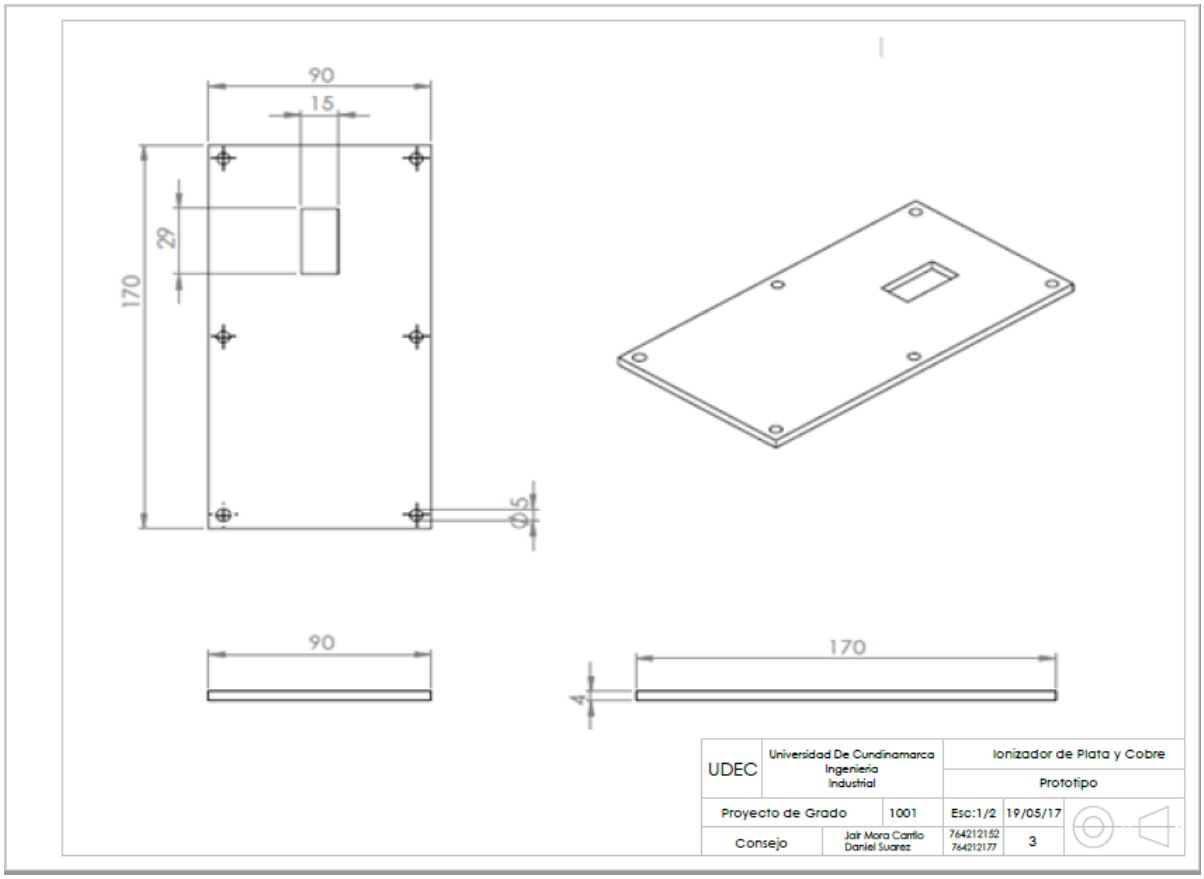


Ilustración 45, tapa, Solid Works herramienta CAD, fuente propia

4.6.4 **Porta Electrodo**

El porta electrodo ver ilustración 16 está diseñado para sostener los electrodos de plata por medio de un encaje en la parte inferior de 5.5 mm, y en la parte superior ajustada por unos prisioneros que impiden el movimiento del electrodo, este diseño permite la fácil desinstalación de los electrodos para su buen mantenimiento preventivo.

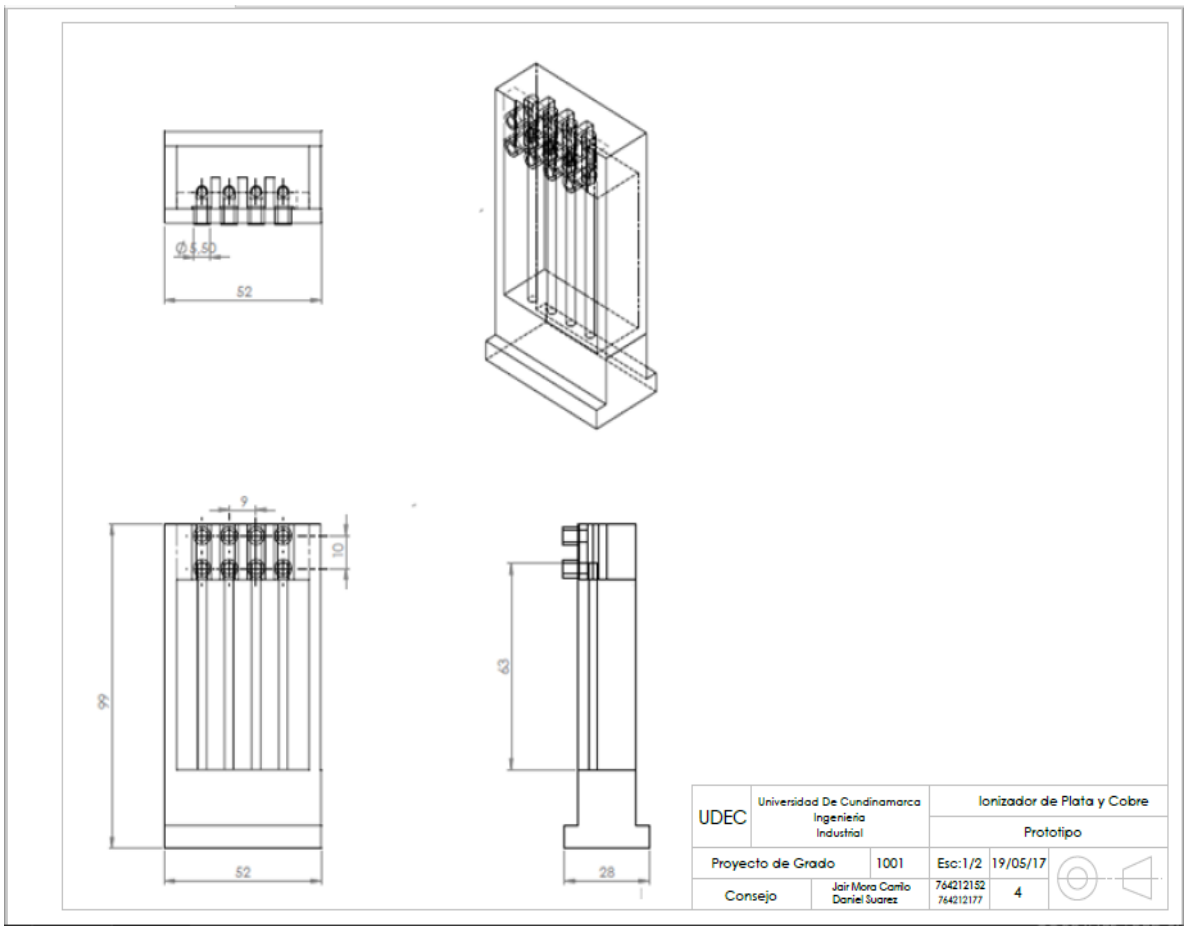


Ilustración 16, porta electrodo, Solid Works herramienta CAD, fuente propia.

Ahora bien, en la ilustración 17 se observa el ensamble de todas las piezas del prototipo por medio del software Solid Works.

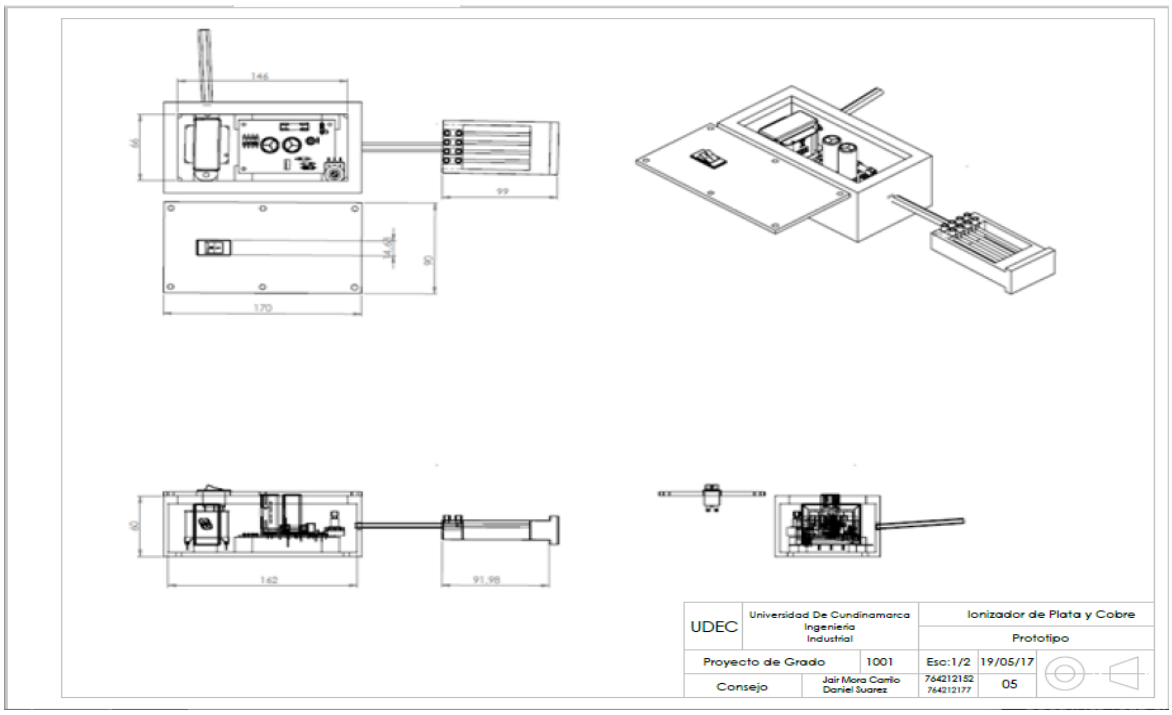


Ilustración 17, isométrico y vistas, Solid Works herramienta CAD, fuente propia.

Con la anterior ilustración (ver ilustración 17) observamos todas a piezas. En la primera parte la tapa con el botón piloto, en la segunda parte se evidencia el circuito electrónico y eléctrico, ya conectado con la tapa y por último la porta electrodos con plata al 99.9% de pureza. Con su respectivo cable que ofrece la continuidad eléctrica a él porta electrodo.

5 VERIFICACIÓN Y TESTEO.

5.1 Construcción, del prototipo

En esta fase se procedió a la construcción y ensamblaje de las piezas así como su respectiva instalación en la zona de estudio, comenzando por ensamblar su parte eléctrica y electrónica de un diseño impreso en una tabla fenólica (ver ilustración 18), ubicando el transformador el cual reduce la fuente de corriente eléctrica de 220V AC a una de 24V AC, seguido de esto se instaló un fusible en la salida de la corriente y diodos para rectificar la fuente, luego se soldaron los condensadores logrando un voltaje directo, enseguida se implementa un regulador de tensión encargado no solo de entregar un voltaje determinado, sino también de mantenerlo estable; subsecuente a esto se conectan resistencias las cuales disminuye la conducción de la corriente, y los diodos que protegen contra picos de tensión. Se obtuvo el voltaje necesario para que funcionen de manera óptima, en ejecución de la conductividad eléctrica, hacia el proceso de ionización en los electrodos de plata.

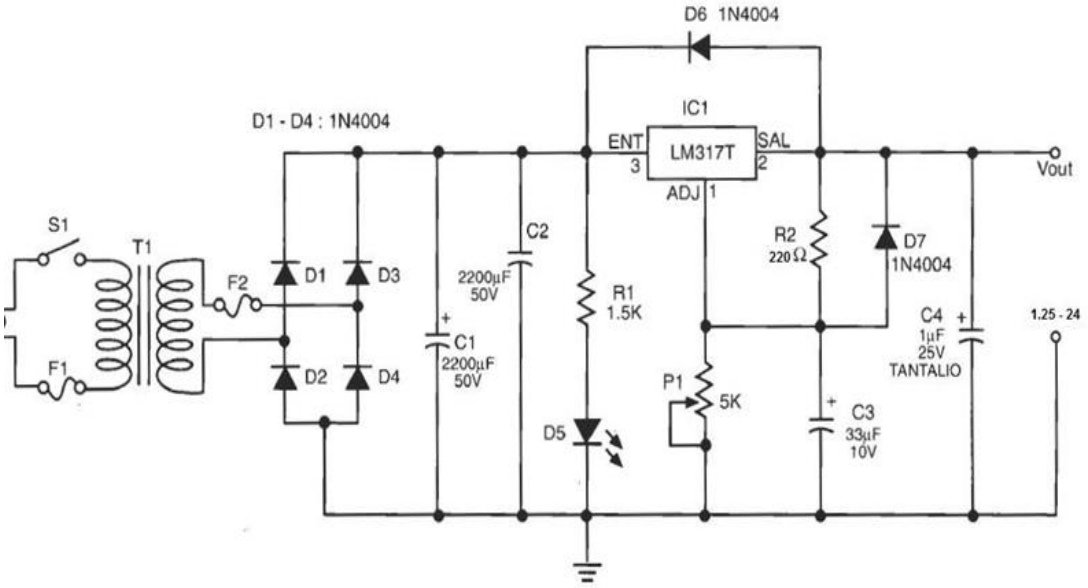


Ilustración 18, diagrama esquemático de la fuente recuperado de www. La redelectronica.com

A continuación se procede a crear la carcasa, utilizando los planos desarrollados en la anterior fase, se construyó una base de la caja en cartón paja, para luego agregarle fibra de vidrio y fortalecer el material, adicional a esto se pulió con dos apaz de resina hasta dejar una superficie plana y lisa, Se repitió este proceso a la

tapa de la carcasa y al porta electrodos , después a la parte interna se le agrego una base de madera de balso y fibra de vidrio para luego instalar la tabla fenólica, se perforó los orificios necesarios para la conexión de los electrodos, el botón piloto y los tornillos de fijación. Por último, se le agrego una pintura de tonalidad neutra por cuestiones de estética. Con el dispositivo armado se procede a estudiar la vida útil de los componentes más importantes que lo conforman y las posibles causas de su fallo.

El anterior procedimiento se visualiza en el diagrama de procesos (ver anexo 19)

En la imagen 10 se observa las tres piezas del prototipo las cuales son: la tapa, carcasa y porta electrodo en su mismo orden, estas ya están fabricadas en los materiales y medidas propuestas en los anteriores pasos y en la ilustración 19 se muestra el dispositivo totalmente armado.

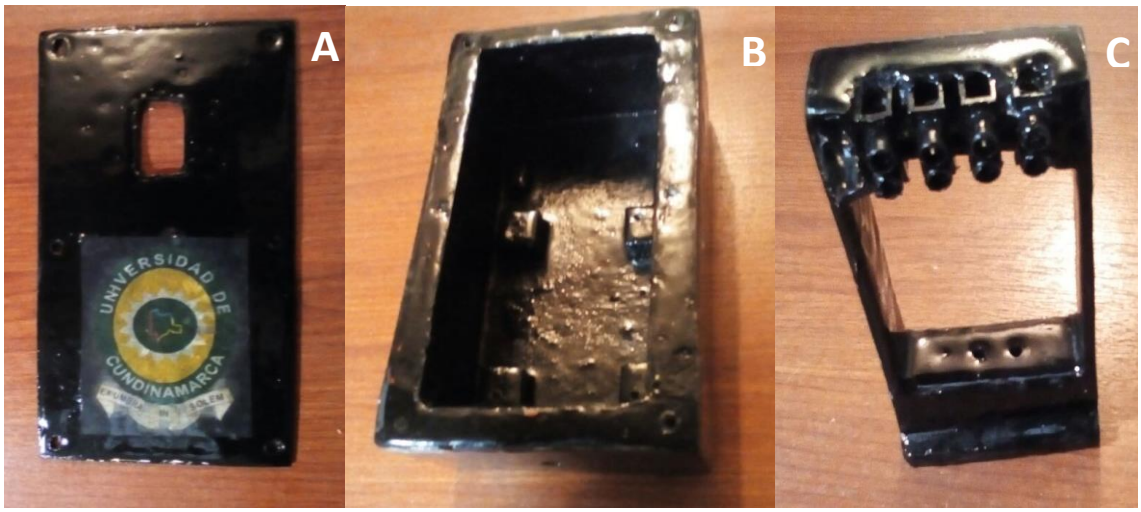


Imagen 10 la tapa, carcasa y porta electrodo, Fuente propia.

En la ilustración 19 se comprueba la similitud entre el prototipo fabricado y la imagen 14 demostrando que se cumplió satisfactoriamente lo predispuesto en los planos.

Ilustración 195, isométrico a color, Solid Works herramienta CAD, fuente propia.

5.1.1 Capacidad

Para determinar el voltaje necesario para la ionización en la planta de tratamiento del caudal de 9.6 l/seg, fue indispensable realizar análisis en el laboratorio, calculando la cantidad de ppm desprendidas por minuto en un vaso precipitado de 500 ml, variando en cada muestra la cantidad de voltaje, como se observa en la tabla 24.

voltaje	tiempo	ppm	volumen ml	ppm	acumulado ml	Apariencia al Finalizar
1	60 seg	0,05	500	0,05	500	precipitación
2	60 seg	0,1	500	0,05	1000	precipitación
3	60 seg	0,15	500	0,05	1500	precipitación
4	60 seg	0,2	500	0,05	2000	precipitación
5	60 seg	0,25	500	0,05	2500	precipitación
6	60 seg	0,3	500	0,05	3000	precipitación
7	60 seg	0,35	500	0,05	3500	precipitación
8	60 seg	0,4	500	0,05	4000	precipitación
9	60 seg	0,45	500	0,05	4500	precipitación
10	60 seg	0,5	500	0,05	5000	precipitación
11	60 seg	0,55	500	0,05	5500	precipitación

12	60 seg	0,6	500	0,05	6000	precipitación
13	60 seg	0,65	500	0,05	6500	aspecto turbio
14	60 seg	0,7	500	0,05	7000	aspecto turbio
15	60 seg	0,75	500	0,05	7500	aspecto turbio
16	60 seg	0,8	500	0,05	8000	aspecto turbio
17	60 seg	0,85	500	0,05	8500	aspecto turbio
18	60 seg	0,9	500	0,05	9000	aspecto turbio
19	60 seg	0,95	500	0,05	9500	aspecto turbio
20	60 seg	1	500	0,05	10000	aspecto turbio
21	60 seg	1,05	500	0,05	10500	aspecto turbio
22	60 seg	1,1	500	0,05	11000	Aspecto Oscuro
23	60 seg	1,15	500	0,05	11500	Aspecto Oscuro
24	60 seg	1,2	500	0,05	12000	Aspecto Oscuro
25	60 seg	1,25	500	0,05	12500	Aspecto Oscuro

Tabla 174, pruebas de voltaje respecto al desprendimiento coloidal, Solid Works herramienta CAD, fuente propia.

El voltaje necesario para la ionización del caudal del frigorífico debe ser entre 19v a 20 v en cuanto a la precipitación indica un proceso en el cual se agrupa las impurezas del agua en la superficie demostrando visualmente un proceso de ionización, el aspecto turbio y oscuro se debe a una sobre carga de partículas

5.1.2 Presupuesto prototipo

En la tabla 25, se evidencia el costo de cada pieza utilizada en el prototipo de aguas residuales, enfocado para una posible producción, en pro de reducción de costos.

COSTO DE IMPLEMENTACION				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRESIO UNITARIO	TOTAL
Transformador	1	Unidad	$ 15.000,00	$ 15.000,00
Diseño electrónico impreso	1	Unidad	$ 25.000,00	$ 25.000,00
Diodos	1	Unidad	$ 1.000,00	$ 1.000,00

Fusibles	1	Unidad	$ 500,00	$ 500,00
Condensador electrónico	2	Unidad	$ 2.000,00	$ 4.000,00
Condensador poliésteres	2	Unidad	$ 2.000,00	$ 4.000,00
Resistencias	2	Unidad	$ 1.000,00	$ 2.000,00
Diodo led	1	Unidad	$ 500,00	$ 500,00
Transistor	1	Unidad	$ 2.000,00	$ 2.000,00
Piloto	1	Unidad	$ 4.000,00	$ 4.000,00
Regulador	1	Unidad	$ 6.200,00	$ 6.200,00
Cable	25	Metro	$ 950,00	$ 23.750,00
Tornillos inoxidables	12	Unidad	$ 5.400,00	$ 64.800,00
Regleta electrica	1	Unidad	$ 2.200,00	$ 2.200,00
Electrodos de plata	22	Gramo	$ 2.700,00	$ 59.400,00
Resina poliéster	1	Unidad	$ 12.000,00	$ 12.000,00
Molde	1	Unidad	$ 2.000,00	$ 2.000,00
Fibra de vidrio	1	Metro	$ 4.000,00	$ 4.000,00
Masilla	1	Unidad	$ 7.000,00	$ 7.000,00
Pintura	0,25	Galón	$ 13.000,00	$ 3.250,00
Mano de Obra 2 personas	80	días	$ 24.590,57	$ 1.967.245,60
transporte 2 personas	40	días	$ 15.000,00	$ 600.000,00
Análisis de Laboratorio	2	Unidad	$ 312000	$ 924.000.00
		Total		$ 3´733.845,6

Tabla 25, presupuesto total materiales, octubre, fuente propia

Según la tabla 25 se estimar el costo total entre los materiales, mano de obra, transporte y pruebas de laboratorio. En el desarrollo del proyecto se incurrió en el costo de $ 3´433.845,6.

5.2 Instalación

En la imagen 11 A se observa el mecanismo ya ensamblado, es energizado mediante un cable dúplex de calibre 14 con una medida longitudinal de instalación de 14 m hasta el punto de control eléctrico de la PTAR, en la imagen se evidencia la entrada del cable (ver imagen 11 B) y su posterior conexión a línea de 120 V (ver imagen 11C). Esta conexión permite la habilitación del prototipo inmediata al realizar la energización de todo el sistema de la PTAR.

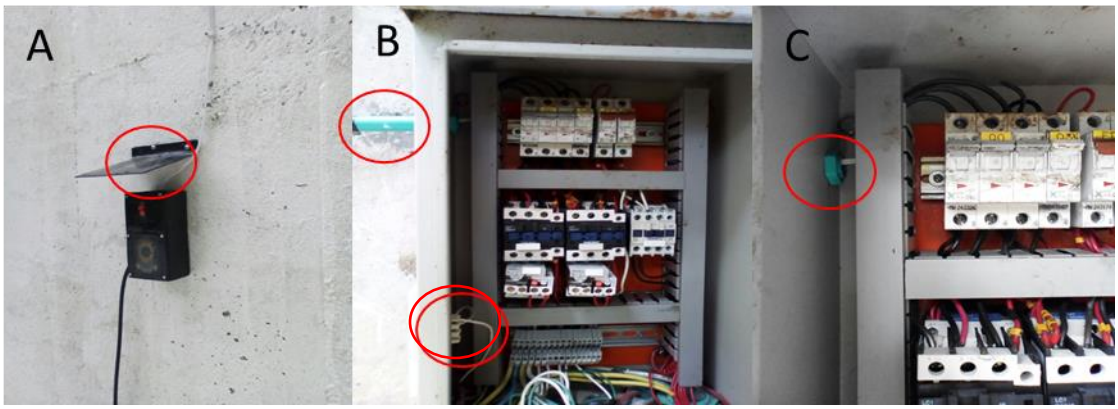


Imagen 11, instalación cable dúplex, fuente propia, A techo, B entrada cable, C energizado

En la siguiente imagen (ver imagen 12) se observa la instalación del prototipo en la pared de la PTAR. Específicamente esta instalación es realizada en la parte de disposición final (desembocadura al rio) (ver imagen 12 A). Evidenciamos en el testeo final el correcto posicionamiento del prototipo en la pared, con su techo correspondiente para protección del agua, la distancia adecuada de cable resistente al agua para su conductividad eléctrica hacia los electrodos de plata (ver imagen 12 B) y el desprendimiento de partículas (ver imagen 12 C).

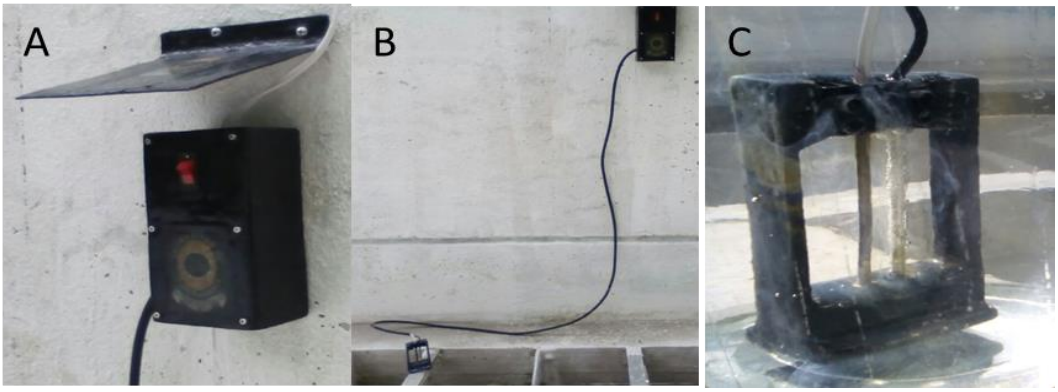


Imagen 102, prototipo verificado e instalado, fuente propia, A dispostivio, B cableado, C portaelectrodos

Al tener la evidencia visual del desprendimiento de partículas, el siguiente paso fue la introducción del porta electrodos en la última etapa de la trampa de disposición final, el mecanismo se iniciará al mismo instante de energización de la PTAR.

5.2.1 **Vida útil**

El ionizador tiene alrededor de 35 piezas las cuales tres de ellas con fundamentales o básicas las cuales son:

5.2.1.1 ***Transformador:***

Por lo general el tiempo de vida se encuentra dentro de un rango de 20 a 35 años siempre y cuando se detecten las fallas a tiempo o se efectué el mantenimiento preventivo necesario como la limpieza, sobrecalentamiento en los terminales de conexión, que exista la conexión de descarga a tierra inspección visual locativa.

5.2.1.2 ***Circuito impreso:***

La durabilidad del conjunto de elementos electrónicos que se encuentran en circuito impreso está estrechamente ligados a la durabilidad del fusible puesto que este es el que interrumpe la corriente rompiendo su filamento cuando esta es excesiva, el daño de este fusible está ligado a las irregularidades de voltaje que se presente en la conexión eléctrica del servicio público, por ejemplo se ha reportado elementos electrónicos que han durado más de 50 años, contra otros que tan solo menos de un año, esto va estrechamente ligado a una buena instalación, fuentes reguladas y mantenimiento preventivo.

5.2.1.3 ***Los electrodos:***

La predicción de ciclo de vida de estos se encuentras estrechamente ligado a la polaridad en que se encuentre el electrodo puesto que el negativo es el que experimenta desprendimiento coloidal, este fenómeno lo evidenciamos en la siguiente imagen en la cual el electrodo con tonalidad oscura es el que ha generado el desprendimiento y por ende este es el de sacrificio, con un mayor desgaste molecular. (Ver imagen 13).

Imagen 113, desgaste electrodos, fuente propia

Contextualizando el deterioro del electrodo a través del desgaste que presento en el primer mes de implementación. El peso inicial de los dos electrodos fue de10.23 gr, en el transcurso el primer mes con uso de dos horas diarias, con un total de 50 horas semanales, y el paso de energía fue de 10 V, el electrodo con polaridad

negativa presento un peso final de 9.31gr y el electrodo con polaridad positiva en peso fina fue de 10.05 gr.

La información anterior nos indica en el electrodo negativo, obtuvo un gasto mes de 0.92 gr. En la proyección consumo del 75 %, este representa en promedio a los 8 meses con un peso de 7.67gr, lo cual se justifica un cambio de electrodo en este tiempo.

En cuanto al electrodo positivo presento un consumo mensual de 0.18 gr, este electrodo en proyección presenta un consumo anula aproximado del 25% lo cual se proyecta una vida útil aproximada de 3 años.

5.3 Análisis microbiológicos

El resultado del muestreo del agua al final del proceso de la PTAR integrando el prototipo de ionización de plata se muestra en la tabla 22

ANALISIS DE MUESTRA				
Análisis	Técnica	Método	Unidades	Resultado
Coliformes Totales	REP	USP 39<61>	NMP/ ml	0.01
Enterococcus Faecalis	AS	STANDARD METHOOS 9-69 <9230>	P/A	Ausente
Protozoos Parasitos Humanos	CCC	Concentración MC Máster	Parasitos/L	0 Protozoos/L

Tabla 26, antes y después parámetro microbiológico varianzas, oct, Fuente propia

5.3.1 Comparación resultados

En la ilustración 20 se comparó los resultados de los análisis microbiológicos efectuados antes y después de la implementación del ionizador, se evidencia la eliminación de Coliformes totales y Protozoos demostrando así la efectividad coloidal del prototipo en aguas provenientes de plantas de beneficio.
Además, se comprobó que en ningún muestro se encontró bacterias de tipo *enterococos faecalis*.

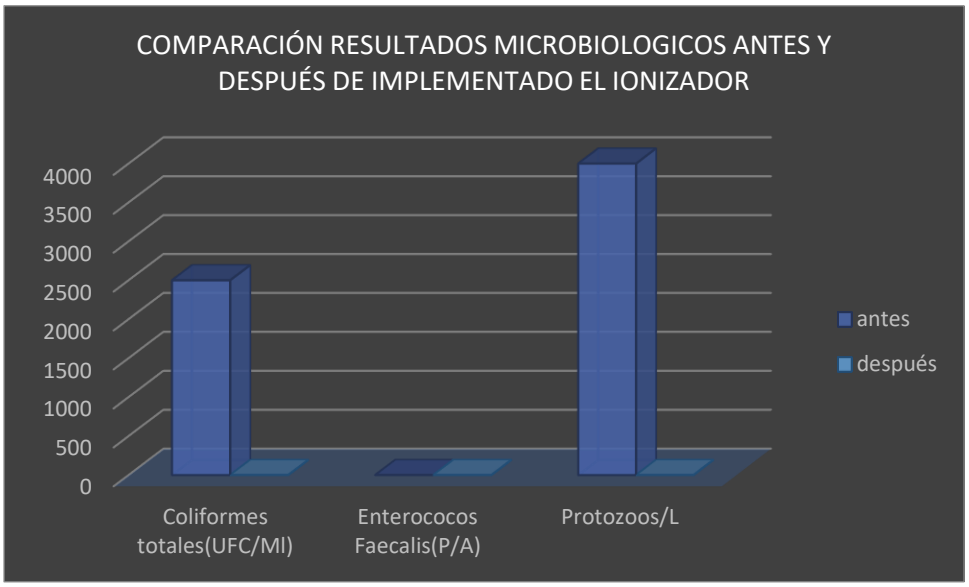


Ilustración 20, gráfico de barras antes y después microbiológicos, oct, Fuente propia

5.4 Análisis físico químico

En el anexo 14 expone el registro de datos resultantes del muestreo del pH, temperatura y ppm en la parte final de la PTAR con su respectivo promedio.

Se corrobora que los parámetros de pH y temperatura no se ven afectados por factores internos como se evidenció en la fase de contextualización, demostrando esta vez que las partículas coloidales de la plata tampoco perturban el comportamiento de estas dos variables. En cuanto al ppm si se verifica cambios generado por la intervención del prototipo.

5.5 Comparativo antes y después

Comparando los resultados en el punto 3 de monitoreo del único parámetro que vario al integrar el ionizador, se puede ver en la ilustración 21 el contraste de los resultados notándose una disminución significativa.

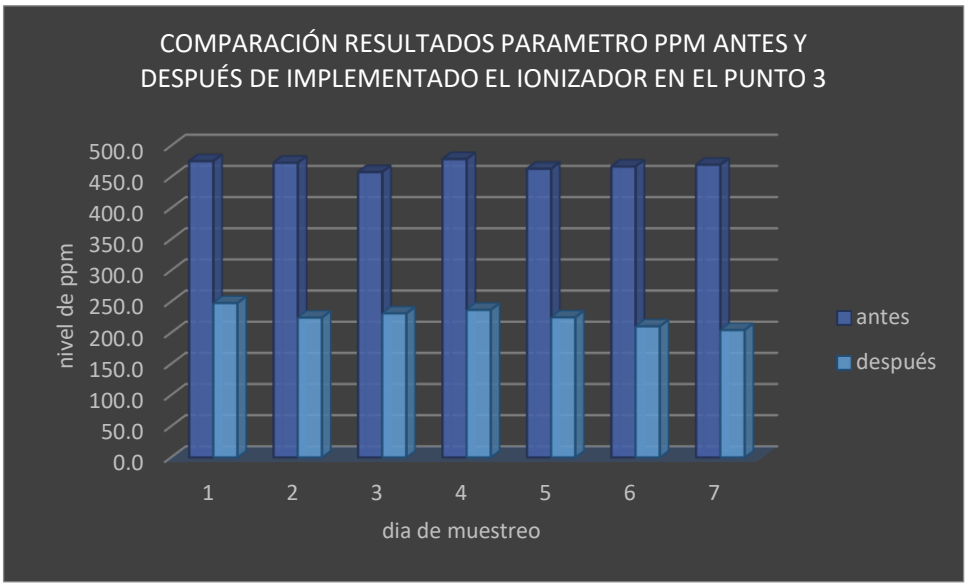


Ilustración 61, gráfico de barras antes y después ppm, oct, Fuente propia

A continuación, se procede a realizar los pasos necesarios para efectuar un análisis comparativo de medias, comenzando con evaluar los supuestos de normalidad y homogeneidad. Esto con el fin de confirmar una diferencia significativa entre los dos grupos de datos.

Análisis estadístico

Observando los resultados del anexo 11 se observa que ambos grupos de datos tienen una distribución normal resultando:

Conjunto de datos recolectados del agua sin el tratamiento de la ionización: 0.143 > 0.05

Conjunto de datos recolectados del agua tratada con el prototipo ionizador: : 0.520 > 0.05

Es decir, se acepta la hipótesis estadística de distribución normal.

El resultado de la tabla ver anexo 16 nos confirma el supuesto de homogeneidad generando un resultado de significancia: 0.924 > 0.05, es decir se acepta la hipótesis nula de igualdad de varianzas.

Hipótesis estadística:

H_0= No hay diferencias entre los datos resultantes del análisis de ppm antes y después del ionizador

H_1= Si hay diferencias entre los datos resultantes del análisis de ppm antes y después del ionizador

La prueba T para muestras independientes (ver anexo 17) indica que no se acepta la hipótesis nula, es decir si hay diferencias entre los datos resultantes del análisis de ppm antes y después del ionizador: significancia de: 0.00<0.05

Explorando los estudios de Hernández y López se argumenta el porqué de la reacción del parámetro ppm indicando que las partículas de la plata reaccionan con los sólidos disueltos hasta llegar a un punto de saturación de plata liberada, la cual genera un ambiente propicio para las trampas de solidos suspendidos al facilitar la adhesión de TDS y por ende una disminución de ppm. (Hérnandez & López, 2014)

5.6 Comparación con otros desinfectantes

Terminando con el desarrollo de la implementación se deducen ventajas y desventajas respecto a la ionización las cuales se comparar con otros desinfectantes (ver tabla 27).

COMPARATIVO DESINFECTANTES			
	PLATA	CLORO	OZONO
VENTAJA	facil implementación	es barato y facil de conseguir	elimina problemas de color olor y sabor
	facil operación	facil implementación	potente poder bactericida
	no genera compuestos adicionales al agua		
DESVENTAJA	Dificultad para determinar la dosis	se pueden crear reacciones con materia organica	alto consumo de electricidad
	gasto acelerado de los electrodos	serios problemas de olores si reacciona con fenoles	creación de concetraciónes de bromato el cual crea consecuencias en el riñon, oido e instestino.

Tabla 27, comparativo desinfectantes, oct, Fuente propia

6 FICHA TÉCNICA

En la siguiente ilustración (ver tabla 28) se observar la descripción general del prototipo final, agregándole el nombre de los fabricantes y sus especificaciones físicas y técnica.

INFORMACION GENERAL		
IDENTIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN GENERAL
Fabricante	MORA Y SUAREZ UDEC	Máquina que fortalece el proceso de desinfección realizado por: el cloro, cloruro férrico y polvo aniónico. Esta permite la inhibición bacteriana mediante un proceso físico llamado ionización, el cual es llevado a cabo por los electrodos que son sumergidos en el agua a tratar en un porta electrodos.
Referencia	IONIZADOR 20-17	
Ser. Técnico	Mantenimiento tecnico	
Importancia	Media (mantenimiento preventivo)	
capacidad	20 Litros por minuto	

DATOS BASICOS			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		APARIENCIA FISICA	
Peso	3000 gr	Figura	Rectangular
Dimensiones panel de control	Largo170 mm. Ancho 90 mm. Alto60 mm	Material	Resina poliester
Dimensiones porta electrodo	Largo100 mm. Ancho 52 mm. Alto28 mm	Color	Negro
Voltaje	220V -110V	proceso de apoyo	PTAR control bacteriano
Potencia	25 watios	Contacto del proveedor	Jair Mora
Corriente	1.0 Amp	Telefono	3175042673

Tabla 28, Ficha técnica, oct, Fuente propia

Se resalta la importancia de realizar un mantenimiento preventivo en los electrodos, porta electrodos y fuente de corriente.

Máquina que fortalece el proceso de desinfección realizado por: el cloro, cloruro férrico y polvo aniónico. Esta permite la inhibición bacteriana mediante un proceso físico llamado ionización, el cual es llevado a cabo por los electrodos que son sumergidos en el agua a tratar en un porta electrodos.

7 CONCLUSIONES

- la planta de tratamiento de agua residual del frigorífico Sumapaz cuenta con los tratamientos necesarios para la eliminación de solidos gruesos, sedimentables y grasas además lo complementa un tratamiento de cloración. sin embargo, deberían integrar procesos secundarios y terciarios para lograr un vertimiento con mejores parámetros, el cual se pueda reutilizar.
- Según los datos recolectados en la primera muestra microbiológica de coliformes*, enterococcus faecalis* y protozoos Parásitos humanos, se evidencia el no cumplimiento de máximos permisibles de la resolución 1207 de 2014 para la utilización de agua residuales tratadas, siendo un contradictorio al evidenciar el uso del agua del rio receptor en riego para agricultura, lo cual genera un riesgo de salubridad por la propagación de posibles bacterias patógenas a través de este medio.
- Resaltar la importancia de implementar un proceso de desinfección en plantas de beneficio ya que las aguas residuales resultantes puede contener microorganismos patógenos derivados de las heces de las vacas como *E coli, coliformes* y *enterococcus faecalis*
- Los procesos primarios y secundarios utilizados en la PTAR no afectan de manera directa los parámetros de pH y temperatura, permaneciendo dentro de los estándares recomendados de un pH neutro y una temperatura ambiente.
- Se valida y certifica completamente el efecto bactericida de la plata coloidal mediante ionización en aguas residuales provenientes de plantas de beneficio animal, al eliminar completamente la presencia de Coliformes totales y protozoos, siendo el caudal y el nivel de carga microbiana los factores a delimitar la dosificación y funcionalidad de la ionización.
- El agua residual durante la intervención de los procesos de la PTAR reduce los niveles de solidos disueltos expresados en ppm con los filtros, sedimentación y trampas de sólidos, esto se puede evidenciar sobre todo en la parte final referenciada en el proyecto como punto de monitoreo 3.
- En cuanto a la instalación del prototipo se concluyó la facilidad de integrar dispositivos de este tipo en plantas de tratamiento de agua residual, ya que es un método de fácil operación ya que solo se necesita un tiempo de contacto de los electrodos y una fuente de corriente cercana.
- Con relación al análisis de ppm se logró demostrar que el dispositivo puede funcionar con la trampa de solidos disueltos optimizando el proceso de reducción de impurezas. Evidenciándose una disminución de 464 a 205 ppm en el punto 3 de muestreo.

- Al pasar de la idea a ilustración comenzamos a tener inconvenientes que, a la hora de pensar en una producción en masa, la cual limita ciertos aspectos o uso de herramienta y materiales.
- Con el diseño austero, rectangular y el uso de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio, ofrece un prototipo resistente a daños en su estructura por: accidentes de caídas y experimentación de presión.
- Este diseño facilita la instalación en cualquier planta de tratamiento de aguas residuales por tan solo tener el portaelectrodo sumergido en el agua.

8 RECOMENDACIONES

- Evaluar ionizadores de plata en industrias con alta carga microbiana en sus aguas residuales como lo es la alimenticia, analizando otro tipo de bacteria para determinar la factibilidad de integración.
- Evaluar la eficiencia de la ionización con plata integrando otro metal con propiedades oligodinámicas como lo es el cobre.
- Evaluar la capacidad bactericida de la plata en forma salina (Nitrato de Plata) para poder evaluar su efectividad y compararla con el método de ionización para poder determinar cuál método es más eficiente.
- Diseñar electrodos de una magnitud mayor para validar su mejor eficiencia en el aumento de voltaje y amperaje respecto en su ppm.
- Frente a una fabricación masiva, la carcasa del ionizador se puede hacer mediante la utilización de una maquina inyectora de polipropileno puesto que la fabricación de resina poliéster y fibra de vidrio se torna muy demorada y rudimentaria.
- Al experimentar cuatro variables como lo son el caudal, el tiempo, tamaño de los electrodos y el voltaje se hace necesario que se efectué un proceso de ionización de apoyo en el silo de almacenamiento, antes de los filtros puesto que en este proceso hay un reposo en los vertimientos y podría ejecutar una desinfección con más moléculas de plata desarrollando una actividad microbiana más duradera en el agua residual.
- La ionización genera una separación de solidos o precipitación en la cual se hace necesario la elaboración de un filtro adicional en el cual estas partículas queden retenidas en este punto ofreciendo un residuo con una reducción de ppm importante.

9 Bibliografía

Acpo. (2013). *Polipropileno.* Obtenido de https://www.acpo.com/es/polypropylene/

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2016). *Resumen de salúd publica-La plata.* Obtenido de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs146.html

Aguilar, C. L. (1951). *Hidrodinamica Teoria .* Prentice Hall.

Aragon, H. d. (2014). *Nuevas aplicasiones de Materiales para Prototipo.* Universidad Icesi.

Beer, F. P. (2014). *Mecanica de Materiales .* Mc Graw Hill.

Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental . (s.f.). *http://www.bvsde.paho.org/sde/ops-sde/bvsde.shtml.* Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/desinfeccion/capitulo9.pdf

BVSDE. (2013). *Metodos alternativos.* Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/desinfeccion/capitulo9.pdf

comer, D. (2007). *Diseño de Circuitos Electricos.* Brigham: limusa.

Deutachman, A. d. (2004). *Diseño de Maquinas Teoria y Practica.* Cecsa.

El Tiempo. (2017). *Siete de cada diez municipios no tratan sus aguas residuales.*

Floyd, T. L. (2011). *Principios de circuitos electricos .* Pearson.

Fontecha, G. H. (2012). A PROPÓSITO DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL MUNDO CONTEMPORANEO. UN ENFOQUE BIOPOLÍTICO. *revistas unal*. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/anpol/article/view/43721/45383

Francisca, R. D. (1997). *Bio esadistica, métodos y aplicaciones .* Malaga: Universidad de Malaga .

guia ambiental . (2002).

Harper, G. e. (2014). *ABC de las Instalaciones electrico Industriales.* limusa.

Hérnandez, W., & López, D. (2014). *Estandarización en el método de preparación de plata mediante electrogravimetria.*

Horta, D. S. (2017). *PRUEBA DE LEVENE HOMOGENEIDAD DE LA VARIANZA.* Obtenido de http://www.estadisticacondago.com/images/estadistica_inferencial/Prueba%20de%20homogeneidad%20de%20la%20varianza.pdf

Ingenieria de tratamiento y acondicionamiento de aguas. (2013). *PARAMETROS Y CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS NATURALES.* Obtenido de http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/parametros1.pdf

Instituto de Tecnologías Educativas. (2010). *Instituto de Tecnologías Educativas. Ministerio de Educación.* España: Ine.es. Obtenido de http://www.ine.es/explica/docs/pasos_tipos_graficos.pdf

Kluth, R. (26 de 04 de 2015). *http://coloidedeplata.blogspot.com.co.* Obtenido de http://coloidedeplata.blogspot.com.co/2015/04/historia-de-la-plata.html

Kother, D. R. (2015). *Electronica.* Panamericana .

larazón.co. (2014). Más de 12 mil reses al mes se sacrifican de forma ilegal en Colombia. Obtenido de http://larazon.co/2014/04/mas-de-12-mil-reses-al-mes-se-sacrifican-de-forma-ilegal-en-colombia/

Ley23. (1973). *codigo de recursos naturales y proteccion al medio ambiente.* colombia.

López, J. M.-P. (2007). *Introducción a la Estadística Económica y Empresarial. Teoría y Práctica.* Madrid: Editorial Thomson.

Martinez, S., Meza, E., & Gallegos, A. (2002). *TECNOLOGÍA ALTERNATIVA COMPATIBLE CON EL AMBIENTE PARA ELTRATAMIENTO DE AGUAS DE ENFRIAMIENTO: IONIZACIÓN DE PLATA Y COBRE.* Mexico.: Instituto de Investigaciones Eléctricas. Obtenido de http://www.redalyc.org/html/370/37018302/

Molina, M., Rowland, S., & Crutzen, M. (1970). Nature.

Moring, v. F. (2006). *Diseño de Elementos de Maquinaria .* Limusa.

Morones Ramírez, R. (11 de 07 de 2010). *ru.tic.* Obtenido de http://www.ru.tic.unam.mx/tic/handle/123456789/1644

Opinion Caribe. (2016). La ‘guerra de la carne’: Plantas de sacrificio certificadas vs matarifes. Obtenido de https://opinioncaribe.com/2016/08/31/la-guerra-la-carne-plantas-sacrificio-certificadas-vs-matarifes/

Ortega, M. S. (2014). *Design thinking.* Madrid: ESIC.

Ortega, P. A. (2006). *La plata como desinfectante de lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales domesticas mediante el proceso de cuagulación y floculacióm.* Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Obtenido de http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/743/aguilarortegapa.pdf?sequence=11

Perez, R. (2014). xxxxxx. *xxxxx*.

Pérez, R. D., & Martínez, Y. P. (2012). *Manejo de vertimientos y desechos en Colombia. Una visión general.*

Poblet, M. S. (2009). *Aspectos Ambientales, Sociales y economicos de la industria frigorifica.* Unidad de Medio Ambiente Secretaría de Industria, Comercio y PyME.

Practica, A. d. (2007). *Allan H Robbins.* Cengage Learning.

Quimicas.net. (2010). *Ejemplos de ppm.* Obtenido de http://www.quimicas.net/2015/05/ejemplos-de-ppm-partes-por-millon.html

Recinto Universitario de Mayagüez. (2010). *Parametros fisico quimicos.* Puerto Rico. Obtenido de http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-ph.pdf

Rojas, J. A. (1996). *ACUAQUIMICA.* Escuela Colombiana de Ingeniería.

Rojas, J. A. (2010). *Tratamiento de aguas residuales teoria y principios de diseño.* Escuela Colombiana de ingenieria.

Salcedo, J. R. (2010). *Manual de tratamiento de aguas.* Universidad Sur Colombiana Facultad de ingenieria.

Sanchez, A. (2008). *Efectos de los trihalometanos sobre la salud.* Obtenido de http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51018a2311531_Hig.Sanid.Ambient.8.280-290(2008).pdf

SantaMaría, V. M. (2016). *Efecto antibacteriano del agua de plata sobre microorganismos indicadores de contaminación aislados de mano de manipuladores de alimentos de cuatro cafeterias de un centro de educación superior.* Ecuador: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR. Obtenido de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10937/VERO%20JARA%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Suárez, H. (2015). *¿Qué es una correlación?* Obtenido de https://www.certsi.es/blog/correlacion-herramientas-analisis-datos

Suárez, J. (2017). *El agua.* academia.edu. Obtenido de http://www.academia.edu/27354256/El_Agua

Todd, D. K. (1975). *The water enciclopedia Enviromental.*

UNESCO. (2003). *Agua para todos agua para la vida.* Unesco. Obtenido de http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf

UNESCO. (2017). *Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP).*

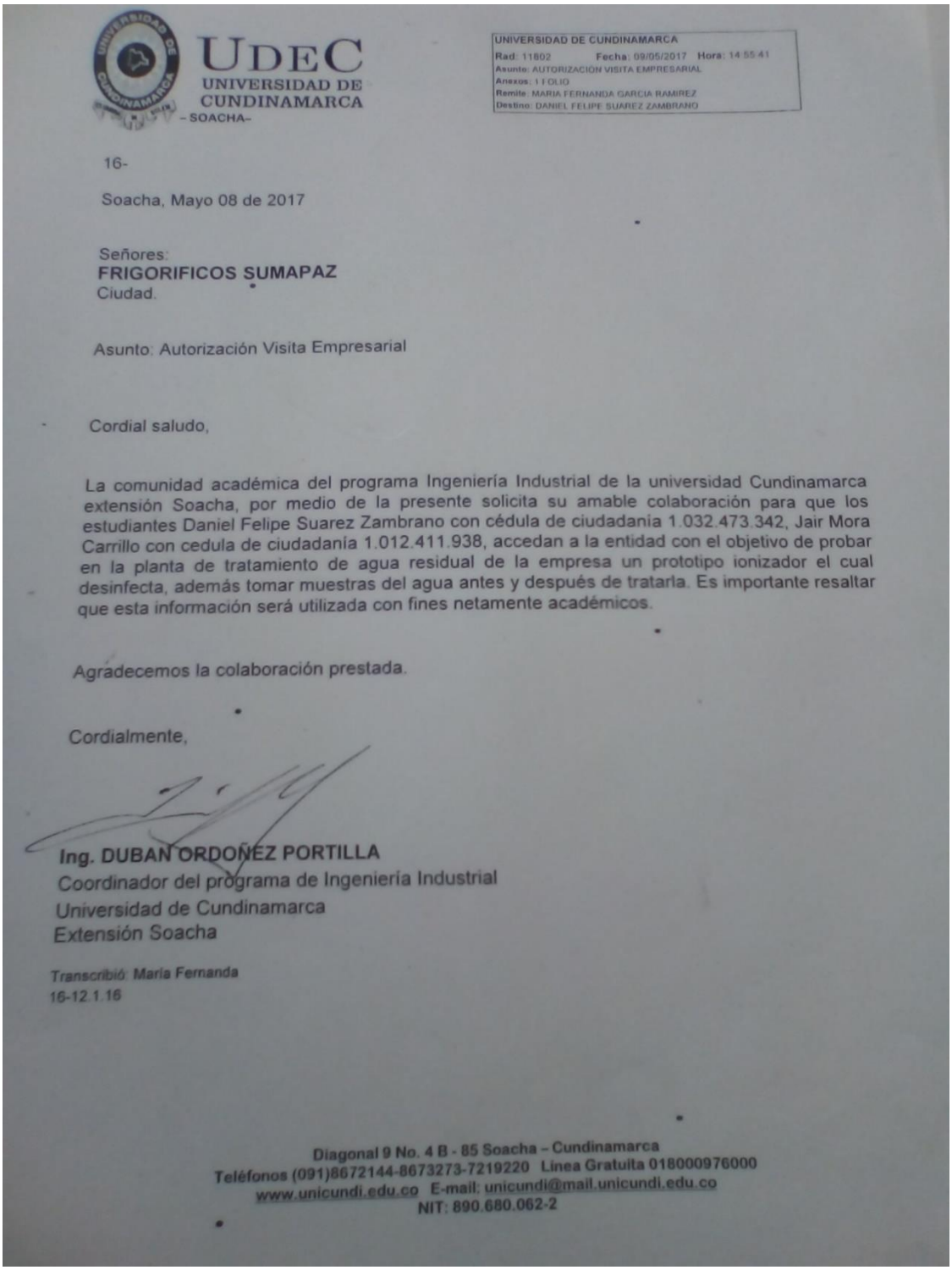
Universidad de Barcelona. (s.f.). *http://www.ub.edu.* Obtenido de http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap5-6.htm

UV univesidad de Valencia. (s.f.). *FINALIDAD DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.* Obtenido de https://www.uv.es/ceaces/base/tratestad/finalidad.htm

Vélez, A. L. (2011). *Parámetros y propiedades biológicas del agua.* Universidad de la Guajira .

XTEC - Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya. (2010). *xtec.cat.* Obtenido de http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/bscw.gmd.de_bscw_bscw.cgi_d32876162-1___Ag_propiedadesfq.html

ANEXOS



UDEC
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
– SOACHA–

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
Rad: 11802 Fecha: 09/05/2017 Hora: 14:55:41
Asunto: AUTORIZACIÓN VISITA EMPRESARIAL
Anexos: 1 FOLIO
Remite: MARIA FERNANDA GARCIA RAMIREZ
Destino: DANIEL FELIPE SUAREZ ZAMBRANO

16-

Soacha, Mayo 08 de 2017

Señores:
FRIGORIFICOS SUMAPAZ
Ciudad.

Asunto: Autorización Visita Empresarial

Cordial saludo,

La comunidad académica del programa Ingeniería Industrial de la universidad Cundinamarca extensión Soacha, por medio de la presente solicita su amable colaboración para que los estudiantes Daniel Felipe Suarez Zambrano con cédula de ciudadanía 1.032.473.342, Jair Mora Carrillo con cedula de ciudadanía 1.012.411.938, accedan a la entidad con el objetivo de probar en la planta de tratamiento de agua residual de la empresa un prototipo ionizador el cual desinfecta, además tomar muestras del agua antes y después de tratarla. Es importante resaltar que esta información será utilizada con fines netamente académicos.

Agradecemos la colaboración prestada.

Cordialmente,

Ing. DUBAN ORDOÑEZ PORTILLA
Coordinador del programa de Ingeniería Industrial
Universidad de Cundinamarca
Extensión Soacha

Transcribió: María Fernanda
16-12.1.16

Diagonal 9 No. 4 B - 85 Soacha – Cundinamarca
Teléfonos (091)8672144-8673273-7219220 Línea Gratuita 018000976000
www.unicundi.edu.co E-mail: unicundi@mail.unicundi.edu.co
NIT: 890.680.062-2

Anexo 1

AllChem
COMPAÑÍA LTDA.

NIT. 830.115.061-1

TRANSVERSAL 38 No. 20A - 72 TELÉFONO: 7450682 • BOGOTÁ, D.C • www.allchem.com.co
LABORATORIO DE ANÁLISIS, ENSAYOS Y ASESORÍAS

INF - 176145-0

Bogotá D.C. **2017-09-20**

INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS EN ALIMENTOS

Usuario / Empresa	JAIR MORA CARRILLO - 1012411938		
Direccion	Cll 65 H Sur 78 A - 52	**Teléfono**	7767473
Muestras suministradas por:	Jair Mora Carrillo		

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra	Agua Residual		
Fecha de muestreo	2017-08-18	Lugar de Muestreo	Planta de Sacrificio
Fecha de recepción	2017-08-18	Hora de Muestreo	9:00
Fecha de análisis	2017-08-18	**Código de muestra**	*H1822*

ANALISIS DE MUESTRA

Análisis	Técnica	Método	Unidades	Resultado
Coliformes Totales *	REP**	USP 39 <61>	UFC/ mL	25×10^{-2}
***Enterococcus faecalis* ***	AS ***	STANDARD METHODS 9-69 <9230>	P/A	Ausente
PROTOZOOS parásitos humanos*	CCC ****	Concentración Mc Master	Parasitos/L	4000 Protozoos/L

Concepto / Observaciones:

Se evidencio crecimiento de **Coliformes totales** y de **Protozoos.**

*Análisis subcontratado
**Recuento en placa profunda
***Aislamiento selectivo
**** Concentración cualitativa y cuantitativa

FIN DEL INFORME

Héctor Rafael Pérez
T.P.Q. 0975
Gerente General.

Julián David Martínez
Bacteriólogo
I.U.T.H.S. 1032433788

Anexo 2

AllChem
COMPAÑÍA LTDA.

NIT. 830.115.051-1

TRANSVERSAL 39 No. 20A - 72 TELÉFONO: 7450882 • BOGOTÁ, D.C.• www.allchem.com.co
LABORATORIO DE ANALISIS, ENSAYOS Y ASESORÍAS

INF - 176566-0

Bogotá D.C. 2017-09-20

INFORME DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS EN ALIMENTOS

Usuario / Empresa	JAIR MORA CARRILLO - 1012411938		
Direccion	Cll 65 H Sur 78 A - 52	Teléfono	7767473
Muestras suministradas por:	Jair Mora Carrillo		

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra	Agua Residual		
Fecha de muestreo	2017-09-01	Lugar de Muestreo	Planta
Fecha de recepción	2017-09-01	Hora de Muestreo	9:00
Fecha de análisis	2017-09-01	**Código de muestra**	*10149*

ANALISIS DE MUESTRA

Análisis	Técnica	Método	Unidades	Resultado
Coliformes Totales	SD**	SM 9223B	NMP/100 mL	< 1
Enterococcus faecalis *	AS ***	STANDARD METHODS 9-69 «9233»	P/A	Ausente
PROTOZOOS parásitos humanos*	CCC ****	Concentración Mc Master	Parasitos/L	0 Protozoios/L

Concepto / Observaciones:

No se evidencio crecimiento alguno.

*Análisis subcontratado
**Sustrato definido
***Alistamiento selectivo
**** Concentración cualitativa y cuantitativa

FIN DEL INFORME

Héctor Rafael Pérez
T.P.Q. 0975
Gerente General.

Julián David Martínez
Bacteriólogo
I.U.T.H.S. 1032433788

Anexo 3

pH												
	punto 1				punto 2				punto 3			
Dia	t1	t2	t3	X	t1	t2	t3	x	t1	t2	t3	x
01/09/2017 v	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
02/09/2017 s	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
03/09/2017 d	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
04/09/2017 l	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
05/09/2017 r	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
06/09/2017 r	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
07/09/2017 j	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Anexo 4

Temperatura												
	punto 1				punto 2				punto 3			
Dia	t1	t2	t3	X	t1	t2	t3	x	t1	t2	t3	x
01/09/2017 v	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
02/09/2017 s	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
03/09/2017 d	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
04/09/2017 l	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2
05/09/2017 r	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
06/09/2017 r	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6
07/09/2017 j	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4

Anexo 5

Ppm (total solidos disueltos)												
	punto 1				punto 2				punto 3			
Dia	t1	t2	t3	X	t1	t2	t3	x	t1	t2	t3	x
01/09/2017 v	886	885	887	886	805	809	807	807	493	476	457	475,3
02/09/2017 s	805	815	815	811,7	755	750	755	753,3	452	494	472	472,7
03/09/2017 d	740	742	742	741,3	690	695	698	694,3	468	452	453	457,7
04/09/2017 l	785	783	784	784	715	717	717	716,3	477	472	487	478,7
05/09/2017 r	790	795	794	793	680	685	684	683	480	452	457	463
06/09/2017 r	715	720	717	717,3	655	632	632	639,7	451	481	468	466,7
07/09/2017 j	854	865	854	857,7	795	792	790	792,3	462	482	464	469,3

Anexo 6

Estadísticos

		pH	Temperatura	PPM
N	Válido	21	21	21
	Perdidos	0	0	0
Media		6,9571	17,5143	664,7762
Mediana		7,0000	17,0000	716,3000
Desviación estándar		,10757	1,80369	152,36277
Varianza		,012	3,253	23214,415
Asimetría		-,603	-,112	-,333
Error estándar de asimetría		,501	,501	,501
Curtosis		-1,012	-,743	-1,522
Error estándar de curtosis		,972	,972	,972
Rango		,30	5,70	428,30
Mínimo		6,80	14,50	457,70
Máximo		7,10	20,20	886,00

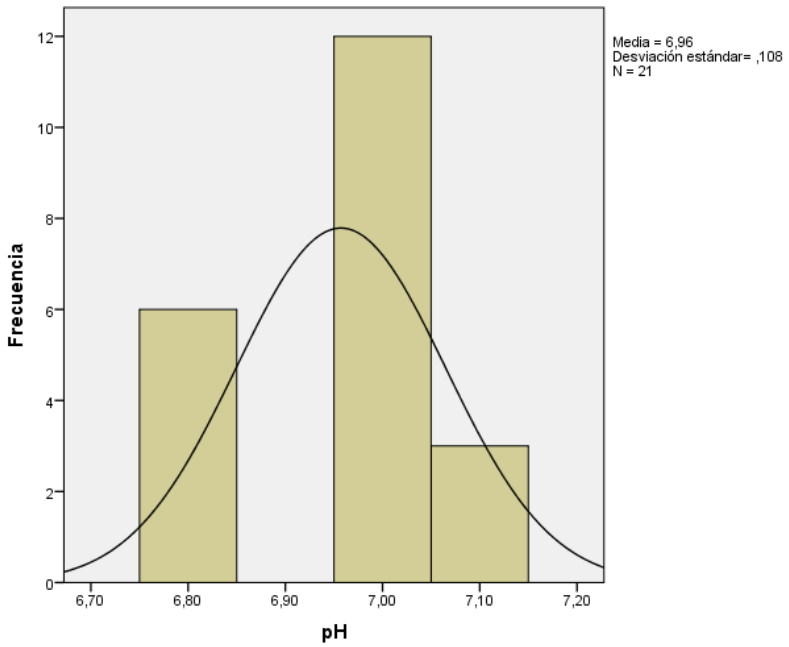
Anexo 7

Pruebas de normalidad

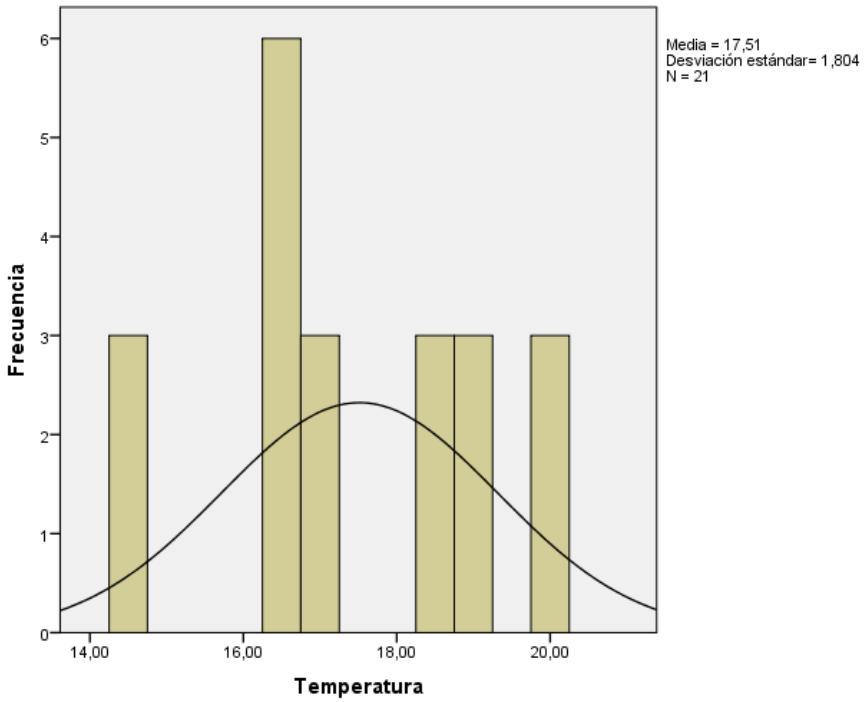
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	,184	21	,063	,912	21	,061
pH	,357	21	,000	,739	21	,000
PPM	,222	21	,008	,856	21	,005

a. Corrección de significación de Lilliefors

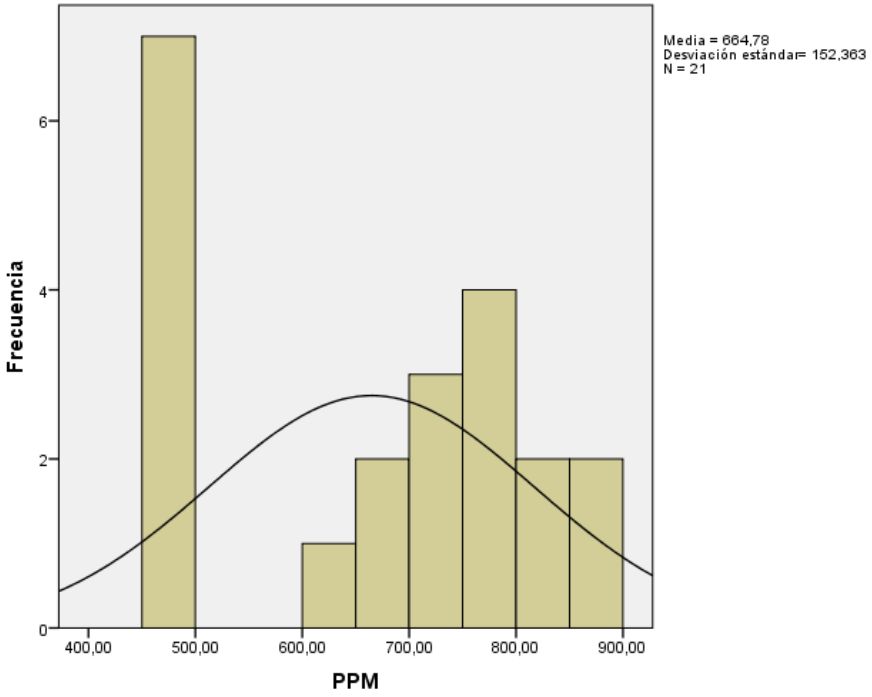
Anexo 8



Anexo 9



Anexo 10



Anexo 11

Correlaciones

			pH	Temperatura	PPM
Rho de Spearman	pH	Coeficiente de correlación	1,000	-,896**	,121
		Sig. (bilateral)	.	,000	,602
		N	21	21	21
	Temperatura	Coeficiente de correlación	-,896**	1,000	-,059
		Sig. (bilateral)	,000	.	,800
		N	21	21	21
	PPM	Coeficiente de correlación	,121	-,059	1,000
		Sig. (bilateral)	,602	,800	.
		N	21	21	21

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 12

Profundidad			
	Punto 3		
Día	toma 1 mm	toma 2 mm	toma 3 mm
01/09/2017 Viernes	4,2	4,5	4,2
02/09/2017 Sábado	4,5	4,7	4,7
03/09/2017 Domingo	3,9	3,9	4
04/09/2017 lunes	3,8	3,8	3,9
05/09/2017 Martes	3,9	4	4
06/09/2017 Miércoles	4	3,8	3,8
07/09/2017 Jueves	4,2	4,3	4,2
Promedio	4,071428571	4,142857143	4,11428571
Promedio total	4,10952381		

Anexo 13

día	punto 3 Ph				punto 3 temperatura				punto 3 ppm			
	t1	t2	t3	x	t1	t2	t3	x	t1	t2	t3	x
08/09/2017 vi	7	7	7	7	19,3	19,3	19,3	19,3	245	250	248	247,7
09/09/2017 sa	7	7	7	7	19,2	19,2	19,2	19,2	219	228	226	224,3
10/09/2017 d	6,9	6,9	6,9	6,9	19,6	19,6	19,6	19,6	232	227	234	231,0
11/09/2017 lu	7,1	7,1	7,1	7,1	18	18	18	18	240	238	232	236,7
12/09/2017 m	7	7	7	7	18,5	18,5	18,5	18,5	221	225	228	224,7
13/09/2017 m	7	7	7	7	18,5	18,5	18,5	18,5	209	212	210	210,3
14/09/2017 ju	7,1	7,1	7,1	7,1	18	18	18	18	202	206	205	204,3

Anexo 14,

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
recoleccion de ppm antes del ionizador	,139	21	,200*	,931	21	,143
recoleccion de ppm despues del ionizador	,113	21	,200*	,960	21	,520

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 15

Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
resultados PPM	Se basa en la media	,009	1	40	,924
	Se basa en la mediana	,014	1	40	,907
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,014	1	39,019	,907
	Se basa en la media recortada	,007	1	40	,933

Anexo 16

		prueba t para la igualdad de medias						
							confianza de la diferencia	
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
resultados PPM	Se asumen varianzas iguales	55,662	40	0,000	243,47619	4,37419	234,63562	252,31676
	No se asumen varianzas iguales	55,662	39,966	0,000	243,47619	4,37419	234,63538	252,31700

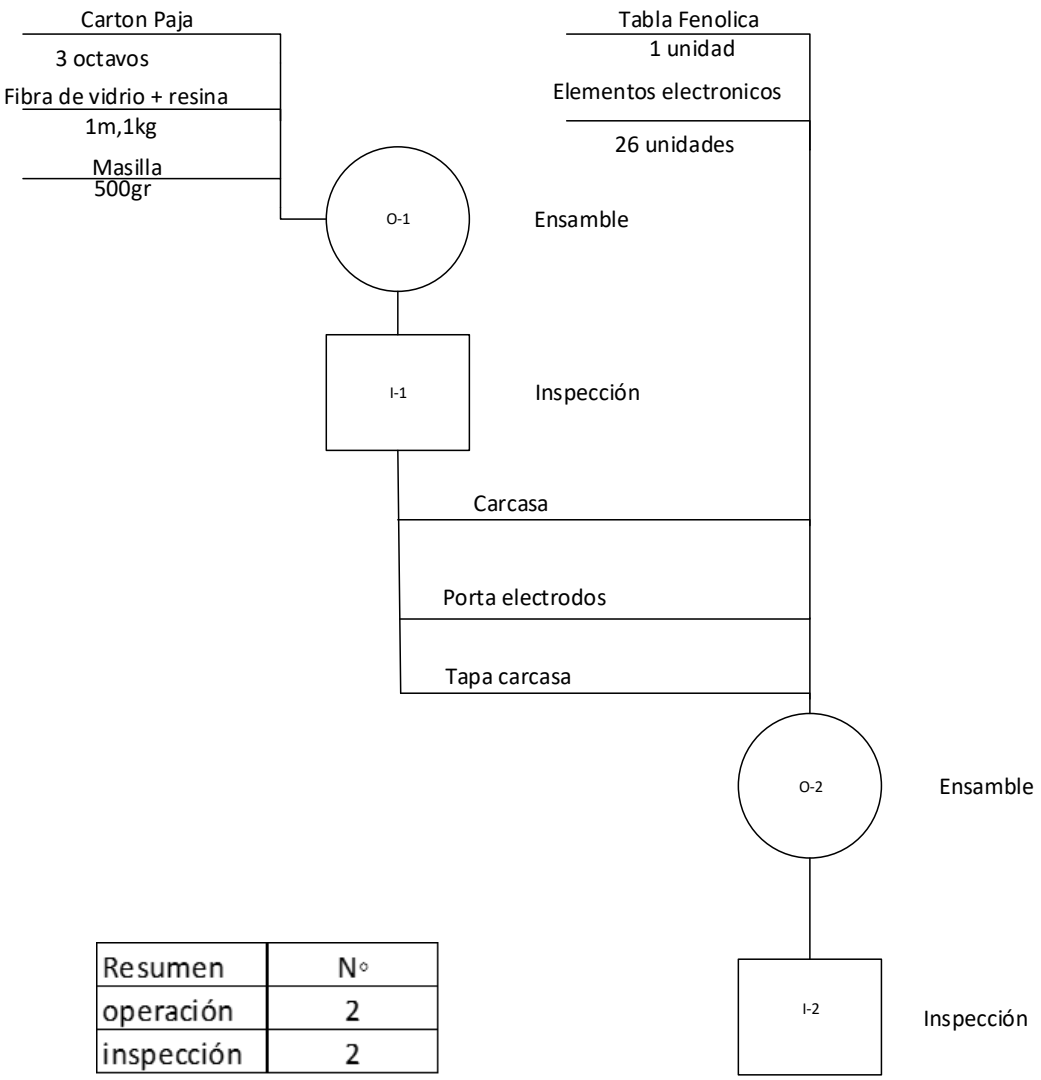
Anexo 17

	TIPO DE MATERIAL					
Parámetro	Yeso	Alginato	Acrílico	Resina poliéster + fibra de vidrio	silicona	Polipropileno
Fundición	1	1	1	1	1	3
Resistencia a impacto	1	1	1	3	3	3
costo	3	3	3	3	3	1
Moldeado artesanal	3	3	3	3	3	1
Resistencia a fluidos	1	1	3	3	3	3
Buena Presentación	1	1	1	3	1	3
Resistencia a perforación	1	1	3	3	1	3
No sufre Deformación	1	1	3	3	1	3
Total	12	12	18	22	16	20

Anexo 18

	Tipo de Regulador Variable				
Características	ML 317	ML317T	ML338	ML723	LM5007MM
Voltaje Min	3	3	3	3	3
Voltaje Max	3	1	3	3	3
Amperaje	3	3	1	1	1
Complejidad circuito	3	3	1	1	1
Costo Circuito	3	3	1	1	1
SUMA	15	13	9	9	9

Anexo 19



Resumen	N°
operación	2
inspección	2

Anexo 20

FRIGORIFICO Sumapaz

El Mejor Beneficio a su Servicio!...

CERTIFICACIÓN

Hacemos constatar que los estudiantes **Jair Mora Carrillo** con C.C. 1012411938 y **Daniel Felipe Suárez Zambrano** con C.C. 1032473342 vinculados con la Universidad de Cundinamarca, desarrollaron e implementaron el proyecto investigativo con nombre **ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO IONIZADOR CON PLATA (Ag^+) PARA LA DESINFECCION EN AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE PLANTAS DE BENEFICIO** *con el fin de mejorar un proceso* interno de la **PTAR.**

Desarrollando las respectivas pruebas y análisis en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), durante el tiempo permanecido en la empresa desde el 4 de julio hasta el 29 de septiembre, demostrando en todo momento interés habilidad y capacidad para desenvolverse y efectuar los objetivos de la creación del prototipo e instalación e instalación del mecanismo con sus respectivo análisis con la empresa All Chem.

Se expide a solicitud del interesado a los 5 días del mes de octubre del 2017.

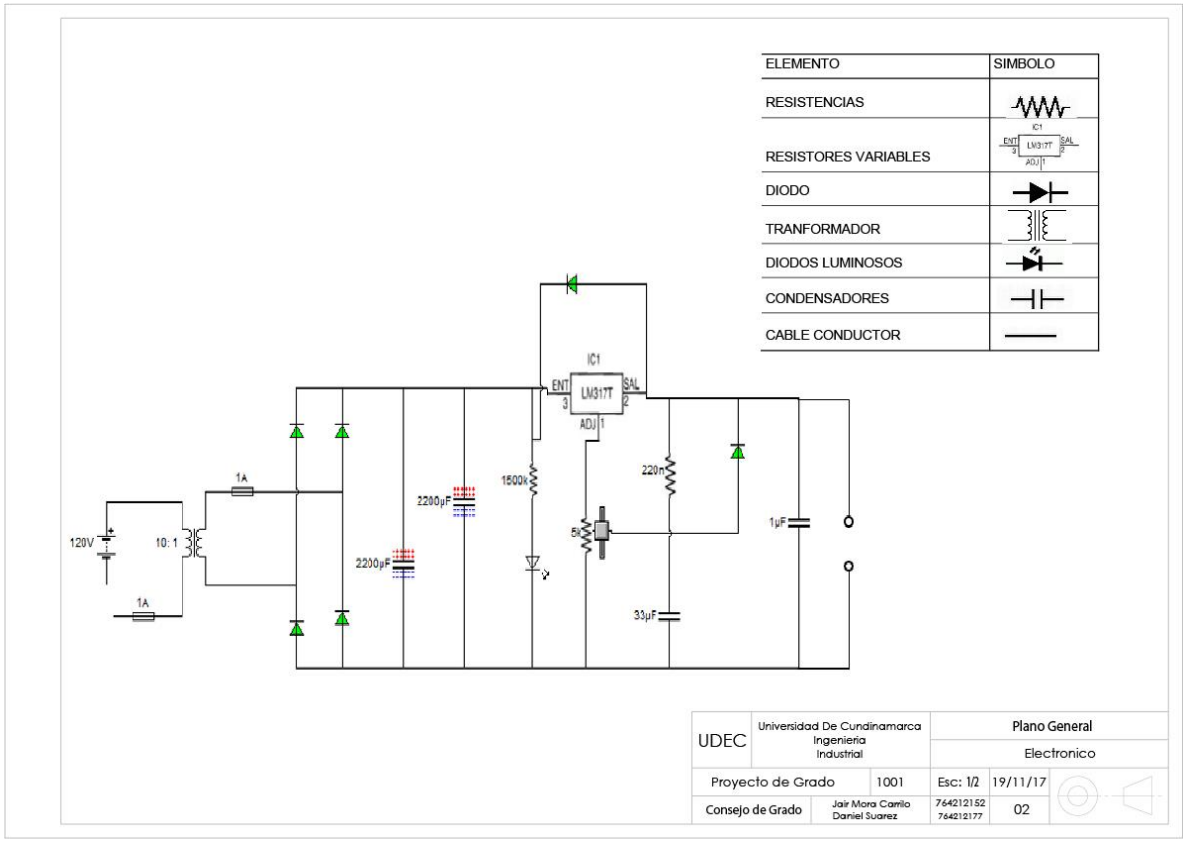
Cordialmente,

Edgar Silva Monzón
Administrador
NIT. 901000434-1

Cel.: 314 248 9762
Km. 20 Aut. Panamericana Bogota - Fusa
frigorificosumapaz@hotmail.com
Granada * Cundinamarca

El Mejor Beneficio a su Servicio!...

Anexo 21


ELEMENTO
SIMBOLO
RESISTENCIAS
RESISTORES VARIABLES
DIODO
TRANFORMADOR
DIODOS LUMINOSOS
CONDENSADORES
CABLE CONDUCTOR
IC1
ENT
LM317T
SAL
ADJ
1A
120V
10: 1
2200µF
1500k
220n
5k
1µF
33µF
UDEC
Universidad De Cundinamarca
Ingenieria
Industrial
Plano General
Electronico
Proyecto de Grado
1001
Esc: 1/2
19/11/17
Consejo de Grado
Jair Mora Carrilo
Daniel Suarez
764212152
764212177
02

Anexo 22