

**DETERMINACIÓN, EFICIENCIA Y REMOCIÓN DE PARÁMETROS
FISICOQUÍMICOS (DBO, DQO, SST, TURBIEDAD Y NO₃), A TRAVÉS DE
LAS PLANTAS BAYUNQUILLO (*Eleocharis* sp), JUNCO (*Juncus* sp) PARA
TRATAR AGUAS RESIDUALES DEL CORREGIMIENTO SAN JOSÉ
ORIENTE (LA PAZ)**

**ALEX LEONARDO TORRES CONTRERAS
CRISTIAN JOSE JACOME CABALLERO**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR**

2020

**DETERMINACIÓN, EFICIENCIA Y REMOCIÓN DE PARÁMETROS
FISICOQUÍMICOS (DBO, DQO, SST, TURBIEDAD Y NO₃), A TRAVÉS DE
LAS PLANTAS BAYUNQUILLO (*Eleocharis sp*), JUNCO (*Juncus sp*) PARA
TRATAR AGUAS RESIDUALES DEL CORREGIMIENTO SAN JOSÉ
ORIENTE (LA PAZ)**

**Trabajo presentando para el recibir el título de Ingeniero Ambiental y
sanitario**

Autores

**ALEX LEONARDO TORRES CONTRERAS
CRISTIAN JOSE JACOME CABALLERO**

Directora

**KARINA PAOLA TORRES CERVERA
INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**UNIVESIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGERÍAS Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR
2020**

NOTA DE ACEPTACION

Directora del proyecto

Evaluador

Evaluador

A Dios por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, por darme salud para lograr mis objetivos y además por concederme fe y esperanza.

A mis padres **Alexander Torres, Carmen Contreras** quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento, por su ejemplo de perseverancia y superación, por sus valores y por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, por ser quienes me enseñaron a ser quien soy, pero más que nada por su amor incondicional.

A mis hermanos por su apoyo, comprensión y amor que me permite sentir poder para lograr lo que me proponga. Gracias por escucharme y por sus consejos, por ser parte de mi vida.

A mis familiares y aquellas personas que de una u otra forma estuvieron ahí para apoyarme y brindarme su afecto.

Alex Torres Contreras

A mi padre Dios todopoderoso por llevarme de su mano haciendo posible este logro, llenándome de su sabiduría e inteligencia y sustentándome con su infinito amor y bendición cada día.

A mis padres **Cristian Jácome, Negie Caballero**, por todo su amor, por sus esfuerzos, su apoyo incondicional, paciencia, consejos y oraciones que me permitieron llegar a esta meta.

A mis familiares y amigos, ya que me brindaron apoyo y confianza, lo que sin duda me permitió ser fuerte en este proceso y pensar positivamente en el hecho de obtener mejores resultados y de esta manera llegar al éxito y satisfacción por la labor realizada.

Cristian Jácome Caballero

AGRADECIMIENTOS

Los estudiantes expresan sus agradecimientos:

A Dios por colmarnos de paciencia, sabiduría y fortaleza para superar los obstáculos que se nos presentaron durante la elaboración de este proyecto.

A los docentes **Hernando Oñate**, **Adriana Royero** quienes tomaron como evaluadores y la docente **Karina Torres** quien obtuvo de este proyecto, cuyas orientaciones hicieron posible la culminación de este trabajo que no es sino resultado de su experiencia y profesionalismo.

A la Universidad Popular del Cesar y todos los docentes que forman parte del departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria por permitirnos la formación profesional que hoy hemos alcanzado.

A los estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar, que nos colaboraron permitiendo la participación en este trabajo.

Y a todas esas personas que una u otra forma colaboraron con la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA	18
2. JUSTIFICACIÓN	19
3. OBJETIVOS	20
3.1. GENERAL.....	20
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
4. MARCO REFERENCIAL	21
4.1. ANTECEDENTES.....	21
4.2. MARCO TEORICO	24
4.2.1. Aguas residuales.....	24
4.2.2. Característica física, química y biológica del agua residual y sus procedencias.	24
4.2.3. Humedales.	26
4.2.4. Fitorremediación.....	36
4.2.5. Rizofiltración.....	37
4.2.6. Hiperacumulación.....	37
4.2.7. Detergente.	37
4.2.8. Los jabones.....	40
4.2.9. Eutrofización	42
4.2.10. Desperdicio de fósforos.....	43
4.2.11. Efectos de enzimas activas	43
4.3. MARCO CONCEPTUAL	44
4.4. MARCO CONTEXTUAL	49

4.5. MARCO LEGAL.....	50
5. HIPÓTESIS	52
6. MARCO METODOLÓGICO	53
6.1. Tipo de investigación	53
6.2. Población y Muestra	53
6.3. Diseño experimental	53
6.4. Metodología a seguir	53
6.4.1. Fase 1: recolección de información.....	54
6.4.2. . Fase 2: Fase de campo.....	54
6.4.3. Fase 3: Fase de diseño y construcción del humedal artificial	55
6.4.4. Fase 4: Fase de operación.....	58
6.4.5. Fase 5: Fase de análisis	58
7. ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES	61
7.1. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE HUMEDALES	63
7.2. SEGUIMIENTO EXHAUSTIVO DE LAS PLANTAS ADAPATACION Y DESAROLLO.....	64
7.3. ANALISIS DE LAS ESPECIES	81
7.3.1. JUNCOS (Juncus sp).....	81
7.3.2. BAYUNQUILLO (Eleocharis sp).....	81
7.4. COMPORTAMIENTO Y EVOLUCION EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE LAS ESPECIES EN LA FITORREMEDIACIÓN DE AGUA RESIDUAL CONTAMINANTE AL RIO CHIRIAMO.	82
8. CONCLUSIONES.....	84
9. RECOMENDACIONES	86
10. BIBLIOGRAFIA	88
11. ANEXOS	90

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Marco legal.	50
Tabla 2. Técnicas y parámetros utilizados para el análisis de agua residual	59
Tabla 3. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, SST, turbiedad y NO ₃) antes, durante y después del río Chiriamo.	65
Tabla 4. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, SST, turbiedad y NO ₃) antes, durante y después del río Chiriamo.	66
Tabla 5. Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (<i>Eleocharis</i> sp), junco (<i>Juncus</i> sp.), en el proceso de adaptación.	68
Tabla 6. Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (<i>Eleocharis</i> sp), junco (<i>Juncus</i> sp.).	70
Tabla 7. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, SST, turbiedad y NO ₃) en el punto durante del vertido al río Chiriamo Versus Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (<i>Eleocharis</i> sp), junco (<i>Juncus</i> sp.), adaptación y final.	73

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. SST Y PH	67
Gráfica 2. TURBIEDAD Y DQO	67
Gráfica 3. DBO Y NITRATOS	67
Gráfica 4. Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (<i>eleocharis sp</i>), junco (<i>Juncus sp.</i>), en el proceso de adaptación	68
Gráfica 5. SST Y TURBIEDAD.	69
Gráfica 6. Ph Y DQO	70
Gráfica 7. DBO	70
Gráfica 8. Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (<i>eleocharis sp</i>), junco (<i>Juncus sp.</i>).	71
Gráfica 9. SST Y PH	72
Gráfica 10. TURBIEDAD Y DQO.	73
Gráfica 11. DBO Y NITRATOS.	73
Gráfica 12. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (SST) en el punto durante del vertido al río chiriaimo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (<i>eleocharis sp</i>), junco (<i>juncus sp.</i>), adaptación y final.	75
Gráfica 13. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (Ph) en el punto durante del vertido al río chiriaimo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (<i>eleocharis sp</i>), junco (<i>juncus sp.</i>), adaptación y final.	76
Gráfica 14. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (TURBIEDAD) en el punto durante del vertido al río chiriaimo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (<i>eleocharis sp</i>), junco (<i>Juncus sp.</i>), adaptación y final.	77

Gráfica 15. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (DQO) en el punto durante del vertido al río Chiriamo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*Eleocharis* sp), junco (*Juncus* sp.), adaptación y final. 78

Gráfica 16. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (DBO) en el punto durante del vertido al río Chiriamo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*Eleocharis* sp), junco (*Juncus* sp.), adaptación y final. 79

Gráfica 17. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (NITRATOS) en el punto durante del vertido al río Chiriamo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*Eleocharis* sp), junco (*Juncus* sp.), adaptación y final. 80

LISTA DE ILUSTRACIÓN

	Pág.
Ilustración 1. Perfil de un humedal artificial de flujo superficial	32
Ilustración 2. Esquema de un humedal artificial de flujo subsuperficial	34
Ilustración 3. fotografía satelital del corregimiento de la paz, san jose de oriente.	49
Ilustración 4. Imagen fotográfica de los humedales escala piloto	62

RESUMEN

Se realizó la determinación, remoción y eficiencia de contaminantes en las aguas residuales del corregimiento de San José De Oriente (La Paz), a través de las plantas Bayunquillo (*Eleocharis* sp) y Junco (*Juncus* sp), material objetivo para la adecuación de los humedales artificiales a escala piloto, dando a la necesidad del conjunto de comportamientos frecuentes que realiza la contaminación de esta, se refleja el vertido hacia el río Chirraimo con gran carga orgánica, en el cual se planteó el análisis de los parámetros (DBO, DQO, SST, PH, NO₃ Y TURBIEDAD), en cada fase del sistema propuesto, tomando muestras en el cuerpo del cauce y efluentes de los humedales.

Además estos procesos involucran al tipo explicativo con un nivel de investigación experimental a las competencias y factores que evalúan las plantas (humedales subsuperficiales) por medio filtrante al remover ese material orgánico con efectividad en la transformación y utilización de los compuestos del agua residual y vital importancia a los microorganismos que emplean su trabajo de eliminar, consumir grandes cantidades de sustrato y/o sustancias contaminantes.

Entre los resultados obtenidos después de haber realizado el proceso de análisis y tabulación de la información se puede concluir que la mayor parte del trabajo se determinó, dio efectiva y removió el material orgánico en las fases del planteamiento metodológico del proyecto, dado así; a las tomas de muestras en el cauce del río, en el transcurso de adaptación de las plantas y luego ya adaptadas, tomamos más muestras en el efluente del humedal, para lograr con los objetivos descritos en esta tesis, resaltar un proceso de disminución de esa carga contaminante referente a que obtuvimos determinación, efectividad y remoción del 80% al 90%, en cada canal piloto, marca tendencia y significativa esperada de la investigación.

ABSTRACT

The determination, removal and efficiency of pollutants in the wastewater of the township of San José de Oriente (La Paz) was carried out through the Bayunquillo (*Eleocharis* sp) and Junco (*Juncus* sp) plants, objective material for the adaptation of the Artificial wetlands on a pilot scale, giving the need for the set of frequent behaviors that its contamination performs, reflects the discharge into the Chiraimo river with a high organic load, in which the analysis of the parameters was proposed (BOD, COD, SST, PH, NO₃ AND TURBIDITY), in each phase of the proposed system, taking samples in the body of the channel and effluents from the wetlands.

In addition, these processes involve the explanatory type with a level of experimental research to the competencies and factors that evaluate plants (subsurface wetlands) by means of filtering by removing this organic material with effectiveness in the transformation and use of the compounds of the residual water and vital importance to the microorganisms that use their work to eliminate, consume large amounts of substrate and / or contaminating substances.

Among the results obtained after having carried out the process of analysis and tabulation of the information, it can be concluded that most of the work was determined, effective and removed organic material in the phases of the methodological approach of the project, given as such; to the taking of samples in the river bed, in the course of adaptation of the plants and then adapted, we took more samples in the effluent of the wetland, to achieve, with the objectives described in this thesis, highlight a process of decrease of that Pollutant load referring to the fact that we obtained determination, effectiveness and removal from 80% to 90%, in each pilot channel, which marks the trend and significant expected from the investigation.

INTRODUCCION

La fitorremediación representa una tecnología alternativa, sustentable y de bajo costo para la restauración de ambientes y efluentes contaminados. Existen diferentes procesos biotecnológicos para limpiar diferentes contaminantes. El principio básico consiste en destruir o modificar los materiales con el fin de disminuir su peligrosidad o dejen de serlo por completo. Todos los procesos de remediación biológica aprovechan la capacidad degradativa de los microorganismos del suelo y en algunos casos también la capacidad depuradora de las plantas.

La fitorremediación puede definirse como una tecnología sustentable que se basa en el uso de las plantas para reducir in situ la concentración o peligrosidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos de suelos, sedimentos, agua, y aire, a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados a su sistema de raíz que conducen a un conjunto de métodos para degradar, asimilar, metabolizar, o desintoxicar metales pesados, compuestos orgánicos, radioactivos y petroderivados, que tengan la capacidad fisiológica y bioquímica para absorber, retener, reducción, mineralización, volatilización, estabilización, degradar o transformar dichas sustancias a formas menos tóxicas.

De tal modo que la utilización de este proceso podemos llegar a una buena orientación dado a su propósito de la finalidad en el proyecto, la implementación de dicha fitorremediación en el río Chiraiimo ubicado en el corregimiento de La Paz (San José de Oriente), como mecanismo ambiental sustancial de la fitorremediación para promover el mejoramiento de las condiciones ambientales del recurso hídrico, la preservación del medio ambiente y la calidad de vida del grupo de comunidades aledañas en el sitio donde el caudal del río es primordialmente contaminado, determinar de manera objetiva y efectiva, la aplicación de las plantas como propósitos en la construcción de humedales en

la necesidad de ayudas ambientales como prevenir, identificar y controlar ese impacto ambiental resultando la contaminación extremadamente peligrosa expuestas a problemas de enfermedades y pérdidas del entorno madre naturaleza.

En este procedimiento de descontaminación y observación de contaminantes mediante el uso de plantas (fitorremediación) comprende una biotecnología capaz de degradar, acumular, extraer e inmovilizar los contaminantes del suelo, aguas superficiales y subterráneas. Es un sistema efectivo, de bajo costo y presenta un impacto ambiental mínimo o nulo respecto a otras tecnologías de descontaminación físicos y químicos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La subcuenca hidrográfica del río Chiriamo, se encuentra localizado entre los municipios de La paz y San diego; Que nace en la sabana de rubia y desemboca en el rio Cesar. Dando lugar en la zona del corregimiento de La paz – San José de Oriente, en el cual su curso a tomar de cauce es viable a los objetivos a trabajar para la comunidad, que allí se realizan los vertimientos de las aguas residuales domesticas de algunas casas aledañas del corregimiento de la paz – san José de oriente, El vertimiento de las aguas residuales al río se da luego de que estas no son apropiadas al manejo de un sistema de alcantarillado indicado favorable.

En el tramo de la subcuenca rio Chiriamo que atraviesa a San José de oriente se evidencia un alto grado de contaminación por parte de aguas residuales debido a la falta de un buen sistema de alcantarillo ya que aproximadamente un 40% de la población no está conectada al sistema que existe, lo que ha generado que las viviendas aledañas al rio arrojen directamente sus aguas negras en él. También se observa un alto índice de deforestación a lo largo de su orilla, como bien se saben las aguas negras están cargadas de fosfato debido al uso de los detergentes utilizados en el lavado de los enceres. Todo esto podría generar la pérdida del rio con la eutrofización lo que aumentaría drásticamente la enfermedades respiratorias e intestinales especialmente en los niños y en los adultos mayores, la desaparición de la cobertura vegetal en la ladera de la montaña y provocando a la vez la erosión del suelo.

Esto será un proyecto para determinar la mejor forma para el tratamiento de aguas residuales con fitorremediación y ojalá con plantas endémicas de la zona o la región si es posible, eliminando los mas que se pueda los contaminantes presentes.

1.1. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo funcionaría en los vertimientos arrojados en el río Chiriamo de San José de Oriente, un sistema alternativo de tratamiento de aguas residuales, mediante humedales artificiales, para la remoción de carga orgánica?

2. JUSTIFICACIÓN

El agua es primordial en nuestras vidas todos los días la utilizamos en grandes volúmenes para nuestro aseo personal, lavado de enceres etc. Todo esto contamina el agua, al finalizar su utilización está queda cargada de materia fecal, fosfatos etc., todo esto es vertidamente directamente en el rio este puede con los desechos de una sola persona pero no de cientos de ellas a la vez esto origina contaminación, mediante la población siga creciendo el problema se agravando, hemos escogimos este método que bien aplicado genera un alto porcentaje de eficiencia y a bajo costo a comparación de una planta de tratamiento convencional ya que los costó de producción y mantenimientos son elevados, mientras que este método es más viable.

Se utilizará esta tecnología principalmente para la remoción de los fosfatos (detergentes) ya que es el que se encuentra en mayor cantidad, secundariamente se pueden eliminar aceites, ácidos grasos, metales pesados. Los fosfatos son lo más difícil de remover y son los que generan más contaminación, ya que son la gran mayoría de sus residuos son apolares por tal motivo no se hidrolizan muy bien, las plantas se encargan principalmente en convertirlos en otros compuestos que son aprovechados por los organismos del agua o también los almacenas en su interior y lo puede trasformar los fosfatos en fosforo utilizable en la industria agrícola ya que este elemento el cual hace parte natural del suelo.

Con la ejecución de este trabajo de investigación las primordiales fuentes beneficiarias se obtendria a las comunidades del corregimiento que hacen participe de esta agua, dado que a un buen manejo en el sistema de tratamiento se dismunuirà la posibilidad de padecer enfermedades causadas por bacterias o virus, de igual manera en la riqueza de la flora y fauna presente en este ecosistema tomaria un gran aspecto de recuperacion de la inmensa gravedad de contaminación que le impacta ahora mismo a la madre naturaleza.

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Determinar la eficiencia y remoción de parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, SST, turbiedad y NO_3), a través de las plantas bayunquillo (*Eleocharis* sp), junco (*Juncus* sp.) para tratar aguas residuales del corregimiento san José oriente (la paz).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar dos humedales artificiales a escala laboratorio, para la remoción de la materia orgánica, producidas de algunas casas aledañas que vierten al río Chiriamo.
- Detallar los parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, SST, turbiedad y NO_3) antes, durante y después del río chiriaimo.
- Determinar los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies Bayunquillo (*Eleocharis* sp), junco (*Juncus* sp.).
- Evaluar el efecto de la aplicación de las especies en la fitorremediación de agua residual contaminante al río Chiriamo.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. ANTECEDENTES

Fitorremediación: la alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos. La fitorremediación constituye una alternativa eficaz y económica para realizar procesos de descontaminación de metales pesados en biosólidos, sin causar deterioro en los suelos en los que son aplicados, disminuyendo la contaminación no solo del suelo, sino también del agua y de los que, a partir del suelo, puedan llegar a cualquier organismo vivo. (Macías, et al. 2012).

Evaluación de especies acuáticas flotantes para la fitorremediación de aguas residuales industrial y de uso agrícola previamente caracterizada en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Con la determinación del porcentaje de rendimiento de biomasa se logró establecer la especie que crece de manera favorable, Núñez et al. (2004), entre las características que deben tener las plantas que pueden ser usadas para un proceso de fitorremediación están: que deben tener una rápida tasa de crecimiento, tener una alta productividad, ser especies locales, entre otras. Como resultado final se obtuvo que azolla, es la planta acuática con mayor porcentaje de rendimiento de biomasa. En tanto que el Jacinto de agua fue la que menor crecimiento obtuvo, el resultado puede tener relación a la diferencia del tamaño entre las dos especies anteriormente mencionadas, así como al ciclo de vida de cada especie. Puesto que en el primer caso Azolla puede doblar su biomasa en pocos días, García (2011), azolla puede duplicar su biomasa en 3 días, es decir, tiene una reproducción más rápida. Por su parte para que el Lechuguín llegue a su etapa reproductiva se necesita mayor cantidad de días debido al tamaño de este. (Universidad Técnica de Ambato & Carrera de Ingeniería Bioquímica, 2013).

Estudio comparativo en procesos de fitorremediación, remediación microbiana y degradación enzimática en aguas residuales domésticas. Tras la realización de

un análisis comparativo de procesos biológicos, mediante matrices, para la obtención del proceso más conveniente aplicable en aguas residuales domésticas se puede concluir que: La utilización de los tres procesos mencionados presenta ventajas en su aplicación, ya que, llegan a descontaminar el agua tanto con microorganismo o enzimas. El proceso de degradación enzimática es muy alto económicamente en comparación a la remediación microbiana y fitorremediación. Con respecto a la eficiencia, la remediación microbiana y el uso de enzimas son las más efectivas, pero el tiempo de respuesta son mejores en las enzimas. La fitorremediación requiere grandes extensiones para que se lleve a cabo el proceso, la remediación microbiana puede no dar los resultados esperados y el uso de enzimas requiere condiciones especiales. La degradación enzimática no es un proceso recomendable para este tipo de descontaminación porque es costoso, además es necesario tener en cuenta las condiciones como pH y temperatura por lo que la persona que emplea este proceso debe estar capacitada y llegue al propósito que es la descontaminación. La fitorremediación y remediación microbiana van de la mano, ya que, ambas se llevan a cabo con microorganismos, requiriendo un gasto menor que el de las enzimas y no se necesita una capacitación muy amplia, pero es necesario, tomar en cuenta que su tiempo de respuesta es medio, requiriendo un espacio amplio para su proceso. (Hernández & Irasema 2013).

Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. Los problemas de contaminación que existen actualmente requieren de tecnologías costo-efectivas, ambientalmente amigables y que puedan aplicarse a gran escala, tal es el caso de la fitorremediación. La capacidad de las plantas para absorber, adsorber, metabolizar, acumular, estabilizar o volatilizar contaminantes orgánicos y/o inorgánicos; aunada a las complejas interacciones que establece con la rizófora, así como la generación de plantas GM, confieren a esta tecnología importantes ventajas sobre otros métodos convencionales de remediación de la contaminación. Sin embargo, se requiere más información sobre las interacciones planta microorganismos rizos feéricos, sobre los

metabolitos responsables del fenómeno de que ración de metales pesados al interior de la planta, así como del papel que juegan ciertas enzimas en el proceso de fitorremediación. En la medida en que este conocimiento se incremente, será posible una aplicación más eficiente y a gran escala de esta tecnología. (López et al. 2011).

Informe final formulación del plan de ordenamiento y manejo ambiental de la subcuenca hidrográfica del río Chiriamo, municipios de la paz y san diego. Este trabajo tuvo como objetivo sentar las bases para desarrollar el proceso de Formulación del Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la Subcuenca Hidrográfica del Río Chiriamo en los municipios La Paz y San Diego. En la cuenca hidrográfica del río Chiriamo no existía un plan de ordenamiento territorial de bosque, debido al alto grado de deforestación y al poco control por parte de las autoridades ambientales pertinentes se descuidó la calidad del río por tal motivo hubo necesidad de realizar un estudio del estado del río teniendo en cuenta muchos parámetros para tener un alto porcentaje de seguridad con los datos obtenidos. La metodología trazada, para desarrollar la Fase de Aprestamiento del Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Subcuenca Hidrográfica del río Chiriamo, fue la de Comunicación Participativa, que logró incluir a la mayoría de los actores que se encuentran en el área de influencia de la subcuenca, a través de una herramienta comunicacional orientada a mostrar y evidenciar la importancia del proceso de ordenación y a su vez, retroalimentarlo a través de su participación, con el fin de involucrarlos en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos naturales de su territorio. (Corporación autónoma regional del cesar, et al. 2011).

4.2. MARCO TEORICO

4.2.1. Aguas residuales

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. Los constituyentes más característicos, las principales propiedades físicas del agua residual y su posible procedencia, son descritos a continuación. (Metcalf y Eddy, 1997 Tratamiento y depuración de las aguas residuales).

4.2.2. Característica física, química y biológica del agua residual y sus procedencias.

4.2.2.1. Propiedades físicas.

Color. Aguas residuales domésticas e industriales, degradación natural de la materia orgánica.

Olor. Agua residual en descomposición, residuos industriales.

Sólidos. Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas.

Temperaturas. Aguas residuales domésticas e industriales.

4.2.2.2. Constituyentes químicos: orgánicos.

Carbohidratos. Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales.

Grasas animales, aceites y grasas. Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales.

Pesticidas. Residuos agrícolas.

Fenoles. Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales.

Agentes tensioactivos. Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales.

Compuestos orgánicos volátiles. Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales.

Otros. Degradación natural de materia orgánica.

4.2.2.3. Constituyentes químicos: inorgánicos.

Alcalinidad. Aguas residuales domésticas, aguas de suministro, infiltración de agua subterránea.

Cloruros. Aguas residuales domésticas, aguas de suministro, infiltración de agua subterránea.

Metales pesados. Vertimientos industriales.

Nitrógeno. Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas.

PH. Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales.

Fosforo. Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales; aguas de escorrentía.

4.2.2.4. Gases.

Sulfuro de hidrogeno. Descomposición de residuos domésticos.

Metano. Descomposición de residuos domésticos.

Oxígeno. Agua de suministro; infiltración de agua superficial.

4.2.2.5. Constituyentes biológicos.

Animales. Cursos de agua y plantas de tratamiento.

Plantas. Cursos de agua y plantas de tratamiento.

Eubacterias. Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento.

Arqueobacterias. Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento.

Virus. Aguas residuales domésticas.

4.2.3. Humedales.

"Son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros". La convención sobre humedales, (Ramsar, 1971).

4.2.3.1. Componentes físicos, biológicos y químicos de un humedal.

Como los suelos, el agua, las plantas y los animales, hacen posible que desempeñe muchas funciones vitales (Ramsar, 2006), como, por ejemplo:

- ✓ Almacenamiento de agua.

- ✓ Protección contra tormentas y mitigación de crecida.
- ✓ Estabilización de costas y control de la erosión.
- ✓ Recarga de acuíferos (movimiento descendente de agua del humedal al acuífero subterráneo).
- ✓ Descarga de acuíferos (movimiento ascendente de aguas que se convierten en aguas superficiales en un humedal).
- ✓ Depuración de aguas.
- ✓ Retención de nutrientes.
- ✓ Retención de sedimentos.
- ✓ Retención de contaminantes.
- ✓ Estabilización de las condiciones climáticas locales, particularmente lluvia y temperatura.

Los investigadores en el tratamiento de aguas han centrado sus esfuerzos en la función depurativa de las aguas residuales por parte de los humedales naturales y han observado que la calidad del agua en ellos mejora gracias a los procesos que en ellos ocurre; es así como ha llegado a catalogarseles como sistemas de tratamiento de agua residuales (García, 2000).

4.2.3.2. Humedales artificiales.

En los humedales crecen y se desarrollan vegetales, animales y microorganismos los cuales se adaptan a las condiciones propias del humedal, estos seres vivos junto a procesos físicos y químicos son capaces de depurar el agua eliminando grandes cantidades de materia orgánica, así como de sólidos. Con base en ello se ha tratado de aprovechar este gran potencial depurador de los humedales para el tratamiento de las aguas residuales diseñando instalaciones capaces de simular las características de los humedales naturales de ahí surge la idea de empezar a trabajar con humedales contruidos y diseñados por el hombre bajo parámetros de comportamiento específicos es decir los humedales artificiales.

En virtud de lo anterior se puede catalogar a un humedal artificial en un canal lleno de sustrato que puede ser suelo o arena, plantado con vegetación tolerante según las características del agua a tratar.

Los humedales artificiales pueden llegar a cumplir básicamente tres funciones que los hacen atractivos para tratar las aguas residuales (Lara, 1998):

- ✓ Fijan la materia orgánica y demás contaminante del agua residual en la superficie del suelo.
- ✓ Utilizan y transforman los compuestos del agua residual gracias a la presencia de microorganismos.
- ✓ Logran niveles de tratamiento óptimos con un bajo costo en operación y mantenimiento.

Generalizando, se puede decir que en un humedal artificial se encuentran bacterias que tienen como función principal el consumo de materia orgánica y la degradación o transformación de otros compuestos, hongos que también degradan materia orgánica y tienen un factor limitante que es el pH, pues se desarrollan satisfactoriamente en un rango de $5 < \text{pH} < 6$ (Seoáñez, 1999).

4.2.3.3. Componentes de los humedales artificiales.

De manera general la composición de un humedal es agua, vegetación, medio filtrante y microorganismos, además de condiciones ambientales como luz solar y temperatura. Cada sistema tiene estructuras adecuadas de entrada y descarga para asegurar una distribución uniforme del agua residual aplicada y su recolección.

Agua. Es uno de los factores más importantes ya que de él depende el éxito o el fracaso de un humedal artificial; en la columna de agua ocurren diferentes procesos mediante los cuales los microorganismos transforman la materia orgánica contenida en el agua residual.

Pequeños cambios en la hidrología, pueden tener bastante significado en un humedal artificial y su eficiencia de tratamiento; es así como debido a la gran superficie de agua y a la poca profundidad un sistema de humedales artificiales interactúa fuertemente con la atmósfera a través de la precipitación y la evapotranspiración, lo cual puede reducir o aumentar el tiempo de retención hidráulico, variar la carga orgánica, y en general modificar las condiciones para las cuales se había diseñado el sistema (EPA, 2000).

Vegetación. Este tipo de plantas acuáticas llamadas macrófitas crece en la zona litoral de lagos, embalses y ríos en la zona de interfaz agua-tierra. Según el aspecto morfológico las macrófitas se dividen en tres grandes grupos (Schmidt, 1988):

Grupo I. Las plantas errantes sin raíces o con raíces colgando en el agua, se denominan *Planophyta*.

- ✓ Grupo II. Las plantas enraizadas en un sedimento se llaman *Rizophyta*.
- ✓ Grupo III. Las plantas aplicadas a un medio con rizoides o raíces modificadas para adherirse, se designan *Haptophyta*.

Es de resaltar el grupo de las *Rizophyta*, ya que se encuentran enraizadas en un sedimento lo cual es viable para un sistema de humedales artificiales.

Las micrófitas. Entre las macrófitas que conforman las *Rizophytas* con el mismo hábitat o medio de vida, se pueden distinguir:

- ✓ **Macrófitas enraizadas sumergidas (*Hyphydata*):** La estructura vegetativa permanece completamente durante todo su ciclo biológico, dentro del agua, pero sus flores salen a la superficie. Las más comunes pertenecen a la familia *Hydrocharitaceae* (elodeas), *Ceratophyllum demersum* (Najas), y macro algas como la *Chara* y *Nitella*.

- ✓ **Macrófitas enraizadas con hojas flotantes (*Hephydata*):** Sus hojas se encuentran parcialmente en contacto con la atmósfera y pueden utilizar el CO₂ del aire; sus raíces pueden estar o no adheridas al fondo. Estas plantas toman los nutrientes directamente del agua a través de la pared celular o mediante un sistema radicular. El mantenimiento de un nivel de agua superficial apropiado es fundamental para su supervivencia. A este grupo pertenecen los siguientes géneros: *Nymphaea* (Lotos de agua), *Vitoria regia* (Victoria amazónica) y *Nymphoides*.

- ✓ **Macrófitas enraizados emergentes (*Helophyta*):** Son plantas que están adheridas firmemente en el fondo de áreas poco profundas. La mayor parte de sus tallos y hojas viven por encima del agua; son generalmente rígidas y no dependen del agua para su soporte; pueden vivir en diferentes ambientes, desde suelos húmedos hasta suelos inundados. Este tipo de plantas, contribuyen al tratamiento del agua residual, estabilizando, el medio y canalizando el flujo del agua a través de sus tallos y raíces, dando lugar a velocidades bajas del agua permitiendo el depósito de materiales suspendidos y el incremento en los tiempos de retención hidráulico. El tallo y los sistemas de raíces permiten la fijación de nutrientes y minerales que luego los incorporan en sus tejidos. Los géneros más empleados en los humedales para aguas residuales incluyen: *Typha*, *Scirpus* y *Phragmites*.

Otra característica importante de las macrófitas. son capaces de transportar oxígeno desde los tallos y hojas hacia sus raíces y rizomas, aunque en los humedales de flujo subsuperficial la cantidad de oxígeno aportada es muy pequeña en comparación con la carga de aguas residuales que ingresa al sistema, por lo que los procesos de remoción de materia orgánica son básicamente anaerobios, no ocurriendo por tanto la nitrificación-desnitrificación; sin embargo, al analizar el sistema más objetivamente y apoyados en estudios realizados, se ha demostrado que el oxígeno transportado por estas macrófitas puede ser utilizado por los microorganismos que se desarrollan en forma de

biopelícula; en éstas capas de microorganismos más próximas a los rizomas se dan procesos aerobios, mientras en las más alejadas, al no difundir oxígeno, los procesos son anaerobios, esta situación favorece el proceso de nitrificación-desnitrificación (Brix, 1997).

Selección de las macrófitas. La selección de micrófitas para un sistema de humedales, está ceñida a ciertos factores condicionantes:

- ✓ Tipo de humedal.
- ✓ Temperatura.
- ✓ Profundidad del sistema.
- ✓ Composición del agua residual a tratar.

Además, la vegetación debe ser en la medida de lo posible, especies nativas del lugar en donde se construirá el humedal artificial, con lo cual se aumenta la posibilidad de adaptabilidad de la planta a las condiciones del medio.

Microorganismos. Los microorganismos en un humedal artificial se encuentran en un medio adverso permanentemente al recibir constantemente altas cargas de contaminantes presentes en el agua residual, sustancias toxicas como es el caso de metales pesados, condiciones extremas de pH y temperatura. Esto trae como consecuencia que la comunidad de microorganismos sea más especializada y, por ende, la diversidad de especies sea menor.

Medio filtrante. Está compuesto principalmente por arena gruesa o la grava fina son los medios que se utilizan con frecuencia en humedales artificiales. Su tamaño oscila entre 3 y 52 mm y para la zona de entrada 50 mm, esto con el fin de disminuir el potencial de obstrucción (Crites y Tchobanoglous, 2000).

Medios como roca triturada, arena, y materiales plásticos también han sido usados. Se recomienda que sobre una cama de grava sea usada una capa de medio más fino como arena; esto con el fin de proporcionar una mayor estabilidad y arraigo de las macrófitas al medio (US EPA, 2000).

4.2.3.4. Sistemas de humedales artificiales

Se describen típicamente por la posición de la superficie del agua y/o el tipo de vegetación presente (US EPA, 2000). De esta manera se han clasificado como humedales de flujo subsuperficial y humedales de flujo superficial o flujo libre. Debido a que en el presente proyecto se trabajó con los primeros se discute en este documento muy someramente sobre los humedales de flujo superficial, dándose relevancia a los de flujo subsuperficial.

Humedales de Flujo Libre. La mayoría de los humedales naturales son sistemas de flujo superficial (FWS), en los cuales el agua está expuesta a la atmosfera. En dicho sistema el nivel del agua está por encima de la superficie del terreno; la vegetación está sembrada y emerge sobre la superficie del agua; esto lo hace atractivo para los mosquitos y otros vectores similares (Véase ilustración 1).

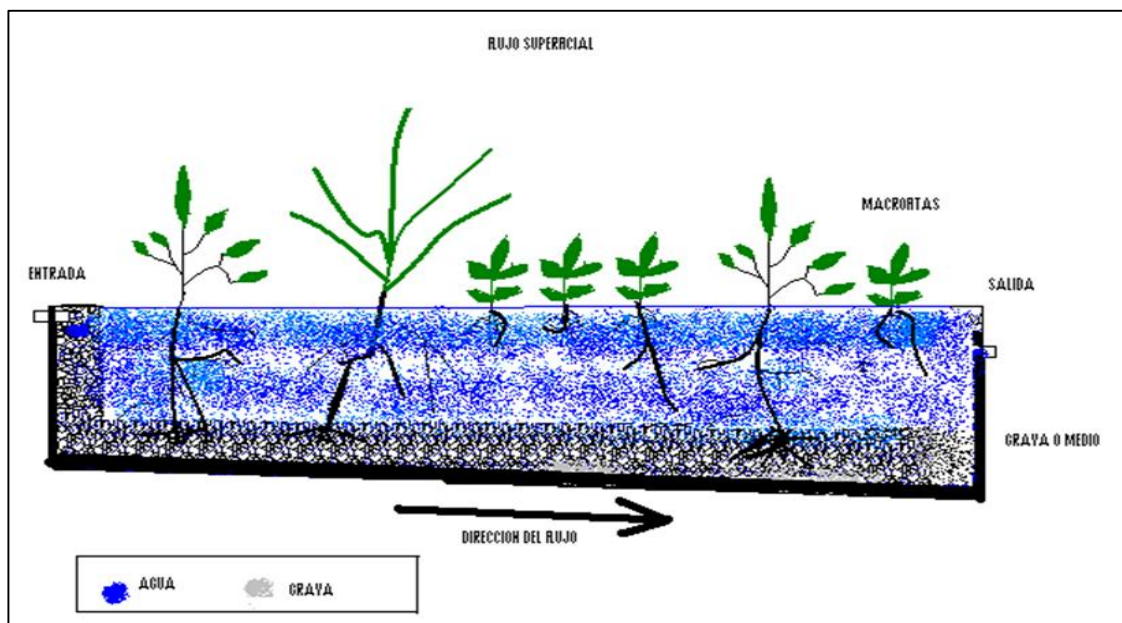


Ilustración 1. Perfil de un humedal artificial de flujo superficial

Fuente: Vargas y Balda, 2008.

En estos sistemas el agua tiene un movimiento horizontal y vertical a través de la zona radicular, donde las impurezas como la materia orgánica sedimentable son removidas por filtración y descomposición mediante procesos aerobios y anaerobios, dependiendo de la cantidad de oxígeno disponible en esta zona.

Debido a la confinación hidráulica impuesta por el material granular, este tipo de humedal está mejor preparado para tratar agua residual con sólidos, en concentraciones bajas y con flujo uniforme.

Remueve en forma confiable la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y los sólidos suspendidos totales (SST). Con tiempos de retención suficientemente largos, el humedal puede producir bajas concentraciones de nitrógeno, fósforo y metales en sistemas diseñados para tratamiento secundario (Ñique, M, 2004).

Humedales de Flujo Subsuperficial. El Humedal de flujo subsuperficial (SFS) es un sistema diseñado para el tratamiento de agua residual; está construido en forma de lecho o canal excavado con fondo impermeabilizado y relleno con un material granular, generalmente roca triturada, grava, arena u otro tipo de material de suelo; para el crecimiento de la vegetación emergente, en estos sistemas el nivel del agua se mantiene por debajo de la superficie del medio granular, es decir, el agua no está expuesta a la atmósfera (Véase ilustración 2).

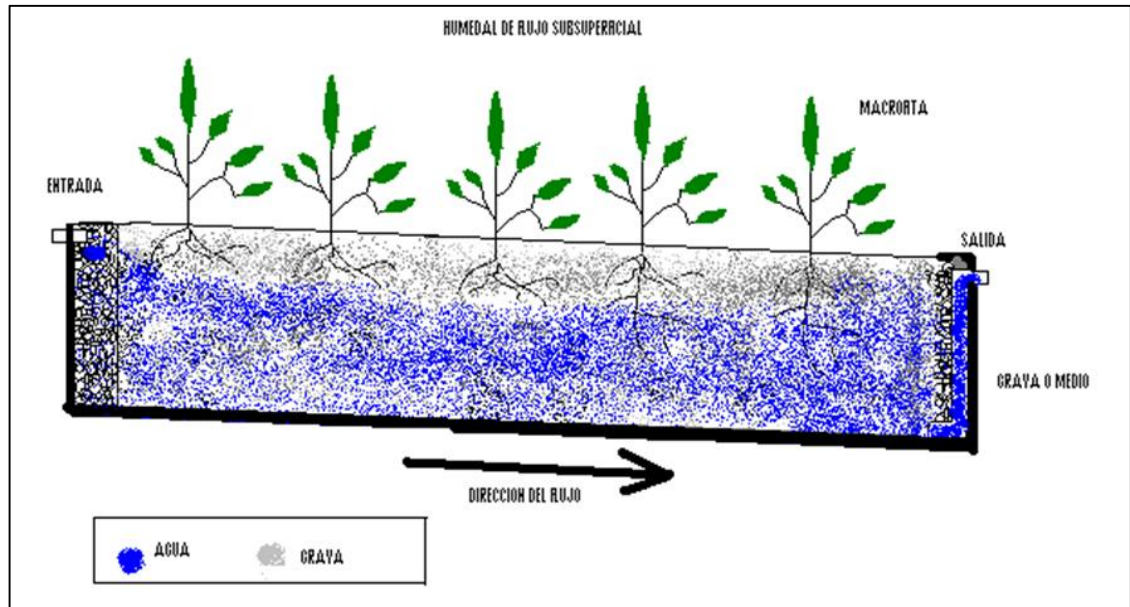


Ilustración 2. Esquema de un humedal artificial de flujo subsuperficial

Fuente: Vargas y Balda, 2008

La construcción es más costosa en comparación con los FWS (Humedal de flujo superficial), la viabilidad económica del sistema depende del costo del material granular y el tipo de impermeabilización.

La obstrucción potencial del medio dependiendo de su tamaño ya que al emplearse arenas finas las capas de materia orgánica que se van generando dentro del medio ocupan los intersticios de estas. Los costos de reparación y mantenimiento son mayores que en los FWS.

Los humedales de flujo subsuperficial no proporcionan el mismo nivel de hábitat que los humedales de flujo superficial, debido a que el agua en el sistema no está expuesta ni disponible para las aves y otros animales (EPA 2000).

Humedales de Flujo Subsuperficial tipo cascada o verticales. Los humedales verticales tipo cascada trabajan bajo el concepto del patrón de flujo a pistón de manera vertical, es decir, se tienen varias cámaras en serie provistas de los elementos necesarios para la correcta operación de un humedal artificial, alimentadas con agua de una cámara a la otra y por gravedad, pero encerrando

la “cascada” en tubería para evitar salpicaduras en el sitio de trabajo. Se pretendió, para el presente proyecto, manejar celdas verdaderas y no imaginarias, pero cada celda, a su vez, mantuvo el comportamiento de un flujo a pistón.

4.2.3.5. Ventajas de los humedales.

- ✓ Sencillez operativa, limitándose a la retirada de residuos del Pretratamiento y al corte y retirada de la vegetación una vez seca.
- ✓ Inexistencia de averías, al carecer de equipos electromecánicos.
- ✓ El sistema puede operar sin ningún coste energético.
- ✓ Sistemas flexibles y poco susceptibles a cambios en caudales y carga.
- ✓ La biomasa vegetal actúa como aislante del sedimento, lo que asegura la actividad microbiana todo el año.
- ✓ En los Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial, al circular el agua por debajo de la superficie del sustrato, no se generan malos olores ni proliferación de mosquitos.
- ✓ Perfecta integración en el medio rural. Nulo impacto ambiental sonoro. No se generan olores.
- ✓ Creación y restauración de zonas húmedas aptas para potenciar la biodiversidad, la educación ambiental y las zonas de recreo.
- ✓ Posible empleo de la biomasa vegetal producida.

4.2.3.6. Desventajas de los humedales

- ✓ Exigencia de mayor superficie de terreno para su implantación que las Tecnologías Convencionales de depuración.
- ✓ Generación de lodos en el Tratamiento Primario, si bien, el empleo de Tanques Imhoff o Fosas Sépticas permite espaciar en el tiempo la retirada de estos.

- ✓ En los Humedales Artificiales de Flujo Libre, al circular el agua por encima de la superficie del sustrato, puede producirse la proliferación de mosquitos.

4.2.4. Fitorremediación

La fitorremediación es el uso de la acumulación de metales en plantas que pueden transportar y concentrar metales del suelo hacia las raíces y brotes superficiales (hojas). Por antecedentes y selección de procedimientos científicos ha sido identificada una promisoriosa acumulación de metales en la cosecha de las plantas. Estas plantas pueden remover metales pesado desde el suelo por concentraciones de metal en sus brotes de raíces y hojas. (Kumar et al. 1995).

Desarrollo de la fitorremediación. Los investigadores tienen que enfocarse sobre especies de plantas que tienen algunas características deseables como alta producción de biomasa, facilidad de manejo, caracterización genética, y prácticas establecidas de cultivo. Muchos científicos ahora están enfocando sus investigaciones a incrementar la capacidad de fitorremediación de las plantas. Investigación de antecedentes aislados de las plantas óptimas, y los esfuerzos ha sido dirigida a la identificación de reacciones químicas para mejorar la eficiencia de la Fito extracción. Los investigadores observaron que la adición de los quelatos al suelo durante la fitorremediación incrementa la absorción y transporte de plomo en los retoños de las plantas previendo un mejor avance en la tecnología de Fito extracción. (Huang et al., 1997; blaylock et al., 1997).

La fitorremediación puede ser usada potencialmente en larga-escala, costo – efectividad, tratamiento in situ porque es relativamente de bajo costo comparado contra otros sistemas. La capa vegetal debe ser preservada y la cantidad de materiales peligrosos generados se reducen significativamente, esta tecnología es ambientalmente compatible y gana aceptación por el público y por las agencias reguladoras, y eventualmente puede emerger como un método

preferido para tratar sitios contaminado con metales pesados o radio nucleídos, (Raskin Ilya, 2000).

4.2.5. Rizofiltración

Es el uso de las raíces de la planta para absorber, concentrar y precipitar metales pesados desde el agua. La habilidad de absorber diferentes iones de metales es una propiedad común de todas las raíces de las plantas, pero entre varias especies de plantas las raíces de girasoles has sido usadas para tratar agua que contiene altas concentraciones de plomo, uranio, estroncio, cesio, cobalto y Cinc en concentración por debajo de lo normal es aceptado en las normas de agua. (Dushenkov et al., 1995).

4.2.6. Hiperacumulación

Describe a una planta con nivel altamente anormal de acumulación de metal, parece primero haber sido aplicado por (Jaffré et al, 1976) en el título de su investigación sobre las concentraciones de níquel en la planta sebertia acuminata en Nueva Caledonia. El uso específico del término denota una concentración definida (>1000 mg Ni/Kg) fue introducido por Brooks et al. (1977) en el estudio de concentraciones de Ni en la especie de homalium y Hybanthus de varias partes del mundo.

Es importante destacar que, en diversas partes del mundo, se han realizado estudios en donde se han empleado vegetales y en especial los humedales para la recuperación de los ecosistemas acuáticos, presentando buenos resultados; sin embargo, no se han encontrado los diseños recomendables que muestren los procesos de remoción de elementos inorgánicos como los metales pesados (Seoánez Calvo, Mariano, 1999).

4.2.7. Detergente.

Los detergentes son productos cuya composición ha sido establecida especialmente para una operación de limpieza mediante el desarrollo de los fenómenos de detergencia. Proceso por el cual las suciedades son separadas del sustrato sobre el que estaban retenidas, y puestas en estado de disolución o dispersión.

Propiedades fisicoquímicas. Cada una de las cuales ejerce una función específica para:

- ✓ Complementar el proceso global de lavado.
- ✓ Facilitar Su fabricación.
- ✓ Conferir al producto una serie de propiedades que favorezcan su aceptación comercial.

Objetivos el detergente. Suele estar formado por:

- ✓ Una o varios tensos activos: que constituyen la denominada materia activa.
- ✓ Coadyuvantes.
- ✓ Reforzadores.
- ✓ Aditivos.
- ✓ Cargas.
- ✓ Detergentes para ropa.

Clasificación de los detergentes.

- ✓ Detergentes en polvo.
- ✓ Detergentes líquidos.
- ✓ Detergentes en pastillas.

Los detergentes líquidos por su parte son cada vez mejor aceptados entre los consumidores. Estos detergentes suelen tener una efectividad inferior a la de sus homólogos en polvo. Esto se debe a la dificultad para incorporar en ellos ingredientes como las zeolitas, los fosfatos y ciertos agentes blanquean tés.

Diferencia entre jabón y detergente. La principal diferencia se encuentra en los grupos polares, en los jabones es el grupo carboxilato (O-C-O-Na) en cambio en los detergentes es of grupo $\text{SO}_3 \text{Na}$ El detergente es disolvente GI-18 mientras el jabón es IJ45.

Aplicación de los detergentes:

Industria textil: Los utiliza ampliamente en lavado, blanqueo, tintes, aprestos cueros.

Industria agrícola: Empleo como humectantes, que forman parte de la descomposición de insecticidas, herbicidas, germicidas.

Industria de la construcción: Hace uso de los detergentes para mejorar la resistencia y humectabilidad del cemento y hormigón, aumentar la manejabilidad de polvos decorativos en cerámicas, aumento de la fluidez del hormigón, agentes espumantes para la fabricación de materiales aislantes, adición a arcillas para crear estructuras porosas en la fabricación de refractarios.

Industria minera: Se usan como preventivos del polvo durante la excavación, carga y transporte de carbón y minerales.

Industria metalúrgica: Realiza con los detergentes sintéticos la limpieza de los metales: desengrasado, enjuagado, etc.

Industria del transporte: Lava el material móvil, accesorios de ferrocarriles, automóviles, cisternas para transporte de aceites, depósitos de lubricantes, etc.

Industria química: Los emplea como dispersantes, emulsificantes, humectantes, fabricación de colorantes, laces, pigmentos, productos fitosanitarios, lavado de equipo, edificios, envases, etc.

Funciones de los Detergentes. Los detergentes son compuestos que permiten variar la tensión superficial del agua y son los causantes de la Humectación, Penetración, Emulsión y suspensión de la suciedad. Su estructura está compuesta por dos partes: una Hidrófila (afinidad con el agua) y otra Lipofílica (afinidad con aceites), lo que permite formar puentes de agua y aceite, ayudando a remover la suciedad.

Propiedades de los detergentes.

Humectación: se entiende como la capacidad de mojar más, es decir una misma gota de agua es capaz de abarcar una mayor superficie de contacto.

Penetración: Como la palabra lo indica, es la capacidad de penetrar o introducirse en las superficies porosas sucias o en la suciedad.

Emulsión: Es la dispersión o suspensión de finas partículas de uno o más líquidos en otro líquido. Por ejemplo, el aceite o grasa en agua.

Suspensión: Consiste en dejar la suciedad o partículas de suciedad en solución, evitando que estas se vuelvan a depositar.

Según su formulación: los detergentes además pueden contener compuestos ácido base (que le dan el pH, haciéndolos ácidos, neutros o alcalinos), Estabilizantes, Quelantes, Enzimas, Blanqueadores, Colorantes, Perfumes, Solventes, Secuestran tés, Desinfectantes, Espesantes.

4.2.8. Los jabones.

Son sustancias que alteran la tensión superficial (disminuyen la atracción de las moléculas de agua entre sí en la superficie) de los líquidos, especialmente el agua. Este tipo de sustancias se denominan tensos activos. Los jabones se utilizan como agentes limpiadores debido a la estructura singular de estos iones

orgánicos especiales. Cuando un objeto está sucio, casi siempre se debe a la adhesión de capas de grasa o aceite que a su vez contienen polvo y partículas extrañas.

Los jabones presentan la desventaja de que, si se usan en agua dura, tienden a formar sales con los cationes de los metales formando "natas" que neutralizan su acción. Una alternativa a este problema surgió cuando se empezaron a sintetizar otros compuestos orgánicos a partir de compuestos químicos del petróleo, que tienen acción detergente por lo que se les denomina en forma genérica como detergentes.

La mayoría de los detergentes son compuestos de sodio del sulfonato de benceno substituido, denominados sulfatos lineales de alquilas (las), hay otros que son los alquilbencen sulfatos de cadena ramificada (ABS) que se degradan más lentamente que los las. El extremo sulfato es soluble en agua y el extremo del hidrocarburo es soluble en aceite, cumpliendo con esto las características de los jabones antes mencionadas. La ventaja de los detergentes es que no forman natas con el agua dura.

Principales problemas. Uno de los principales problemas que causa el uso de detergentes, es que los de tipo comercial deben contener ciertos aditivos que se pueden convertir en graves contaminantes del agua. Entre los principales aditivos están pequeñas cantidades de perfumes, blanqueadores, abrillantadores ópticos, estos últimos son tinturas que le dan a la ropa un aspecto de limpieza; y los agentes espumantes; es importante recalcar que la producción de espuma de un detergente está determinada por el tipo de surfactante que éste contenga, así de este modo, los surfactantes aniónicos producen abundante espuma, los surfactantes catiónicos producen una cantidad muy limitada de espuma y los surfactantes no iónicos casi no producen espuma, además de que la formación de espuma es ayudada por ciertos aditivos espumantes que se agregan a la formula, ya que la gente tiende a relacionar la capacidad de producción de espuma con la capacidad limpiadora, aunque la producción de

espuma no tiene nada que ver con la eficiencia del detergente (Universidad Autónoma de Nuevo León)

Los principales problemas son los que mencionan a continuación:

Espuma. En las plantas de tratamiento de agua provoca problemas de operación, afecta la sedimentación primaria ya que engloba partículas haciendo que la sedimentación sea más lenta, dificulta la dilución de oxígeno atmosférico en agua y recubre las superficies de trabajo con sedimentos que contienen altas concentraciones de, grasas, proteínas y lodos.

Toxicidad en la agricultura. Al utilizar aguas negras que contengan detergentes para irrigación, se pueden contaminar los suelos y, por consiguiente, los cultivos. Así inhibe en un 70% el crecimiento de las plantas en concentración de tan sólo 10 ppm.

Toxicidad en la vida acuática. No es posible dar un valor límite de toxicidad debido a que la sensibilidad de cada organismo varía con relación a la especie, tamaño, tipo de detergente y otros factores físicos del medio ambiente.

4.2.9. Eutrofización

Las plantas se apoderan del lecho del lago conforme se va llenando y se convierte poco a poco en un pantano para transformarse por último en un prado o un bosque. Es un proceso natural de envejecimiento de un lago que se puede desarrollar en un periodo de cientos de años. Al ingresar grandes cantidades de detergentes, y éstos sumados con los nutrientes ya existentes en un cuerpo de agua, se acelera el proceso de eutrofización, un excesivo crecimiento de las plantas acuáticas, éstas tienden a cubrir la superficie del cuerpo de agua, impidiendo el libre intercambio de oxígeno y bióxido de carbono; al morir estas plantas, se descomponen en el lago consumiendo el oxígeno presente en éste,

al cabo de un tiempo ya no hay oxígeno disponible y la descomposición tiene que hacerse de forma anaerobia.

4.2.10. Desperdicio de fósforos

El uso de fosfatos en los detergentes, en forma desmedida, constituye un desperdicio de uno de los recursos más importantes en la naturaleza y una fuente de contaminación importante.

4.2.11. Efectos de enzimas activas

Algunos detergentes contienen enzimas, las cuales atacan sustratos orgánicos específicos. El problema se presenta al usar exceso de estos detergentes, con lo cual se desechan enzimas activas al drenaje, las cuales al llegar a los cuerpos de agua provocarán daños en los seres vivos presentes en estos, por acción directa sobre ellos o sobre los nutrientes que componen su dieta alimenticia. (Noslen Shiguango, 2012).

4.3. MARCO CONCEPTUAL

Acuífero. Un acuífero es una capa de agua que se almacena y transmite en un estrato rocoso permeable de la litósfera de la Tierra, saturando sus poros o grietas y que puede extraerse en cantidades económicamente aprovechables.

Agua residual. El agua que procede de vivienda, población o zona industrial y arrastra suciedad y detrito (Anónimo (s.f) Ecu Red).

Agua residual doméstica. Aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

Agua residual industrial. Son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

Benceno. hidrocarburo líquido, de estructura en forma de anillo y con seis átomos de carbono, aromático, incoloro e inflamable, de amplia utilización como disolvente y como reactivo en operaciones de laboratorio y usos industriales.

Biomasa. Materia total de los seres vivos que viven en un lugar determinado, expresado en peso por unidad de área o de volumen, materia orgánica originada en un proceso biológico, espontaneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Biopelícula. Un biofilm o biopelícula es una población de microbios asociada a una superficie y embebida en una matriz de polímeros extracelulares (Antonio Varela2008).

Caudal. Cantidad de agua que mana o corre. Cantidad de fluido o gas, que pasa o fluye por un determinado lugar por unidad de tiempo.

Zinc. Elemento químico metálico, número de átomo 30, de color blanco, brillante y blando, usado en la fabricación de pilas eléctricas, en la formación de aleaciones como el latón, abundante en la corteza terrestre en forma de sulfuro, carbonato o silicato, (símbolo Zn). (No tiene autor, 2007).

Degradación. Es aquella que tiene que ver con la idea de que algo pierde sus características iniciales o sus rasgos esenciales para volverse algo más simple o más imperfecto.

Detergentes. Los detergentes son una mezcla de muchas sustancias. El componente activo de un detergente es similar al de un jabón, su molécula tiene también una larga cadena lipófila y una terminación hidrófila. Suele ser un producto sintético normalmente derivado del petróleo.

Enzimas. Una enzima es una proteína que actúa como catalizador de una reacción química acelerándola. Las enzimas son protagonistas fundamentales en los procesos del metabolismo celular. Las enzimas unen su sustrato en el centro reactivo o catalítico, que suele estar protegido del agua para evitar interacciones no deseadas (Sin autor, 2007).

Escorrentía. La relación entre el agua de lluvia que cae en una zona determinada y el agua que corre; diferencia entre el agua caída y el agua filtrada (Marqués de Leganés, 2002- 2005).

Erosión. Desgaste o destrucción producidos en la superficie de un cuerpo por la fricción continua o violenta de otro. Desgaste de la corteza terrestre por agentes externos como el aire o el agua.

Filtración. Aquel proceso mediante el cual un elemento es colocado a través de un tipo de tamiz o filtro por el cual se separan sus partes, quedando retenidas aquellas partes que no pasan por su tamaño y siendo filtradas aquellas que sí pasan por el espacio del filtro.

Fito extracción. Hace referencia a la absorción de contaminantes del suelo por las raíces de las plantas, y su transporte a las partes aéreas o cualquier parte que sea recolectable, para eliminar los contaminantes y promover una limpieza a largo plazo del suelo.

Fitorremediación. Es una ecotecnología, basada en la capacidad de algunas plantas para tolerar, absorber, acumular y degradar compuestos contaminantes, que en la actualidad está siendo aplicada en diversos países para recuperar suelos contaminados tanto con compuestos orgánicos como inorgánicos (Definiciones de jardinería, 2015).

Fosforo. Elemento químico, de símbolo P, el fósforo blanco, sustancia amarillenta que es un veneno muy violento; el fósforo rojo, polvo cuyo color varía desde el rosa al morado, insoluble en cualquier disolvente.

Hidrología. Disciplina que se ocupa especialmente de estudiar la distribución espacio temporal y las propiedades de las aguas subterráneas y las continentales.

Humedal. Son áreas de transición entre sistemas acuáticos y terrestres frecuentemente inundadas o saturadas de aguas superficiales o subterráneas, durante un periodo de tiempo suficiente como para que crezca un tipo de vegetación especialmente adaptada a vivir en estas condiciones (vegetación hidrofílica).

Humedal artificial. Son zonas construidas por el hombre en las que se reproducen, de manera controlada, los procesos físicos, químicos y biológicos de eliminación de contaminantes que ocurren normalmente en los humedales naturales (Gobierno de México, 2015).

Humedal natural. Son áreas someras con vegetación acuáticas que se constituyen en verdaderos filtros biológicos que retienen los nutrientes y fijan minerales como el fosforo y el nitrógeno.

Infiltración. Las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc.

Irrigación. Aplicación artificial de agua al suelo, con el propósito de proporcionar la humedad necesaria requerida para el crecimiento normal de las plantas. Proceso por el cual los humanos surten agua a la tierra por medios artificiales como las tuberías.

Flor de loto. Es una planta de agua muy popular que también se ha popularizado como Rosa del Nilo o Loto Sagrado y cuyas flores saben flotar por encima de la superficie acuática.

Micrófito. Plantas acuáticas grandes (lirio de agua) como contraposición al fitoplancton y otras algas pequeñas macromolécula, por ejemplo, de una proteína por efecto del calor.

Nitrificación. Fase final de la descomposición de la materia orgánica y, en general, de compuestos amoniacales, naturales o sintéticos, en la que su N pasa a formas nítricas asimilables por la planta.

Quelato. Compuesto de coordinación en el que el átomo central está unido mediante enlaces covalentes a dos o más átomos de una o más moléculas.

Residuo. Compuesto o elemento que queda en un organismo después de la ingesta y evacuación. Cualquier sustancia, objeto o materia, generado durante el proceso productivo o de consumo, que puede representar algún valor

económico para terceros, como material reciclable y/o reutilizable (Infojardin, 2008).

Rizoma. Tallo subterráneo alargado, en posición horizontal u oblicua, contiene sustancias de reserva y emite raíces adventicias.

Sedimentación. Proceso de acumulación excesiva de sedimentos sueltos en zonas muy bajas, que constituye una afectación al suelo, a las aguas y a los fondos marinos. Depósito de partículas previamente erosionadas y transportadas por los agentes geológicos externos desde un área madre generadora a un área receptora o cuenca sedimentaria.

Sodio. Elemento químico del grupo I de la tabla periódica o alcalinos. Número atómico 11 y masa atómica 22,980. Es muy reactivo y se encuentra combinado en forma de sales (halita o sal gema) o disuelto en forma iónica. Se usa en la fabricación de agentes blanqueantes, en la fabricación del índigo y en la luminotecnica. Símbolo Na.

Suelo. Capa superficial de la corteza terrestre que sirve de substrato a plantas, animales y al hombre y que posee características de fertilidad, debido al proceso de meteorización y descomposición de las rocas durante un tiempo geológico determinado.

Sulfatos. Sales o ésteres del ácido sulfúrico. El ion sulfato es uno de los principales aniones que se encuentran en aguas naturales; es de importancia en las fuentes para el suministro de agua debido a su efecto catártico sobre los humanos cuando está presente en cantidades excesivas.

Tensoactivos. Es el componente que realiza un papel similar al del jabón. Facilita la tarea del agua al conseguir que este moje mejor los tejidos. Separa la suciedad de los tejidos e impide que esta se deposite de nuevo.

Vertimientos. Es la disposición controlada o no de un residuo líquido doméstico, industrial, urbano agropecuario, minero, etc. Los colectores son tubos colocados a lado y lado de las quebradas, evitando que los antiguos botaderos de alcantarillado continúen arrojando los vertimientos a los cauces.

4.4. MARCO CONTEXTUAL

La subcuenca hidrográfica del río Chiriamo, se encuentra localizado entre los municipios de La paz y San diego; Que nace en la sabana de rubia y desemboca en el rio Cesar. Dando lugar en la zona del corregimiento de La paz – San José de Oriente, dada su característica geográfica tenemos: 10° 21' 0" Norte, 73 ° 3' 0" Oeste. Haciendo participe del proyecto donde será evaluado el río Chiriamo concretamos las siguientes coordenadas: 10° 20' 50" Norte, 73° 2' 14" Oeste, 10° 20' 59" Sur, 73 ° 2' 47" Este.



Ilustración 3. fotografía satelital del corregimiento de la paz, san jose de oriente.

Fuente. SIG – CORPOCESAR, 2020

4.5. MARCO LEGAL

Para el buen desarrollo de esta investigación fue necesario plantear, de manera general, la normatividad aplicable al tratamiento de aguas residuales, ya que es importante tener un referente en cuanto a eficiencia en remoción de contaminantes, con el ánimo de cumplirse con lo requerido en la norma de vertimientos.

Tabla 1. Marco legal.

NORMATIVA	DESCRIPCION
LEYES	
LEY 99 DE 1993.	Mediante la ley 99 de 1993 se crea el Ministerio del Medio Ambiente, actualmente Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. También se crea el Sistema Nacional Ambiental SINA.
DECRETO	
Decreto 3930 de 2010	Actualiza el decreto 1594 de 1984 (vigente desde hace 30 años) respondiendo a la nueva realidad urbana, industrial y ambiental del país. Permitirá el control de las sustancias contaminantes que llegan a los cuerpos de agua vertidas por 73 actividades productivas presentes en ocho sectores económicos del país.
Decreto 1594 de 1984	Es mediante el decreto 1594 de 1984 que el gobierno nacional establece los estándares máximos permisibles de vertimientos para todo el territorio nacional.
Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
RESOLUCIÓN	

<p>Resolución 0631 del 17 marzo de 2015</p>	<p>Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y dictan otras disposiciones.</p>
<p>RESOLUCIÓN 1074 DE 1997</p>	<p>La resolución 1074 de 1997 expedida por el DAMA, actualmente Secretaria Distrital de Ambiente, plantea los estándares ambientales en materia de vertimientos aplicable para Bogotá D.C.</p>
<p>OTROS</p>	
<p>RAS 2000</p>	<p>Indudablemente otra norma que vale la pena resaltar en este documento es el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, ya que en su título “Tratamiento de aguas residuales” se hace referencia al sistema de tratamiento en el origen. En dicho aparte se plantea el tratamiento por medio de tanques sépticos y como postratamiento se dejan varias opciones dentro de las cuales se encuentra la opción del sistema de humedales artificiales de flujo subsuperficial.</p>
<p>CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE 1991</p>	<p>La constitución política es el primer referente en cuanto a normatividad se refiere, ya que muchos de sus artículos enfatizan en el respeto por el medio ambiente. Es así como quien genere vertimientos industriales debe garantizar que éstos no impacten de manera adversa los recursos naturales.</p>

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

5. HIPÓTESIS

Hipótesis nula ($H_0: T_1 = T_2$): Los humedales artificiales estudiados no presentan diferencias significativas en la eficiencia de remoción de los parámetros estudiados (DBO, DQO, SST, turbiedad y NO_3).

Hipótesis inicial ($H_i: T_1 \neq T_2$): Los humedales artificiales estudiados presentan diferencias significativas en la eficiencia de remoción de los parámetros estudiados (DBO, DQO, SST, turbiedad y NO_3).

6. MARCO METODOLÓGICO

6.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es explicativa con un nivel de investigación experimental, debido a que durante muchos años se ha investigado sobre humedales artificiales por lo cual, ya hay una base sobre lo referente a este tema. Sin embargo, con esta investigación se pretende validar el conocimiento ya generado por otros trabajos y a su vez utilizar el mismo para la generación de nuevos conocimientos o la mejora de los ya existentes.

6.2. Población y Muestra

Población. La población compete a las aguas residuales domesticas que llegan al cauce del recurso hídrico el rio Chiriamo.

Muestra. Se ha determinado como sitio de muestreo el efluente de las aguas residuales domesticas en el corregimiento de La Paz - San José de Oriente.

6.3. Diseño experimental

Para esta investigación el tipo de Diseño experimental escogido es el de un solo factor con dos unidades experimentales y dos repeticiones.

6.4. Metodología a seguir

Las siguientes etapas se llevarán a cabo con el fin de cumplir con los objetivos propuestos.

6.4.1. Fase 1: recolección de información

- **Información primaria.** Nos basamos en estudios previos realizados por parte de Corpocesar en colaboración con la alcaldía de la paz en el cual nos da una idea con fundamentos científicos sobre cómo está la situación que tiene el río actualmente la cual nos da referencia de los parámetros químicos, físico y microbiológicos con los cuales nos sirve de guía ya que con esos son con que vamos a tener en cuenta para realizar nuestro proyecto.
- **Información secundaria.** Se realizó una extensa revisión bibliográfica a través de internet en base de datos como sciencedirect y scielo, además del servicio de hemeroteca de la Universidad Popular del Cesar en donde se encontrará muchas de las tesis elaboradas por estudiantes de la misma universidad.

6.4.2. . Fase 2: Fase de campo

- **Recolección del agua a tratar.**

Las aguas objeto analizado fueron tomadas del efluente residual q vierten al río Chiriamo. Para la recolección de la muestra de agua residual se llevó a cabo el método de muestreo y se realiza de acuerdo a lo consignado en la “Guía para el monitoreo y análisis de vertimientos de aguas superficiales y subterráneas” del IDEAM (Instituto De Hidrología y estudios Ambientales de Colombia, 2002)

- **Recolección de las plantas acuáticas.**

Las plantas fueron adquiridas en el humedal el eneal ubicado en el barrio Garupal y/o del batallón (La Popa) de la ciudad de Valledupar y después de ser recolectadas se sometieron a un periodo de adaptación.

6.4.3. Fase 3: Fase de diseño y construcción del humedal artificial

Diseño del humedal:

Relación largo-ancho.

La forma del humedal artificial debe favorecer el escurrimiento a flujo pistón, por lo que la relación largo/ancho debe encontrarse entre 1:1 hasta aproximadamente 3:1 o 4:1 son aceptables (Zambrano y Saltos, 2008). Para este humedal la relación largo-ancho será de 0.67:0.36.

Capacidad del diseño para conducir el flujo a través del humedal.

La ley de Darcy describe el régimen de flujo en un medio poroso y generalmente, es aceptada para diseñar humedales de flujo subsuperficial.

$$Q = K_s \times A \times S$$

Donde;

Q: caudal promedio del medio en [m³ /d].

S: gradiente hidráulico, [decimal].

$$A = h \times w$$

Donde;

A: área seccional transversal del humedal, perpendicular a la dirección del flujo, [m²].

h: profundidad del humedal.

w: ancho del humedal.

$$S = h \div L$$

Donde;

Ks: conductividad hidráulica de una unidad de área seccional transversal, [m³ / (m² /d)].

h: profundidad del humedal.

L: largo del humedal.

Nota: para S se sugiere usar 0.1 del máximo de S como factor de seguridad para Ks se sugiere utilizar 0.3 como factor de seguridad.

Área de la superficie necesaria.

El cálculo del área superficial se realiza en función al parámetro contaminante que se desea disminuir o remover, generalmente los diseños se realizan para disminución de la DBO5.

El área superficial se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$AS = \frac{Q \times \ln\left(\frac{C_o}{C_e}\right)}{Kt \times h \times n}$$

Donde;

Q= caudal de diseño del humedal (m3/día).

C= concentración efluente (mg/l).

Co= concentración afluente (mg/l).

h= profundidad del humedal (m).

n= porosidad del medio granular (porcentaje expresado en fracción).

La constante de reacción de primer orden se calcula mediante la ecuación:

$$Kt = 1,104 \times 1,06^{T2-20}$$

Dónde;

Kt= Constante de reacción de primer orden dependiente de la temperatura (d⁻¹).

T2: Temperatura del agua (°C).

Para **determinar la porosidad (n)** se seguirá las recomendaciones de (Kadlec y Knight, 1996), los cuales proponen tomar un recipiente de volumen conocido y llenarlo con el medio filtrante, posterior a esto se agregará agua hasta que el material quede saturado de la misma, el volumen de agua gastado representa los espacios vacíos (poros) del material. Se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\text{volumen del agua gastado (poros)}}{\text{volumen del recipiente (vol. material)}} \times 100$$

Nota: La profundidad del humedal generalmente varía de 0,3 a 1 m (valor usual 0,6m), con una pendiente de 0,1 a 1%, siendo el valor usual de 0,5%.

Tiempo de retención hidráulico del agua en el humedal.

$$TRH = \frac{As \times h \times n}{Q}$$

Modelo de diseño para la remoción de DBO.

Lo primero que se debe tomar en cuenta es el tiempo de detención para la remoción de la DBO. Para los sistemas de humedales de flujo subsuperficial se emplea la siguiente fórmula:

$$\frac{Ce}{Co} = e^{-Kt T'}$$

Donde;

Ce = concentración de DBO5 del efluente, [mg/L].

Co = concentración de DBO5 del afluente, [mg/L].

Kt = constante de velocidad de primer orden dependiente de la temperatura, [d⁻¹].

t' = tiempo de detención hidráulica teórico, [d].

Modelo de diseño para remoción de sólidos suspendidos totales.

Se debe calcular primero que todo la carga hidráulica;

$$CH = \left(\frac{Q}{As}\right) 10$$

$$Ce = (Co)(0,1058 + 0,0014 (CH))$$

Donde;

Ce: concentración de sólidos en el efluente.

Co: Concentración de sólidos en el afluente.

Construcción del humedal. Después de establecidas las dimensiones del humedal artificial piloto, se determinó el material más apropiado para la construcción de este (grava, gravilla y arena), también se estableció todos los accesorios útiles para el correcto funcionamiento del humedal (válvulas, tubos, tanque de almacenamiento, malla, pegante etc.).

6.4.4. Fase 4: Fase de operación.

Se divide en:

Fase a corto plazo: En esta fase se realizó la adaptación de las plantas acuáticas al humedal artificial, de igual forma obtuvo la realización de ajustes en el proceso de producción del proyecto, en general de los ajustes derivados de la productividad de la mano de obra, etc.

Adaptación de las plantas acuáticas: Las plantas recolectadas se sometieron a un período de adaptación, con el fin de evitar que se presente un estrés térmico y/o hídrico que pueda afectar su crecimiento al trasplantar las especies recolectadas al humedal. Para la adaptación se determinó realizar una serie de diluciones compuestas por agua del humedal y agua residual, a partir de las cuales se aumenta diariamente el volumen de agua residual.

Fase a largo plazo: En esta fase se propuso propiamente dicho el humedal artificial a funcionar con el fin de obtener los resultados que nos permitieran cumplir con los objetivos trazados.

6.4.5. Fase 5: Fase de análisis

Caracterización del agua residual recolectada. Para evaluación la calidad del agua del efluente, se tomó muestras simples del agua colectada de acuerdo con el manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes, que establece las condiciones de muestreo.

En primer término, se llevó a cabo análisis físicos, químicos y microbiológicos de las aguas, de acuerdo con los parámetros establecidos por el manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes, las cuales se presentes en la siguiente tabla.

Tabla 2. Técnicas y parámetros utilizados para el análisis de agua residual

Parámetro	Método	Equipo utilizado
Sólidos suspendido-totales	Gravimétrico	Aparatos de filtración, estufa, mufla, desecador, balanza analítica, probetas.
DBO	Método respirometrico "oxitop"	Botella de vidrio de 300ml, botella para lavado de 500ml, tijera grande, pipeta serológica, llenador de pipeta.
DQO	Método espectrofotométrico, reflujo cerrado	Espectrofotómetro, digestor, tubo de digestión matraces, pipetas
Turbiedad	Nefelométrico	Turbidímetro, Tubos para la muestra: de vidrio transparente y limpios, Matraces aforados de 100 mL Pipetas aforadas, Balanza analítica
Nitratos	Método fotométrico	Matraz aforado, Pipeta aforada

Fuente: Laboratorio DINAMA, 1996.

Caracterización del agua residual en la salida de cada sistema. Con el objetivo cabe señalar la eficiencia de remoción de los dos humedales artificiales, se determinó la toma muestras de la siguiente manera:

- ✓ Muestra de agua en el efluente.

- ✓ Muestra de agua a la salida del primer humedal (H1).
- ✓ Muestra de agua a la salida del segundo humedal (H2).

Los análisis que se realizaron a las muestras de agua tomadas fueron los mismos mencionados arriba. Los resultados de esta caracterización se delimito a ser comparados con la caracterización inicial, permitiendo de esta manera concluir sobre la eficiencia de cada sistema.

7. ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el proyecto realizado a cargo de los estudiantes Alex Leonardo Torres Contreras y Cristian José Jácome Caballero autores de la investigación, se lidero una consulta bibliográfica de documentos que permitieran establecer los tiempos de retención hidráulico más manejados en los diferentes humedales, estos a su vez permiten tener un poco más de asertividad en la selección de las especies de plantas, ya que por medio de esta revisión pudimos encontrar algunos resultados tanto de remoción como de concentraciones de entrada y salida de material contaminante que han sido en gran parte removidos, por la buena intervención de estas plantas en los humedales escala piloto construidos, Es de notar que en la revisión realizada se presenta en diferentes textos, similares características como lo son las áreas en ciertos casos y los tiempos de retención hidráulica, ya que en estos tipos de sistemas como lo son los humedales, encontraremos que los más manejados para este caso son los tiempos de retención de entre 7 a 12 días, los cuales son los tiempos estimados suficientes para que las aguas alcancen a obtener remociones en los procesos secundarios como lo son estos humedales, no obstante se presenta que las especies de plantas manejadas tanto por los autores de los artículos como las seleccionadas por nosotros con base a lo que enuncian en estos textos, son especies de plantas muy rendidoras y eficientes, ya que en sus procesos operativos presentan de acuerdo a las experiencias de implementaciones de este tipo de plantas manejadas en humedales, presentan muy buenas características y larga durabilidad; adicionalmente se realizó para cada uno de estos textos de acuerdo a lo que fuera posible en cuanto a los cálculos para obtener la carga hidráulica de cada uno de ellos, para así obtener un dato más acerca de los criterios que tuvieron en cuenta para la elaboración de humedales a escala real y teórica y poder así mismo con esta información obtenida plantear aplicaciones de este tipo de proyectos de acuerdo a sus caudales, áreas, eficiencias, extensiones de tierra y remociones, para unos futuros humedales que se deseen construir de acuerdo a las investigaciones y actividades realizadas en este proyecto.



Ilustración 4. Imagen fotográfica de los humedales escala piloto

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

El proyecto se obtiene con el fin de determinar los tiempos de retención hidráulico y las concentraciones de remoción de material contaminante, a causa de la contaminación de las aguas residuales que vierten al río Chiraimo que se lleva a cabo en la zona de San José De Oriente corregimiento de La Paz - Cesar y que a lo largo de los días esta actividad genera incrementos de contaminación de muchos de los afluentes cercanos, generando un impacto altamente pronunciado a poblaciones que se abastecen diariamente de ellos para la ejecución de sus actividades diarias, es por ello que se genera grandes motivaciones para emprender proyectos como este, que intentan de alguna manera u otra remediar los daños causados por el hombre de una manera natural y eficiente sin generar alteraciones al medio ambiente, sino que por el contrario contribuyendo al cuidado y preservación de los recursos naturales como en este caso es el agua.

7.1. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE HUMEDALES

Dos montajes del sistema de humedales fueron construidos para la evaluación de su desempeño en la remoción de materia orgánica y nutriente de los efluentes seleccionados. Cada montaje consta con las mismas características de construcción, ubicadas en flujo pistón y a desnivel para favorecer el flujo por gravedad. Se utilizaron maceteras semicirculares plásticas de 0.67 m de largo, 0.18 m de profundidad y 0.36 m de ancho (Ilustración 5), como sistema de vertido del humedal se utilizó tuberías PVC de 1 pulgada. Cada reactor del sistema fue dotado con medio filtrante de arena fina grava y gravilla (3 cm de diámetro). Sobre éste, se colocaron 12 plantas de la especie Bayunquillo (*Eleocharis* sp), Junco (*Juncus* sp), distribuidas aleatoriamente. Estudios realizados con dichas especies demuestran remociones de nutrientes y materia orgánica de un 70%, por esta razón fueron escogida como parte del estudio.

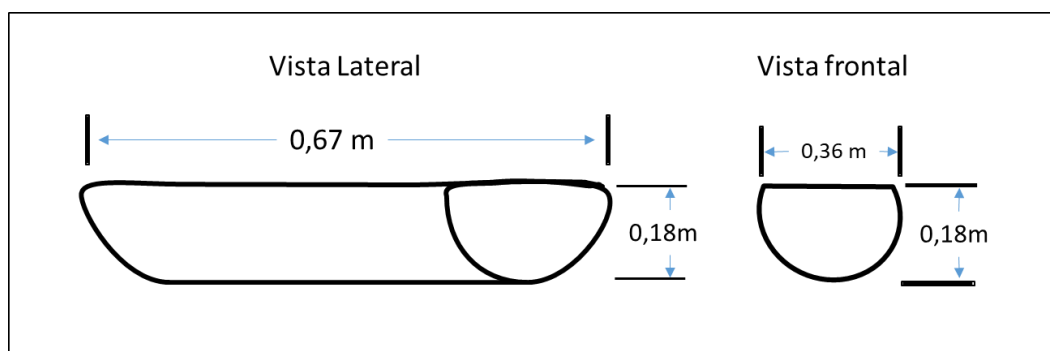


Ilustración 5. Medidas de maceteros utilizados en la construcción de humedales

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

Los humedales a pesar de que son tratamientos que demandan gran cantidad de extensión de tierra para su implementación, son un tratamiento secundario que permite optimizar la eficiencia del proceso de agua que se desea tratar, liberando dicha agua de contaminantes perjudiciales y que afectan su ciclo; estos humedales están constituidos en ciertos casos por grava, arena o un sustrato respectivo que permite que se lleve a cabo un proceso de remoción de contaminantes adecuado y eficiente, existen tres tipos de humedales, los cuales

se diferencian en sus respectivos flujos como lo son, flujo libre en donde el agua en general presenta un contacto constante más que todo en el tallo de la planta, flujo subsuperficial cuando la planta presenta un contacto con el agua solo en la raíz ya que el agua en su gran mayoría se encuentra por debajo y permite la fácil remoción; por ultimo tenemos los humedales flotantes los cuales se caracterizan por que presentan plantas flotadoras y que debajo de ellas ocurre los procesos de descontaminación ,en ellos podemos destacar plantas como el juncos y bayunquillo el cual es netamente subsuperficiales.

El tratamiento de aguas residuales domesticas es vital para el desarrollo de hoy en día, puesto que muchos de las viviendas vierten al rio, estas desarrollan altos niveles de contaminación y que no obstante generaran un impacto y afectación drástica al medio ambiente , es por ende que se deben de ejecutar actividades que sigan desarrollando opciones y viabilidades de remediaciones y tratamientos de aguas con el fin de seguir masificando un crecimiento paralelo, pero que de una manera u otra puedan ir siendo intervenidos por el hombre y la sociedad para evitar grandes daños y el deterioro masivo que se ha venido presentando en el recurso hídrico a causa de las actividades mencionadas anteriormente. Debido a los grandes avances que han presentado en el ámbito de la aplicación de procesos secundarios para el tratamiento de aguas residuales, con el fin de obtener resultados sumamente positivos en las remociones de acuerdo al tipo de humedal que se establece para favorecer el desarrollo tanto de las plantas como de los posibles costos que estos puedan incrementar debido al tipo sustrato que se maneje y el tipo de recipiente en donde este pueda estar establecido.

7.2. SEGUIMIENTO EXHAUSTIVO DE LAS PLANTAS ADAPATACION Y DESARROLLO.

En el proyecto realizamos el seguimiento exhaustivo del desarrollo de cada una de las plantas, en donde pudimos apreciar el desarrollo de cada una de ellas, A continuación mostraremos algunas tablas de que se realizaron en los días de

seguimiento de laboratorio y toma de medidas ,también a su vez, pudimos graficar algunas de ellas para tener una ilustración un poco más clara acerca del desarrollo de cada una de las especies de las plantas, para que con base a estos resultados evidenciados tanto en graficas como en apreciación estadístico, diéramos a conocer la efectividad de cada una de las plantas con su respectiva agua residual, teniendo en cuenta las plantas que presentaran mayor desarrollo y madurez, para ir obteniendo de esta manera los primeros datos y resultados de remoción y así mismo ir observando el continuo desarrollo o intermitente en ciertos casos de las plantas sometidas a las primeras pruebas del agua residual proveniente del rio chiriaimo que su comportamiento altamente contaminante de las casas aledañas q vierten allí en el recurso hídrico.

VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)		MUESTRAS		
20		ANTES	DURANTE	DESPUES
PARAMETROS	SST (SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES)	205	70	230
	PH	6,7	6,71	6,7
	TURBIEDAD (NTU)	32,7	29,9	23,7
	DQO	80	100	20
	DBO	40	50	10
	NITRATOS	<0,886	1,71	1,27

Tabla 3. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, SST, turbiedad y NO₃) antes, durante y después del rio chiriaimo.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

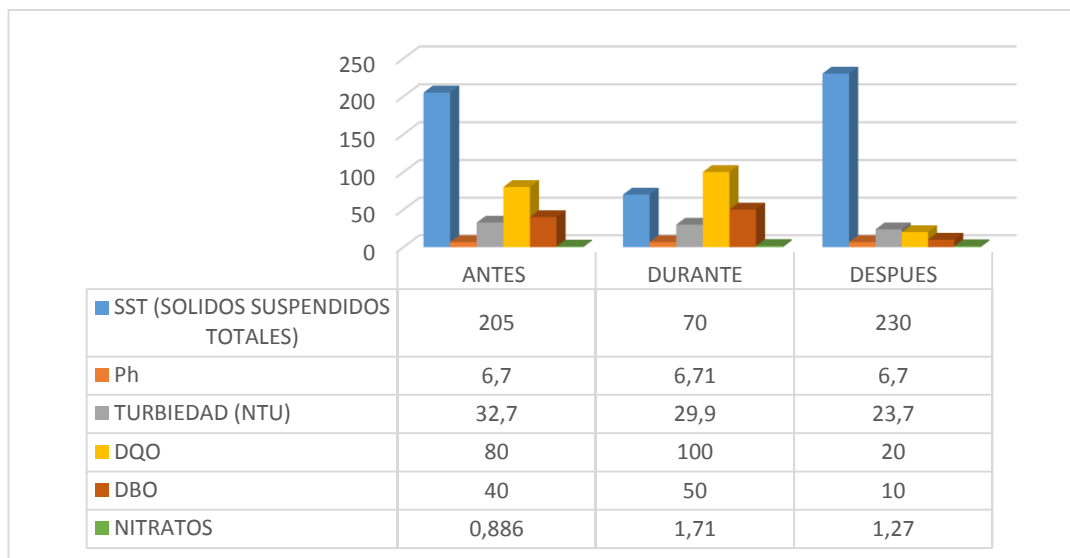


Tabla 4. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, SST, turbiedad y NO₃) antes, durante y después del río Chiriai.

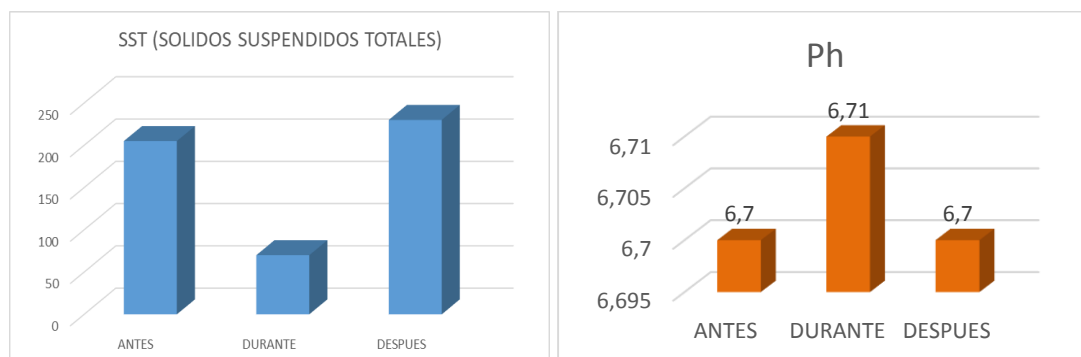
Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

En la gráfica anterior se puede observar los índices de los parámetros varían respecto a los comportamientos que ellas desarrollan, allí tenemos este análisis programado como el proceso en cada punto de las tomas de muestra un antes, durante y después, dada a las frecuencias de las condiciones del recurso hídrico residual partiendo de los límites necesarios si está afectado o no.

En los parámetros realizados encontramos gran variedad de resultados, que determina ese equilibrio de contaminantes, gran solvencia en sólidos suspendidos totales requiere de esas partículas poseen la carga orgánica, su pH neutro no varía siempre lleva su constante de equilibrio, mientras la DBO, DQO y nitratos materializan su trabajo con el cauce del río dependiendo su punto de contaminación aguas arriba hay contaminante leve, en el punto de vertido hay contaminación grave, y luego aguas abajo se va propagando esa contaminación.

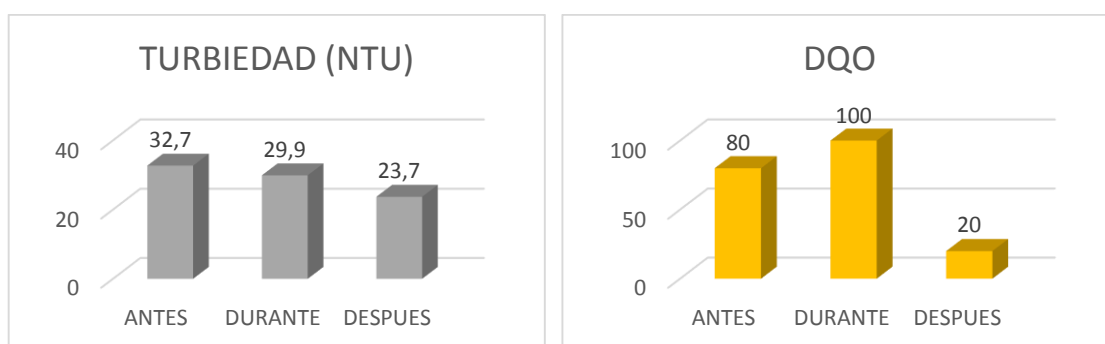
A continuación, con más claridad y exactitud vemos cada uno de los parámetros en su punto 50m arriba del vertido, en el vertido, 50m abajo del vertido en el momento que tomamos la muestra para saber los indicadores de ella

respondiendo al análisis trabajado en el aula laboratorio de la Universidad Popular del Cesar.



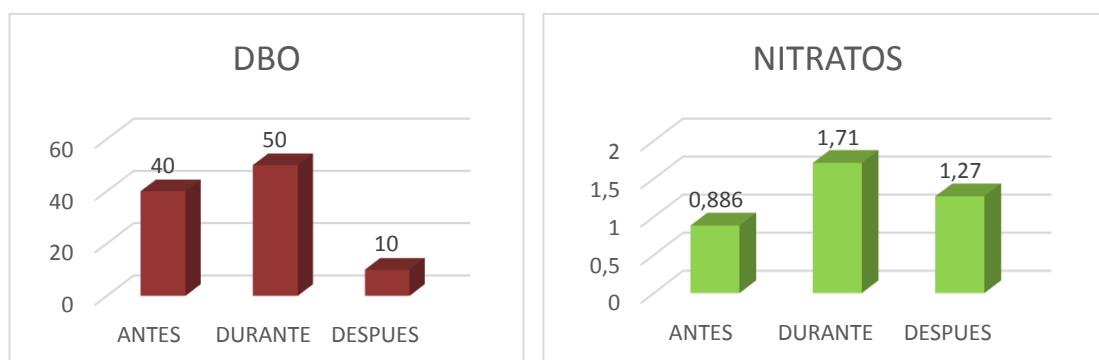
Gráfica 1. SST Y PH

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)



Gráfica 2. TURBIEDAD Y DQO

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)



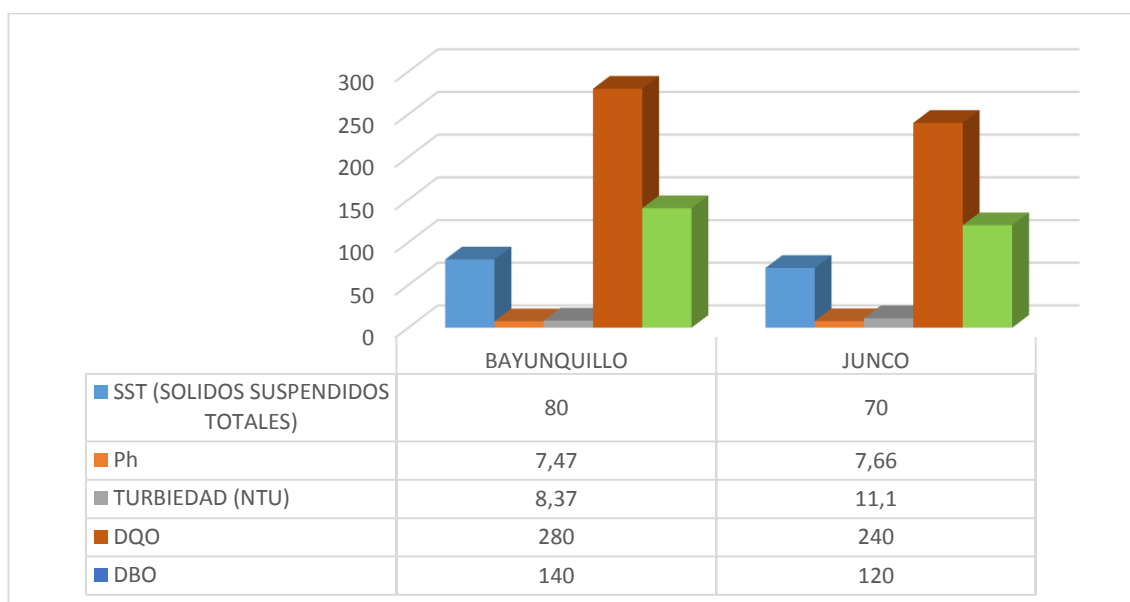
Gráfica 3. DBO Y NITRATOS

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)		PLANTAS	
20		BAYUNQUILLO	JUNCO
PARAMETROS	SST	80	70
	TURBIEDAD (NTU)	8,37	11,1
	PH	7,47	7,66
	DQO	280	240
	DBO	140	120

Tabla 5. Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*Eleocharis sp*), junco (*Juncus sp.*), en el proceso de adaptación.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)



Gráfica 4. Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*eleocharis sp*), junco (*Juncus sp.*), en el proceso de adaptación

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

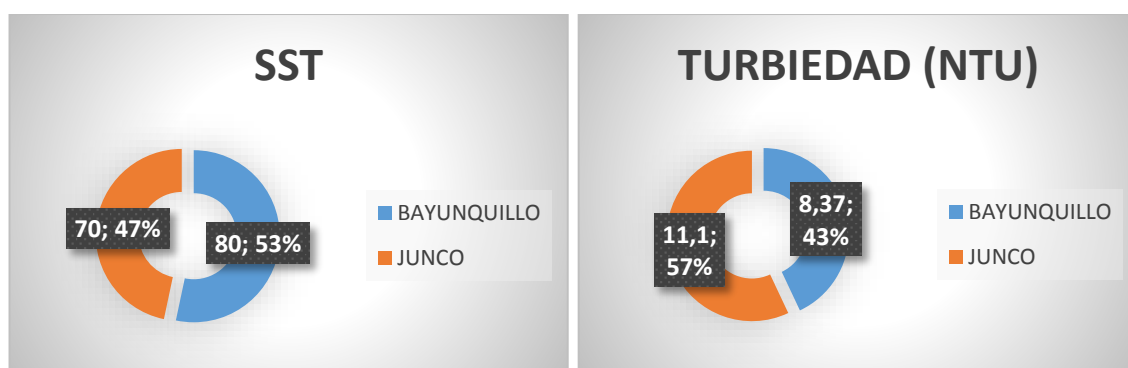
En este proceso retomamos las indicaciones de los parámetros para remoción de esa carga orgánica contaminante, empleamos a trabajar con las especies BAYUNQUILLO (*Eleocharis sp*) y JUNCOS (*Juncus sp.*), partimos en el modo de sujetar dos tanques, así plasmar el humedal escala piloto flujo sub superficial, una para cada especie haciendo los análisis en la sala de laboratorio en la

Universidad Popular del Cesar, precisando en la utilizando el agua contaminada en el punto del vertido (durante), luego así haciendo el montaje los tanques, material particulado y las especies, procedimos cada ítem se refleje en este un momento de adaptación, que empalme al humedal que queremos. Dando resultados repetitivos o una pizca de alteración de los parámetros indicados a trabajar.

Procedentes a señalar algunos se tomaron la tarea de estar estables, bajaron o subieron su comportamiento, dado el caso, las especies están en sintonía en toda la frecuencia de trabajar y arrancar su mecanismo de desarrollo entre ellas no varían, están propuesta a la valoración equitativo, sostiene una pequeña diferencia.

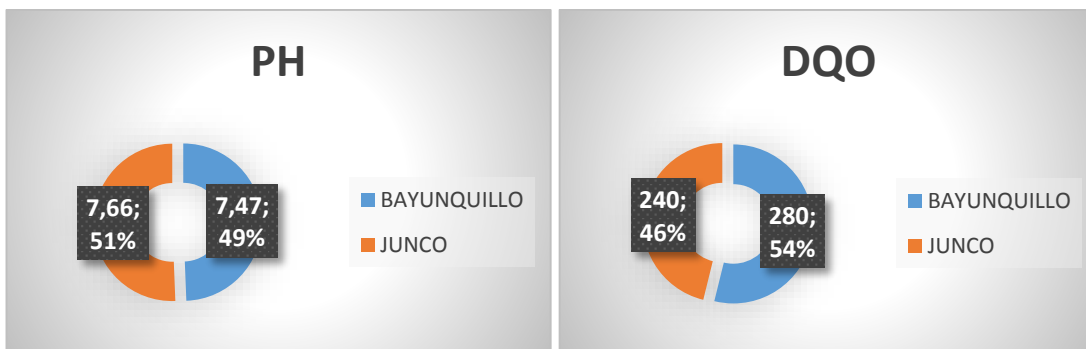
Cabe resaltar la manera con el tiempo de adaptación en su interior van en crecimiento, que limita su vida exponencial efectiva, los microorganismos acompañan a su adaptación, su temperatura, sus condiciones en las plantas acoplan con el recurso hídrico.

Paralelamente tenemos cada parámetro hace su trabajo y como resultado aquí lo hacemos saber a continuación:



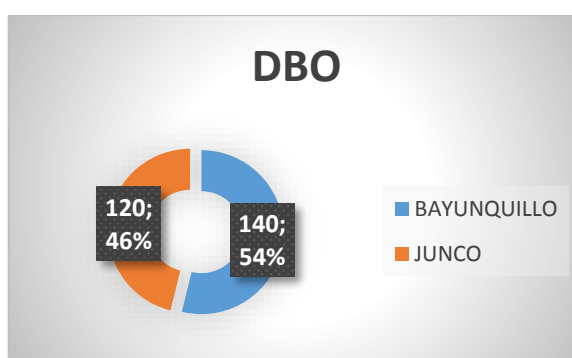
Gráfica 5. SST Y TURBIEDAD.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)



Gráfica 6. PH Y DQO

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)



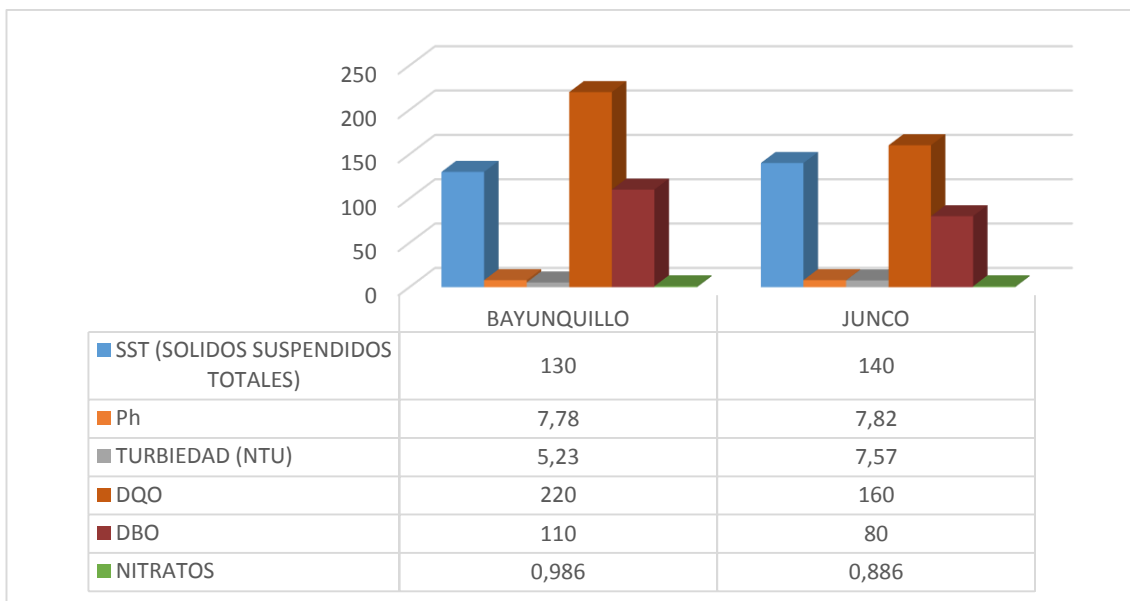
Gráfica 7. DBO

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

VOLUMEN DE LA MUESTRA (ml)		PLANTAS	
20		BAYUNQUILLO	JUNCO
PARAMETROS	SST	130	140
	TURBIEDAD (NTU)	5,23	7,57
	PH	7,78	7,82
	DQO	220	160
	DBO	110	80
	NITRATOS	0,986	0,886

Tabla 6. Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*eleocharis sp*), junco (*Juncus sp.*).

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)



Gráfica 8. Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*eleocharis sp*), junco (*Juncus sp.*).

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

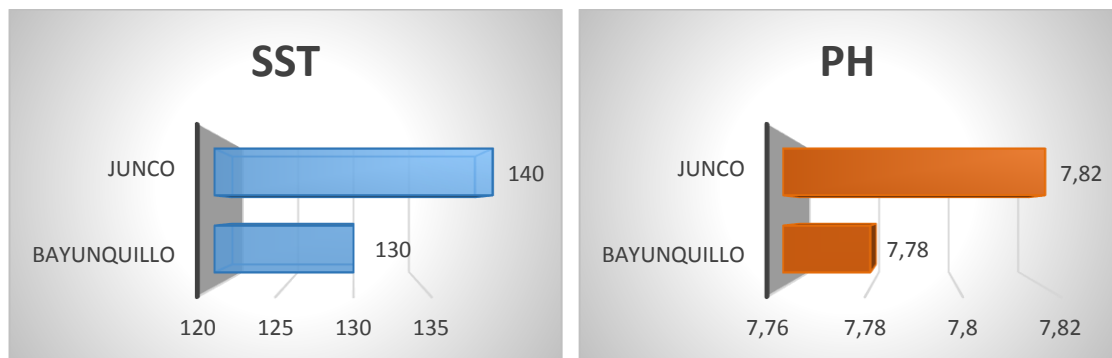
Según la gráfica distingue la exploración de las especies ya han expuesto su desarrollo, integridad y crecimiento en la determinación de remoción de carga orgánica, no falta decir que las condiciones prestadas por el medio poroso, el medio vegetal, el medio acuático, se tomaron de la mano para deducir en conjunto de este proceso flujo subsuperficial acataron a los parámetros propuestos, sabiendo en el índice de cada uno estos parámetros trabajaron con eficiencia, control para así dar como resultado un manejo del recurso hídrico. Sin embargo, estos parámetros se tomarán la tarea puntualmente llevar el análisis que la especie contiene gran contenido químico, físico, y microbiológico para ajustar un agua residual riguroso para determinar esa gran carga de contaminantes.

Ya determinado esa remoción de carga, las especies son satisfechas a lo cumplido por su trabajo de eliminar gran cantidad infección, contagio entre otros, que busca reducir con efectividad y poder reutilizar ese recurso en el cual siga su cauce en la obtención de manejos de riego u otros usos, resaltando no para

consumo humano, sino otras necesidades para la sociedad. Claro está para estos parámetros analizados no cabe la menor duda que las especie juega un papel muy importante de filtración, sedimentador, coagulador que determina una planta de tratamiento escala medio ambiente, que más que sea natural lo dice todo.

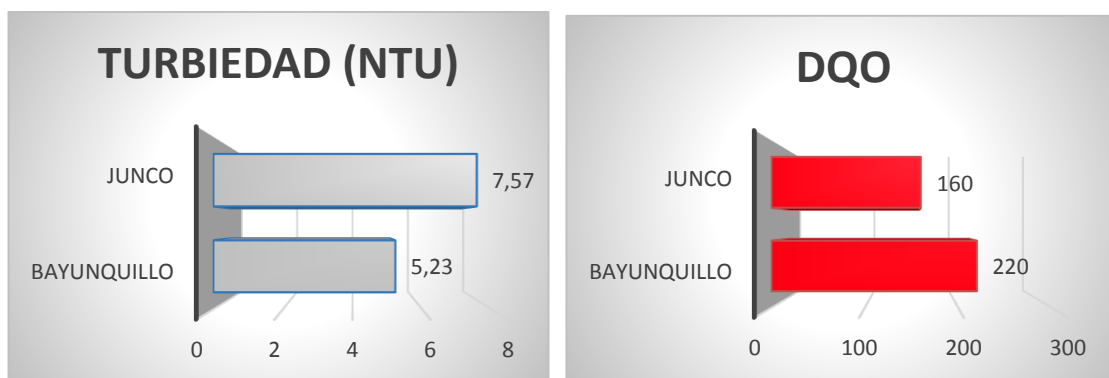
Estos parámetros realizados en el laboratorio ya tomado en el efluente del humedal dan como resultado una gran depuración de contaminante, con respecto al inicial, bajo las condiciones alterada nitratos, pH siguió neutro, los sst aumento a su grado de partículas removidas, la DBO y DQO cumplió con su trabajo en adaptar los microorganismos en función del tiempo, aplicando sus dotes de degradar la materia orgánica, la turbiedad y nitratos determino gran trabajo de las especies eliminar esos contaminantes que se solo querían apoderarse de las plagas cancerígenas y malinas mientras que fueron de gran ataque en contrarrestarlas.

A continuación, cada parámetro relevante con su comportamiento:



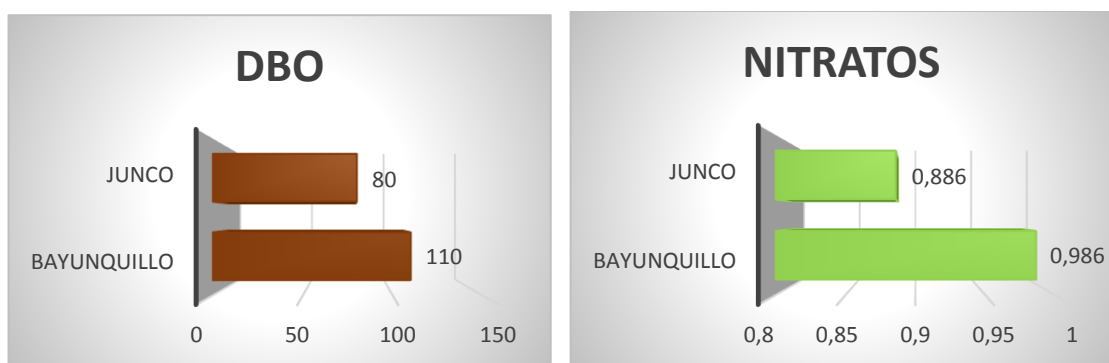
Gráfica 9. SST Y PH

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)



Gráfica 10. TURBIEDAD Y DQO.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)



Gráfica 11. DBO Y NITRATOS.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

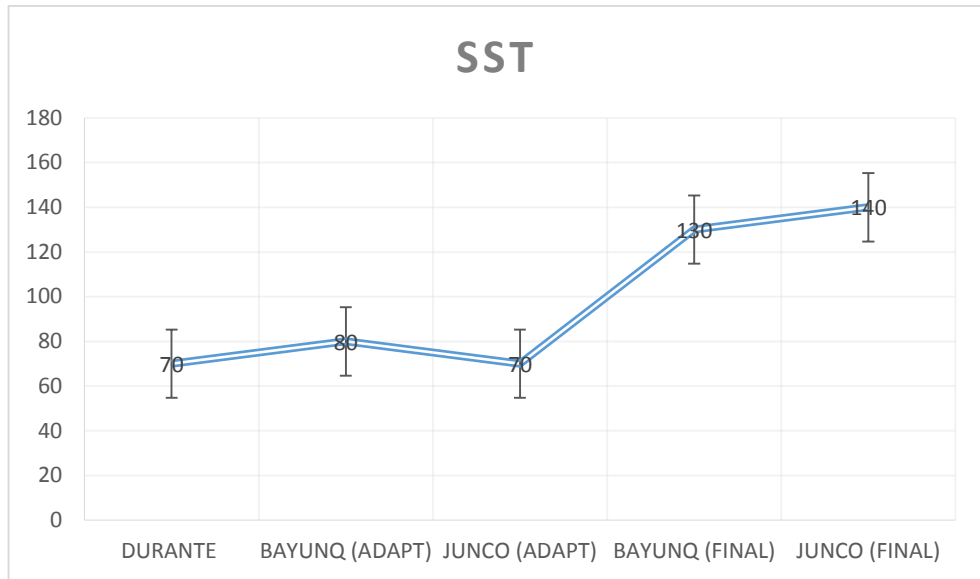
	1 LAB(VERTIDO)	2 LAB (ADAPTACION)		3 LAB (RESULT FINAL)	
	DURANTE	BAYUNQ (ADAPT)	JUNCO (ADAPT)	BAYUNQ (FINAL)	JUNCO (FINAL)
SST	70	80	70	130	140
Ph	6,71	8,37	11,1	5,23	7,57
TURBIEDAD	29,9	7,47	7,66	7,78	7,82
DQO	100	280	240	220	160
DBO	50	140	120	110	80
NITRATOS	1,71	0	0	0,986	0,886

Tabla 7. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, SST, turbiedad y NO3) en el punto durante del vertido al río Chiraimo Versus Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*Eleocharis* sp), junco (*Juncus* sp.), adaptación y final

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

En esta tabla podemos resumir todo lo anterior dicho, plasmado desde el primer laboratorio analizado, obtuvimos dichos parámetros, pero acatamos en escoger en que nos compete, realizar el análisis en el punto de vertido llamado durante. Ya obtenidos los parámetros, luego acudimos al segundo laboratorio que fue un transcurso de tiempo del proyecto para asumir la búsqueda de las plantas, el empalme del material a realizar con las especies y material poroso. Teniendo las plantas empezamos el proceso de adaptación, dejamos que se adaptara un 80%, de allí pasamos a realizar los respectivos remociones dándonos resultado variados al primer laboratorio, para señalar allí en la tabla en la parte de nitratos laboratorio 2, representamos con 0 para dar a conocer que no trabajamos en ese momento por cuestiones de dinero y además ese parámetro en la universidad popular del cesar no presta las condiciones de realización, en cuanto nosotros acudimos realizarlo por fuera y acatamos a las necesidades de nuestro cronograma del proyecto, anexarlo como investigación exhaustiva y efectiva. Este parámetro los plasmamos en el primer laboratorio luego al final para que nos diera claridad al proceso q venimos trabajando.

Y por último se realizó el laboratorio 3 con las especies totalmente adaptadas haciéndose cumplir las condiciones necesarias para seguir trabajando y estar atento de las primicias que nos regala un humedal en la efectividad de depurar un agua x o y contaminada.

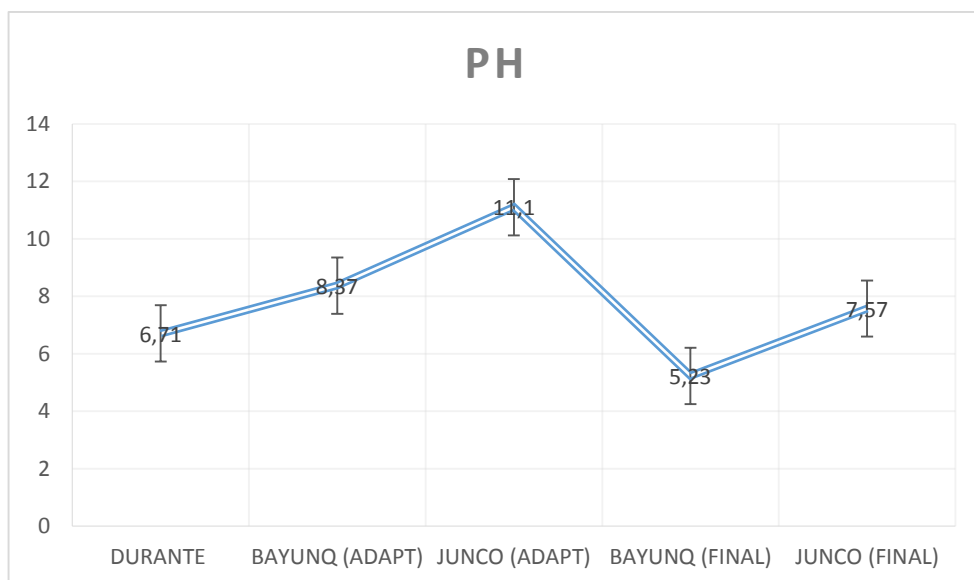


Gráfica 12. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (SST) en el punto durante del vertido al río Chiriamo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*eleocharis sp*), junco (*Juncus sp.*), adaptación y final.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

Con este gráfico se observa que en términos de SST, el sistema se comporta casi de una manera lineal, esto conlleva a que la concentración de materia orgánica sea tan alta como la de la entrada del sistema.

En los humedales convencional y modificado, se cumple con la linealidad del sistema y sus concentraciones son muy similares en determinados muestreos, lo cual indica que a pesar de que la carga orgánica aumente, los humedales, remueven de manera proporcional a la misma, en esta fase se puede empezar a ver visos de la colmatación de los humedales, ya que el incremento de tres veces la concentración inicial de materia orgánica, hace que ambos humedales, deban trabajar en condiciones de operación más extremas.

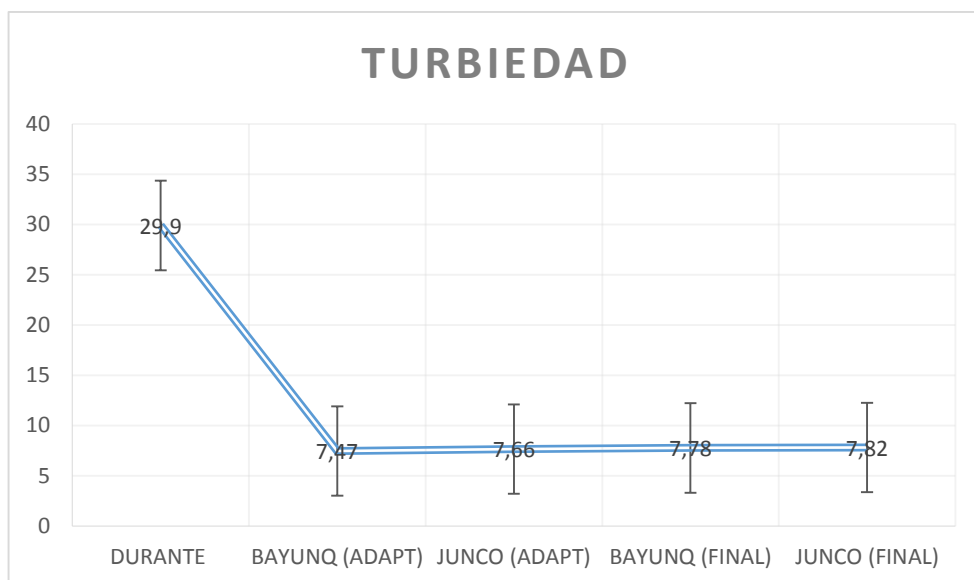


Gráfica 13. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (PH) en el punto durante del vertido al rio chiriaimo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*eleocharis sp*), junco (*Juncus sp.*), adaptación y final.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

Los valores de pH del agua residual para las dos concentraciones de entrada, no variaron significativamente, se mantuvieron entre 6,71 y 7,57 a pesar que los resultados tienden a arrojar valores que según la escala de pH son neutros, aun así se encuentran entre el rango 5 y 9, el cual es adecuado para el tratamiento de aguas residuales, porque permite el óptimo desarrollo de los microorganismos, aumentando las opciones de reproducción y desarrollo, para llevar a cabo el proceso de remoción (Castrillón, Bedoya, & Montoya, 2006).

En definitiva, los datos de pH, conductividad y temperatura obtenidos a la entrada de las dos concentraciones son adecuados tanto para las condiciones de operación de los humedales en conjunto con las especies bayunquillo y juncos, como para los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica presente el agua residual que se ingresó al humedal para remover contaminantes.

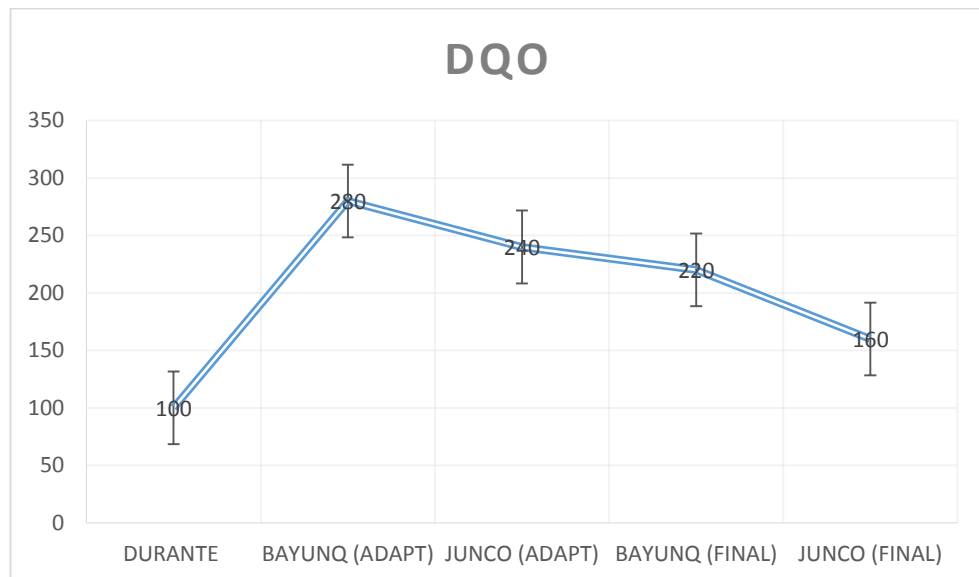


Gráfica 14. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (TURBIEDAD) en el punto durante del vertido al rio chiraimo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*eleocharis* sp), junco (*Juncus* sp.), adaptación y final.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

La variable de Turbidez en la primera experiencia del parámetro de turbidez en el estudio del punto del vertido llamado durante arrojó un promedio de 29,9 NTU, ya para la segunda experiencia de laboratorio (proceso de adaptación) de evaluación del H1 Y H2 evidencio una disminución con respecto al anterior resultado con un valor para H1; 7,47 NTU y H2; 7,66 NTU, siendo similar con el valor encontrado para la tercera experiencia que fue de H1; 7,78 NTU Y H2; 7,82 respectivamente , dichos valores expuestos se mantuvieron en el proceso para El Decreto 4728 del 2010 para el vertimientos superficiales el establece que para la variable Turbidez el valor debe estar en 10 UNT por tanto se demuestra que las especies actúan como factor de análisis y remoción dando cumplimiento a la normativa con promedios inferiores a lo establecido con resultados para el vertido de 29,9 NTU alteración de contaminantes, mientras para el proceso de adaptación tenemos H1; 7,47 NTU, H2; 7;66 NTU y para el tercer proceso final con H1; 7,78 NTU, H2; 7,82 NTU lo cual lo podemos corroborar con los resultados por el proyecto y por los resultados ; por ende se hace necesario

someter dichas aguas a tratamientos suplementarios para el cumplimiento de la Ley.

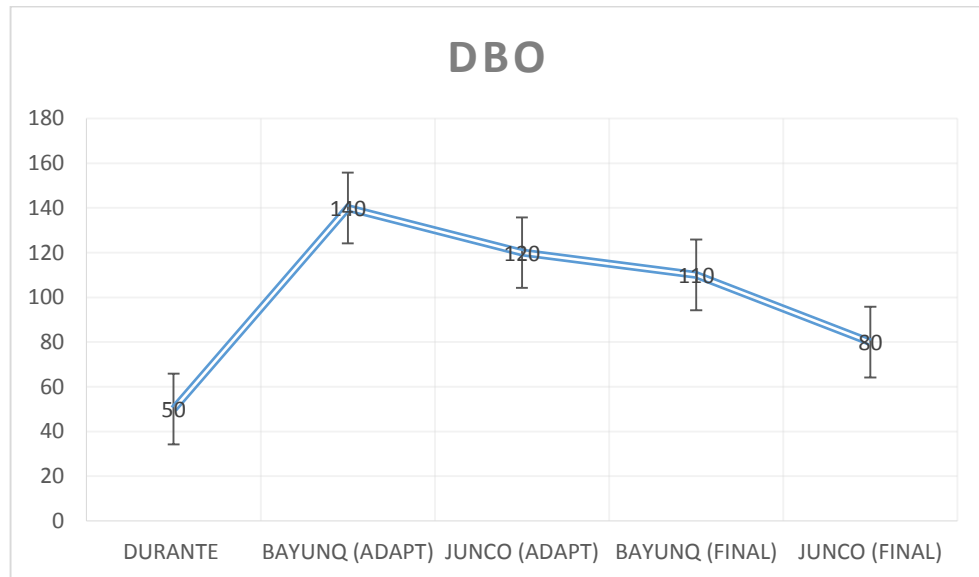


Gráfica 15. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (DQO) en el punto durante del vertido al río chiriaimo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*eleocharis* sp), junco (*Juncus* sp.), adaptación y final.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

La variable de Demanda Química de Oxígeno (DQO) en la primera evaluación del estudio obtuvo un promedio de 100 mg O₂/l obtención del punto del vertido, ya para la segunda evaluación evidencio un aumento con un valor 280 mg O₂/l y 240 mg O₂/l partiendo del trabajo de los microorganismos en su etapa de crecimiento y adaptación, siendo propenso a un equilibrio con el valor encontrado para la tercera etapa de maduración y saturación que fue de 220 mg O₂/l y 160 mg O₂/l respectivamente con las especies seleccionadas, dichos valores expuestos como se puede observar en la Gráfica. Dando así al Análisis, El Decreto 4728 del 2010 para el vertimientos superficiales el establece del presente trabajo que para la variable DQO el valor debe estar en 400 mg O₂/l por tanto se demuestra que los tres puntos dan cumplimiento a la normativa con promedios inferiores durante los dos periodos en los cuatro meses de estudio con resultados para el punto del vertido con un promedio 100 mg O₂/l y los

puntos de tratamientos en el momento de adaptación con 280 y 240 mg O₂/l y resultado final con un valor 220 y 160 mg O₂/l.

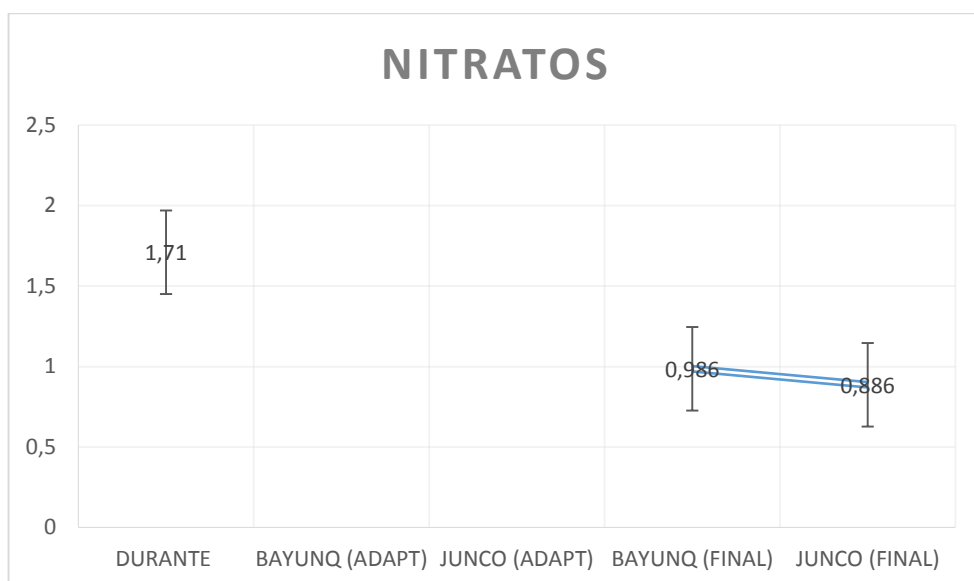


Gráfica 16. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (DBO) en el punto durante del vertido al rio chiriaimo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*eleocharis* sp), junco (*Juncus* sp.), adaptación y final.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

La variable de Demanda biológica de Oxígeno (DBO) en la primera evaluación del estudio obtuvo un promedio de 50 mg O₂/l obtención del punto del vertido, ya para la segunda evaluación evidencio un aumento con un valor 140 mg O₂/l y 120 mg O₂/l partiendo del trabajo de los microorganismos en su etapa de crecimiento y adaptación, siendo propenso a un equilibrio con el valor encontrado para la tercera etapa de maduración y saturación que fue de 110 mg O₂/l y 80 mg O₂/l respectivamente con las especies seleccionadas tomados de la evidencia en la remoción de carga orgánica como los microorganismo degradan ese material contaminante, dichos valores expuestos como se puede observar en la Gráfica que su punto de mayor frecuencia fue de 140 mg O₂/l más cercano al índice de la DBO. Dando así al Análisis, El Decreto 4728 del 2010 para el vertimientos superficiales el establece del presente trabajo que para la variable DQO el valor debe estar en 200 mg O₂/l por tanto se demuestra que los tres

puntos dan cumplimiento a la normativa con promedios inferiores durante los dos periodos en los cuatro meses de estudio con resultados para el punto del vertido con un promedio 50 mg O₂/l y los puntos de tratamientos en el momento de adaptación con 140 y 120 mg O₂/l y resultado final con un valor 110 y 80 mg O₂/l.



Gráfica 17. Análisis de los parámetros fisicoquímicos (NITRATOS) en el punto durante del vertido al río Chiriamo VS Determinación de los parámetros de remoción de los dos humedales artificiales a través de las especies bayunquillo (*Eleocharis sp.*), junco (*Juncus sp.*), adaptación y final.

Fuente: elaboración propia de los autores (2020)

La variable de Nitratos en la primera evaluación del estudio fue de 1,71 mg/l NO₃ gran señal de contaminación efecto colateral que se presentan en el punto vertido al río, ya para la segunda evaluación y durante el tiempo del estudio no se destacó resultados apropiados para el proceso de adaptación por tales cuestionamiento no se realizó por motivos económicos y costos que se nos salía de la mano, solo se determinó para mejor comodidad planteamos en la fase inicial y final para saber que alternativa podríamos obtener, tanto que nos resultó efectivo, como dije anterior el inicial nos arrojó gran contaminante dado como resultado el nitrato inicial fue 1,71 mg/l NO₃ se evidenció una disminución en los

nitratos finales en un 50% de un valor 0,986 mg/L NO₃ especie banquillo; un comportamiento apropiado para el análisis de fotométrico en los laboratorio ambiental Nancy Flórez García tomado en el indicador límite de cuantificación del método proceso apto en un promedio 0,886 mg/l NO₃, como se puede observar en la Gráfica.

7.3. ANALISIS DE LAS ESPECIES

7.3.1. JUNCOS (*Juncus sp*)

Es una planta herbácea monocotiledónea de la familia de las juncáceas con ramas aéreas provistas y una médula esponjosa, flores hermafroditas, cápsulas como fruto y tallos flexibles. La planta alcanza una altura máxima de 5 metros la cual se debe cultivar en tierras fértiles y clima fresco a una altura superior al de los 500 metros sobre el nivel del mar, necesita bastante humedad para reproducirse, debido a que cada 20 días los tallos producen una vaina apta para transformarse en materia prima (Centro Cultural Hibueros, 1999).

7.3.2. BAYUNQUILLO (*Eleocharis sp*)

Planta vivaz, de 20 a 80cm de altura, provista de un rizoma grueso y tallo áfilo, simple robusto y de sección circular. Hojas reducidas a una o dos vainas en la Base del tallo. Espiguillas terminales pardas y oblongas, de 20-30 flores. Dos glumas basales rodeando a la espiguilla. Dos estigmas. Fruto en aquenio amarillento y liso. Florece en primavera y verano. (Real Jardín Botánico: Proyecto Athos).

7.4. COMPORTAMIENTO Y EVOLUCION EN EL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE LAS ESPECIES EN LA FITORREMEDIACIÓN DE AGUA RESIDUAL CONTAMINANTE AL RIO CHIRIAMO.

La depuración la contaminación de las aguas residuales domésticas juegan un papel importante dentro de la conservación de los ecosistemas acuáticos, pues de ello dependerá el poder contar con este recurso natural fundamental para la vida (Lomelí & Tamayo, 2001).

Por tal motivo los humedales artificiales han sido utilizados desde los años cincuenta inicialmente en Europa y Estados Unidos para tratamiento de aguas residuales, por ser sistemas pasivos, de uso económico, adaptable al ecosistema y eficiente en remoción de algunos contaminantes (Reed, Cites, & Middlebrooks, 1995).

Los problemas de contaminación que existen actualmente toma un propósito vital como buscar alternativa que requieren de tecnologías costo-efectivas dado que el manejo en la aplicación de las especies pueden reducir ese contaminante en el rio Chiriaimo, este proceso nos ha puesto en bandeja de plata hacia una solución pronta, a cómo enfrentar esa situación que nadie la socorra siendo nosotros participe tenemos las riqueza de empalmar un mecanismo de obtención de medio filtrante como es el humedal nos ayude a solucionar este problema que se vive presentando por largos tiempos en la humanidad que nos perjudica a todos y nadie actúa por ellos. destacar las oportunidades de vida para un pueblo, para una sociedad , ambientalmente amigables y que puedan aplicarse a gran escala, tal es el caso de la fitorremediación, método aplicable que nos compromete a trabajar en este proyecto por especies seleccionadas y estudiadas que sean aptas para la recuperación, dedicación y transformación de eliminar ese contaminante en removerla, se nos hizo viable y comprometedor adaptarnos a la biodiversidad que estas presentan, prestan todo el paquete de adueñarse del agua residual para hacerla apta para nuevas utilidades.

La capacidad de las plantas para absorber, adsorber, metabolizar, acumular, estabilizar o volatilizar contaminantes orgánicos y/o inorgánicos; aunada a las complejas interacciones que establecen con la rizósfera, confieren a esta tecnología importantes ventajas sobre otros métodos convencionales de remediación de la contaminación. Sin embargo, se requiere más información sobre las interacciones planta-microorganismos rizosféricos, sobre los metabolitos responsables del fenómeno de quelación de metales pesados al interior de la plantas, así como del papel que juegan ciertas enzimas en el proceso de fitorremediación, la manera de obtención de esos mecanismos que las plantas actúan en ese medio acuático se propagan al desarrollo de depurar y su comportamiento efectivo no cabe la menor duda de tomar la iniciativa de hacer y saber de qué están contenida las especies con un sin número de elemento que erradica la eliminación de ese contagio, contaminante. En la medida en que este conocimiento se incremente, será posible una aplicación más eficiente y a gran escala de esta tecnología.

8. CONCLUSIONES

El área donde se realizó la investigación fue determinante a la hora de evaluar los objetivos, permitiéndonos desde un inicio la adecuación del terreno (pendiente), la ubicación de los pilotos con la delineación hidráulica (tubería y accesorios), la fácil obtención del agua residual doméstica y ante todo lo relevante las propias condiciones ambiente del lugar.

Es pertinente para la investigación utilizar la ley de Darcy, explica el funcionamiento de los sistemas de tipo subsuperficial, ya que describe el régimen de flujo en un medio poroso, mientras que la ecuación de Manning es adecuada para la explicación física de los humedales superficiales, ella define el comportamiento del flujo en canales abiertos.

Se evidenció que la base aplicativa implementada en Microsoft Excel es funcional, esta determina las características físicas del diseño de los humedales artificiales.

A nivel vegetal las especies bayunquillo (*eleocharis sp*) requirió un tiempo de adaptación aproximadamente 7 días mientras que junco (*Juncus sp*) 10 días, pero ambas mostraron desarrollo vegetal en el tiempo de estudio, evidenciando los volúmenes de reproducción, la floración de nuevas especies y el crecimiento de tallos, hojas y raíces. Es de destacar el control vegetal requerido sobre todo con la bayunquillo (*eleocharis sp*), puesto que logramos vivenciar al final de la investigación que se alcanzaban niveles de reproducción de hasta el 75 % de la inicial en cinco días.

En los sistemas de flujo subsuperficial se observa que los sistemas fluctúan en temperatura interna por las variaciones de la temperatura ambiente y no por el caudal inyectado mientras que en los de flujo superficial se observa la influencia de ambos agentes en el resultado de la temperatura del humedal, podemos

denotar que la temperatura ambiente incide en la temperatura del humedal, pero también observamos que el caudal inyectado provocó el efecto esperado; a menor caudal, mayor temperatura y a mayor caudal, menor temperatura en casi el 80 % del tiempo estudiado.

En el análisis univariado o descriptivo concluimos que los pilotos H1 y H2 remueven concentraciones por encima de las establecidas en la norma, ambos poseen rangos de remoción óptimos que cumplen con los valores mínimos exigidos por la normatividad colombiana vigente. Los humedales de tipo superficial se fluctuaron en rangos más neutros de pH mientras que los de flujo sub superficial más ácido.

Los sistemas pilotos muestran alta eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos totales y sólidos sedimentables, los últimos con porcentajes de remoción mayores al 90%, cada piloto marca tendencia y significancia investigativa. Los sistemas cortan la acción ionizante de los coloides provocando la precipitación de estos y por ende la disminución en el efluente.

Gráficamente se observó cómo inicio el proceso de colmatación en el humedal modificado, ya que en los gráficos de dispersión como en los de barras de observa la disminución de remoción de este humedal con respecto al convencional en función del tiempo.

9. RECOMENDACIONES

Como recomendaciones metodológicas del estudio experimental, se puede definir que los humedales artificiales son una técnica eficiente en el tratamiento de aguas residuales, sin embargo, son sistemas complejos, en los cuales intervienen diferentes variables en sus procesos físicos, químicos y biológicos, lo que significa, que se debería tener amplio conocimiento en cada una de estas variables para poder obtener la mejor eficiencia del tratamiento (Gallego, Agudelo, & Peñuela, 2016).

De esta manera, en primer lugar, se recomienda replicar este tipo de experimento, en donde se manipule las mismas variables del presente proyecto para poder confirmar las conclusiones generadas por el mismo, incluso escogiendo otro tipo de vegetación con potencial Fito remediador, para poder determinar el grado de influencia, en este caso, de la especie Bayunquillo (*Eleocharis* sp) y Junco (*Juncus* sp) en los resultados obtenidos, respecto a otro tipo de vegetación.

Además de manipular las variables del presente proyecto, también se recomienda manipular variables como cantidad y tipo de vegetación, tipo de sustrato a utilizar, y de otros parámetros como DQO y SST, que son igual de importantes que la DBO. No obstante, también es indispensable para continuar desarrollando ésta técnica en el tratamiento de aguas residuales domésticas, y lograr que sea eficaz en la remoción de contaminantes, llevarlo a escala real con las características similares definidas en los pilotos, y aparte también utilizar agua residual doméstica real con niveles de contaminación afines a las utilizadas en el presente experimento.

Es importante tener en cuenta, que para llevar a cabo esta técnica de tratamiento de aguas residuales a escala real ya sea para una vivienda unifamiliar o para pequeños cascos urbanos, se debe preparar tanto en teoría como en práctica a

las personas que se vayan a hacer cargo de la construcción y del mantenimiento de los humedales artificiales, pues aunque parezca un sistema sencillo y de fácil adecuación, una falla en el diseño o edificación del mismo, disminuye la capacidad de depuración en el tratamiento.

10. BIBLIOGRAFIA

- Agudelo Betancur, Lina Marcela Macías mazo, Karina Isabel Suárez Mendoza, Alfredo José (17-may-2012), Fitorremediación: la alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos.

- Angélica Evelin delgadillo López, César Abelardo González Ramírez, Francisco Prieto García, José Roberto Villagómez Ibarra y Otilio Acevedo - Sandoval, (2011), Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación.

- Anónimo (s.f), ecu red, http://www.ecured.cu/aguas_residuales.

- Antonio Varela, (2008), la ciencia es divertida, <http://www.ciencianet.com>.

- Copyright © (2002-2015), diccionario de botánica y glosario de medio ambiente. infojardin.com.

- Corporación autónoma regional del Cesar, Universidad del Magdalena, Alcaldía de la Paz, (Año 2008 – 2011), Informe final formulación del plan de ordenamiento y manejo ambiental de la subcuenca hidrográfica del río Chiriamo, municipios de la Paz y San Diego.

- danicobo88, 11 de feb. de 2010, es.slideshare.net/danicobo88/plantas-utilizadas-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales/3.

- Gobierno de México, (1 de febrero 2015), portal del agua, www.atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=5954:los-humedales-artificiales-componentes-y-tipos&catid=119:investigacion-y-agua&itemid=462.

- Lezama Hernández, Irasema, (2013), Estudio comparativo en procesos de fitorremediación, remediación microbiana y degradación enzimática en aguas residuales domésticas.
- Marqués de Leganés, (2002- 2005), ecologistas en acción Madrid, <http://www.ecologistasenaccion.org/>.
- Sin autor, (2007), definiciones, <http://www.definicionabc.com/ciencia/enzima.php>.
- sin autor (2007), definiciones, <http://www.definicionabc.com/salud/zinc.php>.
- Tratagua dalag S. A, (14 de febrero de 2012), <http://es.slideshare.net/nelshon/tratamiento-de-aguas-residuales-fitorremediacion>.
- Universidad técnica de Ambato. Facultad de ciencia e ingeniería en alimentos, carrera de ingeniería bioquímica, (2013), Evaluación de especies acuáticas flotantes para la fitorremediación de aguas residuales industrial y de uso agrícolas previamente caracterizadas en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.
- Universidad autónoma de nuevo león (Sergio Gonzales, Demócrito Benavides). http://jabonesydetergentes.tripod.com/impacto_ambiental.html.

11. ANEXOS

Resultados de nitratos elaborados en el laboratorio ambiental Nancy Florez García S.A.S.

Pruebas realizadas: antes, durante y después, luego el proceso del efluente del humedal de cada una de las especies.

Laboratorios
Nancy Florez García S.A.S
Confiables a toda prueba
Nit: B24.005.688-0

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS
N° 27165

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
EMPRESA : ALEX LEONARDO TORRES CONTRERAS
DIRECCIÓN : CRA 5C #25A-38 SANTA ROSA
CONTACTO : ALEX TORRES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065818727
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELÉFONO : 3128700520

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA
NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL
LUGAR DE MUESTREO : CORREGIMIENTO SAN JOSE DE ORIENTE, RIO CHIRIAIMO
PUNTO DE MUESTREO : ANTES
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

CODIGO : 191051939
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 15:30
MUESTREO : 2019/10/03
RECEPCIÓN : 2019/10/04
INICIO ENSAYOS : 2019/10/04
FINAL ENSAYOS : 2019/10/16
INFORME : 2019/10/17

ANÁLISIS	Fisicoquímico		LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
	MÉTODO - TÉCNICA				
Nitratos mg NO3/L (A)	J Radier, 9 Ed. 2011 - Fotométrico		0,886	2019/10/04	<0,886

NOTA :
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado
(A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método
Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución N° 0398 de 02 de mayo 2019 " por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCÍA SAS., para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

APROBO
Gipsy Abil Pena Ramirez
GIPSY PENA
TP: PQ-06476
Jefe Fisicoquímica
Fin de Informe

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail: calidad.amb@labsnancyflorez.com.co
Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar

Página 1 de 1

Fuente: laboratorio ambiental Nancy Florez García S.A.S. 2019.

OD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS
N° 27164

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : ALEX LEONARDO TORRES CONTRERAS
 RECEPCIÓN : CRA 5C #25A-38 SANTA ROSA
 CONTACTO : ALEX TORRES
 TIPO : PARTICULAR

NIT : 1065818727
 CIUDAD : VALLEDUPAR
 TELÉFONO : 3128700520

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA : AGUA SUPERFICIAL
 LUGAR DE MUESTREO : CORREGIMIENTO SAN JOSE DE ORIENTE, RIO CHIRIAIMO
 MOMENTO DE MUESTREO : DURANTE
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE CODIGO : 191051940
 AÑO DE MUESTREO : N.S LOTE : N.A
 CLASIFICACIÓN DE MUESTREO : N.S REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 15:30
 MUESTREO : 2019/10/03
 RECEPCIÓN : 2019/10/04
 INICIO ENSAYOS : 2019/10/04
 FINAL ENSAYOS : 2019/10/16
 INFORME : 2019/10/17

Fisicoquímico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
nitros mg NO3/L (A)	J Rodier, 9 Ed. 2011 - Fotométrico	0,886	2019/10/04	1,71

NOTA :
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

A: No Aplica N.S: No Suministrado
 C: Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Límite de cuantificación del método
 Este resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
 Este resultado no controlado una vez entregado al cliente.
 Este resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.
 Este informe permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado.
 En los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.
 Este laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución N° 0398 de 02 de mayo 2019 " por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ESTUDIOS AMBIENTALES NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCIA SAS., para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

APROBO

Gipsy Abiel Peña Ramirez

GIPSY PENA
 TP: PQ-06476
 Jefe Fisicoquímica
 Fin de Informe

Fuente: laboratorio ambiental Nancy Florez García S.A.S. 2019.



COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS
N° 27166

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : ALEX LEONARDO TORRES CONTRERAS
 DIRECCIÓN : CRA 5C #25A-38 SANTA ROSA
 CONTACTO : ALEX TORRES
 CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065818727
 CIUDAD : VALLEDUPAR
 TELÉFONO : 3128700520

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL
 LUGAR DE MUESTREO : CORREGIMIENTO SAN JOSE DE ORIENTE, RIO CHIRIAIMO
 PUNTO DE MUESTREO : DESPUES
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
 PLAN DE MUESTREO : N.S
 PROC. DE MUESTREO : N.S

CODIGO : 191051941
 LOTE : N.A
 REGISTRO INVIMA : N.A

HORA MUESTRA : 15:30
 MUESTREO : 2019/10/03
 RECEPCIÓN : 2019/10/04
 INICIO ENSAYOS : 2019/10/04
 FINAL ENSAYOS : 2019/10/16
 INFORME : 2019/10/17

ANÁLISIS	Fisicoquímico		LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
	MÉTODO - TÉCNICA				
Nitratos mg NO3/L (A)	J Rodier, 9 Ed. 2011 - Fotométrico		0,886	2019/10/04	1,27

NOTA :
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

Quando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado

Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.

Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución N° 0398 de 02 de mayo 2019 " por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCIA SAS., para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

APROBO

Gipsy Abil Peña Ramirez

GIPSY PENA

TP: PQ-05476

Jefe Fisicoquímica

Fin de Informe

Fuente: laboratorio ambiental Nancy Florez García S.A.S. 2019.

OD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS
 N° 29316

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : ALEX LEONARDO TORRES CONTRERAS
 RECCIÓN : CRA 5C #25A-38 SANTA ROSA
 CONTACTO : ALEX TORRES
 TIPO : PARTICULAR

NIT : 1065818727
 CIUDAD : VALLEDUPAR
 TELÉFONO : 3128700520

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL
 LUGAR DE MUESTREO : CRA 5C#25A-38
 TIPO DE MUESTREO : VERTIMIENTO DE HUMEDAL **BANQUILLO**
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE CODIGO : 191254266
 AÑO DE MUESTREO : N.S LOTE : N.A
 LOCALIDAD DE MUESTREO : N.S REGISTRO INVIMA : N.A

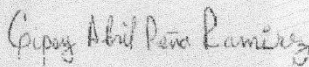
HORA MUESTRA : 16:30
 MUESTREO : 2019/12/17
 RECEPCIÓN : 2019/12/17
 INICIO ENSAYOS : 2019/12/17
 FINAL ENSAYOS : 2019/12/30
 INFORME : 2019/12/31

Fisicoquímico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
nitros mg NO3/L (A)	J Rodier, 9 Ed, 2011 - Fotométrico	0,886	2019/12/17	0,968

NOTA :
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

A: No Aplica N.S: No Suministrado
 I: Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método
 El resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad,
 el resultado no controlado una vez entregado al cliente.
 El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.
 Se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
 Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no le ha suministrado en el certificado de análisis entregado
 para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos
 en el método.
 Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución N° 0398 de 02 de mayo 2019 " por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE
 ANÁLISIS AMBIENTALES NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCÍA SAS., para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los
 estudios de análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos
 naturales renovables.

APROBO



GIPSY PEÑA

Jefe Fisicoquímica
 Fin de Informe

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS
N° 29317

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : ALEX LEONARDO TORRES CONTRERAS
 DIRECCIÓN : CRA 5C #25A-38 SANTA ROSA
 CONTACTO : ALEX TORRES
 CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065818727
 CIUDAD : VALLEDUPAR
 TELÉFONO : 3128700520

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA SUPERFICIAL
 LUGAR DE MUESTREO : CRA 5C#25A-38
 PUNTO DE MUESTREO : VERTIMIENTO DE HUMEDAL JUNCO
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
 PLAN DE MUESTREO : N.S
 PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 16:30
 MUESTREO : 2019/12/17
 RECEPCIÓN : 2019/12/17
 INICIO ENSAYOS : 2019/12/17
 FINAL ENSAYOS : 2019/12/30
 INFORME : 2019/12/31

Fisicoquímico				
ANÁLISIS	MÉTODO - TÉCNICA	LCM	FECHA ANÁLISIS	RESULTADO
Nitratos mg NO3/L (A)	J Rodier, 9 Ed. 2011 - Fotométrico	0,886	2019/12/17	<0,886

NOTA :
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado
 (A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

Cuando se coloque la sigla N.S en la Fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado.

Para los ensayos microbiológicos y DBD, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.

Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución N° 0398 de 02 de mayo 2019 " por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCIA SAS., para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

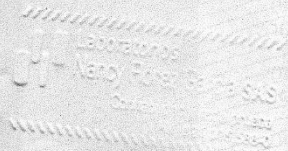
APROBO

Gipsy Abril Peno Ramirez

GIPSY PENA

Jefe Fisicoquímica

Fin de Informe



Fuente: laboratorio ambiental Nancy Florez García S.A.S. 2019.