

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS:

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

“ANÁLISIS POR LA CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR LA DESCARGA DIRECTA DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL HOSPITAL DR. RAFAEL RODRÍGUEZ ZAMBRANO DE MANTA Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO.”

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ARMANDO FLOR ALCÍVAR MG.

AUTORES:

SÁNCHEZ GARCÍA EDGAR FERNANDO

TUBAY GUTIÉRREZ MIGUEL EDUARDO

MANTA-MANABÍ-ECUADOR

2013

RESPONSABILIDAD DEL DIRECTOR DE TESIS

Certifico que dirigí y revisé la Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Civil realizada por los estudiantes: SÁNCHEZ GARCÍA EDGAR FERNANDO y TUBAY GUTIÉRREZ MIGUEL EDUARDO, cuyo título es: “ANÁLISIS POR LA CONTAMINACIÓN PRODUCIDA POR LA DESCARGA DIRECTA DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL HOSPITAL DR. RAFAEL RODRÍGUEZ ZAMBRANO DE MANTA Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO”, tema que cumple con las características de una tesis en Ingeniería Civil, por tanto, autorizo su presentación.

Ing. Civil Armando Flor Alcívar Mg.

DIRECTOR DE TESIS

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en ésta tesis, corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado corresponderá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”

SÁNCHEZ GARCÍA EDGAR FERNANDO
C.I. 131052676-7

TUBAY GUTIÉRREZ MIGUEL EDUARDO
C.I. 131267502-6

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis, significa un agradecimiento a todas esas personas que en han estado en todo momento sobre todo en una etapa que marco mi vida, aquella etapa en la que debía abandonar todo, aquella etapa en que mis amigos incondicionales del colegio Jorge Pacheco, Carlos Zambrano, Jazmín Perero, Dulce Veles, Martha Pita, amigos de universidad, profesores y familiares quienes no me abandonaron en una de las etapas más difíciles de mi vida y permanecieron siempre a mi lado dándome fuerzas, a todos ellos les dedico mi carrera profesional, un agradecimiento muy especial al motor de mi vida a la mujer que dio todo a cambio de nada a aquella mujer que amo con mi vida, a ella que cambio sus sueños por darme la libertad, por hacer de mi alguien de bien; a la Dra. Fátima del Jesús García Álava, si a ti mama mil gracias, a mi hermano el Ab. German Sánchez García más que un hermano un padre, a mis ángeles Carolina y Humberto que aunque físicamente no están a mi lado están en los recuerdos de sus consejos y vivencias que siempre se escuchan en mi subconsciente en el día a día, a Miguel Tubay Gutiérrez mi amigo y hermano por su paciencia y dedicación. A nuestro amigo director de Tesis Ing. Armando Flor Alcívar quien con sus conocimientos nos supo dirigir por las sendas del saber, pilar fundamental para poder alcanzar este nuevo logro de vida.

Fernando Sánchez García.

Mis eternos agradecimientos a Dios por darme la oportunidad de seguir adelante, por darme la fortaleza de levantarme cuando estaba caído.

Este trabajo es gracias a mis padres el Sr. Miguel Tubay Reyes y la Sra. Patricia Gutiérrez Menéndez quienes con el sudor de sus frentes han dado todo por mí. Gracias papá y mamá. A mi hermana y a mi familia.

Agradecimiento especial a mis profesores que gracias a sus enseñanzas han forjado mi camino y a mis amigos, Jamilet y Fernando que me han apoyado en este camino, y a todos mis compañeros que compartieron conmigo el camino de la enseñanza.

Miguel Tubay Gutiérrez.

DEDICATORIA

El esfuerzo que representa este trabajo está dedicado a mis padres. Miguel Tubay Reyes y Patricia Gutiérrez Menéndez.

A mi hermana Denisse Tubay Gutiérrez para que siga por el buen camino del conocimiento y la educación.

A todos mis amigos y familiares que miran y aprecian mis esfuerzos, en especial a Paula Vásquez, mi gran amiga.

Miguel Tubay Gutiérrez.

RESUMEN

Este trabajo se realizó con la finalidad de diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales, con una capacidad que abastezca las demandas del Hospital Rodríguez Zambrano de la ciudad de Manta. Para ello se recurrió a una serie de datos aportados por la compañía dedicada al tratamiento de aguas, Aqua Group de la ciudad de Quito. Se diseñó una propuesta acorde a las características de las aguas a tratar y a la normativa ambiental (Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua), donde se establecen las condiciones finales esperadas al momento de ser vertidas al medio receptor. Esta planta debe tratar aguas residuales altamente contaminadas con todo tipo de agentes virales causantes de graves enfermedades. El caudal de diseño es de 0.24 lt/seg siguiendo las exigencias dictadas por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) en el Código Ecuatoriano Para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias. Determinando como proceso a utilizar para el tratamiento, la modalidad de Aireación Extendida, debido al poco espacio ocupacional que esta requiere para su funcionamiento y la ausencia de olores en el proceso. En esta investigación hemos realizado el cálculo de la capacidad y dimensiones de la planta. Además se realizaron análisis de suelos, la topografía del hospital Rodríguez Zambrano y los planos. El costo de la planta de tratamiento para nuestro cálculo es de 165.859,20 dólares americanos.

ÍNDICE GENERAL

HOJAS PRELIMINARES.

CARÁTULA.....	I
RESPONSABILIDAD DEL DIRECTOR DE TESIS	II
RESPONSABILIDAD DEL AUTOR.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA	VI
RESUMEN	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
HIPÓTESIS.....	5
VARIABLES.....	5
CAPITULO 1	6
MARCO TEÓRICO	6
1.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	6
1.2 TIPOS DE ALCANTARILLADO.....	6
1.3 AGUAS RESIDUALES O SERVIDAS.....	7
1.4 TIPOS DE AGUAS RESIDUALES.....	8
1.3.2 PROPIEDADES OFENSIVAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.	9
1.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	10

1.4 AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS.....	20
1.4.1 VOLUMEN DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN HOSPITALES.....	21
1.4.2 INDICADORES DE CONTAMINACIÓN DETERMINADOS EN LAS AGUAS RESIDUALES DE HOSPITALES.....	22
1.5 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	23
1.5.1 SISTEMAS DE TRATAMIENTO.....	23
1.5.2 NIVELES DE TRATAMIENTO.....	26
1.5.3 MÉTODOS DE TRATAMIENTO.....	27
1.5.4 LODOS ACTIVADOS.....	30
1.6 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	30
1.6.1 PARAMETROS PARA EL DISEÑO.....	33
CAPÍTULO 2.....	34
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	34
2.1 CANTÓN MANTA.....	34
2.2 HOSPITAL DR. RAFAEL RODRÍGUEZ ZAMBRANO.....	35
2.2.1 MISIÓN DE LA INSTITUCIÓN.....	38
2.2.2 VISIÓN DE LA INSTITUCIÓN.....	38
2.3 ANÁLISIS DEL SITIO.....	39
2.3.1 ANÁLISIS POBLACIONAL.....	39
2.3.2 PERIODO DE DISEÑO.....	40
2.3.3 POBLACIÓN ACTUAL.....	40
2.3.4 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA.....	41
2.4 VERTIMIENTOS HOSPITALARIOS.....	43
2.4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SEGÚN EL ÁREA DE ORIGEN.....	44
2.5 EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE.....	45

2.5.1 INSTALACIONES SANITARIAS.	45
2.5.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	46
2.6 ANÁLISIS DE LA CONTAMINACION PRODUCIDA POR LAS DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS DEL HOSPITAL RAFAEL RODRÍGUEZ ZAMBRANO.....	47
2.7 PROPUESTA DE SOLUCIÓN A TRAVÉS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	50
2.8 BASES PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	53
2.8.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	53
2.8.2 SELECCIÓN DEL SITIO.	54
2.8.3 ESTUDIO DE SUELOS.....	55
2.8.4 CIFRAS DE CONSUMO DE AGUA.....	56
2.8.5 CONSUMO O DEMANDA POR INCENDIO.....	57
2.8.6 VARIACIONES DE LOS CONSUMOS.....	58
2.8.7 DETERMINACIÓN DE LOS CONSUMOS EN EL HOSPITAL.	60
2.8.8 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO.	61
2.8.9 CALCULO DE LA VELOCIDAD.	64
2.8.10 PENDIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS.	66
2.9 CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	67
2.9.1 EQUIPOS INVOLUCRADOS.	69
2.9.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA.....	75
2.10 OBRA CIVIL.	87
2.11 COSTO DE LA INVERSIÓN.....	88
2.12 IMPACTO AMBIENTAL.....	89

CAPITULO 3	92
EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	92
3.1 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS PARA EL PROCESO, SEGÚN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.....	93
CAPÍTULO 4	98
4.1 CONCLUSIONES.....	98
4.2 RECOMENDACIONES.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	101
ANEXOS.....	104

INTRODUCCIÓN.

Las enfermedades de origen hídrico originadas por la presencia de aguas residuales, tienen alta incidencia en las comunidades, constituyendo así un problema de salud pública en la población, en especial dentro de las zonas marginales y rurales, en donde el poco conocimiento de los peligros que trae consigo arrojar las aguas negras de uso doméstico sin ser tratadas con anterioridad hacia la red de alcantarillado público, quebradas o lagos, los hace fácilmente vulnerables a cualquier brote de enfermedades ocasionados por organismos como: bacterias, parásitos, o algún otro factor que perjudique la vida humana, además el gran daño que provoca al ecosistema, la flora y la fauna del sector.

En el mundo uno de los más grandes problemas es la contaminación, este factor generalmente es producido de manera constante por todo tipo de establecimientos tales como: residenciales, comerciales, industriales y de salud, los mismos que descargan libremente las aguas residuales al sistema de alcantarillado sin ningún tipo de tratamiento.

Los hospitales y clínicas constituyen importantes puntos de origen de descargas de medicamentos hacia el ambiente, produciendo un fuerte impacto en la

composición física, química y biológica de los cuerpos receptores al desechar las aguas que pueden contener cualquier tipo de enfermedades.

Un establecimiento de salud, sin un sistema de tratamiento de aguas residuales, descargará directamente a la red principal de alcantarillado, lo que significa aumentar los niveles de contaminación y enfermedades a lo largo de la conducción de aguas negras.

En el Ecuador, proteger la salud y mejorar el bienestar de la población, son en la actualidad obligaciones de las instituciones gubernamentales, no gubernamentales y de la ciudadanía en general, según lo dicta la constitución ecuatoriana en su artículo 14 de la sección ambiente sano.

El hospital Dr. Rafael Rodríguez Zambrano de la ciudad de Manta y en conjunto con el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, para el servicio de la comunidad, busca disminuir los niveles de contaminación que se producen en la zona y en la ciudad, por esta razón, en la presente investigación se propone a realizar un análisis, diseño y propuesta de un sistema de tratamiento para mejorar el alcantarillado actual y proveer el tratamiento más adecuado, el diseño se realizará para una vida útil de 20 años según se establece en los parámetros para nuevos servicios, según el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Históricamente la contaminación que generaban las aguas residuales era un factor de poca atención, debido a que se les daba un tratamiento de manera natural.

Ahora en nuestro medio con la presencia de mayores factores de contaminación que transportan las aguas residuales, es indispensable realizar un tratamiento previo, antes de que estas aguas vuelvan a los ecosistemas.

El hospital general de la ciudad de Manta, Dr. Rafael Rodríguez Zambrano, nunca ha poseído un tratamiento de aguas residuales y por lo tanto desde la fecha de su creación hasta la actualidad se ha mantenido descargando libremente a la red de alcantarillado público, evacuando del sitio grandes cantidades de enfermedades que son expuestas a las comunidades que habitan a los alrededores de dicho centro de salud ya que estas se encuentran presentes en sus desechos sanitarios.

En este proyecto se planteará una propuesta de solución para reducir en gran parte el nivel de contaminación que genera esta institución que tiene varios años sirviendo a Manta; más aún cuando en los últimos años se ha poblado de manera rápida los márgenes del hospital y que por años ha venido siendo parte de la contaminación en la ciudad.

OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.

- Implementar la construcción de una planta de tratamiento para las aguas residuales en el hospital Dr. Rafael Rodríguez Zambrano dependencia del Ministerio de Salud Pública en la ciudad de Manta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar el nivel de contaminación que producen las aguas residuales provenientes del hospital.
- Determinar el tipo de tratamiento de las aguas por tratarse.
- Determinar el punto de descarga de las aguas por tratarse.
- Determinar la ubicación de la planta de tratamiento con el menor impacto posible a la comunidad.
- Realizar el levantamiento topográfico del sector.

HIPÓTESIS.

- Descargar directamente las aguas negras de origen hospitalario sin ningún tipo de tratamiento, resulta más perjudicial a la economía del estado al tratar de recuperar el ecosistema afectado por dicha contaminación.

VARIABLES.

VARIABLE INDEPENDIENTE.

- Descargas directas de aguas residuales provenientes del hospital Dr. Rafael Rodríguez Zambrano sin ningún tipo de tratamiento.

VARIABLE DEPENDIENTE.

- Contaminación al medio ambiente.

CAPITULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

Según el código ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias (2013): “Se denomina Sistema de Alcantarillado al conjunto de tuberías y obras complementarias necesarias de recolección de aguas residuales y/o pluviales” [6].

El sistema de alcantarillado sanitario es aquel que sirve para la recolección de aguas residuales de cualquier origen, mientras que el sistema de alcantarillado pluvial es destinado a la recolección de aguas lluvias.

1.2 TIPOS DE ALCANTARILLADO.

Existen 3 tipos de Sistema de Alcantarillado que se utilizan en la recolección de las aguas negras y las aguas lluvias, entre los cuales tenemos los siguientes:

Los sistemas de alcantarillado separados, consisten en dos redes independientes, la primera para recoger exclusivamente aguas residuales domésticas y efluentes industriales pre tratados; y, la segunda, para recoger aguas de escorrentía pluvial como se muestra en la figura 1.1 Anexo 5.

Los sistemas de alcantarillado combinado conducen todas las aguas residuales producidas por un área urbana y, simultáneamente, las aguas de escorrentía pluvial.

Los sistemas de alcantarillado mixtos son una combinación de los dos anteriores dentro de una misma área urbana; esto es, una zona tiene alcantarillado separado y otra, combinado.

La selección del tipo de sistema de alcantarillado a diseñarse para una comunidad debe obedecer a un análisis técnico-económico que considere el sistema existente si lo hubiere, las características de las cuencas aportantes, el régimen de las lluvias de la zona, las características del cuerpo receptor, posibles re usos del agua, etc. En fin se analizará todos los aspectos que conduzcan a la selección del sistema más apropiado a la realidad socio-económica del país.

1.3 AGUAS RESIDUALES O SERVIDAS.

Según la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua (2002), aguas residuales son “las aguas de composición variada, provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original” [9].

1.4 TIPOS DE AGUAS RESIDUALES.

Dependiendo de la naturaleza y su composición existen diversos tipos de aguas residuales [4]:

Domésticas: Son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidrosanitarias de la edificación.

Industriales: Son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

Hospitalarias: Son aguas que se producen como resultado del uso de pacientes y diversos factores que conforman un hospital.

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

Pluviales: Son aguas provenientes de las lluvias, que se descargan en grandes cantidades sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

Aguas negras frescas: Son aguas residuales de origen reciente y contienen en su composición oxígeno disuelto.

Aguas negras sépticas: Son aquellas aguas residuales que han sufrido su descomposición total y no contienen oxígeno disuelto.

1.3.2 PROPIEDADES OFENSIVAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Estas aguas por tener la presencia de organismos patógenos pueden producir lo siguiente:

Malos olores.- Se originan en consecuencia de las sustancias orgánicas cuya descomposición especialmente anaeróbica, produce gases ofensivos.

Acción tóxica.- Muchos de los componentes que contienen el líquido residual producen destrucción en la flora y la fauna de las aguas receptoras así como también sobre los habitantes que utilizan dichas aguas.

Potencialidad infectiva.- Es la capacidad para transmitir las enfermedades de origen hídrico cuya contaminación se da al descargar el agua residual directamente como riego en el suelo.

Modificación de la apariencia física.- En los sitios donde se descarga directamente las aguas residuales se modifica el entorno de dichos lugares, playas, puertos, lagunas, etc.

Solución térmica.- Se originan cuando se descargan aguas residuales con elevadas temperaturas.

Eutrofización.- La eutrofización es el proceso natural de envejecimiento de las aguas. Progresa aun sin tener la ayuda del hombre. La contaminación, sin embargo, acelera el envejecimiento natural y acorta considerablemente la vida del receptor acuático [10].

1.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Los constituyentes encontrados en las aguas residuales pueden ser clasificados como físicos, químicos y biológicos.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

Existen varias características físicas esenciales en el agua residual, las mismas que pueden ser fácilmente percibidas por los sentidos. Estos son:

- Sólidos.
- Gases disueltos.
- Turbiedad.
- Color.
- Temperatura.

Sólidos.

En las aguas residuales se encuentran todo tipo de sólidos, entre ellos están los orgánicos e inorgánicos.

Los sólidos orgánicos son sustancias que contienen carbón, hidrógeno y oxígeno, pudiendo alguno de estos elementos combinarse con nitrógeno, azufre o fósforo. Los principales grupos son conformados por las proteínas, los carbohidratos y las grasas, los mismos que pueden ser degradados por medio de bacterias y de organismos vivos que son combustibles, es decir, pueden ser quemados [4].

Los sólidos inorgánicos son sustancias inertes y no susceptibles de ser degradados, designándoseles comúnmente como minerales. Dentro de estos se incluyen arenas, aceites y sales minerales disueltas en el agua potable y sin propiedades combustibles.

Los sólidos comúnmente se clasifican en suspendidos, disueltos y totales:

Sólidos suspendidos: Son aquellos que son visibles y flotan en las aguas residuales entre superficie y fondo. Pueden ser removidos por medios físicos o mecánicos a través de procesos de filtración o de sedimentación. Se incluyen en esta clasificación las grandes partículas que flotan, tales como arcilla, sólidos fecales, restos de papel, madera en descomposición, partículas de comida y basura, de los cuales un 70% son orgánicos y un 30% inorgánicos [4].

Sólidos Disueltos: Es la denominación que reciben todos los sólidos que quedan retenidos en un proceso de filtración fina. En general, los sólidos disueltos son en un 40% orgánicos y un 60% inorgánicos [4].

Sólidos Totales: Aquí se incluyen todos los sólidos existentes en las aguas residuales y que en promedio son un 50% orgánico. La presencia de los sólidos en las aguas residuales es la que está sujeta a degradación y se constituye como requisito importante para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales [4].

Gases disueltos.

Las aguas residuales contienen pequeñas y variadas concentraciones de gases disueltos. Entre los más importantes de estos se encuentran el oxígeno, el cual está presente en el agua en su estado original, así como también disuelto en el aire que está en contacto con la superficie del líquido. Este oxígeno, generalmente denominado oxígeno disuelto es un factor muy importante en el tratamiento de las aguas residuales. Se encuentran también presentes en las aguas residuales otros gases tales como anhídrido carbónico, resultante de la descomposición de materia orgánica, nitrógeno disuelto de la atmósfera y sulfuro de hidrógeno de compuestos de azufre tanto orgánicos como inorgánicos [4].

Turbiedad.

La turbiedad en el agua se da debido a la desintegración y la erosión de materiales arcillosos, arena muy fina, limo, materia orgánica finamente dividida, algas y otros organismos microscópicos, pero también de residuos industriales, productos de la corrosión, así como también por los restos de plantas y microorganismos. La presencia de detergentes y jabones en las aguas residuales domésticas e industriales causan, de igual forma, un aumento en la turbiedad del agua [4].

Color.

El agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, a medida que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto se reduce a cero y el color del agua residual cambia a negro. En esta condición, se dice que el agua residual es séptica.

Temperatura.

La temperatura del agua residual es por lo general mayor que la temperatura del agua para abastecimiento como consecuencia de la incorporación de agua caliente del uso doméstico e industrial. La medición de la temperatura es de suma importancia debido a que la mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas residuales incluyen procesos biológicos que dependen de la temperatura.

Es un parámetro muy importante ya que afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y la adecuación del agua para fines benéficos. Cuando la temperatura del agua es baja, el crecimiento y reproducción de los microorganismos es baja también [4].

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA RESIDUAL.

Dentro del agua residual existe una cantidad considerable de elementos químicos inorgánicos; estos son nutrientes, constituyentes no metálicos, metales y gases. Entre los nutrientes inorgánicos tenemos amoníaco libre, nitrógeno orgánico y fosforo inorgánico [4].

Para estimar la capacidad de reutilización de las aguas residuales tratadas y su disposición final es necesario conocer parámetros como el pH, alcalinidad, cloruros y sulfatos que son obtenidos mediante ensayos de laboratorio, además sirven para el control de distintos procesos en los tratamientos.

pH.

El potencial de hidrógeno o pH es aquel que determina la concentración de iones de hidrogeno presente en la aguas, otorgándole un carácter ácido o básico de acuerdo a los aniones presentes en el agua que entra a reaccionar con el hidrogeno disponible [12].

Un agua muy ácida (pH bajo) o básica (pH alto), es perjudicial para destinarla a cualquier uso, sea para uso agrícola, recreacional o de consumo, posee un sabor desagradable y degrada los suelos donde es esparcida. Lo ideal es un agua con un pH neutro entre 6 y 7 en la escala [12].

El intervalo adecuado de pH para la existencia de la mayor parte de la vida biológica es relativamente estrecho, en general entre 5 y 9. Las aguas residuales con valores de pH menores a 5 y superiores a 9 son de difícil tratamiento mediante procesos biológicos. Si el pH del agua residual tratada no es ajustado antes de ser vertido, el pH de la fuente receptora puede ser alterado; por ello, la mayoría de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales deben ser descargados dentro de límites específicos de pH [12].

En la figura 1.2 del anexo 5, podemos observar la escala del pH.

Alcalinidad.

La alcalinidad es un parámetro importante en la eliminación biológica de nutrientes cuando se emplean tratamientos químicos y cuando haya que eliminar amoníaco mediante procesos que utilizan aire para arrastrar las partículas [5].

Metales.

Los metales que se pueden detectar en el agua residual se clasifican como tóxicos y no tóxicos. Es importante hacer notar que los metales son esenciales para un normal desarrollo de la vida biológica, siempre y cuando no se presenten en cantidades elevadas, lo que los llevaría a ser altamente tóxicos. Por otro lado, cabe destacar que estos metales se presentan en cantidades macro y micro, según sea el caso [4].

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Es la cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente 5 días y 20°C) [6].

La DBO es la medida más usada para evaluar la eficiencia de los tratamientos que se aplican a los líquidos residuales. Ésta representa, indirectamente, una medida de la concentración de la materia orgánica biodegradable contenida en el agua, y es usada frecuentemente para conocer el poder polucional que los líquidos contienen. Muestra el requerimiento de oxígeno molecular que las aguas deben suplir para que la descomposición pueda llevarse a cabo bajo condiciones aerobias. Cualquier reducción de su contenido supone una eliminación parcial o transformación de la materia orgánica, presente en las aguas residuales y en consecuencia, una reducción de su poder polucional.

Demanda química de oxígeno (DQO).

Es la medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales orgánicas de permanganato o dicromato en una prueba que dura dos horas [1].

Junto con la demanda bioquímica de oxígeno se puede calcular la cantidad de orgánicos biodegradables presentes en el agua. Este se puede lograr restando el valor de la demanda bioquímica de oxígeno al valor de la demanda química de oxígeno.

Relaciones entre DBO y DQO.

Dependiendo de la relación existente entre estos parámetros se puede hacer un análisis del tipo de tratamiento que se ha llevado a cabo en el agua residual. Así, por ejemplo tenemos que si la relación DBO/DQO para aguas no tratadas es mayor que 0.5, los residuos se consideran fácilmente tratables mediante procesos biológicos. Si la relación DBO/DQO es menor de 0.3, el residuo puede contener constituyentes tóxicos o se pueden requerir microorganismos aclimatados para su estabilización [4].

Gases.

La determinación de gases disueltos tales como: amoníaco, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y oxígeno son importantes para una buena operación de

los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Las mediciones de oxígeno disuelto y amoníaco se realizan para el control y monitoreo de los procesos de tratamiento biológico aerobio.

La corrosión en los sistemas de alcantarillado construidos de hormigón, se produce por la presencia de sulfuro de hidrógeno, el mismo que también tiene propiedades tóxicas y mal olor.

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL.

Los ingenieros sanitarios y ambientales deben tener conocimiento de las características biológicas de las aguas residuales, fundamentalmente, de los microorganismos presentes en las mismas.

Bacterias.

Desempeñan un rol imprescindible en los procesos de descomposición y estabilización de la materia orgánica, tanto en el ambiente natural, como en los sistemas de tratamiento de aguas residuales [11].

Hongos.

De conjunto con las bacterias son los principales protagonistas de la descomposición del carbono en la biosfera. Sin su participación en los procesos

de degradación de la materia orgánica, el ciclo del carbono se interrumpiría en poco tiempo y esta empezaría a acumularse [11].

Algas.

Por su capacidad de reproducirse rápidamente en condiciones favorables de contenido de nutrientes y luz solar, pueden conducir a la eutrofización de las aguas superficiales utilizadas como cuerpos receptores de los efluentes de los sistemas de tratamiento, que, por lo general, son ricos en nutrientes.

Plantas y animales.

Entre los de importancia sanitaria se incluyen los gusanos, rotíferos microscópicos y crustáceos macroscópicos. Desde el punto de vista de salud pública los helmintos son los más importantes [11].

Virus.

Presentan altas concentraciones en las aguas residuales domésticas y pecuarias. Algunos de ellos pueden sobrevivir en el ambiente por considerables periodos de tiempo (hasta 50 días en aguas limpias y residuales a temperaturas entre 20 y 30°C) y, particularmente los excretados por las personas, representan un peligro potencial para la salud pública.

Protozoos.

Los de importancia sanitaria son las amebas, flagelados y ciliados libres y fijos. Los protozoos son muy importantes en el funcionamiento de los tratamientos biológicos y en la purificación de los cursos de agua, ya que son capaces de mantener el equilibrio natural entre los diferentes tipos de microorganismos, al alimentarse de bacterias y otros.

Organismos patógenos.

Son aquellos que causan enfermedad. De los presentes en aguas residuales los de mayor importancia son las bacterias, virus, protozoos y helmintos. Debido a su alto potencial infeccioso son responsables de un gran número de muertes en los países en desarrollo, asociadas a enfermedades de origen hídrico [11].

Las bacterias patógenas son responsables de enfermedades como el cólera, la disentería bacilar, la fiebre tifoidea y paratifoidea, la leptospirosis y otras.

1.4 AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS.

En lo que respecta a las aguas residuales generadas en los centros de atención de salud, y en particular en los centros hospitalarios, estos, además de las aguas residuales de tipo doméstico, en dependencia de la cantidad, tipo de complejidad de los servicios médicos que ofrecen y la proporción de pacientes externos, generan residuales que contienen contaminantes de gran interés para

la salud pública y la gestión ambiental, algunos en grandes concentraciones. Entre estos, los microorganismos patógenos y una amplia gama de sustancias que incluyen antibióticos, anestésicos, agentes contrastantes usados en rayos X, agentes de limpieza, desinfectantes, drogas citostáticas, hormonas, fármacos parcialmente metabolizados, agentes radioactivos y algunos metales pesados, entre otras. Por esta razón, las aguas residuales hospitalarias pueden considerarse una especie de mezcla de efluentes domésticos, industriales y aquellos procedentes de la atención e investigación médica.

1.4.1 VOLUMEN DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN HOSPITALES.

Los hospitales consumen un volumen diario de agua bastante significativo. De hecho, mientras el consumo doméstico de agua a nivel internacional se sitúa alrededor de 100 Lt/hab/día según el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), el valor admitido generalmente para los hospitales está dentro del rango de 400 a 1200 Lt/cama/día.

Uno de los análisis que permite evaluar el impacto de la actividad hospitalaria sobre los recursos hídricos es la determinación de la carga contaminante asociada al caudal de aguas residuales que se genera diariamente. Puede estimarse que el 80% del volumen de agua consumido en un hospital en un día corresponde a la generación de aguas residuales. Este consumo importante de agua en los hospitales genera a su vez significantes volúmenes de aguas

residuales cargadas con compuestos químicos tóxicos, residuos de drogas, microorganismos , los mismos que presentan multiresistencia a los antibióticos, elementos radioactivos y radio isótopos, metales pesados compuestos.

El agua residual de un establecimiento hospitalario es una mezcla compleja, capaz de generar serios problemas ambientales, pudiendo llegar a ser de 5 a 15 veces más tóxicas que las aguas residuales domésticas.

1.4.2 INDICADORES DE CONTAMINACIÓN DETERMINADOS EN LAS AGUAS RESIDUALES DE HOSPITALES.

Los hospitales generan aguas residuales que 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 [8].

Existe la necesidad de precisar las características de cada establecimiento hospitalario antes de definir cualquier proceso para su tratamiento. Teniendo que considerarse no solo por su tamaño sino también por los servicios que presta.

Algunos autores reportan la variación en diferentes días de la semana. Las cargas de estos indicadores están sujetas, inclusive, a la variabilidad horaria.

Los enterovirus se encuentran presentes en cantidades importantes en las aguas residuales. A su vez, el VIH, agente causal del SIDA, se encuentra presente en estas aguas, así como también otras enfermedades venéreas. Estos efluentes líquidos, rechazados directamente en el drenaje de la red de los laboratorios y del hospital a investigarse, pueden contribuir bajo ciertas condiciones fisicoquímicas a la presencia del virus en las redes urbanas del alcantarillado y en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

1.5 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

1.5.1 SISTEMAS DE TRATAMIENTO.

En el tratamiento de aguas residuales, se depende de los constituyentes a remover y del grado de remoción de los mismos. Existen diversos niveles y métodos entre los que tenemos:

- Cámaras sépticas.
- Tanques sépticos.
- Campos de infiltración.
- Lagunas de estabilización u oxidación.

Cámaras sépticas.

Son sistemas individuales que sirven para el tratamiento y eliminación de las aguas residuales en los sitios donde no se disponga de los sistemas de

recolección de las aguas sanitarias. Funcionan como cámaras filtrantes que se deben limpiar periódicamente.

Tanques sépticos.

Se usan para recibir las descargas de aguas servidas provenientes de residencias individuales y de otras instalaciones que no poseen la red de alcantarillado como por ejemplo, hoteles, escuelas, colegios, etc.

Son contruidos de concreto, mampostería o fibra de vidrio y deben ser impermeables así como también tener resistencia estructural.

Sistema de infiltración.

Se define como el movimiento del agua, a través de la superficie del suelo y hacia adentro del mismo, producido por la acción de fuerzas gravitacionales y capilares [1].

Los sistemas de infiltración son usados para:

- Prevenir una descarga directa en una fuente de agua superficial o subterránea.
- La recuperación de las aguas a través de pozos o drenajes para su posterior reutilización.

Lagunas de estabilización u oxidación.

Las lagunas de estabilización son el método más simple de tratamiento de aguas residuales que existe. Este tipo de tratamiento se emplea extensamente en comunidades rurales o urbanas y por su flexibilidad de bajo costo de inversión, operación y mantenimiento, es una opción a los procesos convencionales de tratamiento de aguas residuales [4].

Están constituidas por excavaciones pocas profundas, cercadas por taludes de tierra. Generalmente tiene forma rectangular o cuadrada.

Las lagunas tienen como objetivos:

- Remover de las aguas residuales la materia orgánica que ocasiona la contaminación.
- Eliminar microorganismos patógenos que representan un grave peligro para la salud.
- Utilizar su efluente para reutilización, con otras finalidades, como agricultura, riego, etc.

La eficiencia de la depuración del agua residual en lagunas de estabilización depende ampliamente de las condiciones climáticas de la zona, temperatura,

radiación solar, frecuencia, fuerza de los vientos locales y factores que afectan directamente a la biología del sistema [4].

1.5.2 NIVELES DE TRATAMIENTO.

Son todas aquellas etapas requeridas en el tratamiento, antes que el agua residual tratada pueda ser utilizada o vertida en el ambiente. Estos niveles son:

Nivel preliminar: es la remoción de constituyentes del agua residual que puedan causar problemas operacionales o de mantenimiento con los procesos y operaciones de tratamiento, y sistemas auxiliares.

Nivel primario: remoción de parte de los sólidos y materia orgánica suspendidas presentes en el agua residual.

Nivel primario avanzado: remoción intensiva de sólidos suspendidos y materia orgánica presentes en el agua residual, en general llevada a cabo mediante la adición de insumos químicos o filtración.

Nivel secundario: remoción de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos. La desinfección también se incluye dentro del concepto de tratamiento secundario convencional.

Nivel secundario con remoción: remoción de compuestos orgánicos biodegradables, sólidos suspendidos y nutrientes (nitrógeno o fósforo por separado o en conjunto).

Terciario: remoción de sólidos suspendidos residuales, en general por filtración en medio granular. La desinfección hace siempre parte del tratamiento terciario, incluyéndose a menudo en esta definición la remoción de nutrientes.

Avanzado: remoción de materiales disueltos o en suspensión que permanecen después del tratamiento biológico convencional. Este nivel se aplica en casos donde se requiere reutilizar el agua tratada o en el control de eutrofización de fuentes receptoras [12].

1.5.3 MÉTODOS DE TRATAMIENTO.

Los constituyentes presentes en el agua residual se remueven por mecanismos de tipo físico, químico y biológico. Los métodos se clasifican por lo general en operaciones físicas unitarias, procesos químicos unitarios y procesos biológicos unitarios. En los sistemas de tratamiento se realizan combinaciones de estas operaciones y procesos. A continuación se describen estos procesos y operaciones [2]:

Métodos físicos unitarios: son aquellos métodos de tratamiento en los cuales predomina la aplicación de fuerzas físicas. Se cuentan como ejemplos de

operaciones físicas unitarias la floculación, sedimentación, flotación, filtración, tamizado, mezcla y transferencia de gases.

Métodos químicos unitarios: son aquellos en los cuales la remoción o transformación de contaminantes se produce por adición de insumos químicos o por reacciones químicas. Los procesos de precipitación, adsorción y desinfección se catalogan como procesos químicos unitarios.

Métodos biológicos unitarios: son los métodos de tratamiento en donde la remoción de contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica. La principal aplicación de los procesos biológicos unitarios es la remoción de constituyentes orgánicos biodegradables de las aguas residuales. Estas sustancias se transforman en gases que escapan a la atmósfera, y en tejido celular biológico que puede ser removido por sedimentación. Los tratamientos biológicos se emplean también para remover nutrientes (nitrógeno y fósforo) de las aguas residuales.

Los principales procesos que se utilizan en el tratamiento biológico de las aguas residuales pueden clasificarse con respecto a su función metabólica en procesos aerobios, anaerobios, anóxicos, facultativos y combinados. Los procesos individuales se realizan en sistemas de crecimiento en suspensión, sistemas de película bacterial adherida y en combinaciones de ellos. Los sistemas de crecimiento en suspensión, son procesos de tratamiento biológico

en los cuales los microorganismos responsables de la conversión de la materia orgánica o de otros constituyentes de las aguas residuales en gases y tejido celular se mantienen suspendidos dentro del líquido. Mientras que los sistemas de película bacterial adherida son procesos de tratamiento biológico en los cuales los microorganismos, que son responsables de la materia orgánica o de otros constituyentes de las aguas residuales en gases y tejidos celulares, se encuentran adheridos a un medio inerte, como rocas, desechos o cerámica especialmente diseñada y materiales plásticos. Por ejemplo, un proceso de tratamiento aerobio puede ser con crecimiento en suspensión o crecimiento de película bacterial adherida. Estos son:

Procesos aerobios: procesos en el tratamiento biológico que ocurren en presencia de oxígeno.

Procesos anaerobios: procesos en el tratamiento biológico que ocurren en ausencia de oxígeno.

Procesos anóxicos: proceso por medio del cual el nitrógeno de los nitratos se convierte biológicamente en nitrógeno gaseoso en ausencia de oxígeno. Este proceso se conoce también, como desnitrificación anóxica.

Procesos facultativos: procesos de tratamiento biológico en los cuales los organismos pueden actuar en ausencia de oxígeno molecular.

Procesos combinados o híbridos: combinaciones diferentes de procesos aerobios, anaerobios y anóxicos agrupados con el fin de conseguir un objetivo particular.

1.5.4 LODOS ACTIVADOS.

Es un proceso biológico aerobio de crecimiento en suspensión, comúnmente usado en el tratamiento de aguas residuales, en el que los organismos vivos aerobios y los sólidos orgánicos de las aguas residuales se mezclan íntimamente en un medio favorable por un periodo de tiempo, para lograr la descomposición aerobia de los sólidos. La materia orgánica degradable, que se encuentra en el agua residual, se estabiliza por la acción de las bacterias, que utilizan esa materia a manera de alimento, ya que de ella obtienen la energía que requieren para mantenerse vivas y reproducirse [12].

1.6 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, son aquellas diseñadas, construidas y operadas con el objeto de convertir el líquido cloacal, proveniente del uso de las aguas de abastecimiento, en un efluente final aceptable para ser vertido; y para disponer adecuadamente que los sólidos ofensivos que necesariamente son separados durante el proceso [12].

Es importante acotar, que en el momento que se inicien los trabajos de construcción de la Planta de Tratamiento de Agua Residual propuesta, deben tomarse medidas de mitigación adecuadas, para contrarrestar los Impactos negativos que se generan por actividades constructivas (Limpieza, Desbroce y Excavaciones), como lo explica Flor A. (2013): “Se asegurará que la destrucción de la vegetación sea la mínima necesaria para realizar el trabajo. Los límites del área de trabajo, serán claramente delineados, y la supervisión se asegurará que ningún desmonte se realice más allá de estos límites. Las ramas o fuste de diámetros pequeños se deben someter a una pasada de equipo sobre ellas y esparcir sobre el suelo a fin de disminuir el riesgo de incendio. Cuando sea necesario podar árboles se realizará con cortes definidos por delante del collar de la rama, las ramas grandes y pesadas deberán ser cortadas previamente por debajo para evitar el resquebrajamiento o la alteración de la corteza. Los fragmentos de los árboles que han sido talados y la maleza resultante de la limpieza, deben ser eliminados de una de las siguientes maneras dependiendo de las restricciones locales, y previa conformidad de la supervisión. En áreas agrícolas, cualquier vegetación tóxica o nociva debe ser retirada y no podrá ser apilada en áreas que estén al alcance de los animales... Excavaciones: antes de dar inicio a las excavaciones, se garantizará el cumplimiento de todas las medidas de mitigación.

De acuerdo con el tipo de material a excavar y a la altura del corte se deben controlar los fenómenos geodinámicos externos tales como, procesos de erosión. El operador de la maquinaria utilizada para los cortes, deberá realizar la excavación de tal manera que no produzca deslizamientos inesperados, identificando el área de trabajo y verificando que no haya personas u obstrucciones cerca. Los materiales de corte, deberán ser transportados directamente en volquetas hacia los sitios de conformación de terraplenes. En caso de requerirse el almacenamiento temporal del material de corte, éste se dispondrá en un lugar que no cause riesgos de contaminación del suelo o de algún drenaje natural próximo y deberá ser retirado en el menor tiempo posible hacia el sitio de disposición final. Está prohibido disponer el material de excavación en las laderas o en lechos de ríos y quebradas. Los drenajes naturales interceptados por los cortes deberán ser canalizados mediante estructuras escalonadas con el fin de proteger el talud y evitar erosión e inestabilidad del mismo. En las poblaciones, se deberá extremar cuidados con relación a los servicios básicos existentes. Para ello el Contratista deberá realizar las averiguaciones necesarias ante el Gobierno Municipal para identificar los sectores en los que existen tuberías u otra infraestructura enterrada. En caso de verificarse la existencia de este tipo de infraestructura, se tomarán precauciones en la operación de la maquinaria, evitando su afectación. En caso que cualquier infraestructura enterrada sea afectada, el Contratista

deberá reponer la misma en el tiempo más corto posible, para ello destacará cuadrillas especiales, que se encargarán del trabajo, y de ser necesario, deberá realizar el trabajo en doble turno hasta solucionar el problema presentado” [3].

1.6.1 PARAMETROS PARA EL DISEÑO.

Son todos aquellos factores que deben considerarse en el análisis y diseño de unidades para reducir o eliminar constituyentes presentes en aguas residuales, ya que de estos depende la disminución de fallas en el dimensionamiento, desempeño y confiabilidad de las instalaciones [12].

Algunos de los parámetros a considerar en el diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales son: caudales promedio, caudales máximos, caudales mínimos, concentraciones de contaminantes, concentraciones que se esperan obtener, carga de diseño y tiempo de retención [12].

CAPÍTULO 2

DESARROLLO DEL PROYECTO.

2.1 CANTÓN MANTA.

El cantón Manta está conformado por 5 parroquias urbanas: Manta, Tarquí, Los Esteros, San Mateo y Eloy Alfaro y 2 parroquias rurales: Santa Marianita y San Lorenzo. El cantón es un punto estratégico para el ingreso de todo tipo de embarcaciones ya que se encuentra en el centro del litoral ecuatoriano, situada frente al Océano Pacífico en la costa Noroccidental de América del Sur, su ubicación geográfica está determinada por las coordenadas geográficas 00°57'35" de latitud sur y 80°43'02" de longitud oeste, a 5m sobre el nivel del mar. Tiene una superficie de 292,89 km². La ciudad de Manta es el principal puerto de la provincia de Manabí.

Manta forma parte de los 22 cantones manabitas, ubicada a 36 km de Portoviejo, capital de la provincia. Su temperatura promedio es de 28 grados centígrados. Conformada con una población de 226.477 habitantes según el último censo nacional de población y vivienda, la población urbana constituye el 95,21% lo que determina que es un cantón definitivamente urbano.

Manta es conocida por su importante flota atunera, es hoy el polígono del desarrollo regional, convirtiéndose en la mayor perspectiva de progreso de las actividades productivas de la provincia. El desarrollo del Cantón siempre se ha ligado al Puerto, más aun cuando las gestiones nacionales e internacionales le han ubicado en un sitio estratégico para el desarrollo de sus actividades portuarias.

El Cantón posee dos tipos de bosques, el húmedo tropical conformado por el bosque de Pacoche y el seco tropical. Parte de este territorio fue adjudicado para la construcción de la Refinería del Pacífico.

2.2 HOSPITAL DR. RAFAEL RODRÍGUEZ ZAMBRANO.

El Hospital Dr. Rafael Rodríguez Zambrano, es un hospital de Segundo nivel, ubicado al sur oeste del cantón Manta en el barrio Santa Martha, vía san mateo, cuenta con una estructura moderna de hormigón, de 6 pisos con una capacidad de 220 camas, inaugurado el 6 de agosto de 1988 (ver Fig. 2.1 Anexo 5).

Su historia se remonta a 1910, en esa época el Dr. Rafael Rodríguez Zambrano funda el hospital Lazareto con el apoyo del Gral. Eloy Alfaro Delgado en la parroquia Tarqui, sector “La Ensenadita”, debido a la gran epidemia de peste que azotó a la población mantense.

En 1944 el Servicio Cooperativo Interamericano de Salud, ahora conocido como Organización Panamericana de la Salud, construye varios pabellones en la calle 10 de Agosto y García Moreno, con el nombre de Rodríguez Zambrano. En la actualidad esto corresponde a la av. 24 y calle 13.

Los pabellones constaban con una sala de mujeres, una sala de hombres, un aislamiento, área de traumatología, un pequeño quirófano, pediatría y una sala de maternidad anexando neonatología, además se pagaba pensionado en ese entonces.

En 1976 se autoriza la construcción de un nuevo hospital para Manta, el Municipio de Manta en Sesión Ordinaria el 12 de diciembre de 1977, declara de utilidad pública un terreno de 31.060 metros cuadrados de superficie para la construcción del nuevo hospital. Firmando un contrato el 27 de enero de 1978 entre el Ministro de Salud Dr. Asdrúbal de la Torre y los contratistas IEOS – ETECO PREDIOS – HOSPITALIA INT. Costo total 254.343.962 sucres. Ubicado en el Barrio Santa Martha vía San Mateo.

En el año de 1988 el hospital ya cuenta con su nueva infraestructura, prestando servicios de atención médica a la ciudadanía manabita con una dotación de 220 camas, con atención en especialidades de: Pediatría, Quemados, Medicina Interna e Infectología, Cirugía, Traumatología, Unidad de Cuidados Intensivos, Gineco-Obstetricia, Neonatología, Anestesiología,

Consulta externa, Emergencia. Esta casa de salud da servicios de diagnósticos como fisioterapia, laboratorio, Anatomía y patología, salud mental, niños de alto riesgo, entre otros.

Este hospital ha estado brindando atención por 20 años, es necesario considerar que el hospital fue creado con un diseño altamente resistente a cualquier evento que pueda afectar sus características estructurales, diseñado para una población de 100.000 habitantes hace 30 años, en los actuales momentos es tanta la demanda de los pacientes, que no puede satisfacer el 100% de la demanda.

Como unidad de referencia brinda atención a usuarios de los cantones de Montecristi, Jaramijó, Jipijapa, Puerto López y Paján. Además, por el Sistema Nacional de Red se atiende a toda la provincia de Manabí todos los días del año, las 24 horas del día, siendo su capacidad inferior a la demanda generada.

Considerando la gran demanda de servicio de salud pública que posee el hospital es de vital importancia conocer el estado del sistema de alcantarillado que muchas veces colapsa debido a los altos caudales que se presentan y así mismo un tratamiento para estas aguas que son contaminantes para la comunidad en general.

Tomando en cuenta el cumplimiento de la constitución en su artículo 14, sección ambiente sano y apreciando que es menos factible económicamente

recuperar un ecosistema contaminado que afecte a la población, es recomendable darle un tratamiento adecuado a las aguas residuales de esta casa de salud para que siga aportando bienestar y salud a todos los manabitas en general.

2.2.1 MISIÓN DE LA INSTITUCIÓN.

Se sustenta la política del M.S.P., normas y reglamentos de la institución, promoviendo y fomentando la atención a toda la población que acude a esta unidad garantizando los servicios eficientes de calidez, con sólidas bases científicas, tecnológicas, humanísticos y éticos y con un enfoque a la atención primaria, la recuperación, para fortalecer la salud. (Hospital Rodríguez Zambrano de Manta, 2013).

2.2.2 VISIÓN DE LA INSTITUCIÓN.

La visión del Hospital Rafael Rodríguez Zambrano de Manta, 2013 es ser el centro hospitalario más moderno y con mejor atención a los usuarios de salud del cantón Manta y de los demás cantones de la provincia para brindar una atención con calidad y calidez, implementando de manera continua tecnología de avanzada con talento humano capacitado, comprometido e innovadores acorde al avance de la medicina y tecnología.

2.3 ANÁLISIS DEL SITIO.

Para llevar a cabo un análisis de la contaminación producida por el hospital, y una propuesta de solución a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales, es necesario realizar un análisis del sitio del sector donde se ubica el hospital. Se pretende mostrar, en primera instancia, los datos más significativos del hospital, que serán la base fundamental para la propuesta de solución a la contaminación generada.

2.3.1 ANÁLISIS POBLACIONAL.

La mayor parte de la población Mantense es de origen migratorio, con presencia en mayor número de inmigrantes internos de cantones como Montecristi y Jaramijó, así como de inmigrantes extranjeros quienes han llegado atraídos por su gran desarrollo industrial.

Para el análisis poblacional de este proyecto consideraremos los usuarios del hospital que básicamente son las personas atendidas en esta casa de salud ya sea por cuestiones de emergencia, hospitalización, consulta externa, además el talento humano que se divide en médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería, trabajadores y empleados.

Actualmente el hospital Rodríguez Zambrano cuenta con talento humano de 632 personas, su capacidad de atención hospitalaria es de 220 camas

individuales, una influencia promedio diaria de 300 usuarios en consulta externa, y un promedio de 200 personas atendidas en el área de emergencia, además se atienden a pacientes que son transferidos de otras casa asistenciales según lo indica el departamento de estadísticas del hospital.

Estos datos se han realizado de manera general en promedios diarios. Para los cálculos respectivos se utilizará solo la población usuaria del hospital.

2.3.2 PERIODO DE DISEÑO.

El periodo de diseño es el tiempo dentro del cual se prevé que el sistema de alcantarillado funcione acorde a las necesidades tanto de la población actual y población futura dentro de este periodo. En el presente estudio se adopta como periodo de diseño 20 años.

2.3.3 POBLACIÓN ACTUAL.

Según el análisis poblacional que se realizó gracias a la investigación durante varios días de monitoreo en las áreas de atención, y en conjunto con los datos estadísticos, determinamos la población actual que intervienen en esta casa de salud.

La población en el año 2012 por morbilidad hospitalaria fue de 3358 personas, este valor corresponde a la ocupación del hospital por distintas causas hospitalarias, considerando además la mortalidad para nuestro proyecto debido

a la ocupación que tienen al ser ingresados, tenemos una cifra de 227 habitantes para el mismo año, como se muestra en el anexo 1, en base a esto realizaremos nuestra proyección al 2013 y para el periodo de diseño considerado.

2.3.4 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA.

La población futura se calculará mediante la fórmula de progresión geométrica.

Se calcula la población futura con la siguiente expresión:

$$Pf = Pa (1 + r)^n \quad (\text{EC. 2.1})$$

Dónde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

n = Periodo de diseño.

r = Razón o índice de crecimiento geométrico.

Tomando como referencia el valor de habitantes del año 2012 tenemos una población actual de 4080 habitantes.

El valor del índice de crecimiento geométrico, se lo calcula con la siguiente expresión:

$$r = \left(\frac{P1}{P0}\right)^{1/a} - 1 \quad (\text{EC. 2.2})$$

Dónde:

P1 = Población actual

Po = Población anterior

a = Intervalo de tiempo entre 2 censos

Para la obtención del índice de crecimiento aplicaremos la ecuación 2.2 con los datos del año y la población como se indica en el anexo 1, a continuación se muestra la siguiente tabla con el valor de R calculado:

Tabla 2.1 Índice de crecimiento.

AÑO	POBLACIÓN HOSPITAL	R	%R
2008	2926		
		0,009	0,89
2009	2952		
		0,021	2,07
2010	3013		
		0,098	9,82
2011	3309		
		0,083	8,34
2012	3585		
	Σ	0,211	21,120
	PROMEDIO	0,052	5,280

Fuente: Dpto. de estadística (Hospital Rodríguez Zambrano).
Elaborado por: Dpto. de estadística (Hospital Rodríguez Zambrano).

La obtención de la proyección futura se obtiene aplicando la ecuación 2.1 con el último dato conocido en año y población, teniendo así:

Tabla 2.2 Proyección futura.

AÑO	PROYECCIÓN
2012	3585
2013	3774
2018	4882
2023	11600
2028	27567
2033	65508

Fuente: Dpto. de estadística (Hospital Rodríguez Zambrano).
Elaborado por: Dpto. de estadística (Hospital Rodríguez Zambrano).

La tabla 2.1 refleja un índice de crecimiento de 5.28%, necesario para la obtención de la población futura que se calculó en periodos de 5 años.

El resultado de la proyección al año 2033 como se indica en la tabla 2.2 aplicando el cálculo respectivo, sería de 65.508 usuarios o habitantes, el mismo que superaría la capacidad de uso del hospital y que desde ya se encuentra saturado y con insuficiencia en la atención debido a la demanda que cada día crece de una forma extensa.

2.4 VERTIMIENTOS HOSPITALARIOS.

Los vertimientos son las descargas finales de sustancias o compuestos que formen parte de un líquido residual de cualquier origen a un cuerpo de agua o al suelo.

Un vertimiento hospitalario es cualquier descarga líquida proveniente de un hospital, a un cuerpo de agua o al sistema de alcantarillado existente.

2.4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SEGÚN EL ÁREA DE ORIGEN.

Los hospitales generalmente descargan aguas con características similares a las aguas de uso doméstico, sin embargo existe la presencia de microorganismos y la posibilidad de riesgos químicos. Estas aguas componen una mezcla de sustancias complejas que presentan una actividad tóxica y mutagénica.

El hospital Rodríguez Zambrano según los servicios que presta a la ciudadanía en general, cuenta con varias áreas, las cuales descargan líquidos que se comportan de distintas maneras. Según lo investigado dentro de este establecimiento, las áreas con más relevancia descargan lo siguiente:

Cocina: Vertimientos líquidos que presentan altos contenidos orgánicos.

Lavandería: Presencia de grasas, detergentes, aromatizantes y organismos patógenos provenientes del uso de la vestimenta de pacientes.

Laboratorio clínico: Encontramos elementos químicos que se usan para las distintas pruebas y exámenes, además materia orgánica y patógenos.

Salas de cirugía, observación y post operatorio: Encontramos en los líquidos la presencia de orina, materia fecal, sangre, fluidos corporales, desinfectantes y residuos de medicamentos líquidos.

Medicina interna e infectología: Presencia de virus que se mezclan con las aguas desechadas, sangre, residuos de medicamentos altamente químicos, desinfectantes, fluidos corporales, enterovirus.

Emergencia: Residuos de medicamentos, sangre, fluidos corporales, desinfectantes.

Rayos X: Líquidos de revelado, residuos de isotopos con radioactividad.

Otras áreas: Existe la presencia de desechos por la actividad humana, sangre, orina, materia fecal, tejidos celulares, líquidos con presencia de agentes virales, grasas, entre otros. Aquí se hace referencia a salas de parto, quirófanos, unidad de cuidados intensivos, patología, morgues, área de mantenimiento, áreas administrativas, entre otras.

2.5 EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE.

2.5.1 INSTALACIONES SANITARIAS.

Dentro del hospital Rodríguez Zambrano existen instalaciones sanitarias en muy malas condiciones debido al uso y desgaste de las mismas, el taponamiento de las piezas sanitarias generado por el mal uso de ellas, provoca colapsos en las instalaciones que es el principal problema de esta

institución, volviendo obsoletas algunas tuberías tanto de agua potable como de desagües.

Estos problemas que afectan de manera directa a los usuarios, quienes en la mayor parte de los casos son los responsables del mal funcionamiento, y junto con el desgaste de los materiales que ya han cumplido con su vida útil de trabajo, son la causa para deshabilitar varias instalaciones dentro de esta casa de salud.

En el periodo de nuestra investigación se pudo constatar las condiciones de las instalaciones sanitarias, debido a que en varias áreas se están ejecutando trabajos de adecuaciones, siendo estos trabajos la solución para el mejoramiento de los servicios sanitarios y servicios en general.

2.5.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

Las tuberías del sistema de alcantarillado tienen un diámetro de 200mm y son de hormigón, se encuentran presentes dentro de la edificación y en los patios de la institución. El alcantarillado se encuentra en funcionamiento, evacuando las aguas servidas al colector de la red que se encuentra en la calle.

Debido al incremento de usuarios se debe de realizar una ampliación y por ende el respectivo acoplamiento al sistema existente.

Las grandes cantidades de aguas que son descargadas al sistema principal de alcantarillado, provenientes del hospital, clínicas, laboratorios y negocios que se encuentran alrededor, produce taponamientos y reboses en el colector principal de la calle, el mismo que es atendido periódicamente por la Empresa Pública de Aguas Manta (EPAM).

2.6 ANÁLISIS DE LA CONTAMINACION PRODUCIDA POR LAS DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS DEL HOSPITAL RAFAEL RODRÍGUEZ ZAMBRANO.

Las aguas negras sin tratar, llevan una peligrosa carga de bacterias infecciosas, virus, parásitos y sustancias químicas tóxicas. Cuando termina en el agua que bebemos y usamos para fines recreativos, o en nuestras casas, causa graves daños a la salud de los seres humanos y del medio ambiente. Cabe recalcar que una de las preocupaciones de nuestro gobierno es la salud pública, debido a la falta de sistemas de alcantarillado y tratamiento de los efluentes, se producen muertes por enfermedades de carácter contagioso.

Las aguas que descarga el hospital contaminan no solo al personal que desempeña sus funciones en este lugar debido al uso y vertimiento de las mismas, también contaminan la red que transporta estas aguas, extendiendo así la contaminación a las zonas cercanas, ya sea por no contar con sistemas de alcantarillado o por tener conexiones clandestinas en mal estado.

Para todo tipo de descargas de efluentes, existen límites de descarga al sistema de alcantarillado, dictados por el Ministerio del Ambiente del Ecuador en su reglamentación de Norma de Calidad Ambiental Y de descarga de Efluentes: Recurso Agua, sección de Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público, el cual tiene los Límites Máximos Permisibles de los parámetros biológicos físicos y químicos, por lo que nosotros haremos uso de estas tablas para conocer los valores con los cuales nos vamos a regir en nuestra investigación y por ende en el diseño del tratamiento escogido.

Para nuestra investigación hemos escogido los parámetros más representativos como lo son DBO (demanda bioquímica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno). A continuación presentamos la tabla extraída:

Tabla 2.3 Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O5.	mg/l	250
Demanda Química oxígeno	DQO	mg/l	500
PH	pH	-	5 – 9
Aceites y grasas	Solubles	mg/l	100
Solidos suspendidos	-	mg/l	220
Solidos totales	-	mg/l	1600
Fosforo total	P	mg/l	15
Nitrógeno total	N	mg/l	40

Fuente: Ministerio del Ambiente, normas de calidad ambiental.
Elaborado por: Ministerio del ambiente - Ecuador

Los análisis de las aguas residuales provenientes del hospital Rodríguez Zambrano, se realizaron con distintas muestras en puntos estratégicos en un día de mayor concurrencia de pacientes y en otro día de menor atención. Además de esto en uno de nuestros análisis determinamos la presencia de metales pesados.

Las muestras de aguas residuales se tomaron un día lunes, existiendo mayor atención de pacientes, tanto en áreas críticas, consulta externa, laboratorios, lavanderías, es decir un 100% del uso en general del hospital; Así mismo, se tomaron las muestras en los mismos puntos, un día domingo cuando el uso del hospital esta reducido en su mayor parte, funcionando solo las áreas críticas del hospital.

Los resultados correspondientes al colector que receipta todas las aguas nos permite saber que los valores superan los límites, así mismo los valores obtenidos en la caja de revisión exclusiva de rayos X, muestran valores excesivos, los cuales tienen alto contenido de peligrosidad, incluso para el mismo personal que labora en esa área del hospital. En el anexo 2 encontraremos los resultados de las pruebas realizadas.

La contaminación que producen estas aguas es tal que en ellas existe presencia de agentes virales contaminantes, como el VIH (síndrome de inmunodeficiencia adquirida), TB (tuberculosis). Estos resultados fueron

compartidos de manera verbal por parte de los laboratoristas, asegurando la presencia de sangre y otros elementos en la muestra número uno, sin embargo no se presenta en los informes solicitados.

Debido a que en su mayor parte los resultados superan los límites de DBO y DQO, es necesaria la remoción de los mismos y otros parámetros adicionales para cumplir con los límites máximos permisibles que exigen las normas de medio ambiente que rigen el territorio nacional.

Se adoptará un proceso de tratamiento biológico con bacterias aeróbicas presentes en lodos activados, que utilicen oxígeno para convertir las aguas residuales en líquidos claros y que cumplan con los límites permisibles sin causar el mayor impacto posible.

2.7 PROPUESTA DE SOLUCIÓN A TRAVÉS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

La propuesta consiste en implementar un sistema de tratamiento para estas aguas contaminantes, para esto adoptamos la inclusión de una planta de tratamiento de aguas residuales, la misma que contempla el tratamiento de los efluentes líquidos generados por los servicios que brinda el hospital Rodríguez Zambrano de la ciudad de Manta.

La planta tiene como función que las descargas de las aguas residuales hacia el sistema de alcantarillado municipal, cumplan con los límites máximos permisibles de la calidad de agua establecida en la Norma de Calidad Ambiental Y de descarga de Efluentes: Recurso Agua, sección de Normas de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público.

El proceso de tratamiento consiste en un proceso biológico conocido como Aireación Extendida o Digestión Aeróbica. En éste proceso, las aguas residuales entran a un tanque de aireación cuyo contenido se mezcla extensivamente con grandes volúmenes de aire a presión, el mismo que es inyectado a las cámaras en su parte profunda. Al ascender hacia la superficie las burbujas de aire que se producen, efectúan una transfusión de oxígeno a los líquidos y sólidos contenidos en las cámaras. Las bacterias aeróbicas que se encuentran presentes en los lodos utilizan este oxígeno para convertir las aguas residuales en líquidos y gases inofensivos, claros e inodoros. Algunas veces se llama a éste proceso “quemado húmedo”, ya que las bacterias realmente oxidan las aguas residuales por medio del oxígeno, tal como el fuego utiliza el oxígeno para quemar materiales combustibles. Una vez que la suspensión abandona las cámaras de aireación, es retenido en cámaras de clarificación, en donde se encuentra en estado de reposo. El agua que se encuentra en reposo, presenta en el fondo de éstas cámaras, el asentamiento de todas las partículas parcialmente tratadas que posteriormente regresaran a

las cámaras de aireación para tratamiento adicional. Este asentamiento produce un líquido sobrenadante claro, ya completamente tratado y que estaría listo para su descarga al cuerpo receptor (ver Fig. 2.2 Anexo 5).

En vista de los resultados obtenidos y con la presencia de agentes virales, es necesario considerar procesos de desinfección con cloradores o por radiación Ultravioleta, digestión de lodos y deshidratado mecánico de lodos. El sistema generará muy poco lodo, puesto que este sistema contempla la digestión aeróbica de los mismos en el reactor de lodos, por lo que resultan altamente estabilizados y mineralizados.

El proceso de tratamiento mediante aireación extendida se subdivide en cuatro etapas:

- Pretratamiento
- Aireación
- Clarificación
- Desinfección.

Pretratamiento: En ésta primera etapa, se utiliza un sistema para retirar del agua residual los materiales no biodegradables, tales como plásticos y metales.

Aireación: Es aquí donde las aguas residuales se mezclan con el aire que es introducido por medio de difusores localizados al fondo de las cámaras. Éstos

difusores inyectan suficiente aire para satisfacer la demanda de oxígeno necesaria para que se efectúe el proceso de digestión aeróbica.

Clarificación: El siguiente paso en el proceso se lleva a cabo en las cámaras de clarificación. Aquí no existen ningún tipo de circulación ni movimiento, provocando con esto que los sólidos suspendidos se asienten en el fondo de las cámaras, desde donde son reintroducidos a cámaras de aireación por medio de los retornos de lodos.

Desinfección: Esta fase se realiza de ser necesaria una remoción de agentes virales, mediante equipos complementarios, además la remoción de materiales o partículas que aún se encuentren en el agua antes de ser vertida al sistema de alcantarillado. Aquí existe la inclusión de equipos como cloradores, desnatadores, lámparas de radiación ultravioleta.

2.8 BASES PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

2.8.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

La topografía del hospital debe ser cuidadosamente levantada ya que es indispensable y fundamental para un buen diseño del sistema de alcantarillado.

Se ha tomado en cuenta, la zona urbana, el desarrollo futuro previsto cerca del sector, la zona de tratamiento y la red de conducción de aguas servidas.

La altimetría del terreno es básica para el diseño de la red de tuberías y su correcto funcionamiento.

El levantamiento topográfico del hospital fue realizado por nosotros con ayuda de una estación total y GPS. El levantamiento existente, la propuesta de la ubicación del tratamiento y la conducción se encuentran en la Fig. 2.3, Anexo 5.

2.8.2 SELECCIÓN DEL SITIO.

La selección del sitio donde se ubicará la planta de tratamiento se ha realizado considerando el tránsito peatonal y vehicular, es decir un lugar donde no afecte la libre circulación de personas y ambulancias.

Mediante el levantamiento topográfico se ha determinado el lugar más idóneo para la construcción de la planta en las coordenadas $0^{\circ}57'12''S$ de latitud y $80^{\circ}44'29''O$ de longitud junto al sindicato de empleados y parqueadero dentro de los patios del hospital como se muestra en la Fig. 2.3, Anexo 5.

La ubicación de la planta de tratamiento también responde al levantamiento topográfico del sistema de alcantarillado existente, encontrándose el colector de salida de aguas residuales dentro del hospital en las coordenadas $0^{\circ}57'14''S$ de latitud y $80^{\circ}44'30''O$ de longitud, y que tiene una pendiente del 5% en relación al colector municipal ubicado en la calle 18 del sector Santa Martha a 71,31 metros de distancia.

2.8.3 ESTUDIO DE SUELOS.

El estudio de suelos, consistió en la obtención de muestras de suelo provenientes de tres perforaciones de 4.00 metros de profundidad cada una, con una máquina de penetración del suelo modalidad tubo partido, dentro de los predios del hospital.

En cada una de las perforaciones se trabajó con el ensayo de penetración estándar, tomando muestras cada metro de avance de profundidad, el mismo ensayo que consiste en contar el número de golpes que proporciona la máquina con un peso de 140lbs. Golpes que se requieren para hincar el tubo saca muestra en el terreno. Se trabaja con una altura de caída libre de 75cm. Determinando así el grado de compacidad y consistencia del suelo (Ver Fig. 2.4, Anexo 5).

De cada una de estas pruebas in situ se recuperó la muestra de suelo respectiva que fue sometida a ensayos clasificatorios en el laboratorio, a partir de las propiedades índices (humedad natural, granulometría y límites de Atterberg).

La boca de cada perforación se la determinó tomando como N=0.00 el nivel de la acera, frente al área de parqueadero.

Resultados de los ensayos.

Con los resultados obtenidos, tanto en el sitio como en el laboratorio, se deduce que el subsuelo presente en los patios del hospital es perfectamente determinante y corresponde a una parte superficial de una estructura de pavimento, compuesta por lastre, base granular y carpeta asfáltica de un espesor total de entre 0.30 a 0.35m.

La primera capa de suelo hasta 1.10 a 1.30m, corresponde a una arcilla arenosa de alta plasticidad, baja compresibilidad y consistencia firme. Seguidamente y entre 1.90 a 2.20m de profundidad, tenemos una arena limosa, no plástica y de compacidad media. Por último y hasta la profundidad explorada, es decir 4.00m, existe una arena limosa tipo arenisca, no plástica y de compacidad que varía de densa a muy densa.

Los resultados de los análisis del tipo de suelo junto con la capacidad portante se los puede encontrar en el anexo 3.

2.8.4 CIFRAS DE CONSUMO DE AGUA.

El conocimiento cabal de esta información es de gran importancia en el diseño para lograr estructuras funcionales dentro del periodo económicamente aconsejable.

Nuestras normas técnicas emitidas por el MIDUVI asignan cifras para el consumo de agua tomando en cuenta el uso de la tierra, zonificación y de acuerdo al tipo de población a servir que se expresan en (Lt/Hab * día). Estas cifras nos conducen a la determinación de un caudal o consumo medio, el cual ha de constituir la base para todo diseño.

De acuerdo al MIDUVI se recomienda un consumo mínimo de 100Lt/Hab*día para la población futura prevista.

Cuando sea necesario proyectar un sistema de abastecimiento de agua para una ciudad y no se tengan datos confiables sobre el consumo de agua, se recomienda las siguientes dotaciones de acuerdo a la población a servir:

Tabla 2.4 dotaciones de agua.

POBLACIÓN	DOTACIÓN (lt/hab * día)
Hasta 20000 hab.	200
20000 – 50000 hab.	250
50000 en Adelante	300

Fuente: MIDUVI.

Elaborado por: MIDUVI

2.8.5 CONSUMO O DEMANDA POR INCENDIO.

En términos generales podemos decir que un sistema de abastecimiento de agua potable representa el medio más valioso para combatir los incendios y en

el diseño el factor debe ser considerado de acuerdo a la importancia en la zona de estudio.

Para el cálculo de la dotación de agua contra incendio se considera los siguientes valores:

Tabla 2.5 dotaciones de agua por incendio.

POBLACIÓN	GASTO TOTAL (litros/segundo)
3000 - 10000 hab.	5
10001 - 20000 hab.	12
20001 - 40000 hab.	24
40001 - 60000 hab.	48
60001 - 120000 hab.	72
Mayor a 120000 hab.	96

Fuente: MIDUVI.

Elaborado por: MIDUVI.

2.8.6 VARIACIONES DE LOS CONSUMOS.

La finalidad de un abastecimiento de agua es la de suministrar el caudal a la comunidad en forma continua y con presión suficiente a fin de satisfacer las necesidades sanitarias, sociales y económicas, propiciando de esta manera su desarrollo.

Para lograr esto es importante que cada parte del sistema esté bien diseñado. Esto implica el conocimiento cabal del funcionamiento de todo el proyecto de

acuerdo a las variaciones de los consumos de agua que ocurra durante el periodo de diseño.

Los consumos de agua presentan variaciones mensuales, diarias y horarias y pueden expresarse como un porcentaje de consumo medio. Es conocido que en una semana cualquiera ocurran días de máximo consumo (lunes) y días de mínimo consumo (domingo). Si consideramos un día cualquiera también presentarán horas de máximo consumo y de mínimo consumo.

Debido a las variaciones se establecen las siguientes definiciones que serán de gran importancia en al cálculo de una red.

Consumo Máximo Diario.- Es el caudal registrado en el día de máximo consumo observado durante los 365 días del año.

Consumo Máximo Horario.- Es el caudal registrado en las horas de máximo consumo durante el día de máximo consumo.

Para obtener las variaciones diarias y horarias en el consumo medio el MIDUVI, recomienda adoptar los siguientes porcentajes:

- Consumo máximo diario (Cmd) = 1.3 – 1.50 consumo medio.
- Consumo máximo horario (Cmh) = 2 – 2.30 consumo medio.

2.8.7 DETERMINACIÓN DE LOS CONSUMOS EN EL HOSPITAL.

En vista que la población futura es bastante grande y con relación a la tabla 2.4, para nuestra población de 65.508 habitantes, nos corresponderá una dotación de 300 lt/hab * día, sin embargo el uso del hospital es muy variable por lo que adoptaremos la recomendación del MIDUVI de 100lt/hab * día, como consumo mínimo.

Determinamos el consumo máximo horario y consumo máximo diario.

Datos.

Dotación = 100 Lt/Hab * día

Pf = 65.508 Hab.

El consumo medio futuro se lo obtiene con la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Cmf = Dotación * Pf} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

Reemplazando valores tenemos:

$$Cmf = 100 \text{ Lt/Hab} * \text{día} * 65.508 \text{ Hab.}$$

$$Cmf = \mathbf{75,82 \text{ Lt/sg.}}$$

Adoptando las especificaciones del MIDUVI, mediante la siguiente expresión calculamos el consumo máximo diario:

$$Cmd = 1.4 * 75,82 \text{ Lt/sg} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

$$Cmd = \mathbf{106,15 \text{ Lt/sg.}}$$

El cálculo del consumo máximo horario se lo obtiene con la siguiente expresión:

$$C_{mh} = 2.15 * 75,82 \text{ Lt/sg} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

$$C_{mh} = \mathbf{163 \text{ Lt/sg.}}$$

Ahora calculamos el caudal de distribución con la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Q_d = C_{mh} + D_i} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Dónde:

C_{mh}: consumo máximo horario.

D_i: demanda contra incendios.

Aplicando la ecuación 2.6 tenemos:

$$Q_d = 163 \text{ Lt/sg} + 72 \text{ Lt/sg}$$

$$Q_d = \mathbf{235 \text{ Lt/sg.}}$$

2.8.8 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO.

El caudal de diseño en un alcantarillado sanitario, estará conformado por la aportación de las aguas servidas y por las aguas extrañas.

Aguas servidas o domésticas.

Son aguas residuales que provienen del consumo de agua potable. En un sistema de alcantarillado sanitario, se considera entre el 70% – 80% de la dotación o consumo del agua potable que ingresa al sistema de alcantarillado.

Considerando que el 80% de la dotación de agua entra al sistema y una dotación de 100 lt/hab*día obtendremos el caudal de diseño para el hospital.

$$Q = 100 \text{ lt/hab*día} (0,8) / 86400 \text{ seg} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

$$Q = 0,00093 \text{ lt/hab*seg}$$

Este valor se lo multiplica en base a la población futura expresada en miles para determinar el caudal de aguas servidas.

$$Q = 0,00093 \text{ lt/hab*seg} * 65 \text{ hab} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

$$Q = \mathbf{0,06 \text{ lt/seg}}$$

Aguas extrañas.

Son aguas de aportación que por diferentes causas ingresan al Sistema de Aguas Servidas. Entre las aguas extrañas tenemos:

Aguas de infiltración: Son aquellas que se encuentran en el sub-suelo, pueden ingresar al sistema a través de las uniones y su caudal depende del diámetro de la tubería.

Se recomienda los siguientes valores:

Tabla 2.6 Caudales de infiltración.

Diámetro de tubería (mm)	Caudal de infiltración (lt/seg.mts.)
150	0.0006
200	0.0008
250	0.0010
300	0.0012
350	0.0014
400	0.0016
450	0.0018
500	0.0020

Fuente: MIDUVI.

Elaborado por: MIDUVI.

Para el alcantarillado nuestro, tomaremos un diámetro de $\phi=200$ debido a que nos acoplaremos al sistema de alcantarillado existente.

Teniendo una longitud de 64.5 metros de recorrido de tubería desde el colector interno del hospital hasta el sitio de ingreso al tratamiento, tenemos:

$$\text{Caudal de Infiltración} = 64.5 \text{ m} * 0.0008 \text{ lt/seg.mts.} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

$$\text{Caudal de Infiltración} = \mathbf{0,052 \text{ It/seg}}$$

Agua ilícitas: Están constituidas por las conexiones domiciliarias que conducen las aguas lluvias y que son conectadas equivocadamente al sistema de aguas servidas.

El caudal de las aguas ilícitas es de difícil estimación, pero el MIDUVI recomienda un valor entre 0,0010 – 0,0030 (lt/hab*seg). Para nuestro proyecto consideraremos un valor promedio de 0,002 lt/hab*seg.

La sumatoria de estas aportaciones nos dará el caudal de diseño el cálculo y dimensionamiento de la planta de tratamiento.

$$\Sigma = \text{caudal AASS} + \text{caudal Infiltración} + \text{caudal ilícitas} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

$$\Sigma = 0,06 \text{ lt/seg} + 0,052 \text{ lt/seg} + 0,13 \text{ lt/seg}$$

Caudal de diseño

$$Q = \mathbf{0,24 \text{ lt/seg}}$$

2.8.9 CALCULO DE LA VELOCIDAD.

Las tuberías se diseñan hidráulicamente utilizando diversas fórmulas, siendo la más sencilla utilizada la de MANNING, cuya expresión para calcular la velocidad es:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Siendo:

V = velocidad en m/seg.

R = radio hidráulico en metros

S = pendiente en tanto /mil (‰)

N = coeficiente de rugosidad.

El coeficiente de rugosidad tiene diferentes valores, los cuales dependen del material de la tubería que se desea emplear; teniendo así, los siguientes valores:

Tabla 2.7 Coeficientes de rugosidad.

MATERIAL	N
Hormigón Simple (H.S)	0.013
Hierro Fundido	0.012
P.V.C.	0.010

Fuente: MIDUVI.
Elaborado por: MIDUVI.

Al diseñar las tuberías, la velocidad que se adopte, no deberá ser muy alta, porque se podría ocasionar erosión en las paredes de las tuberías; así como también, debe ser mínima para que no se produzca la sedimentación.

Para la velocidad máxima se debe considerar de qué material es la tubería que se está utilizando; teniendo así los siguientes valores:

Tabla 2.8 Velocidad máxima.

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA (m/seg)
Hormigón Simple	3 - 4
Hierro fundido	4 - 6
P.V.C.	4.5 - 5

Fuente: MIDUVI.
Elaborado por: MIDUVI.

Para la velocidad mínima se recomienda de acuerdo a las normas, valores correspondientes entre 0,20 a 0,30 (m/seg), con lo cual se puede garantizar que no se producirán sedimentación.

2.8.10 PENDIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS.

La pendiente máxima será aquella que al adoptarse no produzca erosión al fondo de las tuberías. La pendiente mínima será aquella que produzca una velocidad que no erosione sedimentación.

Utilizaremos una pendiente del 2% de tal manera que no produzca velocidades que alteren las características de los materiales.

Con un diámetro de tubería de 200mm, reemplazamos en la ecuación 2.11, teniendo:

$$V = 76,92 * 0.14 * 0.045$$

$$V = \mathbf{0.48 \text{ m/seg}}$$

2.9 CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

El objetivo es efectuar el tratamiento de las aguas residuales, de forma que el agua tratada pueda ser vertida sin provocar un impacto nocivo sobre la calidad de las aguas del cuerpo receptor. Para estos efectos, se deberá remover los sólidos suspendidos, la materia orgánica disuelta, y los coliformes fecales.

Se proyecta una planta de tratamiento de aguas residuales del tipo Lodos Activados, modalidad Aireación Extendida. Este tipo de plantas poseen las siguientes características que las hacen especialmente atractivas para la utilización en este hospital y donde se lo requiera:

- Abaten sólidos disueltos lo que implica una alta eficiencia de eliminación de la materia orgánica.
- Son plantas de funcionamiento aeróbico y por lo tanto no generan malos olores.
- Son plantas de tamaño reducido.
- Generan un volumen reducido de lodos y bastante estabilizado.

Previo al ingreso de las aguas residuales al sistema de lodos activados se proyecta la instalación de una reja de limpieza manual de acero inoxidable ANSI 304 (Fig. 2.5, Anexo 5), cuyo objetivo es retener el mayor contenido de

materia que aportan estas aguas al sistema, con el fin de mejorar el rendimiento del proceso de lodos activados.

Posteriormente, las aguas ingresarán a un estanque de acumulación, desde el cual se alimentará la mezcla resultante hacia el proceso de lodos activados.

Todo el contenido es aireado por medio de equipos que generan aire (Fig. 2.6, Anexo 5), al terminar este proceso el contenido pasa a las cámaras de clarificación, los lodos precipitados al fondo de las cámaras de clarificación, son succionados por elevadores de lodos que vuelven a introducir la suspensión concentrada en las cámaras de aireación, lugar donde la fuerte aireación vuelve a reproducir el proceso que se describió anteriormente.

Gracias a esta enérgica recirculación de los lodos activados dentro del proceso, en estas plantas la extracción de lodos prácticamente queda eliminada. Los mismos son oxidados hasta su descomposición total, por lo tanto no hay disposición final de lodos en ningún sitio, sin embargo es necesario prever depósitos de lodos para poder desechar ciertas cantidades y evitar la constante circulación de los mismos dentro del sistema.

Por otra parte, el lodo que pueda ser generado será enviado al lugar designado por la EPAM, este lugar pudiera ser donde se encuentran las lagunas de oxidación de la ciudad, o algún otro sitio que sea dispuesto para tal fin.

2.9.1 EQUIPOS INVOLUCRADOS.

A continuación se describen las características técnicas de la planta y los equipos a utilizarse.

Sistema de Tratamiento.

Este sistema consiste en la biofloculación de los líquidos cloacales o aguas residuales, en el proceso conocido como aeración extendida por difusión de aire.

Tratamiento Previo.

Consta de una reja metálica tipo canasto para la retención de materia previo al tratamiento, con separación entre barras de 30 a 50 mm.

Tratamiento Biológico.

Reactor biológico o Estanque de Aireación, capacidad de 91 m³; periodo de retención útil mínima de 24 horas.

Sistema de Aireación.

Cámara donde se lleva a cabo el proceso de lodos activados, en el que los organismos vivos aeróbicos y los sólidos orgánicos de las aguas residuales, se mezclan íntimamente en un medio favorable, para lograr la descomposición aeróbica de los sólidos.

El contenido orgánico presente en el agua residual hospitalaria será oxidado a través de la actividad metabólica de la biomasa, por lo cual se hace necesario mantener un ambiente aeróbico en el reactor mediante la inyección de aire a gran volumen y baja presión a fin de garantizar la mezcla completa de sólidos y la concentración adecuada de oxígeno disuelto.

El sistema de aireación estará compuesto de compresores rotativos de desplazamiento positivo también denominados sopladores instalados en equipos dobles de manera que puedan alternarse quedando siempre uno de ellos en espera.

Los equipos tienen las siguientes especificaciones:

- Compresores rotativos de desplazamiento positivo con una capacidad de 130m³/h y una presión de 450mbar correspondiendo estos valores a la necesidad del hospital Rodríguez Zambrano.
- Motores eléctricos de 7.5 H.P. / 220voltios / 60 Hz

Accesorios de cada soplador:

- Válvula de seguridad de resorte.
- Filtro de aire con silenciador incorporado.
- Válvula de regulación con asiento de bronce.
- Juntas Flexibles.

- Base con soportes antivibratorios.
- Polea y correas de transmisión.
- Válvula de Retención.

Sistema de difusión de Aire.

Será de tipo de "burbuja fina" por elementos tubulares porosos o tuberías perforadas, constará de los siguientes elementos:

Tubería principal de alimentación de aire: El primer tramo de acero galvanizado clase 10, seguido de tuberías de PVC Clase 10 de 2.5" (63 mm) de diámetro, distribución principal de 2.5" (63 mm) y ramales de 2" (50 mm).

La tubería a sumergir (cabezales) será de PVC clase 10, de 2" de diámetro.

Los difusores de aire deberán ser del tipo disco con membrana de goma y cuerpo de polipropileno, deben tener sistema de seguridad para prevenir ingreso de líquidos o sólidos.

Es de suma importancia el alineamiento perfecto de los difusores, debiendo tener cada uno de ellos la misma distancia desde el fondo del tanque de aireación al eje de los difusores.

El sistema de difusión será instalado en el estanque de aireación y el tanque digestor de Lodos.

Sedimentación.

Cámara en la cual el desagüe del mezclado procedente del tanque aireador es sedimentado lodos activados, obteniéndose agua tratada. En esta cámara se obtiene la separación de las materias sólidas, que se encuentran en la solución acuosa, y se realiza por medio de la fuerza de gravedad, donde las partículas sólidas caen por su propio peso al fondo de la cámara que lo contiene.

Sistema automático de recolección de lodos.

Los lodos sedimentados en deberán ser recirculados continuamente al tanque de aeración. El sistema consistirá de los siguientes elementos:

Recolección de lodos.- Se recolectará en el fondo del sedimentador, el sedimentador tendrá dos tolvas.

Bomba de recirculación de lodos.- Deberá ser inatascable, de PVC. En cualquiera de los casos su funcionamiento será continuo durante los 86,400 segundos del día y cumplirá con lo siguiente:

- Funcionamiento: accionadas por aire (Air Lift).
- Diámetro 3".
- Capacidad de bombeo máxima 4lt/s

Llaves de regulación.- la bomba deberá estar provista de válvulas de compuertas con el fin de desviar los lodos sedimentados al aireador o al tanque digestor.

Sistema desnatador y eliminador flotantes.

Los sólidos flotantes y las espumas que se encuentren en el sedimentador serán recirculadas al tanque de aireación por medio de tuberías de 2" de diámetro. Se debe considerar la colocación de válvulas de compuerta.

Sistema de cloración y desinfección de los líquidos.

El efluente tratado deberá ser desinfectado con el uso de pastillas de hipoclorito de calcio para la desinfección. El hipoclorito de calcio $[Ca(OCl)_2]$ posee una alta toxicidad para los microorganismos, alta solubilidad, es relativamente estable, es homogéneo, posee una alta penetración y es de un costo moderadamente bajo.

El sistema de desinfección incluirá los siguientes dispositivos complementarios a la planta de tratamiento:

Tanque de solución.- Con capacidad mínima de 55 galones, depósito será de polietileno de alta densidad u otro elemento resistente a la corrosión.

Cámara de contacto de cloro.- Será de hormigón armado con paredes deflectoras horizontales.

Desinfección con rayos ultravioleta.

Una alternativa es la desinfección ultravioleta, que es la que usaremos en nuestra planta de tratamiento para el hospital.

La desinfección UV es un proceso físico que neutraliza los microorganismos instantáneamente cuando estos pasan a través de las lámparas ultravioleta sumergidas en el efluente. El proceso no añade nada al agua excepto luz UV y por lo tanto no tiene impacto sobre la composición química o en el contenido de oxígeno disuelto en el agua. A este respecto se asegura el cumplimiento con la cada vez más estricta normativa de descarga del efluente de agua residual.

Tratamiento de lodos

Tanque digestor de hormigón armado, que permite la digestión aeróbica del lodo con lo que se produce una estabilización (mineralización) del lodo reduciendo significativamente el peligro de olores ofensivos en la planta.

Elementos complementarios

- Medidor de caudal tratado tipo vertedero a la salida de la planta en acero inoxidable.

- Mangueras que son utilizadas para el transporte de aire desde la tubería principal de aire al elevador de lodos, serán de caucho, plástico o PVC de baja presión, de 3/4 de diámetro. Se acoplará en sus extremos mediante abrazaderas de forma tal que sean herméticas y no se produzcan fugas de aire.
- Elementos de protección. Las tapas serán metálicas pintadas con pintura anticorrosiva o epóxica. A lo largo y cada lado de las pasarelas se instalaran barandas de protección.

2.9.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA.

Luego de seleccionados los equipos que intervendrán en el proceso de tratamiento de aguas residuales de la planta en diseño, se realizan los cálculos para el dimensionamiento de las unidades involucradas, así como también se determinan los valores de los parámetros necesarios para el diseño, como caudales y cargas del proceso.

Igualmente se determina la eficiencia del proceso, cantidad de oxígeno que será necesario emplear de acuerdo a la capacidad de la planta, cuanto será la producción de lodo de dicha planta y cuál será la cantidad de personas a las que esta planta será capaz de servir. Esto se hace mediante la toma de una serie de datos y ecuaciones aportados por la literatura y valores utilizados por la empresa ecuatoriana AQUA GROUP quienes nos proporcionaron los

dimensionamientos necesarios en base a nuestra investigación, para la instalación de una de sus plantas de tratamiento en el hospital Rodríguez Zambrano, así mismo el costo de los equipos que formarán parte del tratamiento.

En base a las fórmulas para determinar el dimensionamiento de la planta y sus componentes tenemos lo siguiente:

Estanque de aireación.

Se define la relación Alimento/Microorganismos (A/M) a través de la siguiente expresión:

$$A/M = [DBO5 / (SSVLM*V)] * 1.000 \quad (\text{Ec. 2.12})$$

Dónde:

A/M : Alimento/Microorganismos (KgDBO5/Kg SSVML*día)

DBO5 : Demanda Bioquímica de Oxígeno al quinto día (Kg/día)

SSVLM : Sólidos Suspendidos Volátiles en mezcla de la etapa 1 (mg/L)

V : Volumen etapa 1 (m3).

Se debe seleccionar un valor de A/M de forma que el proceso sea de Aireación Extendida. El rango de A/M para Aireación Extendida es entre 0,05 y 0,15 Kg DBO5/Kg SSVLM*día. Se escoge un valor igual a 0,1 de forma de operar en un punto conservador.

Además se selecciona un valor de SSVLM de 3.000 mg/L, de modo de hacer manejable operativamente la masa de lodo en cada etapa del sistema.

De este modo el volumen de la etapa N° 1 será:

$$V = [2,6 / (3.000 * 0,1)] * 1.000 = 8.67 \text{ m}^3$$

Utilizaremos un valor redondeado múltiplo de 5 teniendo así un volumen de **10m³**.

Por lo tanto, la etapa de aireación estará conformada por un estanque rectangular de fondo plano, con las siguientes dimensiones:

Largo: **1,60 m**

Ancho: **2,10 m**

Alto : **3,00 m**

Edad del Lodo (EL), se puede obtener a través de la siguiente expresión:

$$EL = (SSVLM * V/1.000)/[Y * DBO5 - (SSVLM * V * b/1.000)] \quad (\text{Ec. 2.13})$$

Dónde:

EL : Edad del Lodo (días)

Y : Coeficiente de producción de lodo (g SSVLM / g DBO5)

b : Coeficiente de decaimiento (1/día)

Considerando:

$$Y = 0,64 \text{ g SSV / g DBO5}$$

$$b = 0,04 \text{ 1/día}$$

Se obtiene:

$$EL = (3000 * 10 / 1000) [0,64 * 2,6 - (3000 * 10 * 0,04 / 1000)]$$

$$EL = 30 * 1.2$$

$$EL = \mathbf{36 \text{ días}}$$

Este valor es de la conservación en un proceso de Lodos Activados modalidad Aireación Extendida.

Estanque de sedimentación.

Primero se procederá a verificar las tasas y cargas de sólidos en los sedimentadores de la planta diseñada.

Tasa de sedimentación para el caudal medio diario (TSQMED).

Se requiere que la tasa de sedimentación sea menor a 16 m³/m²*día, considerando el caudal medio diario.

La planta propuesta tiene un estanque sedimentador de una tolva, la que totaliza un área superficial de 3,36 m², por lo que la tasa de sedimentación para el caudal medio diario será:

$$Qd = 0,24 \text{ lt/seg}$$

$$Qd = 20,74 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$TSQMED = 20,74 \text{ (m}^3/\text{día)} / 3,36 \text{ (m}^2) \quad (\text{Ec. 2.14})$$

$$TSQMED = 6,17 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$$

Valor menor que 16.

Tasa de sedimentación para el caudal máximo (TSQMAX).

Se requiere que la tasa de sedimentación sea menor a 32 m³/m²*día, considerando el caudal máximo.

El caudal máximo horario para el sistema se obtiene como anteriormente se indicó en base a las especificaciones del MIDUVI multiplicando nuestro caudal de diseño por 2,15. La tasa de sedimentación para el caudal máximo será:

$$TSQMAX = 44,59 \text{ (m}^3/\text{día)} / 3,36 \text{ (m}^2) \quad (\text{Ec. 2.15})$$

$$TSQMAX = 13,27 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$$

Valor menor que 32.

Carga de sólidos para el caudal medio diario (CSQMED).

Se requiere que la carga de sólidos sea menor a 5,0 KgSST/m²*h, considerando el caudal medio diario.

Suponiendo que $SSVLM / SST = 0,8$ que será la carga máxima del trabajo de los equipos, se tendrá que la carga de sólidos, para el caudal medio diario, será:

$$CSQMED = \frac{20,74 \text{ (m}^3\text{/día)} * 3,0 \text{ (KgSSVLM/m}^3\text{)}}{24 \text{ (h/día)} * 0,8 \text{ (SSVLM/SST)} * 3,36 \text{ (m}^2\text{)}} \quad (\text{Ec. 2.16})$$

$$CSQMED = 0.96 \text{ KgSST/m}^2\text{*h}$$

Valor menor que 5,0.

Carga de Sólidos para el caudal máximo (CSQMAX).

Se requiere que la carga de sólidos sea menor a 7,0 KgSST/m²*h (SST: Sólidos Suspendidos Totales), considerando el caudal máximo.

Suponiendo que $SSVLM / SST = 0,8$ y considerando el caudal máximo admisible por la planta 44,59 m³/día, equivalentes a 1,86 m³/h, se tendrá que la carga de sólidos, para el caudal máximo, será:

$$CSQMAX = \frac{1,86 \text{ (m}^3\text{/h)} * 3,0 \text{ (KgSSVLM/m}^3\text{)}}{0,8 \text{ (SSVLM/SST)} * 3,36 \text{ (m}^2\text{)}} \quad (\text{Ec. 2.17})$$

$$CSQMAX = 2,08 \text{ KgSST/m}^2\text{*h}$$

Valor menor que 7,0.

Caudales y equipo de impulsión de Aire.

Se requiere aire en las siguientes zonas del sistema de tratamiento:

- Estanques de Aireación
- Estanques de Sedimentación
- Estanques de Espesamiento y Digestión

El aire se entregará a través de una motobomba con otra unidad en reserva, (constituidos por un motor eléctrico, un soplador de lóbulos, tipo Roots, y el correspondiente sistema de acople y transmisión). El aire se distribuye por una cañería de PVC clase 10, de diámetro nominal 50 mm o por una cañería de acero de diámetro nominal 1 ½", que recorre la planta por uno de sus lados, a todo lo largo de ella, y que permite entregar aire a los compartimentos de aireación, sedimentación y digestión de lodos.

A continuación se calculará el consumo de aire total para la planta:

Considerando que la experiencia empírica para los equipos a instalarse, se considera un consumo de 100 m³ de aire por Kg. de DBO removida, se tendrá la siguiente cantidad de aire a generar:

$$\text{Cantidad de Aire} = 100 \text{ m}^3 \text{ Aire} * 2,6 \text{ Kg DBO} / \text{ día} \quad (\text{Ec. 2.18})$$

$$\text{CA} = 260 \text{ m}^3 \text{ Aire} / \text{ día}$$

$$\text{CA} = 10,8 \text{ m}^3 \text{ Aire} / \text{ hora}$$

Se consideran difusores marca Supratec tipo Oxyflex, cuyo caudal unitario es de 4Nm³/h/difusor.

$$\text{N}^{\circ} \text{ Difusores} = \frac{16,7 \text{ m}^3 \text{ aire/hora}}{4 \text{ Nm}^3/\text{hora/difusor}} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ Difusores} = 3 \text{ UNIDADES}$$

Por otro lado se debe considerar que es necesario generar mezcla completa en el estanque de aireación. Considerando el volumen útil del reactor, el valor anterior debemos duplicarlo, teniendo así 6 difusores para aireación del reactor, lo cual es suficiente como para vencer la columna de agua y compensar las pérdidas de carga en toda la línea de distribución.

Volúmenes de Lodos.

Considerando una producción de lodos de 0,19 KgLodoSeco, se tiene:

$$\text{MasaLodoSeco} = 0,19 * 20,74 \quad (\text{Ec. 2.20})$$
$$\text{MLS} = 3,94 \text{ kgLodoSeco/día}$$

Volumen de lodo descartado (Vld).

A continuación se definirá el volumen de lodo que se deberá retirar desde el estanque sedimentador al espesador de lodos.

El lodo que sale del sedimentador contiene un 0,6 % de sólido seco y la densidad específica de este es de 1,03, tenemos lo siguiente:

$$VLD = 3,94 / (1,03 * 1.000 * 0,006) \quad (\text{Ec. 2.21})$$

$$VLD = 0,64 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen de lodo evacuado desde el Espesador de Lodos (Vle).

En el espesador tendrá lugar el espesamiento del lodo y además estará aireado mediante tres difusores marca Supratec, similares a los del Reactor. Después de este espesamiento se alcanzará un contenido de sólido seco de 1,0 %. Por lo tanto el lodo evacuado del acumulador digestor, asumiendo la misma densidad, será de:

$$VLE = 3,94 / (1,03 * 1.000 * 0,01) \quad (\text{Ec. 2.22})$$

$$VLE = 0,38 \text{ m}^3/\text{día}$$

Los lodos generados pueden volver al tanque de aireación para nuevamente ser aireados y evitar su disposición final, si así lo requiere el hospital se preverá una tubería que devuelva los lodos al tanque de aireación para repetir el proceso ya descrito anteriormente.

Según lo disponga el Ministerio de Salud Pública y la EPAM se debe considerar un digestor de lodos para su disposición final.

Tamaño del Digestor - Espesador de Lodos.

Es necesario considerar un digestor aeróbico, que además de asegurar la no generación de olores ofensivos al medio ambiente, permita reducir aún más la producción final de lodos a disponer. Esto último, debido a que bajo digestión aeróbica ocurrirá una reducción de la fracción volátil del lodo total mayor a un 30%.

Considerando la producción de lodos de 0,38 m³/día (considera máxima capacidad de la planta de tratamiento, se adopta un estanque de 12 m³ de capacidad, el cual permitirá un período de almacenamiento de 34 a 80 días según la regulación de desechos, por lo cual se recomienda el retiro mensual de lodos hacia un lugar autorizado por la entidad respectiva. Adicionalmente, se consideran 4 difusores de burbuja fina para mantener aireado el lodo de descarte (evitar generación de olores), permitiendo asimismo generar mezcla completa en el estanque.

Desinfección.

De acuerdo a los requerimientos del hospital, se plantean dos opciones para la desinfección.

Desinfección con hipoclorito.

Para prevenir contaminación bacteriológica durante la disposición del agua tratada, se incluye a continuación de la sedimentación una etapa de desinfección con Hipoclorito de Sodio.

Para obtener un nivel de cloro libre deseado, se estima dosificar un valor medio de 80 mg/L de hipoclorito de sodio.

Considerando el caudal medio diario. Esto implica que este estanque deberá tener al menos el siguiente volumen útil mínimo:

$$V \text{ útil} = 20,74 / (24) \quad (\text{Ec. 2.23})$$

$$V \text{ útil} = 0,86 \text{ m}^3$$

De acuerdo a lo anterior, se define un estanque circular de 1m³ con las siguientes medidas:

Diámetro	:	1,00	m
Alto útil	:	1,00	m
Alto total	:	1,00	m

La bomba dosificadora de hipoclorito de sodio debe tener un caudal mínimo de 0,8 ml de hipoclorito/minuto @ 50 % de su capacidad. La presión de descarga es atmosférica.

Este sistema permite asegurar que los coliformes fecales a la salida de la planta sean menores a 1.000 NMP/100 ml., y un periodo de acumulación de 8,5 horas para disponer el agua a riego.

Para la dechloración, se considera un dispensador de tabletas dechloradoras (sulfito de sodio), para lo cual se utilizará un cartridge tubular de PVC hidráulico ranurado, deslizado al interior de camisa y cámara de dilución del mismo material (ver Fig. 2.7, Anexo 5).

Desinfección con rayos ultravioleta.

La desinfección es considerada como el principal mecanismo para la desactivación o destrucción de organismos patógenos con el fin de prevenir la dispersión de enfermedades transmitidas a través del agua.

El sistema de desinfección con luz ultravioleta (UV), transfiere energía electromagnética desde una lámpara de vapor de mercurio al material genético del organismo (ADN o ARN). Cuando la radiación UV penetra en las paredes de la célula de un organismo, esta destruye la habilidad de reproducción de la célula.

Los componentes principales del sistema de desinfección con luz UV son las lámparas de vapor de mercurio, el reactor y los balastos electrónicos. La fuente de luz UV son las lámparas de arco de mercurio de baja o mediana presión, bien sea de intensidad baja o alta (ver Fig. 2.8, Anexo 5).

El estanque de desinfección tendrá 1m³ al igual que la desinfección con hipoclorito.

El agua tratada será vertida libremente al alcantarillado público, cumpliendo las normas de carácter ambiental que regulan nuestro país.

Superficie Requerida.

De acuerdo al diseño y considerando las componentes unitarias del sistema de tratamiento se requieren 63 m² (7 m x 9 m) de superficie para montar el sistema de tratamiento completo.

2.10 OBRA CIVIL.

En esta etapa se construyen los módulos para aireación, módulos de clarificación, tanque de retención de lodo, y cisterna de recepción de agua tratada, que en conjunto son parte de las instalaciones de la planta de tratamiento, así como las instalaciones eléctricas.

La cimentación se debe calcular según lo indique la empresa que se encargue del montaje de los equipos, debido a que las cargas muertas y vivas de los equipos son variables.

Las cámaras serán construidas con paneles de acero, y son incluidas con la adquisición de los equipos de aireación.

La tubería que transportará las aguas residuales al sitio de tratamiento deberá realizarse con el cálculo respectivo ya antes mencionado, utilizaremos maquinarias para la excavación.

En el sitio de tratamiento se hará la acometida eléctrica requerida para la caja de control de los equipos de 220V.

2.11 COSTO DE LA INVERSIÓN.

La planta de tratamiento tendrá un costo de 165.859,20 dólares americanos. Los mismos que serán para la adquisición de los equipos de tratamiento y el proceso constructivo de planta, tomando en cuenta la red de tubería que llevara el agua a la zona de captación.

De acuerdo al uso del tiempo que se le dé a esta investigación estos precios están sujetos a cambios. En el anexo 4, se encontrará la cotización respectiva y el presupuesto estimado con los rubros más sobresalientes.

2.12 IMPACTO AMBIENTAL.

DESCRIPCION DEL MEDIO FÍSICO.

El entorno del sitio de implantación de proyecto es eminentemente urbano, con usos predominantemente comerciales, por lo tanto los componentes del medio físico actualmente ya han sido modificados, como producto del desarrollo urbano de la ciudad de Manta, para albergar infraestructura de servicios y edificaciones acordes con los usos de suelo, existentes y planificados.

GEOLOGÍA.

Los suelos del sector han sido modificados totalmente por la acción de relleno y nivelación, propias del crecimiento de la ciudad de Manta, de tal manera que el suelo y subsuelo están constituidos por materiales de distintas características como el cascajo y material pétreo.

TOPOGRAFÍA.

El entorno de las instalaciones es de tipo urbano, donde, como producto del desarrollo de la ciudad, la topografía original ha sido totalmente modificada, eliminando cauces naturales y conformando zonas de topografía plana.

Por lo tanto, el sitio de implantación de la planta de tratamiento, se encuentra en una zona rellenada, plana, constituida por calles, avenidas y edificaciones.

HIDROGRAFÍA SUPERFICIAL Y CALIDAD DEL AGUA.

Debido al carácter eminentemente urbano – residencial y comercial del área de asentamiento del Hospital, no existen drenajes naturales que puedan ser caracterizados en cuanto a su calidad, siendo reemplazados por la red de alcantarillado administrada por la EPAM.

La calidad del agua que genera el hospital es altamente contaminante, agregando a esto que cerca del mismo se encuentran ubicados otros sitios de salud como clínicas y laboratorios, los mismos que generan aguas con los mismos niveles de contaminación.

NIVELES DE RUIDO.

Durante la etapa de construcción de la planta de tratamiento se generaran ruidos por procesos constructivos de la obra, que serán mitigados de manera apropiada.

Los equipos que se instalaran para el proceso no generan ruidos mayores.

La planta de tratamiento será ubicada estratégicamente, de manera que cualquier ruido generado por algún proceso, no afecte a los pacientes ni a las viviendas que se encuentran cerca del lugar.

DESCRIPCION DEL MEDIO BIÓTICO

El entorno circundante al Hospital Rodríguez Zambrano, corresponde a un sector netamente residencial y comercial, de tal manera que no existen áreas naturales que sea relevante señalar o que se vean afectadas por la construcción de la planta de tratamiento.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO.

Esto recae directamente en las personas que tienen sus pequeños negocios en los alrededores del hospital, debido a que la tubería que transportará las aguas residuales, como se muestra en la figura.... necesariamente será ubicada por debajo de los negocios, causando molestias e incomodidad para las personas que desenvuelven sus actividades comerciales diariamente.

Para esto debe existir una coordinación entre el Gobierno municipal, la Empresa Pública de Aguas Manta (EPAM), el hospital Rodríguez Zambrano y las personas involucradas.

CAPITULO 3

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.

En el presente capítulo se discuten los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto, basados tanto en el objetivo principal de la investigación como en los objetivos específicos. Analizando la contaminación producida, se establecerá una propuesta para el tratamiento de las aguas residuales.

Esta investigación presentó como resultado un alto grado de factibilidad a nuestra propuesta debido a la serie de problemas de carácter sanitarios que tiene en la actualidad el hospital Rodríguez Zambrano.

3.1 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS PARA EL PROCESO, SEGÚN LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.

Luego de establecer e identificar los criterios y parámetros necesarios para la selección de los equipos fundamentales para esta planta de tratamiento de aguas residuales, se pudo proceder a la selección de dichos equipos.

Por ser una planta que tratará efluentes residuales de origen hospitalario, se utilizará el proceso de aireación extendida con desinfección ultravioleta.

La planta tendrá tres unidades fundamentales para cumplir con el proceso: el reactor, el sedimentador y las lámparas con filtros ultravioleta.

Además de estas tres principales unidades, en el diseño se incluyen otros procesos y equipos tales como:

Tanque primario, donde son enviadas las aguas, y en el cual, están colocadas 2 bombas sumergibles que servirán para el bombeo de las aguas residuales a la planta.

Rejillas, se utilizan para separar objetos de tamaño más importante que el de simple partículas que son arrastradas por las corrientes de agua. El objetivo es proteger los equipos mecánicos e instalaciones que podrían ser dañadas u obstruidos. Generalmente son en forma de rejillas o tamices. Se proponen barras con separación entre ellas de 30 a 50 mm.

Difusores de aire, los cuales están conectados a una unidad de soplado de aire para suministrar suficiente cantidad de oxígeno al reactor para lograr la reducción de la DBO.

Tuberías, conexiones o válvulas, tablero eléctrico, etc.

Una vez seleccionados los equipos, se procedió al dimensionamiento de cada uno y a determinar todas las variables necesarias en el diseño, tales como: caudal de diseño, capacidades de los equipos, eficiencia del proceso, oxígeno y aire requerido, producción de lodo.

En la tabla 3.1 se resumen, todos los resultados obtenidos en el capítulo 2, sobre el diseño de la planta y en la tabla 3.2 las dimensiones de las tres unidades principales del proceso, también obtenidas en el capítulo anterior y en el cual se encuentra la muestra de cálculo para llegar a estos valores.

Algunos datos son valores promedio, tomados de experiencias realizadas anteriormente, los cuales fueron empleados para la realización de cálculos y los cuales se encuentran tabulados en los archivos de la compañía AQUA GROUP.

El caudal de diseño para nuestro proyecto es de 0,24 lt/seg en base a la población actual usuaria del hospital que tiene una cifra de 4080 habitantes.

En base a los resultados obtenidos en los laboratorios y con la población actual se realizaron los cálculos respectivos.

Tabla 3.1 Resumen de valores obtenidos en capítulo 2.

Parámetro	Resultado	Unidad
Caudal de diseño	0,24	lt/seg
Periodo de diseño	20	años
Población actual	3585	hab
Población futura	65508	hab
Consumo máximo diario	106,15	lt/seg
Consumo máximo horario	163	lt/seg
Diámetro de la tubería	200	mm

Velocidad	0,48	m/seg
Periodo de retención en el tratamiento	24	horas
DBO	260	mg/l
Volumen tanque retención	10	m3
Edad del lodo	36	días
Tasa de sedimentación para caudal medio	6,17	m3/m2 día
Tasa de sedimentación para caudal máximo	13,27	m3/m2 día
Carga de sólidos para caudal medio diario	0,96	KgSST/m2*h
Carga de sólidos para caudal máximo	2,08	KgSST/m2*h
Aire requerido por hora	10,8	m3
Difusores	4	U

Tabla 3.2 Dimensionamientos requeridos obtenidos en capítulo 2.

Obra	Largo	Ancho	Alto	Unidad
Tanque de aireación	1,60	2,10	3,00	m3
Tanque de desinfección	1,00	1,00	1,00	m3
Espacio en el hospital	7,00	9,00		m2

De ser necesario, la disposición final de los lodos lo realizará el hospital en conjunto con la Empresa Pública de Aguas Manta (EPAM) y el Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta (GAD) según se crea más factible.

Existe una generación de lodos de 0.35 m³ / día, se evacuará de acuerdo a lo que dispongan las autoridades, sin embargo el proceso que estamos describiendo podrá regresar el lodo al tanque de aireación para evitar producciones de los mismos. Se realiza el cálculo de la producción por consideración de situaciones imprevistas teniendo así un digestor de 12m³ que puede retener lodos en un periodo de 34 a 80 días.

CAPÍTULO 4

4.1 CONCLUSIONES.

- Las aguas del hospital Rodríguez Zambrano se encuentran muy contaminadas, donde se destaca un valor de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 260 mg/litro, superando los niveles que exige la norma ambiental que rige en el Ecuador (Norma de calidad ambiental y descargas de efluentes).
- Se concluye que el tipo de tratamiento más apropiado para estas aguas hospitalarias es la modalidad de Aireación Extendida, pues es recomendable por su reducido tamaño de ocupación y además, no genera olores.
- La descarga de aguas generadas por el hospital Rodríguez Zambrano deben conducirse al sistema de alcantarillado público.
- Analizando los distintos impactos negativos, que se pueden generar hacia la comunidad, la planta de tratamiento estará ubicada dentro de los patios del hospital en las coordenadas 0°57'12"S de latitud y 80°44'29."O de longitud, junto al sindicato de empleados de esta institución.
- Luego de realizar, el levantamiento topográfico del hospital Rodríguez Zambrano, se concluye que las pendientes del terreno mencionado, son favorables para la disposición final propuesto.

4.2 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que los usuarios y el personal que labora dentro del hospital Rodríguez Zambrano, tomen las medidas adecuadas al tener contacto o manipulación con ciertos líquidos peligrosos (Plomo y Mercurio), pues podrían causar graves enfermedades.
- La modalidad de aireación extendida no genera disposición de lodos, pero se recomienda construir un tanque sedimentador por cualquier evento que se presentare.
- Las autoridades locales como la Empresa Pública de Aguas Manta (EPAM) deben cumplir con el compromiso de brindar un buen funcionamiento en el sistema de alcantarillado, y en conjunto con los directivos del hospital Rodríguez Zambrano coordinar revisiones periódicas sanitarias dentro de esta casa de salud.
- Realizar un manual de instrucciones operacionales de la planta de tratamiento, de manera que se le dé el uso correcto a la misma por parte del personal que se desempeñe en ella.
- Se debe realizar un monitoreo de las aguas residuales, con un periodo de duración más amplio que el de la presente investigación.

- Coordinar con instituciones como el Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta (GAD) y la Empresa Pública de Aguas Manta (EPAM) cuando se efectúen los trabajos inherentes a la construcción de la planta.

BIBLIOGRAFÍA.

LIBROS Y TEXTOS:

1. Aparicio Mijares Francisco (2009). Fundamentos de hidrología de superficie. México.
2. Crites, R. & Tchobanoglous (2000). Tratamientos de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Colombia.
3. Flor Alcívar Armando. (2013). Tesis de Maestría en Administración Ambiental: “Determinación del Impacto Ambiental producido por la utilización de Aditivos en hormigón en la vía Tosagua – Chone”. Universidad de Guayaquil, Ecuador. Universidad La Habana, Cuba.
4. Hemeroteca Universitaria ULEAM. (2013). Tesis: Investigación del impacto ambiental que producen las aguas residuales de las lagunas de oxidación que son descargadas en el cauce del río Manta. Manabí, Ecuador.
5. Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. España.
6. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2013). Código Ecuatoriano para el diseño de la construcción de obras sanitarias.

7. Ministerio de Salud Pública (2013). Hospital Dr. Rafael Rodríguez Zambrano. Departamento de estadísticas. Ecuador.
8. Ramos Caridad (2008). Ingeniería hidráulica y ambiental. Colombia.
9. Red Ecuatoriana de Consultores Ambientales Independientes. (2012). Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundarias. Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua. Libro VI Anexo I.
10. R.S. Ramalho. (2003). Tratamiento de Aguas Residuales. España.
11. Terry Carmen, Gutiérrez Joaquín, Abó Mario (2010), Manejo de aguas residuales en la gestión ambiental. Cuba.
12. Universidad de Oriente núcleo de Anzoátegui. (2007). Tesis: Diseño del prototipo de una planta modular para el tratamiento de aguas residuales. Venezuela.

HOJAS VIRTUALES:

13. http://lotaip.miduvi.gob.ec/phocadownload/subsecretaria/agua_y_residuos/adicionales/normas%20agua.swf
14. http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca_virtual/doc003/CAPITULO2.pdf

15. <http://www.entradas.zonaingenieria.com/2012/04/tratamiento-de-aguas-residuales.html>
16. http://www.inen.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=273&Itemid=273
17. <http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/introduccion-tratamiento-aguas-residuales>
18. <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/eiaguiaresiduossolidos.pdf>
19. <http://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/9137-Tratamiento-fisico-quimico-compacto-de-aguas-residuales-industriales.html>
20. <http://www.lenntech.es/>
21. <http://www.quitoambiente.gob.ec/home/contenido.php?idContenido=16>
22. <http://www.recaiecuador.com/index.php>
23. <http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%201.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1.
DATOS ESTADÍSTICOS.

HOSPITAL RODRIGUEZ ZAMBRANO DE MANTA
PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD HOSPITALARIA

CAUSA	2008	2009	2010	2011	2012
ABORTO INCOMPLETO	583	469	201	251	189
INFECCION DE VIAS URINARIAS	662	639	642	454	539
HIPERTENSION ARTERIAL	235	305	372	431	330
DIABETES	87	18	342	361	414
BRONCONEUMONIA	103	302	291	123	24
GASTROENTERITIS	164	15	57	141	S/D
APENDICITIS	121	S/D	336	356	322
PARTO DISTOCICO	223	361	15	330	123
ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA	174	340	220	S/D	579
BRONQUITIS	148	280	S/D	S/D	420
FRACTURA	182	S/D	201	320	418
ANEMIA	S/D	S/D	108	341	S/D
TOTALES	2682	2729	2785	3108	3358

* Valores del 2008 al 2012 iguales al número de casos atendidos, expresados en unidades.

Fuente: Departamento de estadística H.R.Z.

Elaborado por: Departamento de estadística H.R.Z.

HOSPITAL RODRIGUEZ ZAMBRANO DE MANTA
PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD HOSPITALARIA

CAUSAS	2008	2009	2010	2011	2012
SEPSIS	34	19	29	24	19
EVENTO CEREBROVASCULAR	20	21	19	17	10
PRETERMINO	11	13	13	9	5
INSUFICIENCIA RESPIRATORIA	13	5	10	8	3
INSUFICIENCIA CARDIACA	13	12	S/D	12	18
INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO	9	13	S/D	10	11
ASFIXIA NEONATAL	S/D	6	15	9	1
CIRROSIS	S/D	8	S/D	7	16
SIDA	8	S/D	S/D	6	10
TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO	12	S/D	S/D	5	8
SHOCK HIPOVOLEMICO	S/D	S/D	9	S/D	3
BRONCONEUMONIA	S/D	S/D	9	S/D	14
SHOCK CARDIOGENICO	S/D	S/D	8	S/D	2
INSUFICIENCIA RENAL	12	S/D	8	S/D	13
DIABETES	S/D	S/D	8	S/D	20
ENFERMEDAD DE MEMBRANA HIALINA	5	S/D	S/D	S/D	S/D
DEMÁS CAUSAS DE MORTALIDAD	107	111	100	94	74
TOTAL	244	223	228	201	227

* Valores del 2008 al 2012 iguales al número de casos atendidos, expresados en unidades.

Fuente: Departamento de estadística H.R.Z.

Elaborado por: Departamento de estadística H.R.Z.

ANEXO 2.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE AGUAS RESIDUALES.



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD
"CE.SE.C.C.A."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/35866

CLIENTE:	SR. MIGUEL TUBAY GUTIERREZ	FECHA MUESTREO:	15/07/2013
ATENCIÓN:	SR. MIGUEL TUBAY GUTIERREZ	FECHA DE INGRESO:	15/07/2013
DIRECCIÓN:	CALLE 13 Y AV. 24	FECHA INICIO DE ENSAYO:	15/07/2013
ESPECIE:	N/A	FECHA FINALIZACION ENSAYO:	15/07/2013
TIPO DE ENVASE:	BOTELLA DE PLASTICO	FECHA EMISION RESULTADOS:	23/07/2013
Nº. CAJAS:	N/A	FACTURA:	13569
UNIDADES/PESO:	1/100ml	ORDEN:	05066
MARCA:	N/A	PAIS DE DESTINO:	N/A
TIPO DE PRODUCTO:	AGUA RESIDUAL		

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITEZ	MÉTODO
DBO5	CAGETER DE LABORATORIO DE EMERGENCIA	mg/Li	58,00	-	Max. 200 mg/lit	PRONORMISOCCARCO STANDARD METHOD
DDO		mg/Li	155,90	-	Max. 600 mg/lit	PRONORMISOCCARCO STANDARD METHOD
ACEITES Y GRASAS		mg/Li	ND	-	Max. 100 mg/lit	PRONORMISOCCARCO STANDARD METHOD
pH			7,56	-	5 - 9	PRONORMISOCCARCO STANDARD METHOD
SOLIDOS SUSPENDIDOS		mg/Li	86,00	-	Max. 330 mg/lit	PRONORMISOCCARCO STANDARD METHOD
SOLIDOS TOTALES DUELTOS		mg/Li	1796,00	-	-	PRONORMISOCCARCO STANDARD METHOD

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente () El Laboratorio: (X)

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, sin el consentimiento escrito del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

Jefe Técnico del Laboratorio
 CESECCA



Ing. Leslie Viterbo Galarr, MBA
 Director General
 CESECCA



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD
"CE.SE.C.C.A."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/35865

CLIENTE:	SR. MIGUEL TURAY GUTIERREZ	FECHA MUESTREO:	15/07/2013
ATENCIÓN:	SR. MIGUEL TURAY GUTIERREZ	FECHA DE INGRESO:	15/07/2013
DIRECCIÓN:	CALLE 13 Y AV. 24	FECHA INICIO DE ENSAYO:	15/07/2013
ESPECIE:	N/A	FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO:	23/07/2013
TIPO DE ENVASE:	BOTELLA DE PLÁSTICO	FECHA EMISIÓN RESULTADOS:	23/07/2013
N.º CASAS:	N/A	FACTURA:	15589
UNIDADES/PESO:	1/500ml	ORDEN:	65665
MARCA:	N/A	PAÍS DE DESTINO:	N/A
TIPO DE PRODUCTO:	AGUA RESIDUAL		

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Estandar (x=2)	LÍMITES	MÉTODO
OBOS	GRIFO DE RADIOLOGIA	mg/LI	1300,00	-	Max. 250 mg/lit	PERCEPCOAGGAS STANDARD METHOD
IBO		mg/LI	5689,15	-	Max. 500 mg/lit	PERCEPCOAGGAS STANDARD METHOD
ACEITES Y GRASAS		mg/LI	ND	-	Max. 100 mg/lit	PERCEPCOAGGAS STANDARD METHOD
pH		-	7,41	-	5 - 9	PERCEPCOAGGAS STANDARD METHOD
SOLIDOS SUSPENDIDOS		mg/LI	437,00	-	Max. 230 mg/lit	PERCEPCOAGGAS STANDARD METHOD
SOLIDOS TOTALES DUELTOS		mg/LI	83172,16	-	-	PERCEPCOAGGAS STANDARD METHOD

Observaciones:

Muestra realizada Por: El cliente () El laboratorio (X)

NOTA 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

Ing. Amador Achual Castañeda
 Jefe Técnico de Laboratorio
 CESECCA



Ing. Leonardo Viterbo Galber, MBA
 Director General
 CESECCA

MC2201-10

Dir: Cda. universitaria Km. 1 Vía Manta - San Mateo Telefax: 593-5-269053 / 2611343 / 2613151
 E-mail: cesecca@uleam.edu.ec / uleam.cesecca@yahoo.com
 Manta - Manabí - Ecuador

Página 1 de 1



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD
"CE.SE.C.CA."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/35667

CLIENTE:	SR. MIGUEL TUBAY GUTIERREZ	FECHA MUESTREO:	15/07/2013
ATENCIÓN:	SR. MIGUEL TUBAY GUTIERREZ	FECHA DE INGRESO:	15/07/2013
DIRECCIÓN:	CALLE 13 Y AV. 24	FECHA INICIO DE ENSAYO:	15/07/2013
ESPECIE:	N/A	FECHA FINALIZACION ENSAYO:	23/07/2013
TIPO DE ENVASE:	BOTELLA DE PLASTICO	FECHA EMISION RESULTADOS:	23/07/2013
No. CAJAS:	N/A	FACTURA:	15569
UNIDADES/PESO:	1/500ml	ORDEN:	35667
MARCA:	N/A	PAIS DE DESTINO:	N/A
TIPO DE PRODUCTO:	AGUA RESIDUAL		

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBREZ Estandar (n=3)	LIMITES	MÉTODO
DISOS	CAJETIN SALIDA DEL HOSPITAL	mg/Li	250,00	-	Max. 250 mg/lit	PERCESECCAR027 STANDARD METHOD
DDO		mg/Li	500,35	-	Max. 500 mg/lit	PERCESECCAG026 STANDARD METHOD
ACEITES Y GRASAS		mg/Li	ND	-	Max. 100 mg/lit	PERCESECCAG028 STANDARD METHOD
pH			6,73	-	8 - 9	PERCESECCAG029 STANDARD METHOD
SOLIDOS SUSPENDIDOS		mg/lit	100,00	-	Max. 220 mg/lit	PERCESECCAG036 STANDARD METHOD
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS		mg/lit	2393,90	-	-	PERCESECCAG038 STANDARD METHOD

Observaciones:

Muestras realizadas Por: El cliente () El Laboratorio (X)

Nota 1 Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Esta reporta no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

Ing. Amalia Alchav Cuadros
 Jefe Técnico de Calidad
 CESECCA



Ing. Leonor Vialto Sainza, MBA
 Directora General
 CESECCA



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD
"CE.SE.C.C.A."

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/35668

CLIENTE:	SR. MIGUEL TUBAY GUTIERREZ	FECHA MUESTREO:	15/07/2013
ATENCIÓN:	SR. MIGUEL TUBAY GUTIERREZ	FECHA DE INGRESO:	15/07/2013
DIRECCIÓN:	CALLE 13 Y AV. 34	FECHA INICIO DE ENSAYO:	15/07/2013
ESPECIE:	N/A	FECHA FINALIZACION ENSAYO:	23/07/2013
TIPO DE ENVASE:	BOTELLA DE PLASTICO	FECHA EMISION RESULTADOS:	23/07/2013
No. CAJAS:	N/A	FACTURA:	15589
UNIDADES/PESO:	1/500ml	ORDEN:	35668
MARCA:	N/A	PAIS DE DESTINO:	N/A
TIPO DE PRODUCTO:	AGUA RESIDUAL		

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRES Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
DBS	CAGETIN DE LA CALLE	mg/L	150,00	-	Max. 250 mg/lB	PECESECCAC027 STANDARD METHOD
DOO		mg/L	405,15	-	Max. 500 mg/lB	PECESECCAC029 STANDARD METHOD
ACEITES Y GRASAS		mg/L	ND	-	Max. 100 mg/lB	PECESECCAC032 STANDARD METHOD
pH		-	7,59	-	5 - 9	PECESECCAC036 STANDARD METHOD
SOLIDOS SUSPENDIDOS		mg/L	152,00	-	Max. 250 mg/lB	PECESECCAC043 STANDARD METHOD
SOLIDOS TOTALES DUELTOS		mg/L	1804,81	-	-	PECESECCAC046 STANDARD METHOD

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente () El Laboratorio (X)

NOTA 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

Eng. Apolito Alvarado Cuadros
 Jefe Técnico de Laboratorio
 CESECCA



Eng. Leonor Viterbo Gallo, MBA
 Directora General
 CESECCA

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y AGUAS RESIDUALES
DR. JAVIER VILLEGAS P.
QUÍMICO - LABORATORISTA

INFORME DE LABORATORIO

PRODUCTO: Agua Residual
 ENVASE: Botella de plástico
 UNIDADES/PESO: 1/500ml
 SOLICITA: Sr. Miguel Tubay Gutiérrez
 FECHA DE MUESTREO: 22 de Julio del 2013
 HORA DE MUESTREO: 11H00 am
 FECHA DE INGRESO: 22 de Julio del 2013
 FECHA DE SALIDA: 29 de Julio del 2013
 FECHA DE ENTREGA: 29 de Julio del 2013

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

ENSAYO	PRODUCTO	UNIDAD	LIMITES	RESULTADOS	METODO
TEMPERATURA	HOSPITAL RODRIGUEZ ZAMBRANO (CAJA DE REVISIÓN PROVENIENTE DE LABORATORIOS, EMERGENCIA, CIRUGIA.)	°C	< 40	23.4	Electroc
pH			5 - 9	5.79	
CONDUCTIVIDAD		um/cm	-	2045	
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS		mg/l	1600	1029	
SALINIDAD		O/oo	-	1.04	
OXIGENO DISUELTO		mg/l	-	6.73	
DQO		mg/l	500	54	Digestion del reactor
DBO5		mg/l	250	14	BODTrak
NITRATO		mg/l	30	12.6	Reduccion de Cadmio
NITRITO		mg/l	0	0.052	Diazotacion
FOSFORO TOTAL		mg/l	15	12.9	Molybdovanadate Test N Tube
CROMO		mg/l	0.5	0.132	1,5 Difenil carbonhidracida
COBRE		mg/l	1	0.99	Bicinchoninato
HIERRO		mg/l	25	0.55	FerroVer
SULFATO		mg/l	400	108	SulfaVer
NITROGENO TOTAL		mg/l	40	1.1	Salicylate
CIANURO TOTAL		mg/l	1	0.053	Pyridine-Pyrazalone
CLORURO		mg/l	1000	1.3	Tiocianato Mercurico

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

COLIFORMES TOTALES	UFC/ml	-	POSITIVO	P/A Broth- P/A Broth MUG
COLIFORMES FECALES	UFC/ml	Remocion 99.9%	POSITIVO	P/A Broth- P/A Broth MUG

OBSERVACIONES:


 Dr. Javier Villegas P.
 Químico - Laboratorista
 Reg. Prof. # 071

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y AGUAS RESIDUALES
DR. JAVIER VILLEGAS P.
QUÍMICO - LABORATORISTA

INFORME DE LABORATORIO

PRODUCTO: Agua Residual
 ENVASE: Botella de plástico
 UNIDADES/PESO: 1/500ml
 SOLICITA: Sr. Miguel Tubay Gutiérrez
 FECHA DE MUESTREO: 22 de Julio del 2013
 HORA DE MUESTREO: 11:00 am
 FECHA DE INGRESO: 22 de Julio del 2013
 FECHA DE SALIDA: 29 de Julio del 2013
 FECHA DE ENTREGA: 29 de Julio del 2013

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

ENSAYO	PRODUCTO	UNIDAD	LIMITES	RESULTADOS	METODO
TEMPERATURA	HOSPITAL RODRIGUEZ ZAMBRANO (RAYOS X)	°C	< 40	23.6	Electroc
pH			5 - 9	6.74	
CONDUCTIVIDAD		um/cm	-	8300	
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS		mg/l	1600	4489	
SALINIDAD		O/oo	-	4.63	
OXIGENO DISUELTO		mg/l	-	4.64	
DQO		mg/l	500	1126	Digestion del reactor
DBO5		mg/l	250	536	BODTrak
NITRATO		mg/l	10	6.7	Reduccion de Cadmio
NITRITO		mg/l	0	0.036	Diazofacion
FOSFORO TOTAL		mg/l	15	36.1	Molybdovanadate Test N Tube
CROMO		mg/l	0.5	0.02	1,5 Difenil carbohidracida
COBRE		mg/l	1	0.31	BiInchoninato
HIERRO		mg/l	25	0.26	FerroVer
SULFATO		mg/l	400	35	SulfaVer
NITROGENO TOTAL		mg/l	40	0.1	Salicylate
CIANURO TOTAL		mg/l	1	0.048	Pyridine-Pyrazalone
CLORURO		mg/l	1000	22.1	Tiocianato Mercurico

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

COLIFORMES TOTALES	UFC/ml	-	POSITIVO	P/A Broth- P/A Broth MUG
COLIFORMES FECALES	UFC/ml	Remocion 99.9%	POSITIVO	P/A Broth- P/A Broth MUG

OBSERVACIONES:


 Dr. Javier Villegas P.
 Químico - Laboratorista
 Reg. Prof. # 071

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y AGUAS RESIDUALES
DR. JAVIER VILLEGAS P.
QUÍMICO - LABORATORISTA

INFORME DE LABORATORIO

PRODUCTO: Agua Residual
ENVASE: Botella de plástico
UNIDADES/PESO: 1/500ml
SOLICITA: Sr. Miguel Tubay Gutiérrez
FECHA DE MUESTREO: 22 de Julio del 2013
HORA DE MUESTREO: 11H00 am
FECHA DE INGRESO: 22 de Julio del 2013
FECHA DE SALIDA: 29 de Julio del 2013
FECHA DE ENTREGA: 29 de Julio del 2013

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

ENSAYO	PRODUCTO	UNIDAD	LIMITES	RESULTADOS	METODO	
TEMPERATURA	HOSPITAL RODRIGUEZ ZAMBRANO (CAJA DE REVISION SALIDA DEL HOSPITAL)	°C	< 40	23.8	Electroc	
pH			5 - 9	7.14		
CONDUCTIVIDAD			um/cm	-	2163	
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS			mg/l	1600	1094	
SALINIDAD			O/oo	-	1.1	
OXIGENO DISUELTO			mg/l	-	3.28	
DQO			mg/l	500	912	Digestion del reactor
DBO5			mg/l	250	344	BDOTrak
NITRATO			mg/l	10	20.3	Reduccion de Cadmio
NITRITO			mg/l	0	0.18	Diazotacion
FOSFORO TOTAL			mg/l	15	34.1	Molybdovanadate Test N Tube
CROMO			mg/l	0.5	0.193	1,5 Difetil carbohidracida
CÓBRE			mg/l	1	1.39	Bicinchoninato
HIERRO			mg/l	25	0.89	FerroVer
SULFATO			mg/l	400	97	SulfaVer
NITROGENO TOTAL			mg/l	40	0.1	Salicylate
CIANURO TOTAL		mg/l	1	0.051	Pyridine-Pyrazolone	
CLORURO		mg/l	1000	130.1	Tiocianato Mercurita	

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

COLIFORMES TOTALES		UFC/ml	-	POSITIVO	P/A Broth- P/A Broth MUG
COLIFORMES FECALES		UFC/ml	Remocion 99,9%	POSITIVO	P/A Broth- P/A Broth MUG

DISERVAIONES: Al tomar como referencia a esta muestra de agua, por ser la salida de todas las agua recolectadas del hospital y evacuadas al alcantarillado, en la que tiene que ser tratada antes de ser enviada al alcantarilla, debe haber una buena remocion de DBO5 y DQO, ademas otros parametros. La instalacion de la planta a tratar aguas residuales debera contemplar el tratamiento de los efluentes liquidos generados por los servicios generales del hospital, y descargar aguas a un cuerpo receptor cumpliendo con los limites maximos permisibles que exigen las normas.

El proceso de tratamiento debera ser un proceso biologico, en el cual las aguas residuales entran a un tanque de aireacion los cuales estos volumenes de agua, se mezclaran con las bacterias aerobicas que se encuentran presente en los lodos activados, utilizarian este oxigeno para convertir las aguas residuales en liquidos claros e inodoros, y que esten dentro de las normas.


 Dr. Javier Villegas P.
 Químico - Laboratorista
 Reg. Prof. # 071

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS Y AGUAS RESIDUALES
DR. JAVIER VILLEGAS P.
QUÍMICO - LABORATORISTA

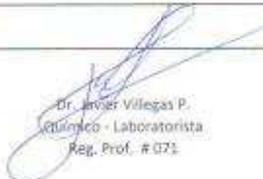
INFORME DE LABORATORIO

PRODUCTO: Agua Residual
 ENVASE: Botella de plástico
 UNIDADES/PESO: 1/500ml
 SOLICITA: Sr. Miguel Tubay Gutiérrez
 FECHA DE MUESTREO: 22 de Julio del 2013
 HORA DE MUESTREO: 11:00 am
 FECHA DE INGRESO: 22 de Julio del 2013
 FECHA DE SALIDA: 29 de Julio del 2013
 FECHA DE ENTREGA: 29 de Julio del 2013

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

ENSAYO	PRODUCTO	UNIDAD	LIMITES	RESULTADOS	METODO
TEMPERATURA	HOSPITAL RODRIGUEZ ZAMBRANO (RAYOS X)	°C	< 40	23.6	Electroc
pH			5 - 9	6.74	
CONDUCTIVIDAD		um/cm	-	8300	
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS		mg/l	1600	4489	
SALINIDAD		O/oo	-	4.63	
OXIGENO DISUELTO		mg/l	-	4.64	
DOO		mg/l	500	1126	Digestion del reactor
DBO5		mg/l	250	536	BODTrak
NITRATO		mg/l	10	6.7	Reduccion de Cadmio
NITRITO		mg/l	0	0.036	Diazotacion
FOSFORO TOTAL		mg/l	15	36.1	Molybdovanadate Test N Tube
CROMO		mg/l	0.5	0.02	1,5 Difenil carbohidracida
COBRE		mg/l	1	0.31	Bicinchoninato
HIERRO		mg/l	25	0.26	FerroVer
SULFATO		mg/l	400	35	SulfaVer
NITROGENO TOTAL		mg/l	40	0.1	Salicylate
CIANURO TOTAL	mg/l	1	0.048	Pyridine-Pyrazolone	
CLORURO	mg/l	1000	22.1	Tiocianato Mercurico	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO					
COLIFORMES TOTALES		UFC/ml	-	POSITIVO	P/A Broth- P/A Broth MUG
COLIFORMES FECALES		UFC/ml	Remocion 99.9%	POSITIVO	P/A Broth- P/A Broth MUG

OBSERVACIONES:


 Dr. Javier Villegas P.
 Químico - Laboratorista
 Reg. Prof. # 071

ANEXO 3

ESTUDIO DE SUELOS

PROYECTO: **Análisis por la contaminación producida por la descarga directa de las aguas residuales del hospital Dr. Rafael Rodríguez Zambrano de manta y propuesta de solución a través de un sistema de tratamiento.**

PERFORACION: P-1
 COTA DE REFERENCIA: ACERA N= 0.00
 COTA DE LA BOCA DE LA PERFORACION: N= +0.05
 NIVEL FREÁTICO: N= -

MUESTRA #	PROFUNDIDAD m.	GRANULOMETRIA % QUE PASA					LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN S.U.C.S	%W	N= Golpe
		#4	#10	#40	#200	#200	P	L.P				
	0.00 - 0.05	CAPA DE CARPETA ASFALTICA										
	0.05 - 0.20	CAPA DE BASE GRANULAR										
	0.20 - 0.35	CAPA DE LASTRE										
1	0.35 - 1.20	100.00	99.88	98.50	68.23	46.01	20.35		CL	14.51	1/10	
2	1.20 - 2.20	99.23	99.05	95.31	33.10	-	NP		SM	8.38	2/27	
3	2.20 - 3.00	78.79	74.65	52.50	13.56	-	NP		*SM	5.23	3/32	
4	3.00 - 4.00	76.10	69.93	51.51	12.33	-	NP		*SM	4.22	4/59	

CL: ARCILLA ARENOSA, ALTA PLASTICIDAD, BAJA COMPRESIBILIDAD, CONSISTENCIA FIRME.
 SM: ARENA LIMOSA, MATERIAL NO PLASTICO, COMPACIDAD MEDIA.
 *SM: ARENA LIMOSA (ARENISCA), MATERIAL NO PLASTICO, COMPACIDAD DENSA A MUY DENSA.

PROYECTO: Análisis por la contaminación producida por la descarga directa de las aguas residuales del hospital Dr. Rafael Rodríguez Zambrano de manta y propuesta de solución a través de un sistema de tratamiento.

PERFORACION: P-2
 COTA DE REFERENCIA: ACERA N= 0.00
 COTA DE LA BOCA DE LA PERFORACION: N= -0.10
 NIVEL FREÁTICO: N=- -

MUESTRA #	PROFUNDIDAD m.	GRANULOMETRIA % QUE PASA					LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN S.U.C.S	% W	N= Golpe
		#4	#10	#40	#200	#200	P	I.P				
	0.00 - 0.05	CAPA DE CARPETA ASFALTICA										
	0.05 - 0.20	CAPA DE BASE GRANULAR										
	0.20 - 0.30	CAPA DE LASTRE										
1	0.30 - 1.10	100.00	99.27	96.33	70.20	47.32	20.21		CL	13.88	1/12	
2	1.10 - 2.20	99.39	98.91	93.18	32.11	-	NP		SM	7.93	2/32	
3	2.20 - 3.00	81.23	74.32	55.12	12.87	-	NP		*SM	6.02	3/56	
4	3.00 - 4.00	76.29	70.44	48.29	13.12	-	NP		*SM	5.21	4/67	

CL: ARCILLA ARENOSA, ALTA PLASTICIDAD, BAJA COMPRESIBILIDAD, CONSISTENCIA FIRME.

SM: ARENA LIMOSA, MATERIAL NO PLASTICO, COMPACIDAD MEDIA.

*SM: ARENA LIMOSA (ARENISCA), MATERIAL NO PLASTICO, COMPACIDAD DENSA A MUY DENSA.

PROYECTO: Análisis por la contaminación producida por la descarga directa de las aguas residuales del hospital Dr. Rafael Rodríguez Zambrano de manta y propuesta de solución a través de un sistema de tratamiento.

PERFORACION: P-3

COTA DE REFERENCIA: ACERA N= 0.00

COTA DE LA BOCA DE LA PERFORACION: N= +0.15

NIVEL FREÁTICO: N= -

MUESTRA #	PROFUNDIDAD m.	GRANULOMETRIA % QUE PASA				LIMITES DE ATTERBERG		CLASIFICACIÓN S.U.C.S	% W	N= Golpe
		#4	#10	#40	#200	P	I.P.			
	0.00 - 0.05	CAPA DE CARPETA ASFALTICA								
	0.05 - 0.20	CAPA DE BASE GRANULAR								
	0.20 - 0.35	CAPA DE LASTRE								
1	0.35 - 1.30	100.00	99.91	98.29	63.86	49.12	25.50	CL	19.02	1/12
2	1.30 - 1.90	100.00	98.88	93.72	30.11	-	NP	SM	8.29	2/38
3	1.90 - 3.00	80.81	77.62	52.19	13.14	-	NP	*SM	6.19	3/66
4	3.00 - 4.00	77.47	69.92	50.12	12.11	-	NP	*SM	4.88	4/71

CL: ARCILLA ARENOSA, ALTA PLASTICIDAD, BAJA COMPRESIBILIDAD, CONSISTENCIA FIRME.

SM: ARENA LIMOSA, MATERIAL NO PLASTICO, COMPACIDAD MEDIA.

*SM: ARENA LIMOSA (ARENISCA), MATERIAL NO PLASTICO, COMPACIDAD DENSA A MUY DENSA.

Capacidad portante del suelo: 15tn/m²

□

ANEXO 4

COTIZACIÓN Y PRESUPUESTOS

aqua group FORMULARIO DE COTIZACIÓN

Cliente: HOSPITAL 200 CAMAS Nombre: Ing. Fernando Sánchez Email: fernando.sanchez@hotmail.com Teléfono: 998832434	Fecha: 6/20/2013 Cotización: AQR/239/2013 De: J.Navarro Entrega en: email		
QTY:	Descripción	Precio:	Total
1	<p>REF.: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS HOAPITALARIAS COMPACTA PARA HOSPITAL Con esta planta se garantiza el cumplimiento de los parámetros establecidos en el reglamento ambiental vigente.</p> <p>Sistemas de tratamiento de aguas hospitalarias + Grises y Negras</p> <p>Cada Sistema Incluye:</p> <p>Sistema de captación Tamiz estático para retención de sólidos gruesos. Espacio entre barras 5mm Bombas de transferencia para aguas negras</p> <p>Reactor (sistema de lodos activados) Planta compacta de tratamiento de agua residual por medio de lodos activos compuesta por tanques de PRFV. Incluye tope, manhole. Sistema de aireación por medio de blower y difusores de membrana Sistemas de conducción de aire y retorno de lodos y natas Sedimentador integrado al tanque principal construido en PRFV</p> <p>Sistema de esterilización Sistema de desinfección por medio de Radiación UV Tuberías y válvulas de interconexión</p> <p>Caja de control y sistema eléctrico Caja de control en caja de polietileno Sistemas de protección de fases, térmicos y contactores Sistema de cableado y conducción de cable</p> <p>Planos y Manuales Planos P&ID del sistema y un manual de los equipos, tanques tuberías y sistema eléctrico Capacitación de operación y mantenimiento</p> <p>Garantía El sistema tiene una garantía de un año, no incluye mano de obra, transporte y alimentación del personal.</p> <p>No se incluye en esta cotización: Acometida de energía eléctrica requerida en la caja de control (220V 3PH 60HZ) Transporte y seguro de la planta compacta desde la ciudad de Quito hasta el lugar de instalación Obras civiles como: loza, caja de captación, iluminación perimetral de ser requerida Transporte, alimentación y estadía del personal para instalación Grúa para carga y descarga de equipos Facilidades de ingreso Área requerida: 7mts ancho x 9 mts largo. Altura de la planta 4 mts</p>	\$ 140,000.00	\$ 140,000.00
Condiciones generales: Tiempo de entrega de equipos: A convenir Tiempo de instalación: 10 días aproximadamente Forma de Pago: Anticipo de 60%, 30% contra entrega de los equipos, 10% contra puesta en marcha Validez de la oferta: 30 días		Total IVA 12%	\$ 140,000.00 \$ 16,800.00
		TOTAL	\$ 156,800.00
Cordero E12-182 y Valladolid Esquina Edificio Ituralde PB www.aquagroup.ec ventas@aquagroup.ec Telefax: 2225095 2563602			

FO-CO-02.01

PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR AIREACION EXTENDIDA. (COSTOS CALCULADOS EN BASE A LOS ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL AÑO 2013)					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Limpieza y desbroce del terreno	m2	63,00	\$ 0,94	\$ 59,22
2	Replanteo y nivelación	m2	63,00	\$ 1,08	\$ 68,04
3	Hormigon Simple en Replantillo f'c= 140 kg/cm2	m3	3,15	\$ 118,23	\$ 372,42
4	Sub-base clase 3 incluye transporte	m3	6,30	\$ 30,54	\$ 192,40
8	Excavación a máquina	m3	32,25	\$ 3,57	\$ 115,13
5	Relleno compactado con material de mejoramiento importado	m3	16,00	\$ 29,60	\$ 473,60
6	Relleno manual compactado con material del sitio	m3	16,00	\$ 6,28	\$ 100,48
7	Desalajo de material excavacion	m3	63,00	\$ 5,04	\$ 317,52
9	Malla electrosoldada (8.15)	m2	38,23	\$ 10,61	\$ 405,62
10	Válvula de Control, D=1"	u	2,00	\$ 25,25	\$ 50,50
11	Plataformas de hormigon armado e=10cm	m2	9,00	\$ 25,81	\$ 232,29
12	Pozo de almacenamiento lodos	u	1,00	\$ 585,78	\$ 585,78
13	Planta tratamiento de Agua residuales por Aireacion Extendida	u	1,00	\$ 156.800,00	\$ 156.800,00
14	Tendido de tubería HA 200mm	m	64,50	\$ 46,17	\$ 2.977,97
16	ACOMETIDA EN BAJA TENSION (2X3/0) TTU + 3/0 N TTU	m	13,00	\$ 60,89	\$ 791,57
17	TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA (PROGRAMADO)	U	1,00	\$ 2.316,66	\$ 2.316,66
	TOTAL				\$ 165.859,20
* ESTE PRESUPUESTO TIENDE A INCREMENTAR AL EJECUTARSE LA OBRA; DEBIDO A QUE SOLO CONSIDERAMOS LOS RUBROS MAS SOBRESALIENTES PARA LA EJECUCION DE ESTE PROYECTO					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
CODIGO:					
RUBRO:		ACOMETIDA EN BAJA TENSION (2X3/0) TTU + 3/0 N TTU:		UNIDAD:	m
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTA MENOR:	0,05	2,433	0,1216	1,0000	0,12
					0,12
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	1	2,44	2,44	0,3930	0,96
ELECTRICISTA	1	2,47	2,47	0,3930	0,97
MAESTRO ELECTRICISTA	0,5	2,56	1,28	0,3930	0,50
				SUBTOTAL N:	2,43
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
CABLE TTU # 3/0		Mts	3,00	14,00	42,00
accesorios para conexión		u	0,50	0,70	0,35
Tubería EMT REFORZADA 2 1/2"		u		11,58	0,00
Tubería PVC REFORZADA 4"		Mts	1,00	4,00	4,00
				SUBTOTAL O:	46,35
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				SUBTOTAL P:	0,00
			COSTO DIRECTO X(M+N+O+P) :		48,90
			INDIRECTOS Y UTILIDAD:	24,50%	11,98
			OTROS COSTOS INDIRECTOS:	0,00%	0,00
					0,00
					0,00
			PRECIO UNITARIO:		60,89
			PRECIO UNITARIO OFERTADO:		60,89

ANEXO 5

FIGURAS.

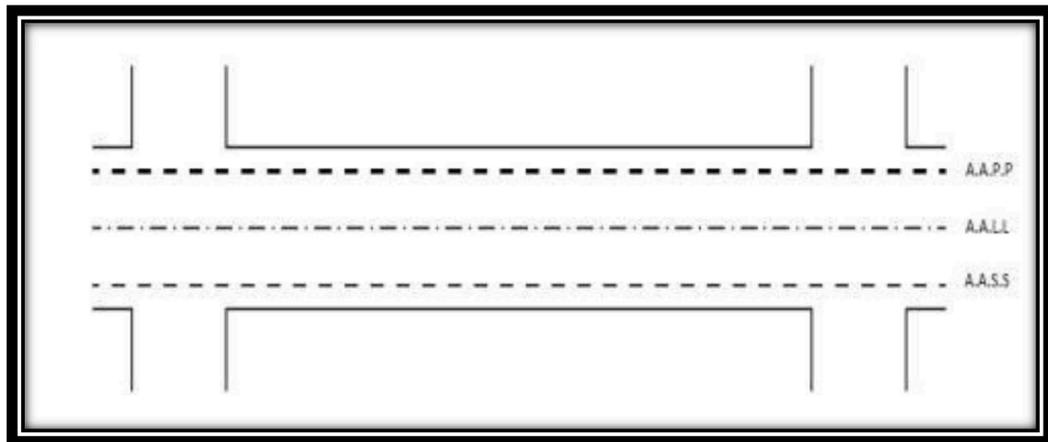


Fig. 1.1 Sistema de alcantarillado separado.

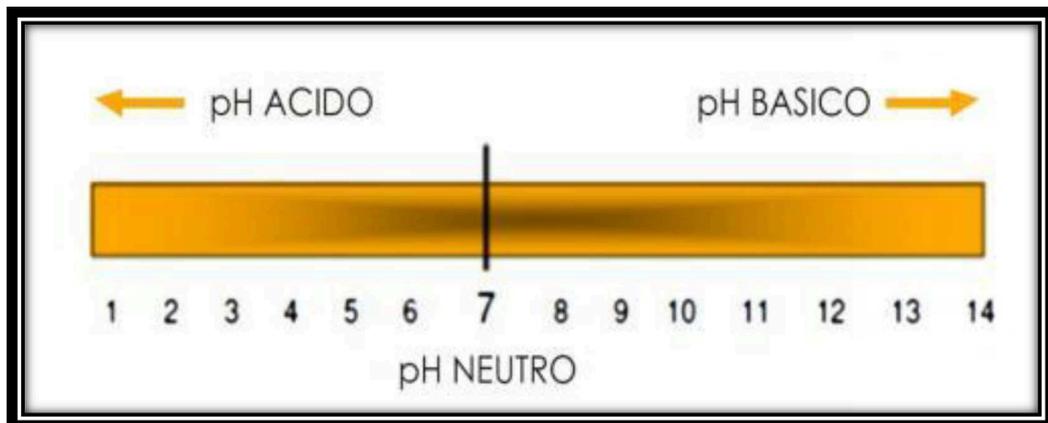


Fig. 1.2 Escala del pH.

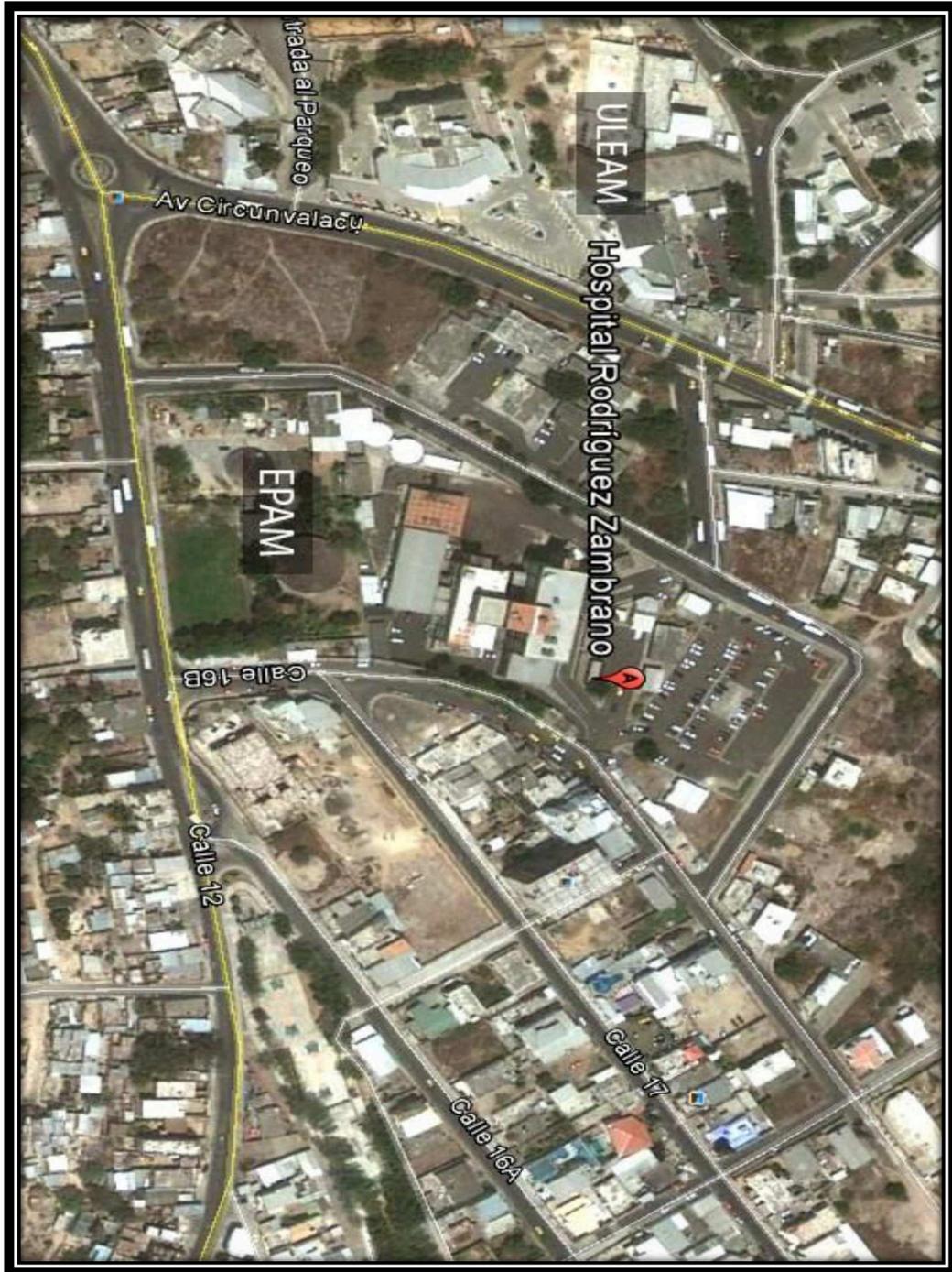


Fig. 2.1 Ubicación del hospital Rodríguez Zambrano.

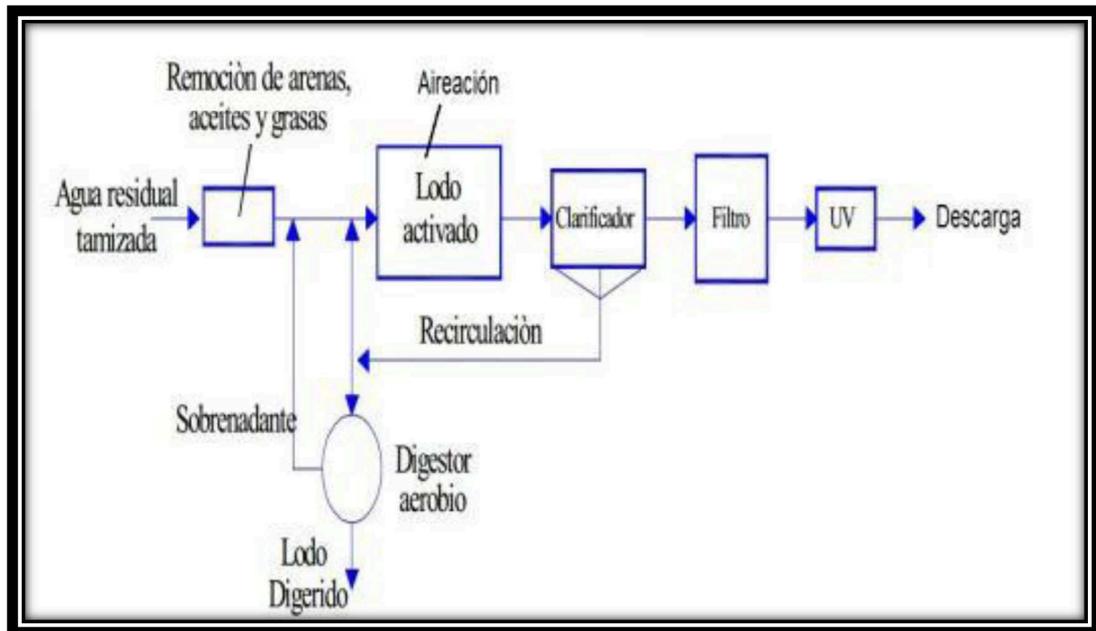


Fig. 2.2 Diagrama del sistema de tratamiento.



Fig. 2.3 Ubicación de la planta de tratamiento.

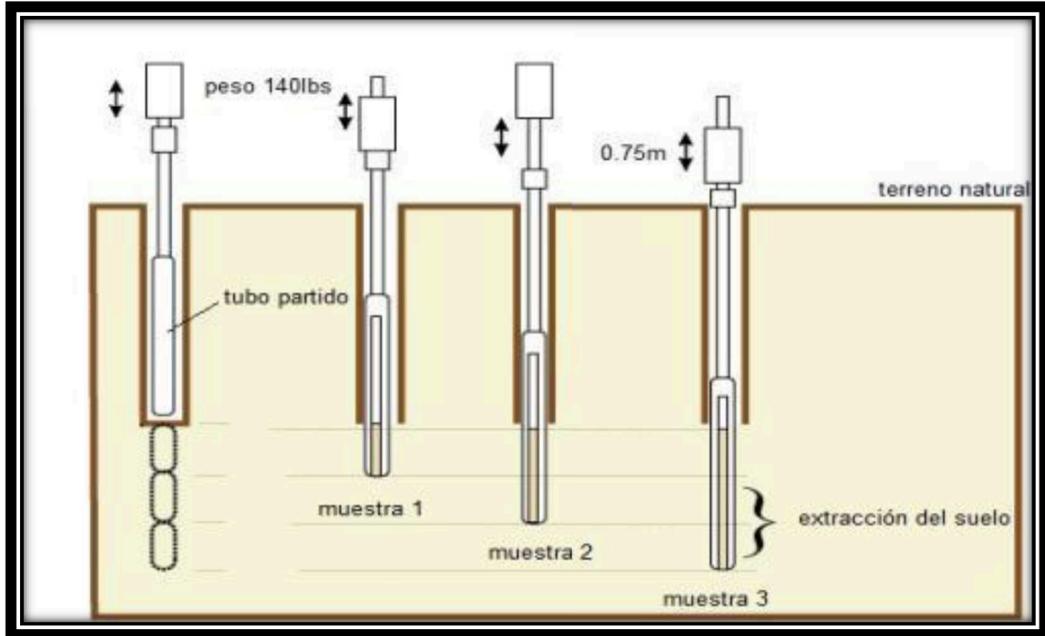


Fig. 2.4 Ensayo de penetración estándar (SPT).



Fig. 2.5 Reja de acero inoxidable.

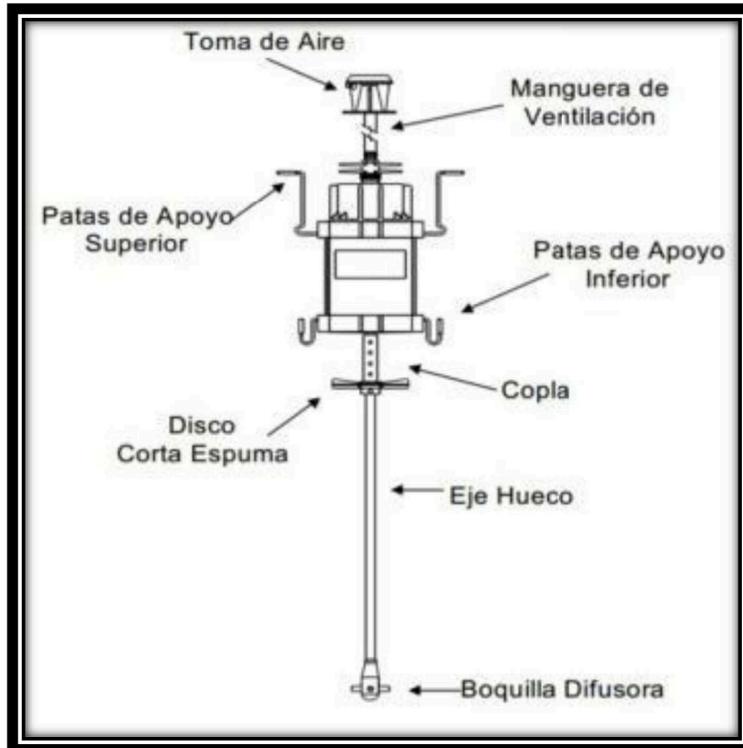


Fig. 2.6 difusor de aire.

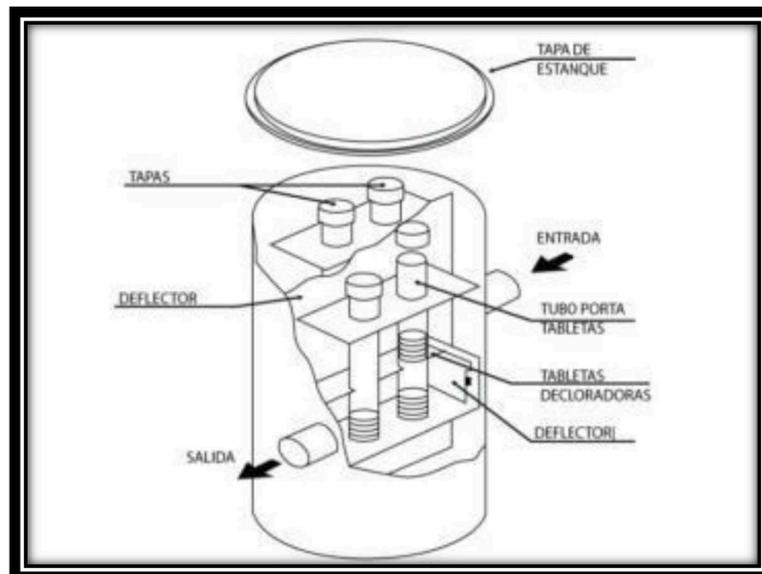


Fig. 2.7 Dispensador de tabletas decloradoras.

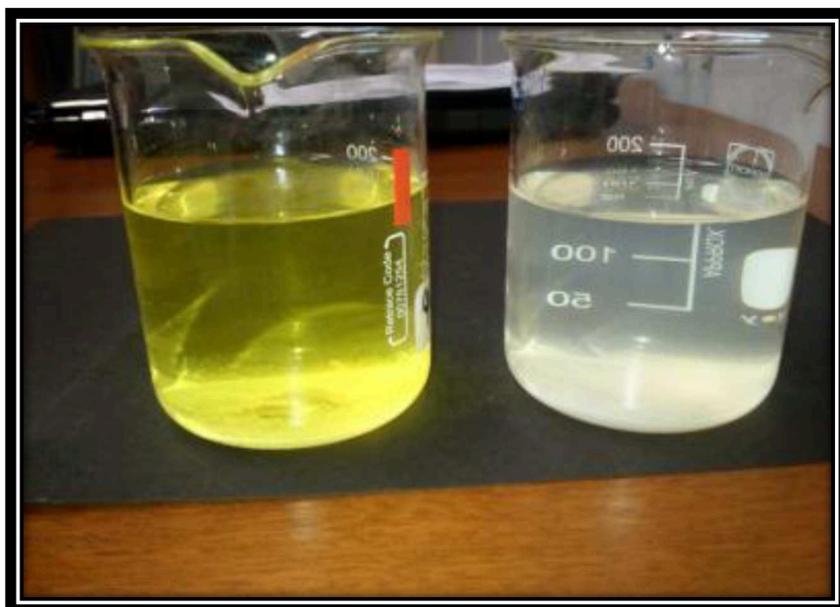


Fig. 2.8 Sistema de desinfección con rayos UV.

ANEXO 6
FOTOGRAFÍAS.



Hospital Rodríguez Zambrano.



Vertimientos (agua desechada de rayos X y cirugía H.R.Z).



Contaminación de la piel (constante contacto con aguas de rayos X).



Instalaciones sanitarias obsoletas (área de cirugía H.R.Z).



Sistema de alcantarillado (filtración de aguas H.R.Z).



Conexión clandestina encontrada cerca del sector.



Toma de muestras de aguas residuales H.R.Z.

ANEXO 7
PLANOS



