

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE GRADO

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

TÍTULO:

Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para
el Hospital Napoleón Dávila Córdova.

AUTORES

Alcívar Campuzano María Teresa
Castro García Martha Solanda

DIRECTOR DE TESIS

ING. Dolly Delgado

**MANTA –MANABÍ –ECUADOR
2015**



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Dolly Delgado, Docente de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Manabí.

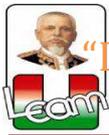
CERTIFICA:

Que la presente Tesis de Grado titulada, “**Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba**”, ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta Tesis de Grado son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: Sra. María Teresa Alcívar Campuzano y la Sra. Martha Solanda Castro García. Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Manta, Julio del 2015

Ing. Dolly Delgado
DIRECTORA DE TESIS

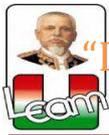


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

DEDICATORIA

La realización el presente proyecto de tesis; se lo dedico a quienes son mi motivo de orgullo, y sobre todo pilares fundamentales en cada etapa de mi vida mis padres: José Castro y Solanda García, y mi fuente de inspiración para superarme mi esposo Renan Herrera son las personas que siempre han estado conmigo aconsejándome y brindándome su apoyo incondicional para que siga con mi espíritu de lucha.

Martha Solanda Castro García

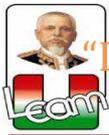


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a mis padres por su apoyo constante, a mis catedráticos en especial a los Ingeniera Dolly Delgado por brindarme sus conocimientos, y experiencias.

Martha Solanda Castro García



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre José Emiliano Alcívar, que en este momento no está presente físicamente pero siempre ha estado junto a mi espiritualmente, acompañándome en cada paso que doy, a mi hijo Ethan Santander que ha sido la fuente de inspiración para que yo siga adelante con cada uno de mis propósitos.

María Teresa Alcívar Campuzano



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

AGRADECIMIENTO

Agradezco:

Primeramente a mi madre Teresa Ramona Campuzano por haberme dado la vida y por ser el pilar principal de la familia.

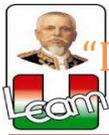
A mi esposo, Bernardo Santander quien ha sido mi apoyo constante en el transcurrir de nuestra unión.

A la universidad por haberme dado la oportunidad de ingresar a la universidad y demostrar mis capacidades.

A los profesores que cumpliendo su tarea, les enseñaron todo lo que sabían.

A las personas que dentro de la universidad confiaron en mí, me apoyaron y me dieron fuerza en diferentes circunstancias.

María Teresa Alcívar Campuzano



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

RESUMEN

Las aguas residuales hospitalarias son consideradas como aguas residuales de alta carga contaminante, esto debido a que en la misma se encuentran todo tipo de contaminantes físicos, químicos, biológicos. La OMS recomienda que se le dé un tratamiento adecuado a las aguas residuales hospitalarias, en especial cuando estas son conducidas hasta otro lugar, o llegan a formar parte de un sistema de disposición final.

En la ciudad de Chone el hospital Napoleón Dávila Córdova produce alrededor de $160 \text{ m}^3/\text{d}$ de aguas residuales, dichas aguas son conducidas hasta laguna de oxidación que se encuentra ubicada a 1 km del hospital, cabe recalcar que en dicha laguna no se da ningún tipo de tratamiento a las aguas residuales. Las aguas son conducidas hasta dicho lugar, para luego ser vertidas directamente al Río Chone, lo que supone un posible problema ambiental y sanitario, teniendo en cuenta que aguas abajo hay poblaciones que utilizan el agua del Río para diversas tareas, incluyendo el consumo.

El sistema que se eligió en el presente proyecto fue un tratamiento anaerobio, por medio de un reactor UASB, este método es idóneo para las condiciones que se dan en el Cantón, por cuanto las temperaturas del lugar están dentro del rango recomendado para el funcionamiento, además de que al ser un sistema anaerobio no expone las aguas al aire libre, lo que convierte en un método seguro ante posible infecciones patológicas por exposición de las aguas residuales.

Lo que se quiere obtener con el tratamiento de las aguas en el hospital, es que el agua sea de mejor característica de calidad y cantidad, y con esto disminuir la contaminación del ambiente y reducir las enfermedades a causa de las aguas residuales, todo esto tomando como base los diferentes parámetros.

El volumen del reactor es de 60 m^3 , y el tiempo de retención hidráulico escogido es de 9 horas, el sistema se diseñó en base a estudios de calidad del agua del hospital, se debe de considerar que la efectividad del reactor UASB en cuanto a depuración y remoción de la DBO y DQO es de más del 85%.

Palabras claves: aguas residuales, contaminantes, tratamiento, calidad del agua.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

ABSTRACT

Hospital wastewater are considered high polluting wastewater load this because in it there are all sorts of physical, chemical, biological contaminants. OMS recommends that it be given appropriate treatment at hospital wastewater, particularly when they are driven to another location, or become part of a disposal system.

In the city of Chone hospital Napoleon Davila Cordova produces about 160 m³ / d of wastewater, these waters are led to oxidation pond that is located 1 km from the hospital, it should be emphasized that that omission does not give any of wastewater treatment. The waters are driven to that place, then be discharged directly to the River Chone, representing a potential environmental and health problem, given that downstream there are people who use the river water for various tasks, including eating.

The system was chosen in this project was an anaerobic treatment, by a UASB reactor, this method is suitable for the conditions prevailing in Canton, because temperatures are within the recommended place for the operation range, in addition to being an anaerobic system does not expose the waters outdoors, which makes it a safe way to possible infections pathological exposure of wastewater.

What you want to get to the water treatment in the hospital, it is that the water is of better quality and quantity characteristic, and thereby reduce environmental pollution and reduce diseases caused by sewage, all this taking the basis of different parameters.

The reactor volume is 60 m³, and the selected hydraulic retention time of 9 hours, the system was designed based on studies of water quality in the hospital, you should consider the effectiveness of UASB reactor in terms of debugging and removal of DBO and DQO is over 85%.

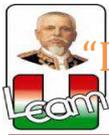
Keywords: waste, polluting water treatment, water quality.



INDICE

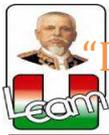
Contenido

CERTIFICACIÓN DE LA TUTORA	i
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INDICE	viii
INTRODUCCION	14
1. MARCO TEÓRICO	21
1.1. El Agua	21
1.2. Contaminación	21
1.2.1. Contaminación física	22
1.2.2. Contaminación química	22
1.3. Aguas residuales	22
1.3.1. Generalidades, definición, origen.....	22
1.3.2. Tipos de aguas residuales.....	23
1.3.2.1. Aguas Residuales Domésticas	23
1.3.2.2. Aguas Residuales Industriales	24
1.3.2.3. Aguas Residuales Pluviales	24
1.4. Efectos del Agua Residual en el Receptor	24
1.5. Características de las Aguas Residuales.....	25
1.5.1. Características físico químicas de las aguas residuales.....	25
1.5.1.1. Características Físicas	26
1.5.1.2. Características Químicas	28
1.5.1.3. Características Biológicas	29
1.5.1.4. Características cuantitativas.....	30
1.6. Estaciones depuradoras de agua residual (EDAR)	31
1.6.1. Fases de tratamiento.....	32



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

1.6.1.1. Pre tratamiento	32
1.6.1.2. Tratamiento primario.....	34
1.6.1.3. Tratamiento secundario o biológico	34
1.6.1.4. Tratamientos secundarios aerobios de cultivos fijos	37
1.6.1.5. Forma y tamaño del reactor U.A.S.B.....	42
1.6.1.6. Partes de un reactor U.A.S.B	42
2. METODOLOGÍA	44
2.1. MÉTODO.....	44
2.2. Nivel o tipo de investigación	44
2.2.1. Analítico.....	44
2.2.2. Sintético	44
2.2.3. Observación.....	44
2.3. TECNICAS	45
2.3.1. Entrevista	45
2.3.2. Bibliográfica.....	45
2.4. DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO	45
2.4.1. Identificación del sitio de muestra de las aguas residuales.....	45
2.4.2. Toma de muestra en el sitio seleccionado.....	45
2.5. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	48
2.5.1. Motivación a la presente investigación	48
2.5.2. Inspección del hospital	48
2.5.3. Caudal de Aguas Residuales.....	48
2.6. DISEÑO Y REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	48
2.6.1. Consideraciones generales	48
2.6.1.1. Finalidad del tratamiento.....	48
2.6.1.2. Análisis de Agua.....	49



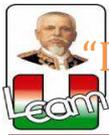
“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

2.6.1.3.	Tipos de tratamientos aplicados a aguas residuales	49
2.6.1.4.	Tipos de E.D.A.R.....	50
2.6.1.5.	Porqué necesitamos una E.D.A.R.....	50
2.6.1.6.	Tratamientos Convencionales.....	50
2.6.1.7.	Tratamientos para pequeñas poblaciones	50
2.6.1.8.	Medida de los caudales	51
2.7.	ARTICULO UTILIZADOS	51
2.8.	LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	55
2.8.1.	Localización Geográfica.....	55
2.8.2.	Macro localización.....	56
2.8.3.	Localización de la Ciudad de Chone.....	56
2.8.4.	Ubicación geográfica del proyecto	57
2.9.	Visita y recolección de información del Hospital N. D. C. CH.	60
2.10.	Descripciones del Hospital Napoleón Dávila Córdova.....	60
2.10.1.	BAÑOS.....	61
2.10.2.	Laboratorios	61
2.10.3.	Lavanderías	62
2.10.4.	Sala de cirugías.....	62
2.10.5.	Consultorio odontológico	63
2.10.6.	Emergencias	63
2.10.7.	Comedor	64
2.11.	Población y Muestra.....	64
2.11.1.	Población.....	64
2.11.2.	Muestra	64
3.	DISEÑO DE PROPUESTA.....	83
3.1.	Consideraciones de diseño del reactor UASB	83



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

3.2.	Volumen del reactor	83
3.3.	Tiempo de retención hidráulica (TRH)	83
3.4.	Verificación de cargas aplicadas	85
3.5.	Verificación de las velocidades	85
3.6.	Tubos difusores de afluentes.....	85
3.7.	Diseño del separador GSL	86
3.8.	Guías para el diseño del separador GSL	86
3.9.	Abertura entre el reactor y el separador GSL.....	87
3.10.	Determinación de la concentración del efluente.....	88
3.10.1.	Cálculos	89
3.11.	Presupuesto	97
	Conclusiones y recomendaciones.....	101
	Conclusiones:.....	101
	Recomendaciones:.....	101
	BIBLIOGRAFÍA	108



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

INDICE DE TABLA

CAPITULO II

Tabla 2. 1. Resultados de los análisis	46
--	----

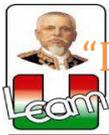
CAPITULO III

Tabla 3. 1. Tiempo de retención hidráulico	83
--	----

Tabla 3. 2. Velocidad superficial	84
---	----

Tabla 3. 3. Tubos difusores	85
-----------------------------------	----

Tabla 3. 4. Abertura entre el reactor y el separador	87
--	----



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Partes del reactor anaerobio de flujo ascendente UA SB.....	43
Figura 2. 2. Localización de la Provincia de Manabí en ecuador	56
Figura 2. 3. Localización geográfica del Cantón Chone.....	56
Figura 2. 4. Ubicación del Hospital Napoleón Dávila Córdova de Chone	57
Figura 2. 5. Área que comprende el Hospital Napoleón Dávila Córdova	58
Figura 2. 6. Área del Hospital.....	58
Figura 2. 7. Área en donde se va a localizar el EDAR	59
Figura 2. 8. Baños del Hospital Napoleón Dávila Córdova	61
Figura 2. 9. Laboratorio Hospital Napoleón Dávila Córdova.....	61
Figura 2. 10. Lavandería del Hospital Napoleón Dávila Córdova	62
Figura 2. 11. Sala de cirugía del Hospital Napoleón Dávila Córdova	62
Figura 2. 12. Consultorio odontológico del Hospital Napoleón Dávila Córdova ..	63
Figura 2. 13. Sala de emergencias del Hospital Napoleón Dávila Córdova	63
Figura 2. 14. Comedor del Hospital Napoleón Dávila Córdova	64



INTRODUCCION

El presente trabajo es de mucha importancia, ya que en el Ecuador existen muchas instituciones de servicio público que no tienen ningún tipo de cuidado con los desechos y las aguas residuales.

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo.

El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas en donde se utilizan. El caso del agua es uno de los ejemplos más claros: un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales. La importancia de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo. Hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas. Hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua está fuera de toda duda.

El agua, como motor de desarrollo y fuente de riqueza, ha constituido uno de los pilares fundamentales para el progreso del hombre. La ordenación y gestión de los recursos hídricos, que ha sido desde siempre un objetivo prioritario para cualquier sociedad, se ha realizado históricamente bajo directrices orientadas a satisfacer la demanda en cantidades suficientes, bajo una perspectiva de política de oferta.

El hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, bien directamente mediante extracción de las mismas y posterior vertido de aguas contaminadas, o bien indirectamente alterando la vegetación y la calidad de las aguas. Las aguas residuales traen problemas al ambiente y por ende a la salud debido a que contienen gran cantidad de materia orgánica, microorganismos patógenos, metales pesados, sólidos en suspensión, sólidos volátiles; y, otros que sin su debido tratamiento pueden agravar al ecosistema y a la vida en sí. En el Ecuador existen muchos estudios sobre la contaminación que provocan



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

las aguas residuales que se vierten en los cuerpos de agua, una de las empresas pioneras en este tipo.

Antiguamente, cuando la densidad de población era muy baja, las aguas residuales eran devueltas directamente a sus cauces. Además, entonces no existía la amplia gama de productos químicos que nos acompañan actualmente, como detergentes, disolventes, pinturas o medicamentos, y el río podía depurar de manera natural los vertidos que le llegaban.

El estudio de un tratamiento de aguas residuales se inicia por una caracterización física química y microbiológica de las mismas y un análisis del inventario de vertidos y de su posible reducción; así como también del potencial reciclado de aguas después de su depuración. Una depuración suficiente puede significar la reutilización de diferentes volúmenes de agua y el correspondiente ahorro en el consumo.

El presente estudio comporta gran importancia ya que en el Ecuador a pesar de que existen leyes que regulan el tratamiento de las diversas aguas residuales, en especial la de los hospitales, no se cumplen. La ley establece que los hospitales deben de tener su propia Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) para depurar sus aguas residuales, pero sin embargo es común que dichas aguas sean enviadas directamente al sistema de alcantarillado sanitario, lo que supone un grave problema de contaminación, esto debido a que por lo general estas aguas van a los sistemas de depuración de la ciudad, los mismos que descargan sus aguas a los afluentes como ríos.

Actualmente tanto la cantidad como la calidad de las aguas residuales que generamos hacen imposible que el propio río las depure, debemos tratarlas previamente para reducir su carga contaminante. La depuración consistirá en la eliminación de la contaminación e impurezas incorporadas en el agua a tratar. Puede definirse como esenciales los siguientes objetivos justificativos de cualquier acción relativa a la depuración de las aguas:

- Prevenir y reducir al máximo la contaminación y sus molestias.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

- Mantener un balance ecológico satisfactorio y asegurar la protección de la biosfera.
- Prever el desarrollo urbano, teniendo en cuenta las necesidades de calidad.
- Asegurar una atención especial a los aspectos ambientales en la planificación del suelo y de las ciudades.

La ciudad de Chone cuenta con una laguna de oxidación la misma que no depura de manera eficiente las aguas residuales, y que descarga sus aguas sin tratamiento al río Chone, lo que significa que las aguas residuales del hospital que son descargadas al sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad, posteriormente serán conducidas al Río Chone. Mediante la presente investigación se propone un sistema adecuado para el tipo de carga contaminante de las aguas residuales con desechos hospitalarios, es decir un sistema de tratamiento anaerobio, por lo que se contribuirá en varios niveles al desarrollo de la ciudad.

Contribuirá a la salud local, puesto que las aguas residuales del hospital Napoleón Dávila Córdova contienen una alta carga contaminante, y un alto índice de organismos patógenos, que suponen enfermedades, en especial a la población que este en contacto directo con dichas aguas.

Se propondrá un sistema que cumpla con las leyes técnicas y ambientales, buscando de manera eficiente depurar las aguas residuales generadas por el hospital Napoleón Dávila Córdova de la ciudad de Chone, por lo que tiene una gran relevancia social, técnica y en el cumplimiento de las leyes.

Antecedente del Problema

La OMS establece la necesidad de tratamiento de las aguas residuales generadas por los Hospitales, se debe de tener en cuenta que la mayoría de estas aguas tienen una alta peligrosidad y riesgo de contener diferentes organismos patógenos, que podrían suponer un riesgo de pandemia o de contaminación. Es necesario aclarar que las aguas residuales de los hospitales no pueden ser vertidas hasta el sistema de aguas residuales de la ciudad, al



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

menos no sin antes darle un tratamiento adecuado, que se basa en la eliminación de organismos patógenos, así como de agentes contaminantes ya sean estos físicos o químicos. En países del primer mundo esta regla se cumple de manera efectiva, teniendo cada centro hospitalario su propia EDAR, sin embargo en países en vías de desarrollo el panorama cambia un poco, puesto que a pesar de haber leyes u organismos que regulen las descargas de dichos centros, muchas veces por falta de recurso, de una mala administración o por falta de información, no se cumple con este parámetro básico en la infraestructura hospitalaria. (OMS. 2013)

Los contaminantes emergentes han sido definidos de varias maneras, pero en esencia son sustancias de origen natural o sintético que interfieren con el funcionamiento de los sistemas endocrinos, lo que genera respuestas no naturales. En la mayoría de los casos estos contaminantes no han sido regulados, razón por la cual se postulan como candidatos a futuras regulaciones dependiendo de estudios que muestren los potenciales efectos sobre la salud y el monitoreo de su ocurrencia.

Los hospitales son considerados como la mayor fuente de contaminantes emergentes, resultado de diferentes actividades, como por ejemplo, residuos de laboratorio, excreción de los pacientes, actividades de investigación, entre otros. En Latinoamérica la realidad es un tanto dispar, en países como Argentina y Brasil las leyes son muy explícitas y severas en cuanto a la disposición de las aguas residuales de los hospitales, sin embargo en países como Perú, Bolivia o Venezuela a pesar de que existen leyes no se cumplen en mayor medida, siendo una constante que preocupa y que genera problemas. (Grisales – Ortega 2012)

Los hospitales generan aguas residuales en el intervalo de 100 a 1400 L cama-1 día-1. Este volumen generado unido a la cuantía de los indicadores medio ambientales físicos, químicos y microbiológicos, permite conocer el riesgo sanitario cuando se disponen sin tratamiento a las aguas superficiales y subterráneas.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

La caracterización química y microbiológica de las aguas residuales hospitalarias en cada instalación es una de las etapas iniciales en los procesos de gestión para emprender las acciones que impidan que vertimientos inadecuados al medio ambiente. El conocimiento de todo el personal hospitalario, tanto del volumen como de los indicadores de estas aguas residuales, a partir de los servicios que se ejecutan en estas instituciones, puede ser una de las primeras etapas en vías de minimizar e implantar una correcta la gestión de los desechos.

Finalmente, el conocimiento de los aspectos tratados, cuantificados en cada establecimiento hospitalario, permitirá una gestión más efectiva de las aguas residuales desde su generación hasta la disposición final, de manera tal que no solamente se cumpla con la Norma de vertimiento, sino que se logren reducir el volumen y otros componentes de estas aguas residuales, no explícitos en la norma, que afectan la calidad del agua y pueden poner en riesgo la salud.

Hay que estudiar profundamente los componentes de las aguas residuales hospitalarias, ya que son una fuente significativa de medicamentos, especialmente de antibióticos, agentes anti-cáncer y medios de contrastes yodados, detergentes en concentraciones más altas que en las aguas residuales domésticas, debido su menor dilución (CUJAE. 2011).

En los últimos años en el Ecuador, con la nueva ley de aguas y con las nuevas leyes ambientales, se han hecho énfasis a la calidad del agua, así como también en la depuración de las mismas. Según el código ambiental los hospitales deben de contar con un sistema que depure sus aguas en forma efectiva antes de ser descargados al sistema de la ciudad, sin embargo en el país son pocos los que cuentan con este sistema, los mismos que vierten sus aguas de forma directa al sistema, e incluso a los ríos.

Considerando que los residuos de dichas aguas se consideran como de alta carga biológica, representa un riesgo importante para la salud así como también un problema ambiental considerable. (Herrera. 2010)



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

El problema investigación, objeto y campo de la investigación

Problema de investigación

Cómo afecta la falta de una depuradora de aguas residuales y el análisis del agua en el Hospital Napoleón Dávila Córdova, para determinar su carga de contaminación en el medio Ambiente y a las personas.

Objeto

Diseñar la instalación necesaria para la depuración de las aguas residuales procedentes del Hospital Napoleón Dávila Córdova.

Campo

Análisis de la calidad de aguas residuales

Objetivo general

Efectuar un análisis de calidad de las aguas residuales en el Hospital Napoleón Dávila Córdova, para determinar su carga de contaminación del medio Ambiente y enfermedades a las personas.

Objetivo específico

- Determinar el volumen de aguas residuales generada por el hospital, para dimensionar la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).
- Realizar los cálculos de acuerdo a los volúmenes de Aguas Residuales, generado por el Hospital de Chone.
- Proponer un diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) generadas por el Hospital Napoleón Dávila Córdova de la ciudad de Chone.

HIPÓTESIS

La falta de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova de la ciudad de Chone afecta a la contaminación del medio ambiente y enfermedades a las personas.



Métodos, Técnicas y Procedimientos

Procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de los productos de desecho arrastrados por el agua y procedentes de viviendas e industrias. La depuración cobró importancia progresivamente desde principios de la década de 1970 como resultado de la preocupación general expresada en todo el mundo sobre el problema, cada vez mayor, de la contaminación humana del medio ambiente, desde el aire a los ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas, por los desperdicios domésticos, industriales, municipales y agrícolas.

En una planta depuradora, el agua residual es sometida a una serie de tratamientos físicos, químicos o biológicos, actuando cada uno de ellos sobre un tipo específico de residuo. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo, tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías y eventualmente bombas a una planta de tratamiento municipal. A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

Normalmente se considera que el tratamiento de las aguas residuales tiene tres partes principales: Recogida, tratamiento y evacuación. En un municipio, el primero corresponde al alcantarillado, el tratamiento corresponde a la estación depuradora y la evacuación es la red que va desde la depuradora al vertido de restitución. Generalmente el número y tipo de tratamientos depende del origen de las aguas y de su destino final. Así las aguas residuales tratadas, vertidas a un río pequeño, requerirán mayor tratamiento que las vertidas a un río de gran caudal o a un gran lago destinado a la navegación.

Los procesos iniciales en una depuradora se denominan pre tratamientos, y pueden realizar las siguientes operaciones: desbaste, dilaceración y eliminación de arenas y grasas. (Materias inorgánicas fácilmente sedimentables). Estos procesos extraen el material grueso existente en las aguas.



CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. El Agua

Líquido incoloro, casi inodoro e insípido, H₂O, esencial para la vida animal y vegetal y el más empleado de los disolventes. Punto de fusión 0 °C (32 °F), punto de ebullición 100 °C (212 °F). Alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4 °C y se expande al congelarse. Como muchos otros líquidos el agua puede existir en estado sobre enfriado, es decir, que puede permanecer en estado líquido aunque su temperatura esté por debajo de su punto de congelación, se puede enfriar fácilmente a unos -25 °C sin que se congele.

El agua es uno de los recursos naturales más fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo. El hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, bien directamente mediante extracción de las mismas y posterior vertido de aguas contaminadas, o bien indirectamente alterando la vegetación y la calidad de las aguas.

1.2. Contaminación

Se considera que el agua está contaminada cuando su composición o su estado natural se ve modificado de tal modo, que pierde las condiciones aptas para los usos a los que estaba destinada, o su función ecológica, presentando alteraciones físicas (temperatura, color, radioactividad...) y químicas (composición).

Los tipos de contaminación se clasifican según el factor ecológico que altere, aunque suelen afectar a más de un factor.

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El cadmio presente en los fertilizantes derivados del cieno o lodo puede ser



absorbido por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones. Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo.

1.2.1. Contaminación física

Las sustancias que modifican factores físicos, pueden no ser tóxicas en sí mismas, pero modifican las características físicas del agua y afectan a la biota acuática.

1.2.2. Contaminación química

Algunos efluentes cambian la concentración de los componentes químicos naturales del agua causando niveles anormales de los mismos.

1.3. Aguas residuales

1.3.1. Generalidades, definición, origen

Las aguas residuales, contaminadas, son las que han perdido su calidad como resultado de su uso en diversas actividades. Se trata de aguas con un alto contenido en elementos contaminantes, que a su vez van a contaminar aquellos sistemas en los que son evacuadas.

“Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado” (Mara 1976).

El origen, composición y cantidad de los desechos están relacionados con los hábitos de vida vigentes. Cuando un producto de desecho se incorpora al agua, el líquido resultante recibe el nombre de agua residual.

Origen y cantidad.- Las aguas residuales tienen un origen doméstico, industrial, subterráneo y meteorológico, y estos tipos de aguas residuales suelen llamarse respectivamente, domésticas, industriales, de infiltración y pluviales.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Las aguas residuales domésticas son el resultado de actividades cotidianas de las personas. La cantidad y naturaleza de los vertidos industriales es muy variada, dependiendo del tipo de industria, de la gestión de su consumo de agua y del grado de tratamiento que los vertidos reciben antes de su descarga.

De acuerdo a su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua proveniente de residencias, edificios, oficinas, comerciales e institucionales, además de residuos de industrias y actividades agrícolas. El agua residual está conformada de componentes físicos, químicos y biológicos. Es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua.

1.3.2. Tipos de aguas residuales

Esta clasificación se la realiza con respecto a su origen ya que es así como se determina su composición.

1.3.2.1. Aguas Residuales Domésticas

La práctica habitual consiste en considerar que entre el 60 y el 90% del agua potable consumida en los hogares se convierte en agua residual. Estas pueden subdividirse en:

- Aguas de cocina (sales, materias grasas, sólidos...)
- Aguas blancas de baño (jabones, líquidos de limpieza...)
- Aguas de lavado de locales (jabones, arenas, papel...)

El perfil de los vertidos domésticos se deriva de la aportación de sus distintos componentes. En general, los contaminantes contenidos en el agua residual doméstica son los siguientes (Butler et al., 1995):

- Materia orgánica: carbohidratos, grasas y aceites.
- Compuestos nitrogenados: nitrógeno orgánico, en forma de proteínas y urea, y nitrógeno amoniacal.
- Fósforo.



1.3.2.2. Aguas Residuales Industriales

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua.

Las características del agua residual industrial dependen fuertemente del tipo de industria implantada en la zona, pudiendo variar su composición desde un agua residual compuesta básicamente por materia orgánica, procedente de industrias alimenticias, al agua residual de alto contenido en nutrientes producida en granjas de animales e industrias y cultivos agrícolas (Buday *et al.*, 1999).

Son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar. Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

1.3.2.3. Aguas Residuales Pluviales

La escorrentía es el caudal superficial generado como consecuencia de la lluvia, por lo que presenta una gran variedad en su caudal y su composición (Bechmann *et al.*, 1998).

Tienen las características de un agua dulce muy pura, aunque según las zonas -rurales, urbanas o industriales- y dependiendo de la contaminación atmosférica, su calidad puede verse alterada notablemente. Durante los periodos de tiempo seco entre eventos de lluvia, los contaminantes sólidos, como hidrocarburos, plomo, metales, caucho y sólidos suspendidos, se acumulan en las superficies urbanas. Adicionalmente, el agua de lluvia es una fuente considerable de contaminantes presentes en la atmósfera, como metales pesados.

1.4. Efectos del Agua Residual en el Receptor

La presencia de materia orgánica favorece una serie de reacciones biológicas en las que se consume oxígeno. Esto origina la aparición de una zona con



menor nivel de oxígeno alrededor del punto de vertido en el medio receptor, pudiendo dar lugar a la aparición de condiciones anóxicas y la muerte de la fauna y flora de la zona en casos extremos.

➤ **Fangos y flotantes**

Existen en las aguas residuales sólidos en suspensión de gran tamaño que cuando llegan a los cauces naturales pueden dar lugar a la aparición de sedimentos de fango en el fondo de dichos cauces, alterando seriamente la vida acuática a este nivel, ya que dificultará la transmisión de gases y nutrientes hacia los organismos que viven en el fondo.

➤ **Daño a la salud pública**

Los vertidos de efluentes residuales a cauces públicos, pueden fomentar la propagación de virus y bacterias patógenos para el hombre.

➤ **Otros efectos**

Pueden ser muy variados y van a ser consecuencia de contaminantes muy específicos, como valores de pH por encima o por debajo de los límites tolerables, presencia de tóxicos que afecta directamente a los seres vivos, etc. La presencia de estos componentes en el agua presenta varios problemas interconectados. Por una parte, el amoníaco y una excesiva concentración de nitratos son tóxicos para la vida acuática del medio receptor. Al mismo tiempo, la transformación del amonio en nitratos consume oxígeno, lo que unido a la presencia de materia orgánica puede reducir drásticamente el nivel de oxígeno del medio receptor.

1.5. Características de las Aguas Residuales

1.5.1. Características físico químicas de las aguas residuales

Entre las características físicas de mayor relevancia en el agua residual es el contenido total de sólidos, lo que abarca la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

Se puede definir a los sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación a una temperatura entre 103 y 105 °C. No se toma en cuenta como materia sólida aquella que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor.

Los sólidos sedimentables, expresados en unidades de ml/L, constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual. Los sólidos totales, o residuo de la evaporación, pueden clasificarse en filtrables o no filtrables conocidos como sólidos en suspensión, haciendo pasar un volumen conocido de líquido por un filtro.

La fracción filtrable de los sólidos corresponde a los sólidos coloidales y disueltos. La fracción coloidal está compuesta por las partículas de materia de tamaños entre 0,001 y 1 μm . Los sólidos disueltos están compuestos de moléculas orgánicas e inorgánicas e iones en disolución en el agua.

1.5.1.1. Características Físicas

Dentro de las características físicas se puede mencionar las siguientes:

➤ Olores

Son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar, algo desagradable que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica es el debido a la presencia del sulfuro de hidrógeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios. La influencia de los olores sobre el normal desarrollo de la vida humana tiene más importancia por la tensión psicológica que generan, que por el daño que puedan producir al organismo.

➤ Temperatura

La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que el agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y de los diferentes usos industriales. Dado que el calor



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

específico del agua es mucho mayor que el del aire, las temperaturas registradas de las aguas residuales son más altas que la temperatura del aire durante la mayor parte del año, y solo son menores que ella durante los meses más calurosos de verano.

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y las velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y los 35 °C.

➤ **Densidad**

La densidad de un agua residual se define como su masa por unidad de volumen, expresada en kg/m³. Es una característica física importante del agua residual, dado que de ella depende la potencial formación de corrientes de densidad de fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento. La densidad de las aguas residuales domésticas que no contengan grandes cantidades de residuos industriales es prácticamente la misma que la del agua limpia a la misma temperatura.

➤ **Color**

El agua residual reciente suele tener un color grisáceo. Sin embargo, al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir color negro.

➤ **Turbiedad**

La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para determinar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. La medición de la turbiedad se lleva a cabo mediante la



comparación entre la intensidad de luz dispersada en la muestra y la registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones.

1.5.1.2. Características Químicas

Entre las características químicas más relevantes en el tratamiento de aguas residuales tenemos:

➤ **Materia Orgánica**

Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los compuestos orgánicos están conformados normalmente por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en determinados casos de nitrógeno. También pueden estar presentes otros elementos como el azufre, fósforo o hierro. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40 – 60%), hidratos de carbono (25 – 50%), y grasas y aceites (10%). Otro compuesto orgánico con importante presencia en el agua residual es la urea, principal constituyente de la orina.

➤ **Proteínas**

Las proteínas son los principales compuestos del organismo animal, mientras que su presencia es menos relevante en el caso de organismos vegetales. Están presentes en todos los alimentos de origen animal o vegetal cuando estos están crudos. El contenido de proteínas varía mucho entre los pequeños porcentajes presentes en frutas con altos contenidos de agua (como los tomates) o en los tejidos grasos de las carnes, y los porcentajes elevados que se dan en los fréjoles o carnes magras. Todas las proteínas contienen carbono, común a todas las sustancias orgánicas, oxígeno e hidrógeno. Además, como característica distintiva, contienen una elevada cantidad de nitrógeno, en torno al 16%. La urea y las proteínas son las principales responsables de la presencia de nitrógeno en las aguas residuales.



➤ **Hidratos de Carbono**

Ampliamente distribuidos por la naturaleza, los hidratos de carbono incluyen azúcares, almidones, celulosa y fibra de madera, compuestos todos ellos presentes en el agua residual. Los hidratos de carbono contienen carbono, oxígeno e hidrógeno. Algunos hidratos de carbono son solubles en el agua, principalmente los azúcares, mientras que otros, como los almidones, son insolubles.

1.5.1.3. **Características Biológicas**

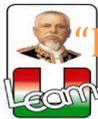
En las aguas residuales existen numerosos microorganismos, unos patógenos y otros no. Entre los primeros cabe destacar los virus de la Hepatitis. Por ejemplo, en 1 g. de heces de un enfermo existen entre 10 - 10⁶ dosis infecciosas del virus de la hepatitis. Cada individuo evacua 10⁵ millones de coliformes por día, que aunque no son dañinos, se utilizan como indicadores de contaminación debido a que su presencia indica la posibilidad de que existan gérmenes patógenos de más difícil detección. El índice para medir este fenómeno puede efectuarse mediante el análisis de parámetros como: Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

La prueba de la DBO mide el oxígeno consumido por las bacterias mientras oxidan la materia orgánica. Una muestra de agua residual se diluye convenientemente con agua de dilución. Se mide en la muestra diluida la concentración inicial de oxígeno disuelto, se incuba a una temperatura determinada (20 °C) y, después de un tiempo prefijado, se mide nuevamente la concentración de oxígeno disuelto. La disminución en la concentración de este será debido a la utilización hecha, durante el tiempo de incubación, por los microorganismos para metabolizar la materia orgánica de ese volumen de muestra diluida.

➤ **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Debido a los problemas para determinar el DBO₅ por su relación con la temperatura y el tiempo, se hace necesario adoptar otros métodos que si bien



no reflejan la realidad del hecho en la naturaleza, permiten usarse, por su rapidez de determinación, para el control de vertidos y de los procesos de depuración. La DQO es la cantidad de oxígeno disuelto consumido por una cantidad de agua residual durante la oxidación “por vía química” provocada por un agente químico fuertemente oxidante. Su determinación es más rápida que la DBO, precisando su ensayo una o dos horas si la oxidación se efectúa en frío o, bien 30 minutos si la oxidación se efectúa con dicromato en caliente.

➤ **Oxígeno Disuelto (OD)**

Siendo la fuente energética de los seres vivos el oxígeno, este se convierte en índice fundamental para la definición y control de las aguas residuales. La cantidad de oxígeno puede ser incrementada por:

- Captación de oxígeno a través de la superficie de la interface aire – agua.
- Acción fotosintética, debido principalmente a las algas verdes.
- Descenso de temperatura.
- Dilución.

La cantidad de oxígeno puede disminuir por la respiración de los microorganismos, algas y organismos macroscópicos, elevación de temperatura, reacciones químicas, y por la acción metabólica de los organismos regidos por la acción enzimática.

1.5.1.4. Características cuantitativas

➤ **Caudales de diseño**

Cuando exista información disponible de los caudales de aguas servidas, se deberá analizar por lo menos lo correspondiente a los dos últimos años.

➤ **Caudal medio diario**

Este caudal es un valor promediado que pasa en un periodo de 24 horas, que puede ser obtenido basándose en la información del caudal total del año, si no se tiene dicha información se procede en la aplicación de la siguiente fórmula.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

$$Q_m = \frac{\text{Población (hab)} * \text{dotación} \left(\frac{l}{\text{hab} * \text{día}} \right)}{1000 \text{ l/m}^3} * \% \text{de desagüe}$$

El porcentaje de desagüe puede variar de un 70-80%.

Este caudal es utilizado para evaluar la capacidad de las plantas de tratamiento, y para desarrollar los caudales usados en diseño.

➤ **Caudal máximo diario**

Es el caudal máximo presentado en un día, y se lo puede obtener mediante un valor de mayorización de 1.25-1.5 veces el caudal medio diario.

➤ **Caudal máximo horario**

Es el caudal pico en determinadas horas del día, que suele estar determinada por el ritmo de vida de los habitantes, este se presenta en periodos en los cuales existe una mayor descarga de aguas residuales al sistema de alcantarillado. Se lo puede determinar mediante factores de mayorización que puede variar de 3-4 veces el caudal medio diario.

1.6. Estaciones depuradoras de agua residual (EDAR)

Una EDAR no es más que una fábrica de agua limpia, a ella llega el agua sucia, Agua Bruta, y sale agua limpia, Agua Tratada. Las estaciones depuradoras de agua residual son sistemas de tratamientos de agua originarias de las descargas sanitarias domiciliarias, industriales, comerciales, hospitalarias, carburíficas, etc., mediante varias etapas o procesos químicos y físicos, colocados en serie. En simultaneidad, un laboratorio de análisis se encarga de verificar la calidad del agua tanto del afluente como el efluente, de igual manera se monitorea los parámetros de funcionamiento del procedimiento.



1.6.1. Fases de tratamiento

Las fases del tratamiento de las aguas residuales pueden ser modificadas de acuerdo a la carga contaminante del afluente y el caudal de diseño, sin embargo se puede definir las siguientes fases de operación:

1.6.1.1. Pre tratamiento

Algunos autores no lo consideran un tratamiento propiamente dicho, aunque su aplicación es casi obligada. Dentro de este conjunto encontramos un cierto número de operaciones, físicas o mecánicas que tienen como objetivo separar del agua la mayor cantidad posible de materias que, por su naturaleza o tamaño, crearían problemas en los tratamientos posteriores. Las operaciones de pretratamiento son las siguientes (una estación de tratamiento puede incluir una o varias de estas operaciones, según su importancia y la calidad del agua sucia):

➤ **Desbaste, rejillas mecánicas**

El desbaste se puede realizar gracias a las rejillas o a los tamices. Las rejillas se utilizan para retener materiales sólidos de un tamaño importante. Son barras metálicas de 6mm o más de grosor, dispuestas paralelamente y separadas de 10 a 100mm. Se limpian con rastrillos que trasladan los sólidos gruesos a través de la rejilla que está perpendicularmente al agua, y la descarga en la parte superior de la cinta transportadora o a un tornillo sin eje, de funcionamiento continuo. Los materiales retenidos suelen ser trapos, plásticos, hojas, etc. En estaciones pequeñas la extracción de materiales retenidos es efectuada manualmente mediante rastrillos hacia la cesta de recogida.

Cuando el tamizado se efectúa a niveles cercanos al suelo, la operación no tiene complicación, pero cuando se efectúa en fosas, la operación manual de limpieza origina riesgos derivados de las condiciones de trabajo, generalmente dificultosas, en las que se suelen realizar. El tamizado es una operación que se hace siempre.



➤ **Eliminación de residuos**

Los medios para eliminar los residuos son los siguientes:

- Descarga en dilucladores o bombas desintegradoras donde son trituradas y devueltas al agua residual.
- Eliminación por transporte a zonas relleno (vertederos).

En las pequeñas instalaciones, los residuos se pueden eliminar enterrándolos en el propio terreno de la planta, o bien eliminándolos junto a las basuras procedentes del municipio. En las grandes instalaciones, la incineración puede ser una solución adecuada.

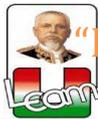
➤ **Desarenado**

La eliminación de arena es esencial antes de pasar el agua a las centrífugas, de los intercambiadores de calor y de las bombas de diafragma de alta presión. En cambio, en aquellos casos en que el fango no digerido fuera secado con filtros de vacío, la utilización de desarenadores de menor eficacia ha dado resultados satisfactorios.

El desarenado tiene como objetivo extraer del agua sucia la grava, arena y partículas minerales más o menos finas, con la finalidad de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, y para proteger las bombas y otros equipos de la abrasión y desgaste anormales; reducir la formación de depósitos pesados en las tuberías, canales y conductos, y la frecuencia de limpieza de los digestores que se ha de realizar como resultado de excesivas acumulaciones de arena en estas unidades.

➤ **Desengrasado**

El desengrasado consiste en una operación de separación sólido-líquido, y se hace siempre que el agua tenga una temperatura suficientemente baja que permita la coagulación de las grasas. Los aceites y las grasas, generalmente más ligeros que el agua, tienden a subir a la superficie. El decantador primario separa especialmente las grasas, que se acumulan en la superficie, pero generalmente se adapta mal a la recogida de éstas cuando su volumen resulta considerable, con las consecuentes dificultades de explotación. En las aguas



residuales urbanas, el desengrasado es conveniente (indispensable si no se procede a una decantación primaria) y se efectúa satisfactoriamente en combinación con el desarenado siempre que las dimensiones del aparato se calculen adecuadamente

El caudal de aire introducido es del orden de 0,5 a 2m³ /h por m³ de capacidad del desengrasado. En estas condiciones, puede conseguirse una eliminación del 80% de materiales grasos. Respecto al tratamiento y evacuación de grasas y espumas, generalmente no son recuperables

1.6.1.2. Tratamiento primario

Es el tratamiento más simple en depuración, que incluye básicamente la eliminación de arena, sólidos flotantes y en suspensión por gravedad. Se producen reducciones medias de materia orgánica y sólidos en suspensión, pero el aspecto del agua es impresentable. Los tratamientos primarios sin adición de reactivos químicos no se consideran tratamientos de depuración como se ha nombrado anteriormente sino pre tratamientos.

Los tratamientos fisicoquímicos consiguen únicamente una elevada reducción en sólidos en suspensión (90 %), con lo que el efluente tiene un aspecto presentable pero no se ha eliminado prácticamente nada de la contaminación disuelta.

1.6.1.3. Tratamiento secundario o biológico

Los sistemas de tratamiento biológico son proyectados para la estabilización y eliminación de la materia orgánica soluble y coloidal que todavía queda después del tratamiento primario. Cuando se trata de pequeñas instalaciones puede suprimirse la decantación primaria, siendo indispensable en este caso realizarse un pre tratamiento en el que se incluya un desengrasado eficaz. Aunque este proceso se puede hacer por medios fisicoquímicos, normalmente se entiende que el tratamiento biológico implica un proceso biológico. Los sistemas de tratamiento biológico son diseñados para mantener una gran masa activa de bacterias dentro del sistema. Este proceso puede realizarse mediante



la puesta en suspensión del agua usada (fangos activados) o por medio de películas fijadas (lechos bacterianos).

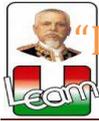
Existen dos ciclos en la naturaleza que suponen el crecimiento y la descomposición de la materia orgánica:

- El ciclo aerobio, en el que el oxígeno se utiliza en la descomposición de la materia orgánica.
- El ciclo anaerobio, en el que se utiliza el oxígeno para la descomposición de la materia orgánica.

El nitrógeno y el azufre son partes integrantes de los ciclos, aunque no son los únicos, como se observa en los esquemas correspondientes de los dos ciclos que se adjuntan a continuación. La parte de aerobio o anaerobio, como la parte izquierda del ciclo es la misma tanto para los sistemas aerobios como para los sistemas anaerobios. Esta parte comprende la formación o síntesis de la materia orgánica necesaria para la vida vegetal o animal, a veces, y debido a la muerte o restos de la vida animal, existe materia orgánica muerta disponible en las descomposiciones bacterianas y el ciclo se vuelve a repetir. La descomposición de residuos se acelera al controlar el medio de los microorganismos. Sin perjuicio del tipo de residuo que se trate, el proceso de tratamiento biológico consiste en controlar el medio requerido para un crecimiento óptimo de los microorganismos.

➤ **Tratamientos secundarios aerobios de cultivos en suspensión**

El bajo rendimiento de los tratamientos físico químicos en la reducción de la materia orgánica disuelta, ha hecho que se desarrollen los procesos biológicos de manera, que hoy en día, es impensable hablar de agua depurada sin relacionarla con un tratamiento biológico mediante fangos activados. La existencia de un elevado número de plantas físico químicas nos indica simplemente que todavía estamos en una primera fase en la depuración de aguas residuales, por lo que serán necesarias sucesivas ampliaciones de estas plantas hasta llegar a la obtención de un efluente que no produzca ningún efecto nocivo sobre el medio receptor. El tratamiento por fangos activos, que se denomina comúnmente biológico, es indudablemente el proceso biológico más extendido para el tratamiento de aguas residuales. Han surgido variantes del



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

sistema básico convencional, los cuales dan al tratamiento una versatilidad que le permite adaptarse a un amplio campo de circunstancias operacionales.

➤ **Tratamiento de fangos activados**

Como cualquier tratamiento biológico, incluye el uso de microorganismos para descomponer y romper las cadenas orgánicas, con la formación al mismo tiempo de un fango floculado. Este tratamiento, similar a la autodepuración natural, se realiza por microorganismos aerobios y, por tanto, el control del oxígeno es de gran importancia.

El principio básico del proceso consiste en que las aguas residuales estén en contacto con un cultivo de población microbiana, en forma de suspensión floculante, en un sistema aireado y agitado. Esta materia y los nutrientes disueltos se descomponen después más lentamente por metabolismo microbiano, proceso conocido como estabilización. En este proceso parte del material nutriente se oxida a sustancias simples, como el anhídrido carbónico, en un proceso llamado mineralización, y parte se convierte en una nueva materia celular microbiana, llamada asimilación. Parte de la masa microbiana se descompone también de la misma manera, proceso denominado respiración endógena. El proceso de oxidación suministra la energía necesaria para la operación de los procesos de adsorción y asimilación. Una vez se consigue el grado de tratamiento deseado, la masa microbiana floculada, conocida como fango, se separa del agua residual en el decantador secundario o clarificador.

La mayor parte del fango decantado se devuelve o recircula a la etapa de aireación para mantener la concentración de fangos en el tanque de aireación y para que actúe como inóculo microbiano. De esta forma se consigue un fango activado que es el que realiza las operaciones de depuración. Parte de los fangos se extraen para mantener el sistema en equilibrio, proceso que se conoce con el nombre de purga de fangos.

Las aguas residuales industriales, que contienen un rango limitado de sustancias, pueden tener un balance nutritivo inapropiado para el metabolismo microbiano, y puede ser necesaria la adición de nutrientes suplementarios. El balance de nutrientes necesarios ha de ser de 0,03 a 0,06 kg de nitrógeno por



kg de DBO y de 0,07 a 0,01 kg de fósforo. Es decir, se ha de cumplir aproximadamente la relación entre el carbono-nitrógeno-fósforo de 100:5:1.

➤ **Sistemas de aireación prolongada**

Los sistemas de aireación prolongada se utilizan principalmente en pequeñas estaciones depuradoras (<500m³/día) dada la sencillez de la operación.

El diagrama de flujo de una unidad convencional es el mismo esencialmente al del proceso de fangos activos, se diferencian en que éste no necesita ningún tipo de retratamiento (excepto rejas y tamices) ni sedimentación primaria. El tiempo de residencia de los fangos es muy prolongado (más de 20 días), y de aquí su nombre, de tal forma que los fangos están totalmente en la fase de respiración endógena, donde la descomposición de los fangos excede el crecimiento de los mismos. Se aplican largos tiempos de retención, de uno o dos días, por lo que la carga másica es muy baja (0,1 a 0,3 kg DBO/kg SS) y el volumen del tanque de aireación muy superior (3-6 veces) al de un tanque de aireación convencional.

Lógicamente, esto implica que su uso está limitado a estaciones depuradoras muy pequeñas (urbanizaciones, industria, etc.). El elevado tiempo de retención permite reducciones de DBO₅ superiores al 95%, con lo que el efluente tiene una calidad excepcional. La producción de fangos activos es de 0,2 a 0,3 kg de sólidos por kg de DBO eliminada, valor muy bajo teniendo en cuenta que en un tratamiento biológico convencional la producción de fangos es aproximadamente de 0,5 kg SS/kg DBO. Esto es debido a que los fangos están poco activos al encontrarse en fase endógena. La necesidad de oxígeno es de 1,25 kg O₂/kg DBO, un poco superior al convencional (1,1 kg O₂/kg DBO), aunque este incremento de coste energético queda compensado por el ahorro en el volumen de fangos, que normalmente se llevan a estaciones de secado, dado que el fango está prácticamente digerido (digestión aerobia), con poca tendencia a la putrefacción.

1.6.1.4. Tratamientos secundarios aerobios de cultivos fijos

Los procesos de tratamiento aerobios de cultivo fijo se utilizan, normalmente, para eliminar la materia orgánica que se encuentra en el agua residual.



También para hacer el proceso de nitrificación (conversión del nitrógeno amoniacal en nitrato). Los procesos de este tipo incluyen los filtros percoladores, los filtros de pre tratamiento o desbaste, los reactores biológicos rotativos de contacto (biodiscos) y los reactores de nitrificación de lecho fijo.

➤ **Filtros percoladores**

El filtro percolador consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual pasa el agua residual. El agua se rocía uniformemente sobre el relleno mediante un distribuidor rotativo de flujo. El medio filtrante puede estar formado por piedras (en ocasiones también escorias), o diferentes materiales plásticos de relleno. En caso de filtros percoladores con medio filtrante de piedra, el diámetro de las piedras suele oscilar entre 2,5 y 10 cm. La profundidad del lecho varía en cada diseño pero suele situarse entre 0,9 y 2,5 m. estos filtros suelen ser circulares. Los filtros percoladores que utilizan lechos de material plástico pueden tener diversas formas: circulares, cuadrados... con profundidades comprendidas entre 4 y 12 m. se suelen utilizar tres tipos de medios filtrantes plásticos:

- Relleno de flujo vertical.
- Relleno de flujo transversal.
- Otras distribuciones.

Algunas ventajas de los filtros sobre el proceso de fangos activados son:

- No es necesaria energía para la aireación (sí para el bombeo).
- Es de operación más sencilla.
- Recuperación rápida en los cambios bruscos de la DBO.
- Menos sensibles a la presencia de sustancias tóxicas.

➤ **Biodiscos**

Los biodiscos o biorreactores están formados por una serie de discos no muy separados, normalmente fabricados de poliestireno o cloruro de polivinilo con un diámetro de 3 a 4 m. estos discos se mantienen paralelos entre sí y unidos a un eje horizontal que pasa a través de sus centros. Los ejes tienen una longitud de aproximadamente 7 m y pueden alojar de esta manera un gran número de



discos. La superficie del disco está aproximadamente sumergida en un 40% y giran lentamente a una velocidad de 1-2 rpm. La rotación del disco induce a la transferencia de oxígeno y mantiene la biomasa en condiciones aerobias y también es el mecanismo de eliminación del exceso de sólidos en los discos por medio de los esfuerzos cortantes que origina y sirve para mantener en suspensión los sólidos arrastrados.

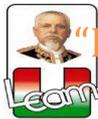
➤ **Tratamientos secundarios anaerobios**

Los sistemas anaerobios han sido clasificados en tres generaciones; la primera engloba aquéllos caracterizados por tener altos tiempos de retención hidráulica y con sistemas de distribución de agua residual no adaptados para lograr homogeneidad en su distribución. En los de segunda generación, los microorganismos son retenidos en el reactor por medio de un soporte (empaquete) para que se adhieran en forma de biopelícula, o bien, por medio de su sedimentación.

En estos sistemas se ha separado el tiempo de retención hidráulica del celular y se ha mejorado considerablemente el sistema de distribución de agua logrando con ello una mejor interacción entre el sustrato y el microorganismo. Además, el diseño de las instalaciones ha permitido su modulación y compactación.

Los resultados más importantes obtenidos durante el desarrollo tecnológico a través de las generaciones de reactores son la disminución del tiempo de retención hidráulica de días a horas, la creación de instalaciones compactas así como el incremento de las eficacias y eficiencias del tratamiento del agua residual. Dentro de los procesos de primera generación, las fosas sépticas y los tanques Imhoff han sido utilizados ampliamente debido a su bajo costo de inversión así como de operación y mantenimiento. Sin embargo, este tipo de sistemas poseen bajas eficiencias de remoción de contaminantes, únicamente se limitan a la remoción de sólidos suspendidos en un 60% y prácticamente no remueven materia orgánica soluble (30% DBO₅).

Una tecnología que sustituye y supera ampliamente al tanque Imhoff, considerando el mismo costo de inversión y operación es el reactor anaerobio



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

de lecho de lodos con flujo ascendente (UASB: Upflow Anaerobic Sludge Blanket) que será explicado con mayor detalle más adelante. Este reactor remueve un 70 a 80 % de la materia orgánica en suspensión y soluble. La utilización de fosas debería estar restringida a todas aquellas condiciones que imposibiliten la utilización de otro sistema de tratamiento. Las lagunas anaerobias presentan el mismo inconveniente de las aerobias, necesitan ocupar una superficie extensa de terreno.

El filtro anaerobio es un reactor que retiene la biomasa anaerobia en un empaque lo que le confiere mayor versatilidad en su operación, sin embargo el empaque provoca un costo adicional. El proceso de contacto anaerobio comprende un digester completamente mezclado y requiere un agitador y un sedimentador así como un equipo de bombeo de lodo, aspectos que impactan directamente el costo de inversión y operación además de depender fuertemente de las características de sedimentación del lodo formado en el tanque de contacto.

➤ **Fosa séptica y tanque Imhoff**

La fosa séptica puede considerarse como un digester convencional a escala reducida. Su uso se ha limitado a tratar las aguas de desecho de casas habitación, escuelas, etc.; generalmente, en zonas rurales en donde no existe el servicio de drenaje.

Por su parte, el tanque Imhoff es un sistema un poco más elaborado que el anterior, ya que crea dos compartimentos distintos: el de decantación y el de digestión. Esto impide en cierto modo que el biogás formado en la cámara de digestión altere las condiciones hidráulicas de la cámara de decantación, logrando de esta forma un incremento en la eficacia de operación. En ambos sistemas, el tratamiento del agua se limita a la sedimentación de una parte de los sólidos suspendidos y a su hidrólisis.



➤ **Lagunas anaerobias**

Este es otro proceso rústico empleado en aguas de desecho industriales evacuadas a temperatura mayor a la del ambiente y con cierto contenido de sólidos suspendidos sedimentables. Consiste en tanques profundos (hasta 10 m) en donde las condiciones anaerobias prevalecen, con la excepción de una pequeña zona en la superficie. Un punto particularmente problemático son los malos olores asociados con estos sistemas. Los tiempos de retención hidráulica reportados en la literatura son muy variables y, en general, mayores a 7 días.

➤ **Digestor anaerobio convencional**

Este sistema se ha aplicado principalmente para la estabilización de los lodos de desecho provenientes del proceso de lodos activados, aunque en la actualidad sus limitadas eficiencias han hecho que sea sustituido por la versión completamente mezclada (alta tasa). Consiste de un tanque cerrado sin agitación y sin calentamiento, en donde el desecho a tratar se estratifica en zonas definidas. La zona microbiana ocupa cerca del 30% del volumen total del tanque. Posee tiempos de retención hidráulica mayores a 30 días

➤ **Reactor de contacto anaerobio**

Consiste básicamente en un reactor completamente mezclado acoplado a un decantador que separa la biomasa para que sea recirculada al reactor. Es el equivalente anaerobio de los lodos activados. El punto problemático en este sistema lo constituye la adecuada separación de lodos anaerobios en el decantador, pues tienen tendencia a flotar, debido a las burbujas de biogás atrapadas en el interior del flóculo. Esto se llega a solucionar colocando un sistema de desgasificación entre el reactor y el decantador. Los tiempos de retención hidráulicos son del orden de 5 días y el tiempo de residencia celular varía entre 15 y 30 días. Este sistema se ha aplicado en el tratamiento de aguas residuales concentradas.



➤ **Filtro anaerobio**

Este sistema consiste en un reactor de flujo ascendente o descendente empacado con soportes plásticos o piedras de 3 a 5 cm de diámetro promedio. El coeficiente de vacío debe ser grande para evitar el taponamiento, lo que en algunos casos se traduce en un área específica inferior a $100 \text{ m}^2 / \text{m}^3$. Este sistema puede soportar cargas de hasta $20 \text{ kg DQO}/\text{m}^3 \text{ d}$.

1.6.1.5. Forma y tamaño del reactor U.A.S.B.

Según Van Haandel y Lettinga (1994), para aguas residuales domésticas la carga hidráulica y no así la carga orgánica es el parámetro más importante en la determinación del tamaño y forma del reactor UASB; En cuanto a la forma geométrica del reactor existen dos opciones: Rectangular y Circular. La forma circular tiene la ventaja de una estabilidad estructural mayor, pero la construcción del separador GSL es más complicada que en uno rectangular. En el caso de la forma rectangular la sección cuadrada es la más barata (Van Haandel, 1998).

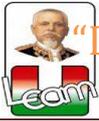
Van Haandel et. al. (1998) estudiaron la relación área superficial/ profundidad en reactores UASB a escala piloto encontrando que la variación en la eficiencia de remoción de la materia orgánica no es significativa (eficiencias de 80 % en promedio considerando el efluente decantado). Concluyendo que la relación de estas variables no tiene una influencia significativa en el desempeño del reactor y en la práctica deberá ser determinada por los costos de construcción y las características del terreno disponible.

1.6.1.6. Partes de un reactor U.A.S.B

Un Reactor anaerobio de flujo ascendente y manto de lodos consta de cuatro partes esenciales, de abajo para arriba:

El reactor propiamente dicho, donde proliferan los organismos anaerobios que transforman la materia orgánica en biogás y nuevos organismos.

Una zona de transición donde el movimiento del agua hacia arriba tiende a arrastrar a los organismos que no están aglutinados en flóculos o esferas y en la que se busca evitar que esas partículas salgan con el efluente tratado.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Una zona de separación del gas, sólidos de la fase líquida de forma de garantizar la retención y el retorno de lodo.

Colectores de agua tratada y de gas en la parte superior, en este proceso, el agua residual o lodo entran al digestor por el fondo y fluyen hacia arriba a través de una cama de lodos granulares relativamente densa y de un manto de partículas de lodo floculado. Dentro de estas zonas se efectúa la conversión de materia orgánica a metano y dióxido de carbono, principalmente. (Lemos Chernicharo, 1997)

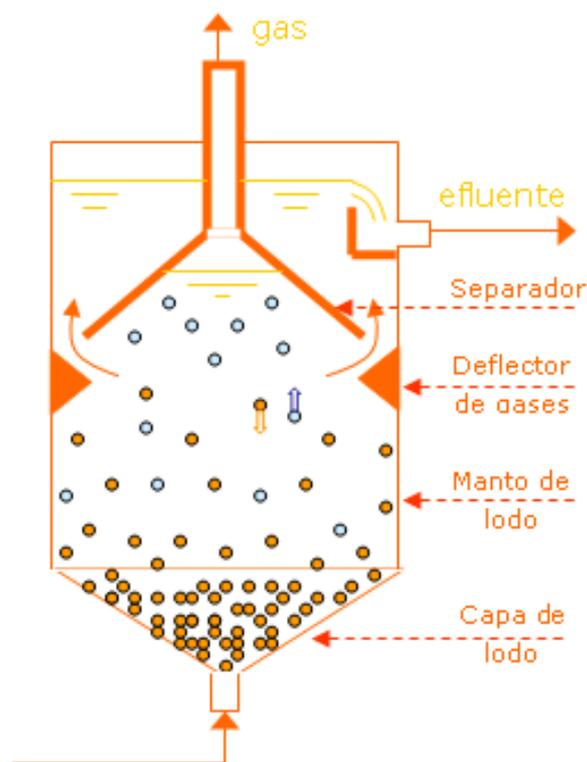


Figura 2. 1. Partes del reactor anaerobio de flujo ascendente UA SB



CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. MÉTODO

La metodología utilizada en la investigación realizada, se emplean tanto análisis cuantitativos para la determinación precisa de la composición química del agua residual, como análisis cualitativos para el conocimiento de las características físicas y biológicas. Los métodos cuantitativos pueden ser gravimétricos, volumétricos o físico químicos. Estos últimos se utilizan para determinar parámetros no relacionados con las propiedades másicas o volumétricas del agua.

Todo esto nos da la ventaja de obtener una información subjetiva y profunda. Se utiliza la observación para describir el contexto, de las variables en estudio, es decir que se busca una amplia comprensión de toda la situación.

2.2. Nivel o tipo de investigación

2.2.1. Analítico

El método analítico constituye el análisis, esto es la separación de un todo en sus partes o en sus elementos constitutivos. Se apoya en que para conocer un fenómeno es necesario descomponerlo en sus partes.

2.2.2. Sintético

El método sintético implica la síntesis (del griego synthesis, que significa reunión), esto es, unión de elementos para formar un todo, consiste en unir sistemáticamente los elementos heterogéneos de un fenómeno con el fin de reencontrar la individualidad de la cosa observada. La síntesis significa la actividad unificada de las partes dispersas de un fenómeno.

2.2.3. Observación

Por medio de este método vamos a conocer el problema y el objeto de investigación, estudiando su curso natural, sin alteración de las condiciones naturales.



2.3. TECNICAS

2.3.1. Entrevista

Se realizaran entrevistas a las personas encargadas de la administración del hospital Napoleón Dávila Córdova de la ciudad de Chone

2.3.2. Bibliográfica

Obtuvimos información del texto en el internet consultando en páginas web, las cuales nos presenta información de las estaciones depuradoras de agua residuales y a la vez de la contaminación que causa las diferentes industrias al no existir una depuradora.

2.4. DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO

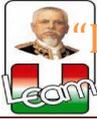
2.4.1. Identificación del sitio de muestra de las aguas residuales

El agua residual se obtuvo del Hospital Napoleón Dávila Córdova de la ciudad de Chone, el mismo que cuenta con alrededor de 200 camas y cerca de 15000 personas atendidas mensualmente. El sitio de toma de las muestras correspondió a la tubería de aguas residuales final que conducen al sistema de alcantarillado sanitario del cantón.

2.4.2. Toma de muestra en el sitio seleccionado

Debido a la variabilidad en la composición, caudal, concentración del líquido cloacal durante el día, se tomó 1 muestra compuesta (4 litros) entre las 9h00 am y las 16h00 pm, que constituye la franja horaria de mayor actividad del Hospital, a las 10h00 am, 12H00pm, 14h00pm, 16h00pm (volumen tomado en cada alícuota 1 litro previamente señalados en cada botellón), los muestreos se realizaron tres veces por mes por un período de tres meses con su correspondiente duplicado.

De igual manera para la realización de Bioensayos se tomó una muestra compuesta 1 día al mes por triplicado en volúmenes de 4 litros y su envío correspondiente en cadena de frío hacia el laboratorio de análisis de aguas y desechos líquidos industriales del Dr. Jhon Farfán Ubillus



"Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova"

Tabla 2. 1. Resultados de los análisis

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y DESECHOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES

DR. JOHN FARFÁN UBILLÚS

Químico – Master en Tecnología del Agua. Especializado en la U. Politécnica de Cataluña-España

Análisis y Tratamiento de Aguas de: industrias, potable, residuales, camaroneras, riego, piscinas, recreativas, etc. Asesoría y Consultoría

TELÉFONOS: 05-2696-193

MANABÍ - ECUADOR

PROYECTO: "DIAGNÓSTICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CANTÓN CHONE"

Solicitado Por: Martha Solanda Castro García y María Teresá Aleívar Campuzano

Fuente: Agua Residual del Hospital "Napoleón Dávila Córdova de la Ciudad de Chone

Parámetros	Valores encontrados												Unidad	
	03/01/2015	09/01/2015	28/01/2015	15/02/2015	28/02/2015	17/03/2015	18/03/2015	07/04/2015	14/04/2015					
Fecha														
Hora				Rango comprendido entre las 09H:00 a 16:00										
Temperatura	28,2	28,4	28,8	28,9	28,9	29	28,7	28,6	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	°C
Turbiedad	104	128	112	121	112	98	99	110	120	120	124	124	124	UTN
Conductividad Eléctrica	910	904	908	1005	987	987	1120	991	1128	1128	908	908	908	µS/cm
Sólidos Totales	549	552	550	587	571	571	601	580	608	608	553	553	553	mg/L.
Sólidos Totales Fijos	162	164	163	171	160	160	170	164	168	168	154	154	154	mg/L.
Sólidos Totales volátiles	381	381	380	385	389	389	391	371	380	380	370	370	370	mg/L.
Sólidos Suspendidos	142	139	127	139	128	128	147	131	145	145	135	135	135	mg/L.
Sólidos Suspendidos Fijos	17	14	16	21	18	18	25	15	29	29	13	13	13	mg/L.
Sólidos Suspendidos volátiles	120	121	118	159	109	109	158	120	140	140	120	120	120	mg/L.
Sólidos Disueltos Totales	421	411	409	412	407	407	419	411	428	428	405	405	405	mg/L.
Sólidos Disueltos Fijos	203	198	201	200	198	198	199	185	209	209	190	190	190	mg/L.
Sólidos Disueltos volátiles	217	210	205	211	204	204	211	218	218	218	201	201	201	mg/L.
pH	6,9	6,86	6,84	6,88	6,9	6,9	6,82	6,82	6,88	6,88	6,84	6,84	6,84	
Alcalinidad Total	275	270	268	291	259	259	261	258	277	277	258	258	258	mg/L.
Dureza Total	210	205	200	251	211	211	268	208	281	281	214	214	214	mg/L.
Calcio	51,2	44,08	38,2	52	29,4	29,4	69,3	42,1	67,2	67,2	42,7	42,7	42,7	mg/L.
Magnesio	27,8	25,954	27,4	31,2	35,8	35,8	35,1	26	38	38	26,1	26,1	26,1	mg/L.
Cloruros	142	134,9	142	177,5	200,22	200,22	214,42	181,76	224,36	224,36	142	142	142	mg/L.
Potasio	15,8	25,2	18,9	22,1	20,8	20,8	23,8	20,9	22,7	22,7	20,4	20,4	20,4	mg/L.



"Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova"

Sodio	2,1	2,3	2,1	2	2	2,8	2	2,2	2	2	mg/L.
Sulfatos	69	68	69	70	68	75	65	71	61	61	mg/L.
p-Ortofosfato Total	20,1	19,9	18,5	21,4	20	23,2	16,7	25,1	18,2	18,2	mg/L.
p-Ortofosfato Reactivo	5,1	4,1	3,9	3,9	4	4,8	3,5	3,9	3	3	mg/L.
N-Nitritos	0,2	0,151	0,19	0,21	0,19	0,28	0,15	0,33	0,21	0,21	mg/L.
N-Nitratos	6,5	4,7	5,8	4,2	4,9	5,2	4,2	5,2	4,1	4,1	mg/L.
N-Amónico	0,1	0,08	0,1	0,12	0,1	0,1	0,1	0,08	0,1	0,1	mg/L.
N-Orgánico	0,96	0,87	9	1,2	1	1,8	1	1	1	1	mg/L.
N-Total	6,2	5,6	6,9	6,1	6,2	7,4	5,5	5,4	5,5	5,5	mg/L.
Fluoruros	0,9	0,81	1,2	1,5	1,5	1,8	2	1,2	0,88	0,88	mg/L.
Demanda Química de Oxígeno	1602	1590	1608	1658	1610	1697	1587	1607	1549	1549	mg/L.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	790	727	801	824	815	850	800	796	725	725	mg/L.

Dr. John Farfán Obillus

Químico-Master en Tecnología el Agua



2.5. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

2.5.1. Motivación a la presente investigación

Primeramente nos motiva a presentar este proyecto, porque es un requisito para obtener el título como Ingenieros Civiles.

En Segundo lugar para poder entregar por medio de este trabajo los conocimientos adquiridos por nuestros catedrático, los cuales los recibimos en las aulas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por parte de los diferente docentes de la institución y por ultimo para ayudar a reducir el índice de contaminación diseñando un método para tratar las aguas residuales del hospital, ya que estas aguas tienen bastante influencia en la contaminación ambiental en el Cantón Chone

2.5.2. Inspección del hospital

Esta se realizó por medio de fotografías de los diferentes lugares del hospital donde se utiliza el agua potable y por ende hay más aguas residuales. La mayoría de los lugares son los baños para los pacientes, ya que el hospital pasa a diario con una cantidad alta de pacientes, tomando en cuenta a los pacientes internos.

2.5.3. Caudal de Aguas Residuales.

Para determinar el caudal de aguas residuales se acudió a los técnicos del hospital para que proporcionen la información requerida, según el encargado el hospital se consumen 16 m³ diarios, lo que refleja un caudal de 0.19 l/s. Considerando el código Ecuatoriano de la construcción se asume un 80% de aportación al drenaje lo que entonces sería un caudal de 0.15 l/s, es decir 12.96 m³/d que es el caudal de diseño del proyecto.

2.6. DISEÑO Y REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.6.1. Consideraciones generales

2.6.1.1. Finalidad del tratamiento

La finalidad del tratamiento consiste en obtener un agua depurada con una contaminación en un grado tal que permita su vertido sin perjuicio para la fauna



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

y la flora del medio receptor. Los criterios de depuración se determinarán, en cada caso, en función de las posibilidades de autodepuración del medio receptor y de la contaminación total de todos los vertidos.

El grado de contaminación límite de un río depende de su clasificación: río de fuerte contaminación, usado para vertido de aguas usadas con contenidos de oxígeno disuelto inferior a 4 mg/l; río de ciprínidos, con oxígeno entre 4 y 6 mg/l; río de salmónidos, con contenido de oxígeno superior a 7 mg/l. Si el agua depurada contiene impurezas orgánicas o minerales (nitrogenadas o fosfatadas) y orgánicas no biodegradables (detergentes o pesticidas), es preciso hacer un tratamiento terciario.

2.6.1.2. Análisis de Agua

El análisis de un agua sólo tiene sentido si la muestra es representativa del agua que se quiere analizar. Dado el carácter heterogéneo de los vertidos, tanto en su descomposición como en su caudal, se ha de escoger en principio un lugar donde exista una buena homogeneización, y si no es posible, se han de mezclar diferentes aguas para conseguir una muestra suficientemente representativa, recordando siempre que las muestras parciales han de ser proporcionales al caudal.

2.6.1.3. Tipos de tratamientos aplicados a aguas residuales

Para el diseño de una planta depuradora existen tres factores principales a tener en cuenta:

- La contaminación de origen que determina los procesos de tratamiento que se han de aplicar.
- El grado de reducción de la contaminación que depende de la calidad del efluente que se desea.
- Disponibilidad económica, financiación y amortización.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

2.6.1.4. Tipos de E.D.A.R.

Se distinguen dos tipos de E.D.A.R. principales: las urbanas y las industriales. Las E.D.A.R. urbanas reciben aguas residuales mayoritariamente de una aglomeración humana. Mientras que las industriales reciben las aguas residuales de una o varias industrias.

2.6.1.5. Porqué necesitamos una E.D.A.R.

Cuando un vertido de agua residual sin tratar llega a un cauce produce varios efectos sobre él:

- Tapiza la vegetación de las riberas con residuos sólidos gruesos que lleva el agua residual, tales como plásticos, utensilios, restos de alimentos, etc.
- Acumulación de sólidos en suspensión sedimentables en fondo y orillas del cauce, tales como arenas y materia orgánica.
- Consumo del oxígeno disuelto que tiene el cauce por descomposición de la materia orgánica y compuestos amoniacales del agua residual.
- Formación de malos olores por agotamiento del oxígeno disuelto del cauce que no es capaz de recuperarse.
- Entrada en el cauce de grandes cantidades de microorganismos entre los que pueden haber elevado número de patógenos.
- Contaminación por compuestos químicos tóxicos o inhibidores de otros seres vivos (dependiendo de los vertidos industriales)
- Aumenta la eutrofización al portar grandes cantidades de fósforo y nitrógeno.

2.6.1.6. Tratamientos Convencionales.

Se emplean en núcleos de población importantes y que producen un efecto notable sobre el receptor. Utiliza tecnologías que consumen energía eléctrica de forma considerable y precisan mano de obra especializada.

2.6.1.7. Tratamientos para pequeñas poblaciones

Se emplean en núcleos de población pequeños, edificaciones aisladas de redes de saneamiento. Su principal premisa es la de tener unos costos de



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

mantenimiento bajos y precisar de mano de obra no cualificada. Su grado de tecnificación es muy bajo necesitando poca o nula energía eléctrica.

2.6.1.8. Medida de los caudales

La medida de los caudales es de vital importancia en las plantas depuradoras tanto para asegurar un funcionamiento óptimo de éstas y evitar averías, como para su dimensionado para poder establecer las relaciones necesarias. La medida del caudal se realiza después de pre tratamiento.

2.7. ARTICULO UTILIZADOS

DE LA CONSERVACION Y CONTAMINACION DE LAS AGUAS

DE LA CONSERVACION

Art. 20.- A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, prevendrá, en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes.

Las concesiones y planes de manejo de las fuentes y cuencas hídricas deben contemplar los aspectos culturales relacionados a ellas, de las poblaciones indígenas y locales.

Art. 21.- El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

DE LA CONTAMINACION

Art. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

DE LA ADQUISICION DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Art. 23.- Las concesiones de un derecho de aprovechamiento de aguas son:

- a) "Ocasionales", sobre recursos sobrantes;
- b) "De plazo determinado", para riego, industrias y demás labores productivas; y,
- c) "De plazo indeterminado", para uso doméstico.

Art. 24.- La autorización de utilización de aguas estará subordinada al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que no interfiera otros usos;
- b) Que las aguas, en calidad y cantidad sean suficientes; y,
- c) Que los estudios y obras necesarios para su utilización hayan sido aprobados previamente por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 25.- Cuando las aguas disponibles sean insuficientes para satisfacer múltiples requerimientos, se dará preferencia a los que sirvan mejor al interés económico - social del País.

Art. 26.- Podrá otorgarse en una misma concesión dos o más derechos de aprovechamiento de aguas para utilización múltiple.

Art. 27.- En la autorización de un derecho de aprovechamiento de aguas se determinará los fines y lugares a que deben destinarse.

Art. 28.- Para cumplir con el objetivo de esta Ley, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, registrará obligatoriamente las concesiones de los derechos de aprovechamiento de aguas.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

Art. 29.- Cuando deban construirse obras para la conservación y mejoramiento de las servidumbres de acueducto y conexas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos puede disponer la suspensión temporal del uso de las aguas.

Art. 30.- En las concesiones de derechos de aprovechamiento de agua que se relacionen con la navegabilidad y flotación, se contará con la Armada Nacional; y, si afectaren a la seguridad nacional, se requerirá además del informe favorable del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

Art. 31.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos podrá cancelar, suspender o modificar una concesión de aguas, cuando el usuario no la aproveche en forma eficiente, o la utilice de modo distinto o con finalidad diversa a la señalada en la concesión. En ningún caso se reconocerá el pago de indemnizaciones por obras realizadas.

Art. 32.- Los derechos de aprovechamiento de agua caducan al terminar el objeto para el que se concedieron, al finalizar el plazo de la autorización o por manifiesta disminución del recurso que haga imposible el uso del agua.

Art. 33.- Indemnizaciones.- Los campesinos y agricultores que resulten perjudicados por afectaciones a sus derechos de aprovechamiento de aguas, en beneficio de sectores urbanos, serán indemnizados por las entidades beneficiarias no solamente por la privación del uso del agua, sino también por las inversiones realizadas para aprovechar tales derechos, incluyendo el daño emergente y el lucro cesante.

Art. 34.- Uso de aguas por varios concesionarios.- En una misma concesión podrán otorgarse dos o más derechos de aprovechamiento de aguas de utilización distinta, sean consuntivos o no consuntivos. Los concesionarios no podrán unilateralmente usar el agua afectando los derechos de otros concesionarios.



DE LOS USOS DE AGUAS Y PRELACION

Art. 35.- Los aprovechamientos de agua están supeditados a la existencia del recurso, a las necesidades de las poblaciones, del fundo o industria y a las prioridades señaladas en esta Ley.

Art. 36.- Las concesiones del derecho de aprovechamiento de agua se efectuarán de acuerdo al siguiente orden de preferencia:

- a) Para el abastecimiento de poblaciones, para necesidades domésticas y abrevadero de animales;
- b) Para agricultura y ganadería;
- c) Para usos energéticos, industriales y mineros; y,
- d) Para otros usos.

En casos de emergencia social y mientras dure ésta, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos podrá variar el orden antes mencionado, con excepción del señalado en el literal a).

Art. 37.- Todo cambio de bocatoma o traslado de derechos de agua en cauces naturales o artificiales, sólo podrán efectuarse con la autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos. Se precisará también de esta autorización para la construcción de embalses.

Art. 38.- Si varios usuarios llevan sus aguas por un acueducto común, cada uno de ellos puede desviar en el lugar más conveniente las que le corresponden, siempre que no se haga más onerosa la servidumbre para los respectivos predios sirvientes, que no se perjudique el derecho de los demás usuarios, y que se indemnicen los perjuicios que la desviación ocasione.

A petición de parte interesada, los usuarios están obligados a poner un medidor en el punto en que desvían las aguas para su predio, a fin de que pase solamente la cantidad de agua a que tiene derecho y pueda continuar el sobrante por el cauce común.

Las reclamaciones se tramitarán según lo establecido en esta Ley.



DE LOS ESTUDIOS Y OBRAS

Art. 58.- Las obras que permitan ejercitar un derecho de aprovechamiento de aguas se sujetarán a las especificaciones técnicas y generales, estudios y proyectos aprobados por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos; su incumplimiento, será sancionado con la suspensión, retiro, modificación, reestructuración o acondicionamiento de las obras o instalaciones.

Art. 59.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos dispondrá el cerramiento de pozos o galerías cuando interfieran el flujo subterráneo que alimenta a otros de más antiguo funcionamiento.

Art. 60.- Todo el que se halla incurrido en los casos comprendidos en los artículos precedentes, deberá cumplir lo dispuesto por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, dentro del plazo que éste fije y, de no hacerlo, el Consejo lo hará por cuenta y cargo exclusivos de aquél. El obligado será responsable de los daños y perjuicios que ocasione.

Art. 61.- A los usuarios de aguas que, dentro del plazo que se les señale, no construyan las obras o no efectúen las instalaciones que haya ordenado el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, se les suspenderá la concesión hasta que sean ejecutadas.

Art. 62.- Ningún propietario de tierras podrá oponerse a que en las márgenes de los ríos y demás álveos naturales se realicen obras de defensa para proteger de la acción de las aguas a otros predios o bienes.

2.8. LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.8.1. Localización Geográfica

País: Ecuador

Región: Costa

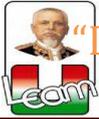
Provincia: Manabí

Cantón: Chone

Parroquia: Chone

Ciudadela: Carlos Alberto Aray

Calles: Manuel de Jesús Álvarez y las Dolores



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

2.8.2. Macro localización

Está ubicado en el Ecuador, en la región costa. Provincia de Manabí.

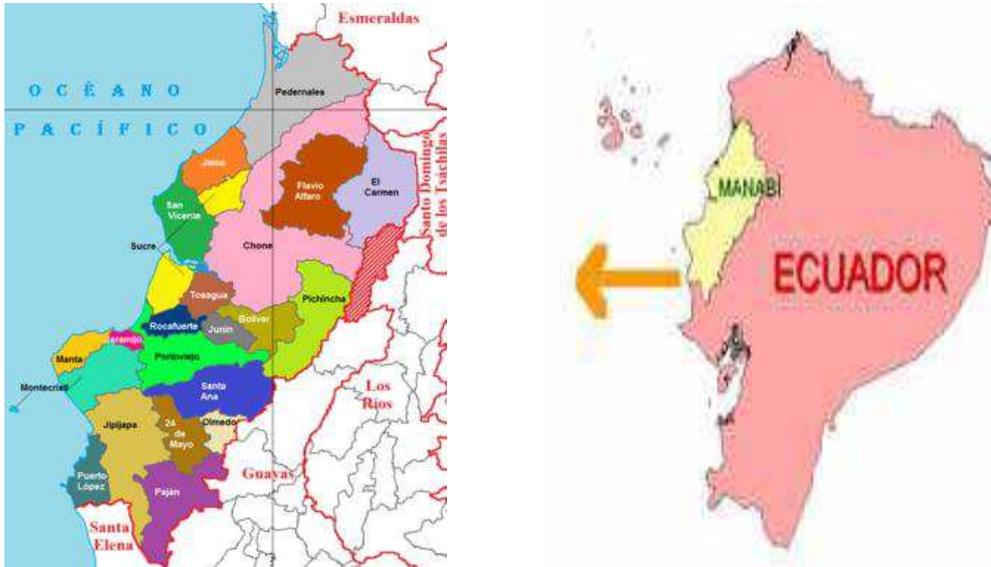


Figura 2. 2. Localización de la Provincia de Manabí en Ecuador

2.8.3. Localización de la Ciudad de Chone

La Ciudad de Chone está ubicada en la zona norte de Manabí geográficamente entre las siguientes coordenadas: latitud - 0.7 Longitud -80.1

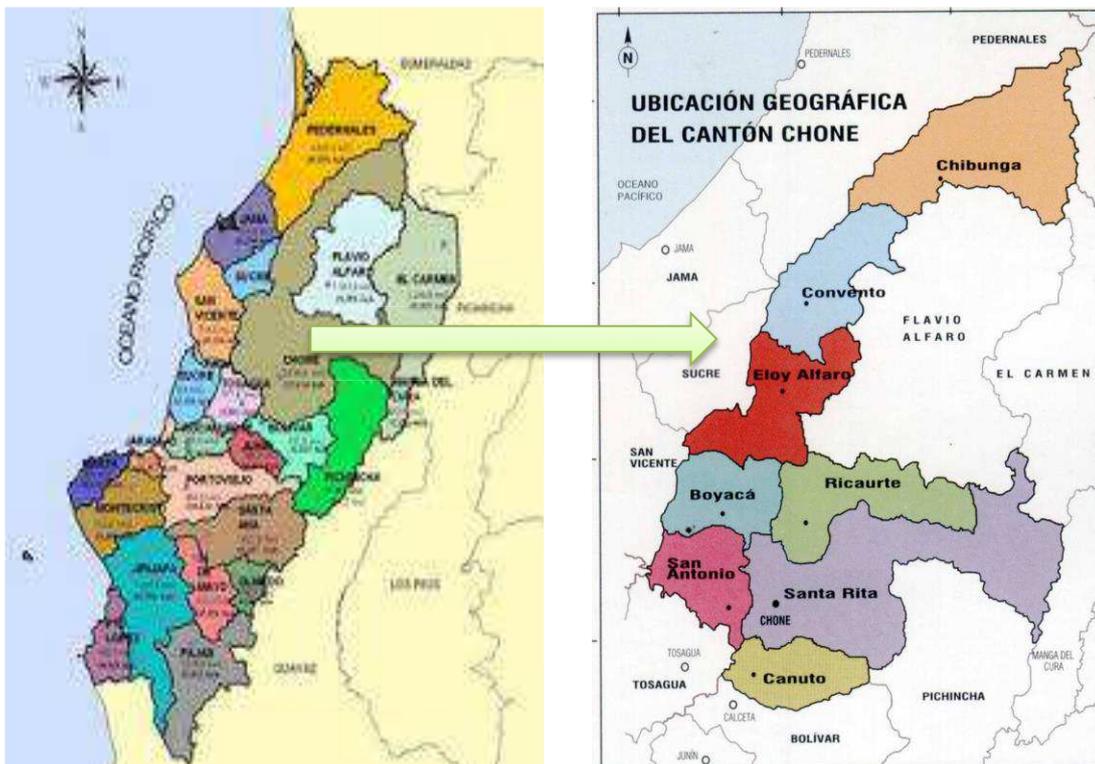


Figura 2. 3. Localización geográfica del Cantón Chone



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

2.8.4. Ubicación geográfica del proyecto

El hospital Napoleón Dávila Córdoba de la Ciudad de Chone se encuentra en la ciudadela Carlos Alberto Aray, en la Avenida Amazonas, entre las calles Manuel de Jesús Álvarez y las Dolores, de la ciudad Chone, provincia de Manabí, país Ecuador, en las coordenadas: Latitud $00^{\circ} 42' 18''$ S. longitud $80^{\circ} 06' 00''$ W, como lo muestra la figura 2.4.

Es una red del Ministerio de Salud Pública, por ser una institución de referencia para la zona norte de Manabí, presta también sus servicios a los cantones: Bolívar, Tosagua, Flavio Alfaro, Junín, El Carmen. El Cantón Chone, cuenta aproximadamente con 126491 habitantes y tiene una extensión territorial, de 3570 kilómetros cuadrados.

El área de influencia del hospital corresponde a los cantones de la zona norte de Manabí, que tienen un área de 7072 Kilómetros cuadrados, con una población aproximada de 324281 habitantes.

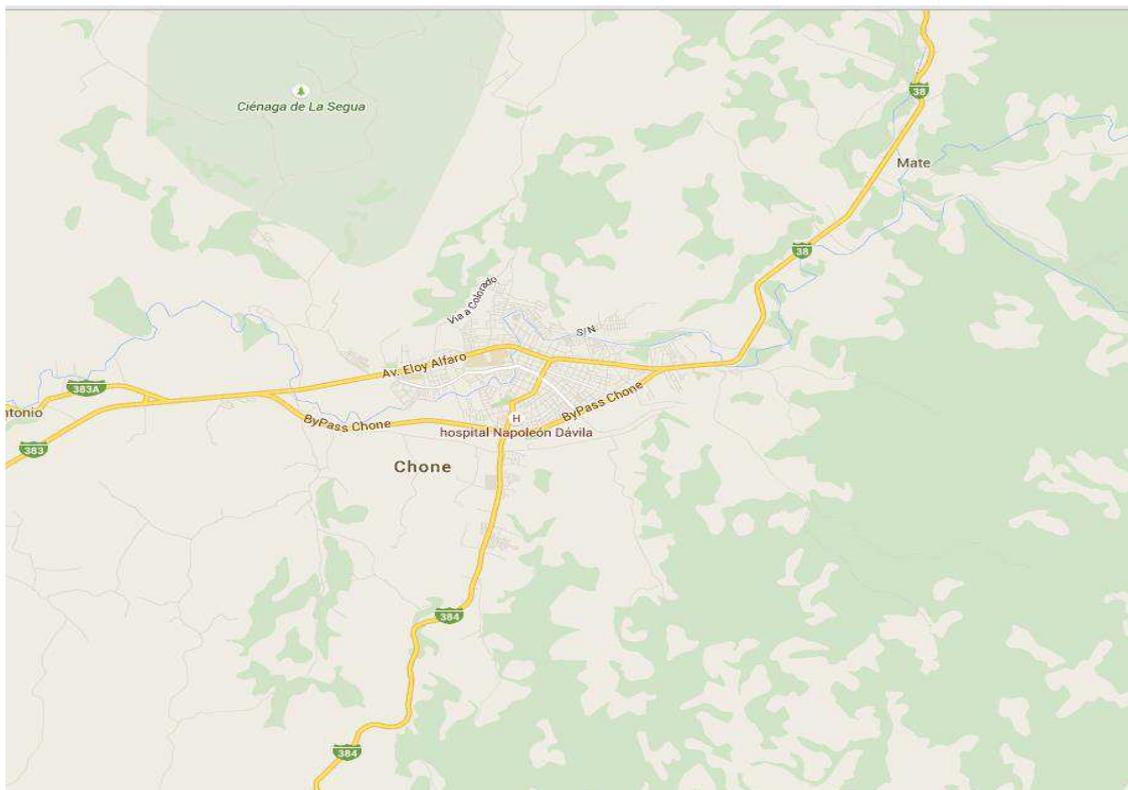
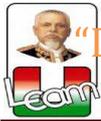


Figura 2. 4. Ubicación del Hospital Napoleón Dávila Córdoba de Chone



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

Para determinar el área se utilizaron herramientas de fotografía satelital y software de medición. Como se muestra figura 2.5.; 2.6.



Figura 2. 5. Área que comprende el Hospital Napoleón Dávila Córdova



Figura 2. 6. Área del Hospital



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

De igual manera se determinó el área que ocupara la EDAR, la misma que estará ubicada en la parte Sur del complejo hospitalario.

El área ocupada por la EDAR es de 789.12 m², en el que estará conformado principalmente por el reactor UASB. Como se muestra en la figura 2.7.

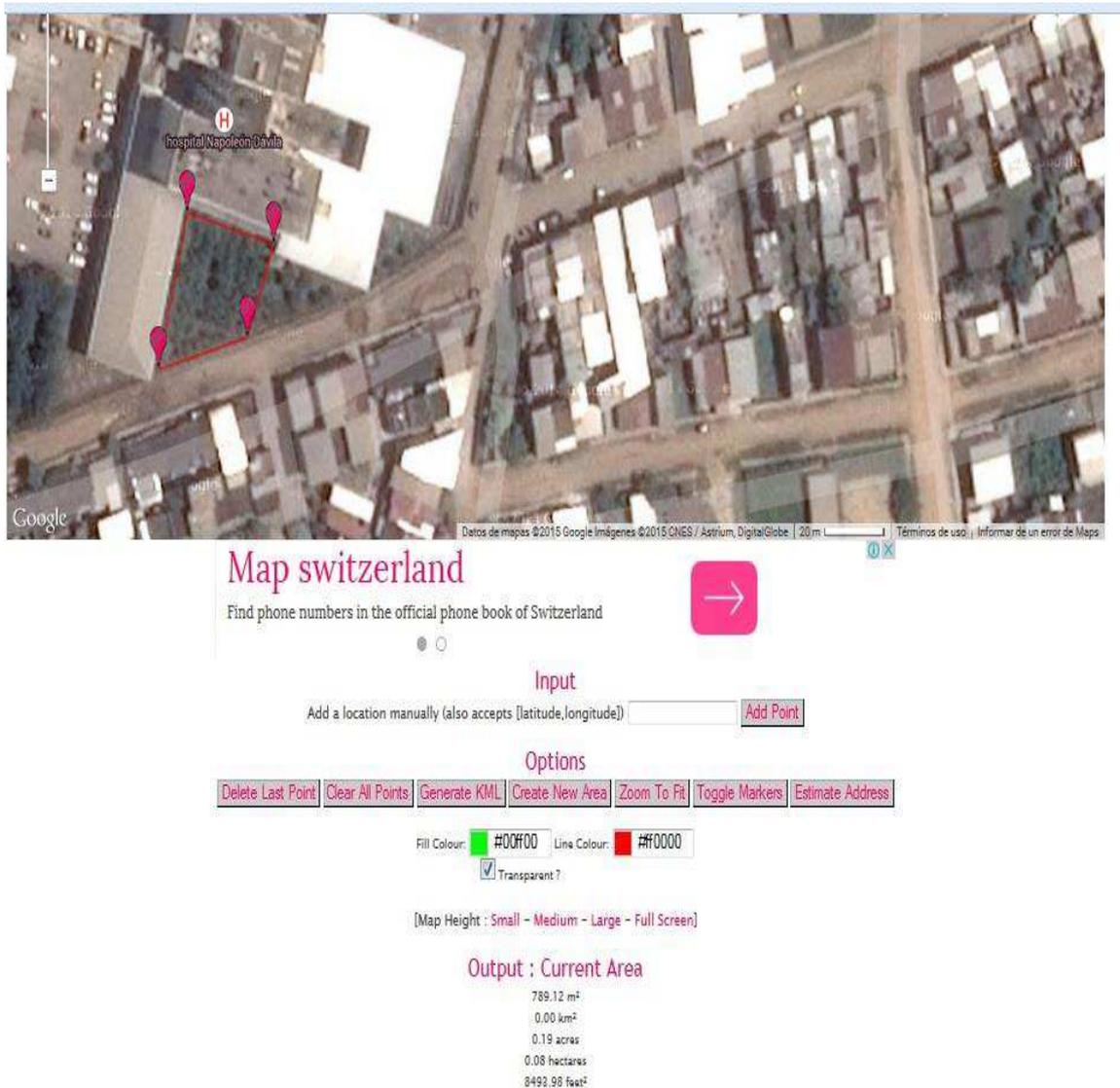


Figura 2. 7. Área en donde se va a localizar el EDAR



2.9. Visita y recolección de información del Hospital N. D. C. CH.

Con la visita realizada al hospital, pudimos averiguar que en el hospital no existe ningún tratamiento para las aguas residuales, lo cual es perjudicial para el ambiente y para la salud de las personas.

Una vez que se supo el estado en el que se encuentran las cosas en el hospital, solicitamos se nos permita visitar el hospital para poder obtener más información y poder realizar nuestro proyecto.

2.10. Descripciones del Hospital Napoleón Dávila Córdova

El Hospital Napoleón Dávila Córdova, se encuentra ubicado en la Ciudad de Chone, provincia de Manabí, país Ecuador, en la avenida Amazonas y la calle Manuel de Jesús Álvarez, en la ciudadela Carlos Alberto Aray, es una red del Ministerio de Salud Pública.

Al inicio de esta investigación establecemos la ubicación del hospital, y donde se establece el reconocimiento de las áreas en las cuales se va a trabajar para el desarrollo de la investigación, vamos a considerar las áreas donde más se utiliza el agua y por ende van a producir más aguas residuales las cuales son:

- Baños
- Laboratorios
- Lavanderías
- Sala de cirugías
- Consultorios odontológicos
- Emergencias
- Comedor

En el hospital a diario hay asistencia de personas que se acercan a la atención en las diferentes áreas, en las mañanas en lo que es consulta externa y laboratorios es cuando más asistencia existe, es por esto que hay una mayor demanda de aguas residuales.



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

2.10.1. Baños

Aquí en esta parte del hospital es la más transcurrida ya que los pacientes constantemente dan uso para sus necesidades, y más a primera hora que es cuando tienen citas médicas o llegan a curaciones y en las diferentes habitaciones del hospital donde hay una gran cantidad de pacientes internados.



Figura 2. 8. Baños del Hospital Napoleón Dávila Córdova

2.10.2. Laboratorios

En esta área todos los días en las mañanas es muy transcurrida, pero trabajan todo el día, y es una de las áreas que más aporta a las aguas residuales por ende es el que más contaminación causa por todos los químicos y por los tipos de residuos que desechan (heces, orina, sangre y reactivos).



Figura 2. 9. Laboratorio Hospital Napoleón Dávila Córdova



2.10.3. Lavanderías

Esta área igual que todas aporta gran cantidad de agua contaminada, en esta área las aguas vienen con cantidades altas de detergentes, jabón, desinfectantes.



Figura 2. 10. Lavandería del Hospital Napoleón Dávila Córdova

2.10.4. Sala de cirugías

Por ser uno de los lugares en los cuales se realiza las diferentes cirugías, es de aquí donde se obtiene mayor cantidad de residuos de sangre y diferentes sustancias las cuales utilizan al momento de realizar estas prácticas.



Figura 2. 11. Sala de cirugía del Hospital Napoleón Dávila Córdova



2.10.5. Consultorio odontológico

En esta área normalmente se utiliza en cada consulta una cantidad de agua para las diferentes limpiezas curaciones ya que es la forma de limpiar los residuos que quedan después de cada limpieza. Y los residuos llevan grandes cantidades de microorganismos que contribuyen a la contaminación.



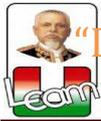
Figura 2. 12. Consultorio odontológico del Hospital Napoleón Dávila Córdova

2.10.6. Emergencias

En esta sala a diario llegan personas con diferentes problemas las cuales son atendidas como emergencia. Y allí también se encuentran diferentes tipos de contaminantes los cuales por medio de las aguas residuales afectan a todo el ambiente.



Figura 2. 13. Sala de emergencias del Hospital Napoleón Dávila Córdova



2.10.7. Comedor

En esta área se preparan los alimentos y es donde los residuos son menos fuertes que en las demás áreas. Ya que son residuos de alimentos.



Figura 2. 14. Comedor del Hospital Napoleón Dávila Córdova

2.11. Población y Muestra

2.11.1. Población

Se considera como base poblacional de 1500 personas las cuales acuden al hospital a diario.

2.11.2. Muestra

La fórmula de muestra se aplicara únicamente a los ingenieros civiles con residencia en Manabí.

$$n = \frac{N}{e^2(N - 1) + 1}$$
$$n = \frac{1500}{(0.05)^2(1500 - 1) + 1}$$
$$n = \frac{1500}{0.0025 (1499) + 1}$$
$$n = \frac{1500}{3.7475 + 1}$$
$$n = \frac{1500}{4.7475}$$
$$n = 315.95$$

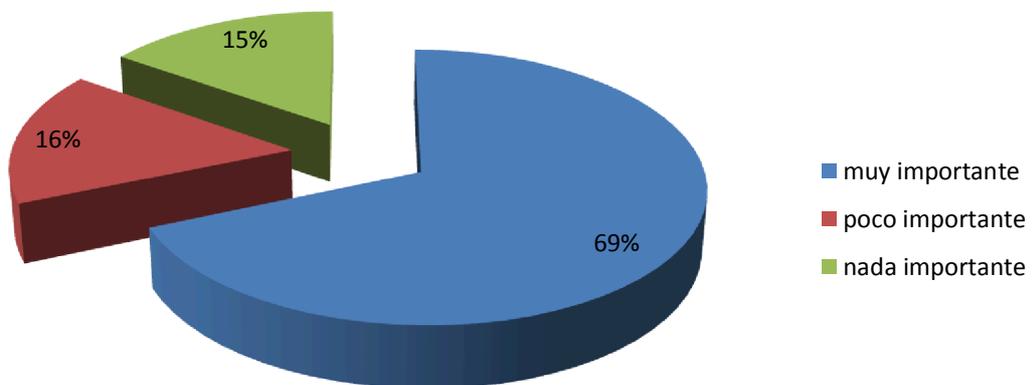


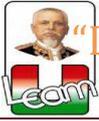
“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

1) Piensa usted que es importante que las aguas residuales deberían de ser tratadas.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Muy importante	216	69%
Poco importante	51	16%
Nada importante	48	15%

1) Piensa usted que es importante que las aguas residuales deberían de ser tratadas.



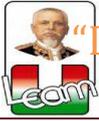


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Análisis e Interpretación:

En la encuesta que se realizó a las personas del hospital es decir a los pacientes y personas que llegaban de visita, obtuvimos el siguiente resultado el 69% considera que es muy importante, el 16% poco importante mientras que el 15% dice que es nada importante.

Los resultados obtenidos nos demuestran que las aguas residuales deberían de tener un tratamiento para la mejora de la ciudad y el bienestar de todos sus habitantes.

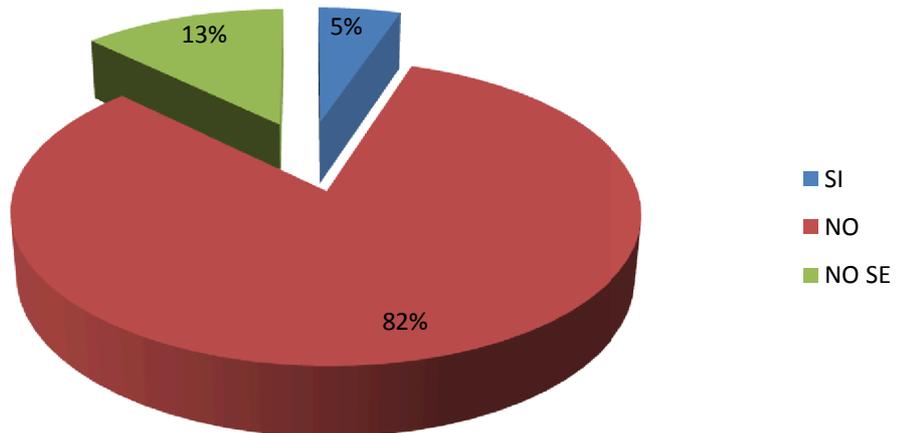


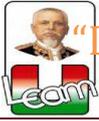
“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

2) Conoce usted si le dan algún tipo de tratamiento a las aguas residuales del hospital Napoleón Dávila Córdoba.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	17	5%
No	273	82%
No se	42	13%

2) Conoce usted si le dan algún tipo de tratamiento a las aguas residuales del hospital Napoleón Dávila Córdoba.





“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta que se realizó a las personas del hospital es decir a los pacientes y personas que llegaban de visita, obtuvimos el siguiente resultado el 5% dijo que SI le dan tratamiento a las aguas del hospital, el 82% que NO mientras que el 13% dice que NO SABE.

Como resultado obtenemos que las personas están concientes que las aguas residuales no tienen ningún tratamiento, y que esto es malo para todos.

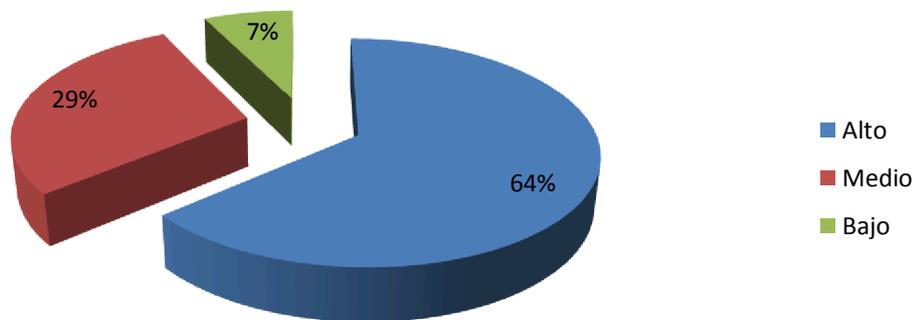


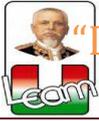
“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

3) Como caracteriza el nivel de contaminación del medio ambiente por causa de las aguas residuales.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Alto	201	64%
Medio	91	29%
Bajo	23	7%

3) Como caracteriza el nivel de contaminación del medio ambiente por causa de las aguas residuales.



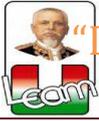


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta que se realizó a las personas del hospital es decir a los pacientes y personas que llegaban de visita, obtuvimos el siguiente resultado el 64% dijo que la contaminación es ALTA a causa de las aguas residuales del hospital, el 29% que es media mientras que el 7% dice que es baja.

Como resultado obtenemos que la mayor cantidad de personas encuestadas están concientes que la contaminación es alta a causa de las aguas residuales.

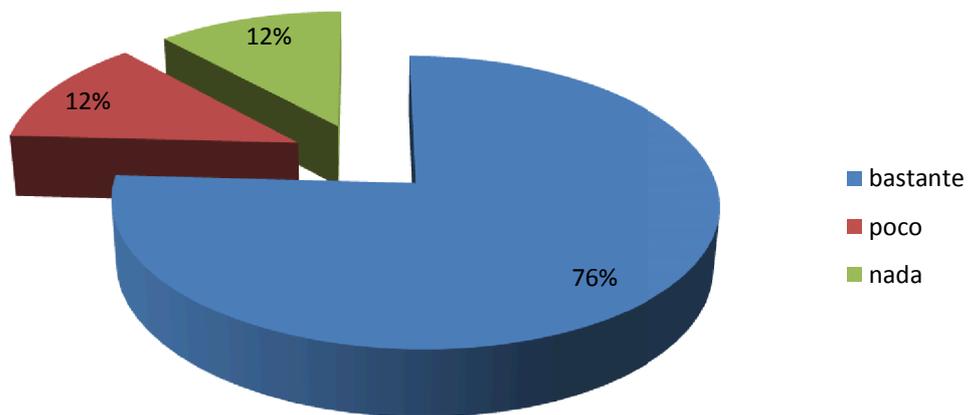


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

- 4) Considera que el Hospital Napoleón Dávila Córdova está aportando a la contaminación ambiental de la Ciudad.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
bastante	239	76%
poco	39	12%
Nada	37	12%

4) Considera que el Hospital Napoleón Dávila Córdova está aportando a la contaminación ambiental de la Ciudad.



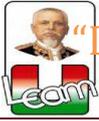


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta que se realizó a las personas del hospital es decir a los pacientes y personas que llegaban de visita, obtuvimos el siguiente resultado el 76% el aporte que el hospital da a la contaminación es bastante a causa de las aguas residuales, el 12% que es poco, que el 12% dice que es baja.

Como resultado obtenemos que la mayor cantidad de personas encuestadas considera que el hospital aporta en una gran cantidad a la contaminación ambiental.

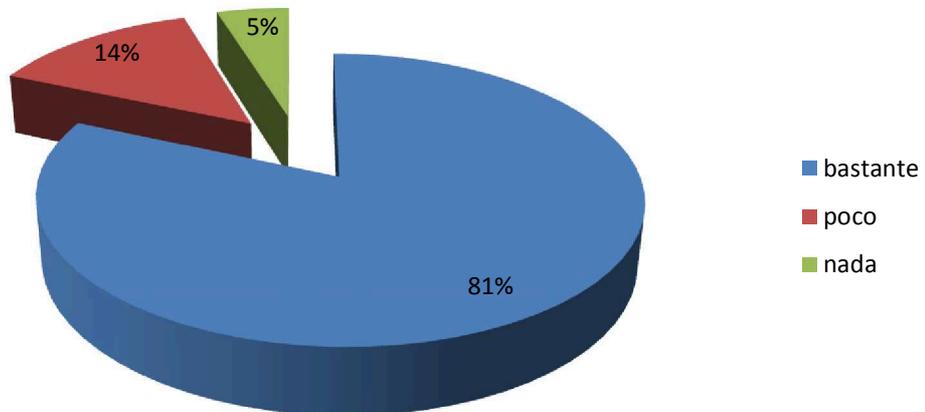


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

- 5) Cree que al no tratar las aguas del Hospital Napoleón Dávila Córdova afectan a la salud de los habitantes de la ciudad.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bastante	257	81%
Poco	43	14%
Nada	15	5%

5) Cree que al no tratar las aguas del Hospital Napoleón Dávila Córdova afectan a la salud de los habitantes de la ciudad.





“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta que se realizó a las personas del hospital es decir a los pacientes y personas que llegaban de visita, obtuvimos el siguiente resultado el 81% piensa que el no tratar las aguas residuales afecta bastante a la salud de las personas, 14% piensa que poco y el 5 % que nada.

Como resultado obtenemos que la mayor cantidad de encuestados piensan que el no tener un tratamiento en las aguas residuales afecta en la salud.

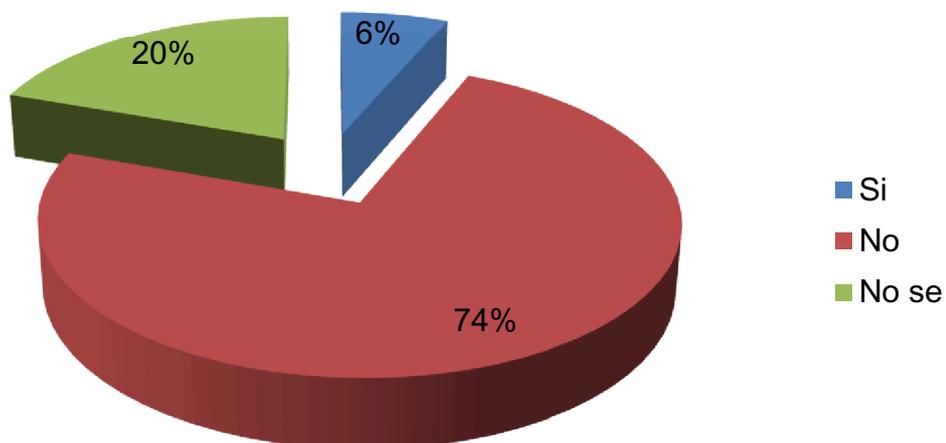


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

6) Conoce usted si las aguas residuales del hospital van directamente al río.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	15	6%
No	174	74%
No se	46	20%

6) Conoce usted si las aguas residuales del hospital van directamente al río.





“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta que se realizó a las personas del hospital es decir a los pacientes y personas que llegaban de visita, obtuvimos el siguiente resultado el 74% no conocen a donde se dirigen las aguas residuales del hospital, 20% no sabe y el 6 % que si saben.

Como resultado obtenemos que la mayor cantidad de encuestados no saben que las aguas residuales van directamente al río y eso nos causa daños.

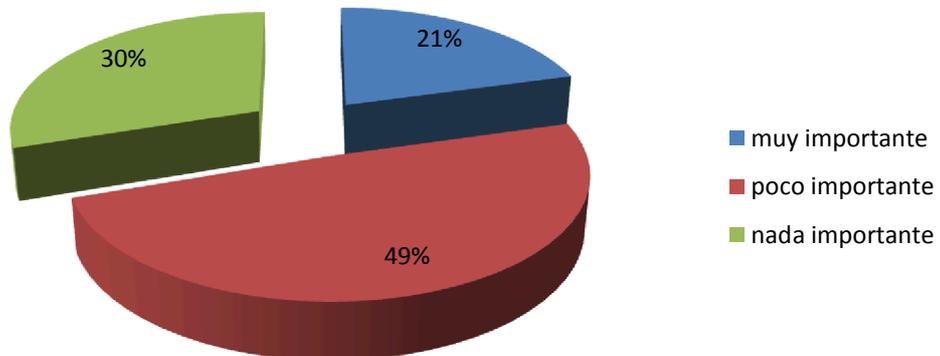


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

7) Considera importante que se coloque una Estación Depuradora de Aguas Residuales en el Hospital.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Muy importante	65	21%
Poco importante	155	49%
Nada importante	95	30%

7) Considera importante que se coloque una Estación Depuradora de Aguas Residuales en el Hospital.





“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta que se realizó a las personas del hospital es decir a los pacientes y personas que llegaban de visita, obtuvimos el siguiente resultado el 49% piensa que es de poca importancia colocar una depuradora, el 30% consideran nada importante, y el 21% que es muy importante.

Como resultado obtenemos que la mayor cantidad de personas piensan que que es poco importante la construcción de una depuradora, porque no saben los beneficios que esta presenta.

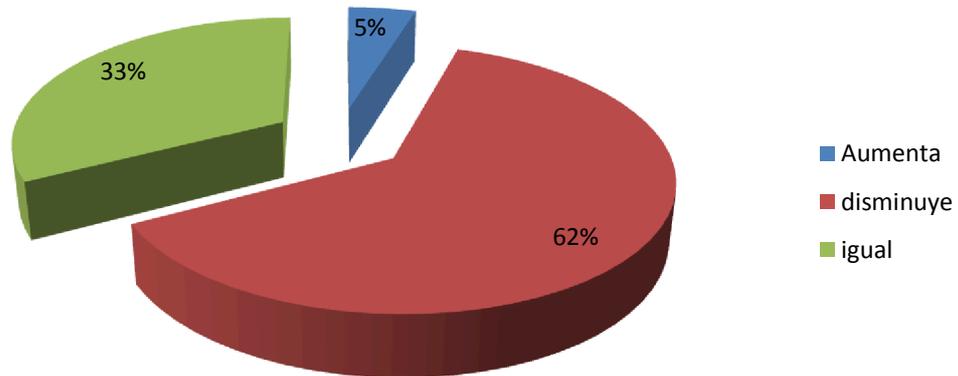


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

8) Cómo calificaría el nivel de contaminación ambiental si se creara la Estación Depuradora de Aguas Residuales.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Aumenta	15	5%
disminuye	197	62%
igual	103	33%

8) Cómo calificaría el nivel de contaminación ambiental si se creara la Estación Depuradora de Aguas Residuales.



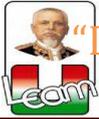


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta que se realizó a las personas del hospital es decir a los pacientes y personas que llegaban de visita, obtuvimos el siguiente resultado el 62% piensa que la contaminación va a disminuir si se creara la depuradora de aguas residuales, el 33% que sería igual, y el 5% que aumentaría.

Como resultado obtenemos que la mayor cantidad de personas piensan que disminuiría la contaminación al crear la depuradora en el hospital.

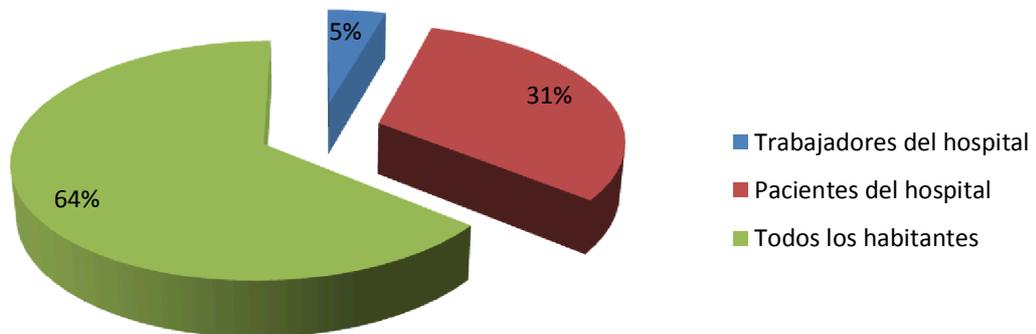


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

9) A quienes beneficiara la Estación Depuradora de Aguas Residuales.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Trabajadores del hospital	14	5%
Pacientes del hospital	99	31%
Todos los habitantes	202	64%

9) A quienes beneficiara la Estación Depuradora de Aguas Residuales.





“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Análisis e Interpretación:

En esta pregunta que se realizó a las personas del hospital es decir a los pacientes y personas que llegaban de visita, obtuvimos el siguiente resultado el 64% opinan que la estación es un beneficio para todos los habitantes, el 31% que solo los pacientes, y el 5% que a los trabajadores del hospitales.

Como resultado obtenemos la mayor cantidad de los encuestados opinan y saben que la estación depuradora de aguas residuales beneficiara a todos los habitantes de la ciudad.



CÁPITULO III

3. DISEÑO DE PROPUESTA

La propuesta para el tratamiento de las aguas residuales del hospital “Napoleón Dávila Córdova” es la implementación de un reactor UASB, que permita depurar el agua de la alta carga orgánica que esta posee, para luego ser vertida al sistema de alcantarillado sanitario y así reducir la carga contaminante que esta aporta a dicho sistema.

3.1. Consideraciones de diseño del reactor UASB

El diseño se basa en el método de Lettinga, que es el método más utilizado a nivel mundial. Según Lettinga existen tres variables para el dimensionamiento de un reactor los cuales son: la carga orgánica, velocidad superficial y la altura del reactor.

3.2. Volumen del reactor

El volumen del reactor para aguas residuales depende de diversos factores:

- Carga de DQO total máxima
- Carga superficial admisible
- Temperatura mínima
- Concentración y características del agua residual
- Carga volumétrica permisible
- Eficiencia requerida y nivel requerido para la estabilización de lodo.

3.3. Tiempo de retención hidráulica (TRH)

El tiempo de retención hidráulica está directamente relacionado con la velocidad del proceso de digestión, que a su vez depende del tamaño del reactor. Lettinga y Hulshoff proponen los siguientes parámetros de TRH.

Tabla 3. 1. Tiempo de retención hidráulico

Temperatura °C	TRH en horas	
	Media	Mínimo
16-19	>10-14	>7-9
20-26	>6-9	>4-6
>26	>6	>4



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Con este valor podemos determinar el volumen del reactor que será igual a:

$$V_r = Q_{med} * TRH$$

Para el cálculo de la altura del reactor debemos considerar otros parámetros.

- 1) Carga orgánica volumétrica

$$COV = \frac{Q_{med} * S}{V_r}$$

Dónde:

S= Concentración de DQO del afluente.

- 2) Se debe establecer la velocidad superficial según la tabla de Lettinga y Hulshoff.

Tabla 3. 2. Velocidad superficial

Caudal	Velocidad (m/hora)
Medio	0.5-0.7
Máximo	0.9-1.1
Picos	<1.5

$$H = TRH * V_e$$

- 3) Área superficial del reactor

$$A_c = \frac{V_r}{H}$$

Determinando también los lados del reactor que al ser preferiblemente de forma cuadrada, se determinará con la siguiente fórmula.

$$L = \sqrt{A_c}$$



3.4. Verificación de cargas aplicadas

La carga orgánica volumétrica (COV) debe ser inferior a 15 kgDQO/m³ pero para el caso de aguas residuales hospitalarias COV no es un factor limitante debido a que siempre es inferior a 4.

Además Lettinga demostró que la carga hidráulica volumétrica no debe pasar de 5m³/m³*día.

$$CHV = \frac{Q_{med}}{V_r}$$

3.5. Verificación de las velocidades

La velocidad superficial media no debe ser mayor a 0.5-0.7 m/hora y la velocidad máxima deber ser menor a 1.5 m/hora, siendo tolerados picos de hasta 2m/horas.

3.6. Tubos difusores de afluentes

La partición de los caudales de ingreso al fondo del reactor deben ser ejecutados de tal forma que el agua sea distribuida en cada uno de los tubos difusores en proporciones iguales. La distribución en el fondo del reactor debe tener una alimentación regular de flujo evitando cortocircuitos y zonas muertas, se recomienda un difusor por cada 2-4 m² de superficie de fondo. Sin embargo Lettinga proporcionó el siguiente cuadro.

Tabla 3. 3. Tubos difusores

Tipo de lodo	COV	Área de influencia
Denso y floculento	<1	0.5-1
	1-2	1-2
	>2	2-3
Medianamente denso y floculento	<1-2	1-2
	>3	2-5
Granular	<2	0.5-1
	2-4	0.5-2
	>4	>2



Con este dato podemos calcular el número de difusores

$$N_d = \frac{Ac}{Ad}$$

Dónde:

Ad= Área del difusor

3.7. Diseño del separador GSL

El separador GSL es el dispositivo más importante del reactor UASB el cual desempeña cuatro funciones:

- 1) Recolecta el gas que se produce en la parte inferior o zona de digestión, es decir dónde está el manto de lodo.
- 2) Permite la sedimentación de los sólidos en suspensión en la parte superior del reactor, encima del separador.
- 3) Ayuda a conservar la baja concentración de sólidos en el efluente.
- 4) El espacio encima del separador puede ser usado para almacenar lodo durante periodos de sobrecarga hidráulica.

3.8. Guías para el diseño del separador GSL

- Las mamparas deben tener un ángulo entre 45-60° con respecto a la horizontal, el área de paso entre los colectores deben ser de 15 a 20% la superficie del reactor.
- La altura del colector de gas debe estar entre 1.5-2m.
- El traslape de los baffles instalados debajo de la apertura deberá de 10-20cm.
- El diámetro del conducto de salida de gas deben de garantizar la fácil remoción del mismo.
- El material en que debe construirse puede ser acero recubierto con algún material plástico para evitar su pronta corrosión.



3.9. Abertura entre el reactor y el separador GSL

Las aberturas entre el reactor y el separador deben estar proyectadas para posibilitar lo siguiente:

- 1) La separación de gases antes de que el agua residual tenga acceso al sedimentador, favoreciendo la sedimentación de los sólidos en su interior.
- 2) El retorno de los sólidos sedimentados en el decantador al comportamiento de digestión.
- 3) La retención de los sólidos en el comportamiento de digestión manteniendo las velocidades según lo recomienda Lettinga.

Tabla 3. 4. Abertura entre el reactor y el separador

Caudal	Velocidad (m/hora)
Medio	<2-2.3
Máximo	<4-4.2
Picos	<5.5-6

$$A_{libre} = \frac{Q_{med}}{V}$$

$$A_{libre} = \frac{Q_{máxd}}{V}$$

$$W_a = \frac{A_{libre}}{L}$$

Dónde:

wa= ancho de separación del reactor y el separador GSL sumado ambos lados.

A_{libre}= Área libre

L= Largo del reactor



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Con este valor podemos determinar los anchos de los lados de la campana

$$\frac{1}{2}wg = \frac{hg}{\tan \theta}$$

Dónde:

wg= ancho de la campana

hg= altura de campana entre 1.5-2m

θ = ángulo de inclinación 45-60°

Se puede calcular la superficie húmeda

$$Ws = \frac{1}{2}wg + \frac{1}{2}wa$$

El área superficial se la determina con la siguiente fórmula:

$$As = (L * Ws) * 2$$

3.10. Determinación de la concentración del efluente.

Lettinga desarrollo las siguientes ecuaciones que permiten estimar las eficiencias de los reactores UASB, tratando aguas residuales domésticas para parámetros de DBO y DQO respectivamente.

$$EDBO = 100(1 - 0.4 * TRH^{-0.5})$$

$$SDBO = So - \frac{EDBO * So}{100}$$

$$EDQO = 100(1 - 0.40 * TRH^{-0.35})$$

$$SDQO = So - \frac{EDQO * So}{100}$$



3.10.1. Cálculos

Para el dimensionamiento del reactor UASB se necesita datos como el caudal medio diario de las aguas servidas del hospital, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Datos

$$Q_{med} = 12.96 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$DBO = 792 \text{ mg/l}$$

$$DQO = 1612 \text{ mg/l}$$

- a) Se determina la carga orgánica del afluente del DQO

$$Lo = Q_{med} * DQO_{afluente}$$

$$Lo = \frac{12.96 \text{ m}^3}{\text{día}} * 1.612 \text{ kg/m}^3$$

$$Lo = 20.89 \text{ kgDQO/día}$$

- b) Determinación del tiempo de retención hidráulica (TRH)
Según la tabla de Lettinga, asumimos un TRH= 14 horas

- c) Volumen del reactor

$$Vr = Q_{med} * TRH$$

$$Vr = \frac{0.54 \text{ m}^3}{\text{hora}} * 14 \text{ horas}$$

$$Vr = 7.56 \text{ m}^3$$



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

- d) Altura del reactor: Se asume un velocidad de 0.3 m/hora de acuerdo a las tablas de Lettinga.

$$H = Ve * TRH$$

$$H = 0.3 \text{ m/hora} * 14 \text{ horas}$$

$$H = 4.2 \text{ m}$$

- e) Área del reactor

$$Ac = \frac{Vr}{H}$$

$$Ac = \frac{7.56 \text{ m}^3}{4.2 \text{ m}}$$

$$Ac = 1.8 \text{ m}^2$$

- f) Lados del reactor cuadrangular:

$$L = \sqrt{Ac}$$

$$L = \sqrt{1.8 \text{ m}^2}$$

$$L = 1.34 \text{ m}$$

- g) Verificación de cargas, se calcula la carga hidráulica volumétrica para 2h

$$CHV = \frac{Q_{med}}{Vr}$$

$$CHV = \frac{12.96 \text{ m}^3 / \text{día}}{90.72 \text{ m}^3}$$



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

$$CHV = 0.14 \frac{m^3}{m^3} * día$$

h) Verificación de velocidades; para esto se necesita conocer el caudal máximo horario, que se obtiene por un factor de mayoración de 4.

$$Q_{máxh} = Q_{med} * 4$$

$$Q_{máxh} = 12.96m^3/día * 4$$

$$Q_{máxh} = 51.84 \frac{m^3}{día} = 2.16 m^3/h$$

$$V_{emd} = \frac{Q_{med}}{Ac}$$

$$V_{emd} = \frac{0.54 \frac{m^3}{hora}}{21.6 m^2} = 0.025 \frac{m}{hora}$$

$$V_{emáxh} = \frac{Q_{máxh}}{Ac}$$

$$V_{emáxh} = \frac{2.16 \frac{m^3}{hora}}{21.6 m^2} = 0.1 \frac{m}{hora}$$

i) Número de distribuidores; para obtener este valor se necesita la carga orgánica volumétrica. De ahí se recurre a la tabla de Lettinga y se obtiene el área de influencia.

$$COV = \frac{Q_{med} * DQO}{Vr}$$



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

$$COV = \frac{12.96 \frac{m^3}{día} * 1.612 \text{ kg}/m^3}{7.56 m^3}$$

$$COV = 2.76 \frac{kgDQO}{m^3 * día}$$

$$Nd = \frac{Ac}{Ad}$$

$$Nd = \frac{1.8m^2}{2m^2}$$

$$Nd = 0.9 \text{ difusores}$$

- j) Diseño del separador GSL; donde se utilizan velocidades de las tablas de Lettinga para caudales medios y máximos diarios.

$$Q_{máxd} = Q_{med} * 1.5$$

$$Q_{máxd} = 12.96m^3/día * 1.5$$

$$Q_{máxd} = 19.44 \frac{m^3}{día} = 0.81 m^3/hora$$

$$Alibre1 = \frac{Q_{med}}{V_{med}}$$

$$Alibre1 = \frac{12.96 m^3/hora}{2 m/hora} = 6.48 m^2$$

$$Alibre2 = \frac{Q_{máxd}}{V_{máxd}}$$

$$Alibre2 = \frac{0.81 m^3/hora}{4 m/hora} = 0.20 m^2$$



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

k) Ancho de abertura

$$wa = \frac{\text{Área libre}}{L}$$

$$wa = \frac{6.48 \text{ m}^2}{4.6\text{m}}$$

$$wa = 1.40\text{m}$$

l) Altura de campana se asume $hg=1.5$

m) Ancho de la campana

$$\frac{1}{2}wg = \frac{hg}{\tan \theta}$$

$$\frac{1}{2}wg = \frac{1.5}{\tan 60}$$

$$wg = 1.73\text{m}$$

n) Superficie húmeda

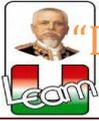
$$Ws = \frac{1}{2}wg + \frac{1}{2}wa$$

$$Ws = \frac{1}{2} * (1.73) + \frac{1}{2} (1.40)$$

$$Ws = 1.565$$

o) Área superficial

$$As = (L * ws) * 2$$



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

$$As = (1.34 * 1.565) * 2$$

$$As = 4.19 \text{ m}^2$$

p) Verificación de cargas

$$V_{emd} = \frac{Q_{med}}{As}$$

$$V_{emd} = \frac{0.54 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}}{4.19 \text{ m}^2} = 0.12 \frac{\text{m}}{\text{hora}}$$

$$V_{emáxd} = \frac{Q_{máxd}}{As}$$

$$V_{emáxd} = \frac{0.81 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}}{4.19 \text{ m}^2} = 0.19 \frac{\text{m}}{\text{hora}}$$

q) Eficiencia de remoción

$$EDBO = 100(1 - 0.5 * TRH^{-0.5})$$

$$EDBO = 100(1 - 0.5 * 14^{-0.5})$$

$$EDBO = 86.66\%$$

$$SDBO = S_o - \frac{EDBO * S_o}{100}$$

$$SDBO = \left(792 - \frac{86.63 * 792}{100} \right) \text{ mg/l}$$

$$SDBO = 105.89 \text{ mg/l}$$



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

$$EDQO = 100(1 - 0.40 * TRH^{-0.35})$$

$$7\sqrt{2}EDQO = 100(1 - 0.40 * 14^{-0.35})$$

$$EDQO = 84.12\%$$

$$SDQO = S_o - \frac{EDQO * S_o}{100}$$

$$SDQO = \left(1612 - \frac{84.12 * 1612}{100}\right) mg/l$$

$$SDQO = 256.14 mg/l$$

1. Cálculo de la carga hidráulica.

$$C_H = \frac{Q}{A_R}$$

$$C_H = \frac{12.96 m^3/día}{(4.65)^2 m^2}$$

$$C_H = 0.5993 \frac{m}{día}$$

$$C_H = 0.0249 \frac{m}{h}$$

2. Velocidad de flujo.

$$V_F = 4C_H$$

$$V_F = 4 \left(0.0249 \frac{m}{h}\right)$$

$$V_F = 0.0999 \frac{m}{h}$$

3. Área de la abertura.

$$A_{Abertura} = \frac{Q}{V_F}$$

$$A_{Abertura} = \frac{0.54 m^3/h}{0.0999 m/h}$$

4. Sección de la campana

$$A_{Reactor} = A_{Abertura} + A_{campana}$$

$$A_{campana} = a * b$$

$$A_{Reactor} = A_{Abertura} + a * b$$

$$a * b = A_{Reactor} - A_{Abertura}$$

$$a = b$$

$$a^2 = A_{Reactor} - A_{Abertura}$$



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

$$\begin{aligned}a &= \sqrt{A_{Reactor} - A_{Abertura}} \\a &= \sqrt{21.623m^2 - 5.405m^2} \\a &= \sqrt{16.218m^2} \\a &= 4.027m \therefore \text{Asumo } 4.05m\end{aligned}$$

5. Lado menor de la campana

Se asume un $h=1.5m$

Ángulo de inclinación de 60°

$$\begin{aligned}\tan 60^\circ &= \frac{1.5m}{2.025 - X} \\X1 &= \frac{2.025m \tan 60^\circ - 1.5m}{\tan 60^\circ} \\X1 &= 1.159m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X &= 2(X1) \\X &= 2(1.159m) \\X &= 2.318m\end{aligned}$$



3.11. Presupuesto

PRESUPUESTO



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1		INGRESO				7253,13
1,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	21	1,14	23,94
1,002	514736	Excavacion a maquina	m3	21	6,66	139,86
1,003	502021	Relleno de Piedra bola	m3	10,5	35,78	375,69
1,004	502001	Replantillo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	1,86	156,52	291,13
1,005	502020	Hormigón Simple F"=240 kg/cm	m3	12,46	230,56	2872,78
1,006	502015	Acero de refuerzo	Kg	1496,16	2,34	3501,01
1,007	501048	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	21	2,32	48,72
2		PRETRATAMIENTO				17213,07
2,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	55	1,14	62,7
2,002	514736	Excavacion a maquina	m3	55	6,66	366,3
2,003	502021	Relleno de Piedra bola	m3	27,5	35,78	983,95
2,004	502001	Replantillo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	4,72	156,52	738,77
2,005	502020	Hormigón Simple F"=240 kg/cm	m3	29,2	230,56	6732,35
2,006	502015	Acero de refuerzo	Kg	3504,87	2,34	8201,4
2,007	501048	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	55	2,32	127,6
3		CARCAMO DE BOMBEO				10913,05
3,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	25	1,14	28,5
3,002	514736	Excavacion a maquina	m3	25	6,66	166,5
3,003	502021	Relleno de Piedra bola	m3	12,5	35,78	447,25
3,004	502001	Replantillo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	1,94	156,52	303,65
3,005	502020	Hormigón Simple F"=240 kg/cm	m3	19,4	230,56	4472,86
3,006	502015	Acero de refuerzo	Kg	2323,2	2,34	5436,29
3,007	501048	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	25	2,32	58
4		REACTOR				15870,39
4,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	72	1,14	82,08
4,002	514736	Excavacion a maquina	m3	72	6,66	479,52
4,003	502021	Relleno de Piedra bola	m3	36	35,78	1288,08
4,004	502001	Replantillo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	6,3	156,52	986,08
4,005	502015	Acero de refuerzo	Kg	1	2,34	2,34
4,006	502020	Hormigón Simple F"=240 kg/cm	m3	55,8	230,56	12865,25
4,007	501048	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	72	2,32	167,04
5		DESENGRASADO				13386,89
5,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	42	1,14	47,88
5,002	514736	Excavacion a maquina	m3	42	6,66	279,72
5,003	502021	Relleno de Piedra bola	m3	21	35,78	751,38
5,004	502001	Replantillo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	3,85	156,52	602,6



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdoba”

5,005	502015	Acero de refuerzo	Kg	2724	2,34	6374,16
5,006	502020	Hormigón Simple F"=240 kg/cm	m3	22,7	230,56	5233,71
5,007	501048	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	42	2,32	97,44
6		DECANTADOR				8280,22
6,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	22	1,14	25,08
6,002	514736	Excavacion a maquina	m3	22	6,66	146,52
6,003	502021	Relleno de Piedra bola	m3	10,5	35,78	375,69
6,004	502001	Replanteo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	2,15	156,52	336,52
6,005	502020	Hormigón Simple F"=240 kg/cm	m3	14,36	230,56	3310,84
6,006	502015	Acero de refuerzo	Kg	1724,16	2,34	4034,53
6,007	501048	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	22	2,32	51,04
7		SEDIMENTADOR				9017,63
7,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	25	1,14	28,5
7,002	514736	Excavacion a maquina	m3	25	6,66	166,5
7,003	502021	Relleno de Piedra bola	m3	12,5	35,78	447,25
7,004	502001	Replanteo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	2,5	156,52	391,3
7,005	502020	Hormigón Simple F"=240 kg/cm	m3	15,5	230,56	3573,68
7,006	502015	Acero de refuerzo	Kg	1860	2,34	4352,4
7,007	501048	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	25	2,32	58
8		TRATAMIENTO BIOLÓGICO				5719,69
8,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	20	1,14	22,8
8,002	514736	Excavacion a maquina	m3	20	6,66	133,2
8,003	502021	Relleno de Piedra bola	m3	10	35,78	357,8
8,004	502001	Replanteo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	1,6	156,52	250,43
8,005	502020	Hormigón Simple F"=240 kg/cm	m3	9,6	230,56	2213,38
8,006	502015	Acero de refuerzo	Kg	1152	2,34	2695,68
8,007	501048	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	20	2,32	46,4
9		TRATAMIENTO FÍSICO QUÍMICO				5719,69
9,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	20	1,14	22,8
9,002	514736	Excavacion a maquina	m3	20	6,66	133,2
9,003	502021	Relleno de Piedra bola	m3	10	35,78	357,8
9,004	502001	Replanteo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	1,6	156,52	250,43
9,005	502020	Hormigón Simple F"=240 kg/cm	m3	9,6	230,56	2213,38
9,006	502015	Acero de refuerzo	Kg	1152	2,34	2695,68
9,007	501048	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	20	2,32	46,4
10		TRATAMIENTO DE LODOS				6027,44
10,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	44	1,14	50,16
10,002	514736	Excavacion a maquina	m3	44	6,66	293,04



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

10,003	502021	Relleno de Piedra bola	m3	22	35,78	787,16
10,004	502001	Replanteo de H.S. F"= 140 kg/cm2	m3	4,4	156,52	688,69
10,005	502015	Acero de refuerzo	Kg	1	2,34	2,34
10,006	502020	Hormigón Simple F"=240 kg/cm	m3	17,8	230,56	4103,97
10,007	501048	Limpieza y desalojo de material excavado	m3	44	2,32	102,08
11		EQUIPOS MECANICOS, ELECTRICOS Y ACCESORIOS				127149,11
11,001	500024	Suministro e instalación de Compuerta de Cierre	U	2	728,78	1457,56
11,002	509027	Polipasto eléctrico con trole de instalación. Capacidad 2 toneladas	u	1	27809,66	27809,66
11,003	500173	Suministro e instalación de Cuchara bivalva	U	1	8517,08	8517,08
11,004	502068	Suministro e instalación de Reja de gruesos	u	2	2616,77	5233,54
11,005	502069	Suministro e instalación de Reja de finos	u	1	2112,77	2112,77
11,006	502070	Suministro e instalación de Tamiz rotativo	u	1	3660,36	3660,36
11,007	502071	Suministro e instalación de Tamiz estático	u	2	1236,36	2472,72
11,008	502072	Suministro e instalación de Concentrador de arenas	u	1	2100,36	2100,36
11,009	514782	Sum. Inst Bombas de succión	U	2	5860,5	11721
11,01	514783	Sum. Inst Compresor de aire	U	2	3100,5	6201
11,011	514784	Sum. Inst Desnatadora	U	1	4325,63	4325,63
11,012	509032	Suministro e Instalación Puente grúa	u	1	21089,66	21089,66
11,013	514057	Contenedor de 25m3	u	1	9040,91	9040,91
11,014	514786	Contenedor de 1m3	u	5	224,18	1120,9
11,015	500144	TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 30 KVA TIPO PADMOUNTED	GLOBAL	1	6186,96	6186,96
11,016	509020	Acometida eléctrica subterránea y protección	u	1	8649,7	8649,7
11,017	500108	POSTE DE HORMIGON ARMADO DE 10 MTS DE LONGITUD - 400 KG - ER	U	10	274,51	2745,1
11,018	500090	LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO DE 150 W - 220 V	U	10	270,42	2704,2
12		ZONAS EXTERIORES				19438,3
12,001	501080	Replanteo y nivelación (m2)	m2	910	1,14	1037,4
12,002	513032	Adoquinado	m2	840	20,96	17606,4
12,003	501132	Implementación de Areas Verdes	m2	70	11,35	794,5
13		SEGURIDAD E HIGIENE				27600
13,001	500174	Seguridad Industrial e Higiene	global	1	27600	27600
SUBTOTAL						273588,61
IVA						12.00% 32830,63
TOTAL						306419,24

Son: TRESCIENTOS SEIS MIL CUATROCIENTOS DIECINUEVE CON 24/100 DÓLARES



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones:

- El volumen de aguas residuales generadas por el Hospital Napoleón Dávila Córdova de la ciudad de Chone es de $160\text{m}^3/\text{d}$, estos datos se obtuvieron en base a investigaciones realizadas en la zona de proyecto, mediante entrevistas a los encargados de la parte sanitaria del hospital.
- Se realizó un diseño de una EDAR para depurar las aguas residuales del Hospital Napoleón Dávila Córdova, según recomendaciones de expertos el sistema idóneo es un tratamiento Anaerobio, el método elegido fue un Reactor UASB, el mismo que funciona de manera efectiva en aguas residuales de alta carga, como las que se tiene en el hospital.
- El volumen del reactor UASB es de 60 m^3 , teniendo en cuenta que se asumió un tiempo de retención hidráulico de 9 horas.

Recomendaciones:

- Las aguas residuales de los hospitales son consideradas como de alta carga contaminante, por lo tanto requieren de un tratamiento adecuado antes de ser conducidas hacia cualquier otro destino, como a una laguna de oxidación, tal es el caso de la Ciudad de Chone.
- Las autoridades de salud de la ciudad y de la provincia deben de hacer cumplir las normas de tratamiento de aguas residuales, en especial estas aguas hospitalarias pueden ser una fuente de contaminación, y de infección de enfermedades.
- Acceder a filtros de mayor tecnología que optimicen el tratamiento de las aguas residuales hospitalarias.
- Se deben de realizar estudios previos a la ejecución del proyecto para tener en cuenta las variables que pueden intervenir en la construcción del proyecto.



ANEXOS



Encuesta realizada a los habitantes de la Ciudad de Chone.

1) Piensa usted que es importante que las aguas residuales deberían de ser tratadas.

- a. Muy importante
- b. Poco importante
- c. Nada importante

2) Conoce usted si le dan algún tipo de tratamiento a las aguas residuales del hospital Napoleón Dávila Córdoba.

- a. si
- b. no
- c. no se

3) Como caracteriza el nivel de contaminación del medio ambiente por causa de las aguas residuales.

- a. Alto
- b. Medio
- c. bajo

4) Considera que el Hospital Napoleón Dávila Córdoba está aportando a la contaminación ambiental de la Ciudad.

- a. Bastante
- b. Poco
- c. Nada

5) Cree que al no tratar las aguas del Hospital Napoleón Dávila Córdoba afectan a la salud de los habitantes de la ciudad.

- a. bastante
- b. poco
- c. nada



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

6) Conoce usted si las aguas residuales del hospital van directamente al río.

- a. Si
- b. No
- c. No se

7) Considera importante que se coloque una Estación Depuradora de Aguas Residuales en el Hospital.

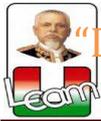
- a. Muy importante
- b. Poco importante
- c. Nada importante

8) Cómo calificaría el nivel de contaminación ambiental si se creara la Estación Depuradora de Aguas Residuales.

- a. Aumenta
- b. Disminuye
- c. Igual

9) A quienes beneficiara la Estación Depuradora de Aguas Residuales.

- a. Trabajadores del Hospital
- b. Pacientes del hospital
- c. Todos los habitantes de la ciudad.

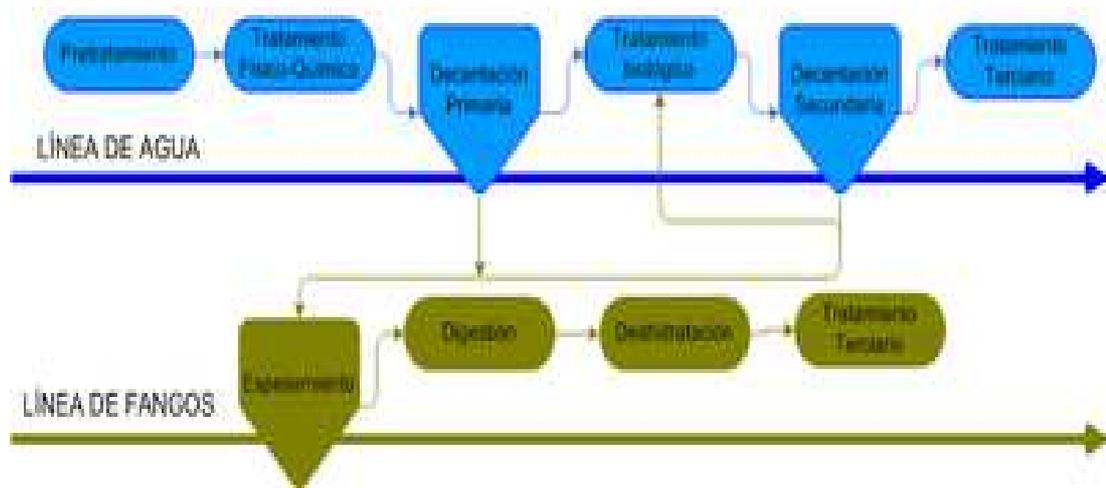


“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”





CROQUIS E.D.A.R.





BIBLIOGRAFÍA

- **Paz M., Muzio H., Gemini V., Magdaleno A., Rossi S., Korol S. y Moretton J. (2004).** Aguas residuales de un centro hospitalario de Buenos Aires, Argentina: características químicas, biológicas y toxicológicas. Higiene y Sanidad Ambiental
- **Ramos C. (2005).** Residuos de medicamentos en las aguas residuales de la industria farmacéutica y de los hospitales. Rev. CENIC 36, Número especial
- **Herrera Mercedes. (2010).** Incidencia de las enfermedades gastrointestinales de origen hídrico en los niños menores de 5 años atendidos en el Centro de Salud Dr. Amadeo Aizprúa de la ciudad de Chone
- (Grisales – Ortega 2012)
- <http://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/viewFile/130/129>
- PLAN-ESTRATÉGICO-INSTITUCIONAL SEGUNDO-Y-TERCER-BORRADOR
- ESTUDIO DEL ESTADO DEL PROCESO DE DEPURACIÓN DE LA EDAR DE CULLERA MEDIANTE TÉCNICAS DE RESPIROMETRÍA. Angélica Nadal Alf-1
- http://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/R000001386.pdf
- <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/3023/1/Tesis%20Gabriel%20Banda.pdf>
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1813/1/3588.pdf>



“Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales para el Hospital Napoleón Dávila Córdova”

- <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1626/1/236T0043.pdf>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales
- <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1626/1/236T0043.pdf>
- <http://www.explora.cl/descubre/articulos-de-ciencia/naturaleza-articulos/agua-articulos/1690-descubre-articulos-de-ciencia-naturaleza-agua>
- <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12885/PFC.pdf?sequence=1>
- <http://platea.pntic.mec.es/~jojimene/EsquemaEDAR.PDF>
- https://www.google.com.ec/search?q=uasb+para+hospital&rlz=1C1PRFB_enEC540EC540&espv=2&biw=1600&bih=799&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI59fc1saYyQIVjDUmCh0KOgUd#imgrc=RJSVFoI9YY0zMM%3A