UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CALCULO HIDRÁULICO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, PARA EL RIEGO DE ÁREAS VERDES URBANAS EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO 2015

TESISTA:

LIDER TIMOTEO, NOLASCO JORGE

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUÁNUCO - PERU

2015

DEDICATORIA

A Dios, por haberme regalado la vida y permitirme ser parte de una gran familia sólida y unida.

A mis Padres, quienes me enseñan con su ejemplo el significado del amor verdadero, están presente en mis logros, alegrías y tristezas.

A mis Hermanas, Con quienes he compartido mis ideas y sueños desde que soy un niño y hasta el día de hoy son mis mejores amigas.

RESUMEN

El proyecto “CALCULO HIDRÁULICO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, PARA EL RIEGO DE ÁREAS VERDES URBANAS EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO 2015”, sólo abarca la hidrología urbana y el cálculo hidráulico del PTAR.

Este responde a la necesidad de superar el déficit de agua para riego de espacios verdes urbanos y el consecuente deterioro de los espacios verdes urbanos, que en estos últimos años se ha agudizado debido a la escasez de agua para riego y los elevados costos que equivaldrían al utilizar el agua potable con el fin de emplearla en esta actividad.

Frente al problema descrito, el tratamiento de aguas residuales a pequeña escala, constituye una alternativa viable para lograr el manejo sostenible de los espacios verdes urbanos, mejorar las condiciones ambientales del entorno local y elevar la calidad de vida de la población beneficiaria.

El uso de las aguas residuales tratadas posibilitará el establecimiento de especies vegetales de diversos estratos como: árboles, arbustos y herbáceas de cobertura, mejorando las condiciones del paisaje urbano, incrementando las posibilidades de recreación y esparcimiento de la población y propiciando la mitigación de la contaminación atmosférica con la captura del bióxido de carbono gracias al proceso de fotosíntesis de las especies vegetales instaladas, la absorción de

partículas en suspensión y en general la mejora del microclima local por la disminución del calor, vientos y ruidos.

En primera instancia se investigara sobre el proyecto de tratamiento de aguas residuales, mediante una planta compacta, que tendrá una capacidad de tratamiento disponible de 36,000.00 m3 al año y una capacidad de tratamiento instalada de 62,208 m3/año (2 riegos por semana, 7l/m2) que serán empleados en el riego de espacios verdes urbanos instalados en las zonas de intervención del proyecto.

SUMMARY

The "hydraulic calculation PLANT SEWAGE TREATMENT FOR THE URBAN LANDSCAPE IRRIGATION DISTRICT OF AMARILIS - HUÁNUCO 2015," only covers urban hydrology and hydraulic calculation of the WWTP.

This responds to the need to overcome the shortage of water for irrigation of urban green spaces and the consequent deterioration of urban green spaces, which in recent years has worsened due to the shortage of water for irrigation and the high costs that would be equivalent to use clean water in order to use it in this activity.

Faced with the problem described above, the treatment of wastewater a small scale, is a viable alternative for sustainable management of urban green space, improve environmental conditions of the local environment and improve the quality of life of the beneficiary population.

The use of treated wastewater will enable the establishment of plant species of various strata as trees, shrubs and herbaceous coverage, improving the conditions of the urban landscape, increasing the possibilities of recreation and leisure of the population and promoting mitigation of pollution with the capture of atmospheric carbon dioxide through the process of photosynthesis of plants installed, absorption of suspended particles and generally improving the local microclimate by decreasing heat, wind and noise.

In the first instance be investigated on the proposed wastewater treatment by a compact plant will have a treatment capacity available 36,000.00 m3 a year and a treatment capacity installed 62.208 m3 / year (2 irrigations per week, 7l / m2) which they will be used to irrigate urban green spaces installed in areas of project intervention.

INTRODUCCIÓN

El proyecto “CALCULO HIDRÁULICO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, PARA EL RIEGO DE ÁREAS VERDES URBANAS EN EL DISTRITO DE AMARILIS – HUÁNUCO 2015”, sólo abarca la hidrología urbana y el cálculo hidráulico del PTAR.

Este responde a la necesidad de superar el déficit de agua para riego de espacios verdes urbanos y el consecuente deterioro de los espacios verdes urbanos, que en estos últimos años se ha agudizado debido a la escasez de agua para riego y los elevados costos que equivaldrían al utilizar el agua potable con el fin de emplearla en esta actividad.

Frente al problema descrito, el tratamiento de aguas residuales a pequeña escala, constituye una alternativa viable para lograr el manejo sostenible de los espacios verdes urbanos, mejorar las condiciones ambientales del entorno local y elevar la calidad de vida de la población beneficiaria.

El uso de las aguas residuales tratadas posibilitará el establecimiento de especies vegetales de diversos estratos como: árboles, arbustos y herbáceas de cobertura, mejorando las condiciones del paisaje urbano, incrementando las posibilidades de recreación y esparcimiento de la población y propiciando la mitigación de la contaminación atmosférica con la captura del bióxido de carbono gracias al proceso de fotosíntesis de las especies vegetales instaladas, la absorción de partículas en suspensión y en general la mejora del microclima local por la disminución del calor, vientos y ruidos.

La investigación de pre grado se desarrolló en cinco capítulos:

El primer capítulo se especifica la razón de la investigación con los siguientes sub títulos: el planteamiento del problema, objetivo, variable, justificación y limitaciones.

Segundo capítulo se presenta el marco teórico de la investigación con la revisión de la literatura, destacando los aspectos más relevantes para el desarrollo de esta investigación.

Tercer capítulo presenta la metodología de la investigación, se especifica el proceso de la investigación a desarrollar.

En el cuarto capítulo se presentan los cálculos y resultados de la investigación, como se calculó, ubicación y criterio de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.

El quinto capítulo presenta las conclusiones de este estudio y recomendaciones para el trabajo futuro.

ÍNDICE

RESUMEN III
SUMMARY V
INTRODUCCIÓN VII
CAPÍTULO I 1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1.1 Antecedentes de Estudio 2
1.1.1.1. Antecedentes Nacional 2
1.1.1.2. Antecedentes Internacional 4
1.1.2 Fundamentación del Problema 7
1.1.3 Formulación del Problema 7
1.2 OBJETIVOS 8
1.2.1. Objetivo General 8
1.2.2. Objetivos Específicos 8
1.3 SISTEMA DE VARIABLES 8
1.4 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES 9
1.5 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA 9
1.6 LIMITACONES 11
CAPITULO II 12
MARCO TEÓRICO 12
2.1 ANTECEDENTES 13
2.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES 14
2.3 CONCEPTOS, PROCESOS Y DEFINICIONES 14
2.3.1. Características de las Aguas Residuales 14
2.3.1.1. Caracteristicas Fisicas 15
2.3.1.2. Caracteristicas Quimicas 19
2.3.1.3. Caracteristicas Biologicas 30
2.4 BASE TEÓRICA SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES 36

2.4.1. Definición y Elementos Constituyentes de un Sistema de Alcantarillado Sanitario 36
2.4.2. Origen de las Aguas Residuales y de los Desechos 37
2.4.3. Tipos de Aguas Residuales 40
2.4.4. Aspectos de las Aguas Residuales 41
2.4.5. Composición de las Aguas Residuales 42
2.4.6. Captación de las Aguas Residuales 42
2.4.7. Evacuación de las Aguas Residuales 44
2.4.8. Tipos de tratamiento de las Aguas Residuales 45
2.4.9. Desinfección 48
2.4.10. Modelos dinámicos de tanques 52
CAPITULO III 57
MARCO METODOLOGICO 57
3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN 58
3.1.1. Tipo de investigación 58
3.1.2. Nivel de investigación 58
3.2 UNIVERSO/POBLACION Y MUESTRA 58
3.2.1. Determinación de la Población 58
3.2.2. Selección de la Muestra 59
3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS 59
3.3.1. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 59
3.3.2. Procesamiento y Presentación de Datos 60
CAPITULO IV 61
CÁLCULOS Y RESULTADOS 61
4.1 ÁREA DE ESTUDIO 63
4.2 CARACTERIZACION DE LAS AGUAS SERVIDAS 65
4.2.1. Criterios de Diseño 65
4.2.1.1. Ubicación factible de la planta de tratamiento 65
4.2.1.2. Ubicación del buzón de Captación 66
4.2.1.3. Caracterización de Aguas Residuales 67
4.2.1.4. Caudal Requerido 68
4.2.1.5. Estándares de Calidad 68
4.2.1.6. Ubicación de la planta de tratamiento compacta 69

4.3 CALCULO HIDRAULICO 70
4.3.1. Calculo de caudales 70
4.3.2. Diseño de cámara de rejas del ptar 71
4.3.3. Diseño de cámara de rejas 71
4.3.4. Calculo de tirantes 79
4.3.5. Trampa de grasa 80
4.3.6. Calculo del desarenador 81
4.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y TÉCNICA DEL PROYECTO 83
CAPITULO V 87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 87
5.1 CONCLUSIONES 88
5.2 RECOMENDACIONES 89
BIBLIOGRAFÍA 90
ANEXOS 91
ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO 91
ANEXO 2: PLANOS 93

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes de Estudio

1.1.1.1. Antecedentes Nacional

1) El Ing. FORTUNATO VIDAL MENDEZ MELGAREJO y el Ing. OSIRIS FELICIANO MUÑOZ. Con su tesis "PROPUESTA DE UN MODELO SOCIO ECONÓMICO DE DECISIÓN DE USO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN SUSTENTACIÓN DE AGUA LIMPIA PARA ÁREAS VERDES", para optar el Grado de Maestro presentado en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA EN EL 2010.

   Concluyen:

   - La salud humana se ve seriamente amenazada por la contaminación atmosférica, contaminación del agua, por la presencia de sustancias químicas y toxicas así como por el deterioro de los recursos naturales y medio ambiente, cobrando vital importancia la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales. A ello debe añadirse la utilización poco racional de recurso hídrico, pues los diversos sectores económicos no son eficientes en su uso.
   - El efecto de las crecientes inversiones y gastos se generan por mayores exigencias de tratamiento de aguas residuales, por el aumento de concentraciones de contaminaciones que aumentan junto con el desarrollo de los centros poblados, por lo que se está tratando de evitar

el deterioro de los ecosistemas, lo que a menudo la sociedad desestima por restricciones de recursos y una pobre cultura ambiental y ecológica.

- La mayor parte de ciudades que cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales sobre todo domésticas, no utilizan o usan limitadamente el agua residual tratada, por lo que el producto se va directo a los ríos, o al mar, donde se pierden, habiéndose incurrido en gastos sin un objetivo claro sobre el producto resultante.

2) El BACHILLER LUIS FRANCISCO ARCE JÁUREGUI. Con su tesis "URBANIZACIONES SOSTENIBLES: DESCENTRALIZACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RESIDENCIALES" para optar el Título de Ingeniero Civil en la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ – 2013.

Concluye:

- Durante todo este trabajo se ha podido observar la situación actual del alcantarillado en el Perú. Y el panorama que se está pensando dejar a las futuras generaciones. Es inminente el colapso de las plantas de tratamiento de aguas residuales en lima y provincias. Mega proyecto como Taboada, en lima, que evacuan las aguas residuales al mar luego de un pre tratamiento – tratamiento

primario no es la solución más adecuada. Con la propuesta que se está planteando en este trabajo: “Descentralización, Urbanizaciones Sostenibles“, se busca no solo solucionar los problemas relacionados al manejo de aguas residuales, sino también generar beneficios para el sector económico, político y ambiental.

- Esta investigación analiza diferentes alternativas, adecuando ciertas tecnologías a contexto peruano, esto siendo consciente que al país le falta asumir conocimientos técnicos actuales, planes de inversión en el saneamiento nacional, implementación de mantenimiento y operación eficientes.
- Las urbanizaciones con saneamiento sostenible en zonas urbanas es un proyecto ambicioso de innovación en el Perú. Sabiendo que el hecho de innovar tiene el riesgo de perjudicar los intereses de la rentabilidad de los inversionistas. Los resultados de este estudio corrobora que el proyecto de urbanizaciones sostenibles es una realidad alentadora y rentable.

1.1.1.2. Antecedentes Internacional

1) El bachiller (a). PATRICIA JAMILETTE KESTLER ROJAS. Con su tesis “USO, REUSO Y RECICLAJE DEL AGUA RESIDUAL DE UNA VIVIENDA” para optar el Título de

Ingeniera Civil en la UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR DE GUATEMALA – 2004.

Concluye:

- El acto de construir, de edificar genera un impacto en el ambiente por lo tanto, esta propuesta persigue minimizar en lo posible el impacto y crear un desarrollo sostenible para que no agote el recurso de agua sino que sea generador y regulador de los recursos empleados.
- En un sistema de reutilización de aguas se puede utilizar la tubería existente del inodoro, pero es necesario corregir la tubería y desviar el agua residual al depósito acumulador para poder abastecer desde este tanque nuevamente al inodoro.
- Según información dada por los expertos es importante el tamaño de la trampa de grasas, ya que si esta es muy pequeña puede ocasionar malos olores.
- Las aguas de riego pueden llevar sustancias en suspensión que se sedimentan sobre el suelo y la vegetación, con excepción de aquellas que pasan por una filtración previa como es el caso del riego subterráneo.

2) Los señores JOSÉ LUIS ATENCIO USECHE y JAVIER ANTONIO MÉNDEZ QUINTERO. Con su TESIS "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA CONJUNTOS HABITACIONALES QUE NO POSEAN SERVICIOS PÚBLICOS" para optar el Título de Ingeniero Civil en la UNIVERSIDAD RAFAEL URDANETA DE MARACAIBO - VENEZUELA – 2005.

Concluye:

- La disposición de las aguas residuales sin tratamiento previo en aguas superficiales afecta su posterior uso. Mucho de los ríos y lagos utilizados como fuente de abastecimiento de agua, tienen altos niveles de contaminación microbiológica (16 ríos de américa superan los 1000 coliformes fecales/100ml; GEMS – 1987). El nivel al que está expuesto la población es mayor considerando que menos del 50% de los servicios de agua desinfectada.
- Estas mismas aguas superficiales se usan para el riego de cultivos agrícolas de consumo humano, incrementando los factores ambientales de riesgos para la salud de la población. La situación endémicas de diarreas, parasitismo, fiebre tifoidea y salmonelosis que imperan hoy en día, no son más

que el reflejo de esta crítica situación, a la que vino a sumarse el cólera.

1.1.2 Fundamentación del Problema

El Proyecto de investigación responde a la necesidad de superar el déficit de agua para riego de espacios verdes urbanos y el consecuente estado de deterioro ambiental, que en estos últimos años se ha agudizado debido a la escasez de agua para riego y los elevados costos del agua potable que se emplea en esta actividad, a lo que se suma la insuficiente participación de la población local en el mantenimiento de los espacios recuperados.

El uso de las aguas residuales tratadas posibilitará el establecimiento de especies vegetales de diversos estratos como: árboles, arbustos y herbáceas de cobertura, mejorando las condiciones del paisaje urbano, incrementando las posibilidades de recreación y esparcimiento de la población y propiciando la mitigación de la contaminación atmosférica con la captura del bióxido de carbono gracias al proceso de fotosíntesis de las especies vegetales instaladas, la absorción de partículas en suspensión y en general la mejora del microclima local por la disminución del calor, vientos y ruidos.

1.1.3 Formulación del Problema

Las interrogantes planteadas respecto al problema serán los siguientes:

Problema Principal.

¿Cuáles son los cálculos hidráulicos de una planta de tratamiento de aguas servidas, para el riego de áreas verdes urbanas en el distrito de amarilis?

Problema Específico.

¿Cuál es el caudal necesario para la planta de tratamiento de aguas servidas, para el riego de áreas verdes urbanas en el distrito de Amarilis?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- Determinar el cálculo Hidráulico de una planta de tratamiento de aguas servidas, para el riego de áreas verdes urbanas en el distrito de Amarilis.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el caudal necesario de la planta de tratamiento de aguas servidas, para el riego de áreas verdes urbanas en el distrito de Amarilis.

1.3 SISTEMA DE VARIABLES

Entre las **variables independientes** tenemos:

- Calculo Hidráulico de una planta de tratamiento de aguas residuales

Entre las **variables dependientes** tenemos:

- Riego de Áreas verdes urbanos

1.4 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

Cuadro Nº 1: Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES	SUB INDICADORES
• ***INDEPENDIENTE*** Calculo hidráulico de una planta de tratamiento de aguas residuales	• Volumen de agua residual (m3) • Volumen de agua residual reutilizado (m3)	• Tiempo de cálculo un día
• ***DEPENDIENTE*** Riego de Áreas verdes urbanos	• Áreas verdes (m2)	• dosificación en m3 de aguas residuales, para riego de áreas verdes

1.5 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

Con el desarrollo del Proyecto de investigación, los beneficiarios lograrán mejorar las condiciones ambientales de sus entornos locales, elevando la calidad de vida de la población.

Los espacios verdes tratados, además de reducir la contaminación ambiental disminuirán el riesgo de salud de la población en el área de influencia del proyecto beneficiando a los pobladores en el horizonte del proyecto, a través

del desarrollo sostenible de espacios verdes regados con aguas residuales tratadas.

Entre los beneficios que se logra con el tratamiento ecológico de los espacios verdes urbanos se consideran:

- Purificación del aire: Las de áreas verdes instalados, conformarán filtros naturales purificando el aire, capturando bióxido de carbono (CO2) y produciendo oxígeno en beneficio de la comunidad biótica.
- Protección contra la erosión del suelo: La cobertura vegetal de espacios urbanos con especies arbóreas, arbustivas y herbáceas reducirá considerablemente los efectos perjudiciales de la erosión eólica.
- Protección contra la radiación solar: Los árboles establecidos en las áreas verdes filtrarán los rayos solares, generando sombra, refrescando el ambiente y evitarán la evaporación del agua.
- Aislamiento de ruidos: Con la instalación de cortinas vegetales en varios estratos se logrará un efecto de aislamiento del ruido por absorción de ondas sonoras producidas por vehículos, industrias y otros.
- Incremento de Áreas para la Recreación Pasiva: Se brindará condiciones de aire puro y ambientes adecuados para el disfrute y sosiego espiritual de las personas radicadas en los distritos.

- Incremento del valor de la propiedad: La mejora del entorno genera un incremento de los valores de los terrenos y las edificaciones, fomentando la instalación de actividades comerciales, que genera un beneficio económico a la población y al municipio.

1.6 LIMITACONES

Limitación en el apoyo de la comunidad:

Se puede mencionar el poco apoyo de la población para el desarrollo de la tesis, lo cual a la población no le interesa porque piensan que la planta de tratamiento produce roedores, insectos y malos olores

Limitación en la obtención de datos:

Como la población no apoya para el desarrollo de la tesis, todos los datos primarios, secundarios y económico son a costo del tesista.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

El distrito de Amarilis, presenta un área verde per cápita del 1.4m2 de área verde por habitante, el cual se encuentra muy por debajo de lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo cual constituye una problemática creciente, debido a la reducción constante de áreas verdes.

A pesar de contar con espacios libres destinados para la implementación de áreas verdes y desarrollar la ampliación de nuevos parques y jardines, se encuentran con problemas para la conservación de sus nuevas áreas, debido que el distrito tiene limitaciones en el abastecimiento de agua para regarlas, por lo que proponen el uso de aguas residuales para estos fines. Asimismo para efectuar el riego mediante camiones cisterna, le genera altos costos.

La Municipalidad no cuenta con un plan de intervención en áreas verdes, en la actualidad se realizan en su mayor parte trabajos de mantenimiento de las áreas verdes existentes y su incremento es bastante limitado, con la siembra de árboles y siembra de grass ya sea en champa o en esquejes.

En el distrito, la escasa cultura ambiental y participativa de la población, generados por la limitada información de la importancia de las áreas verdes en las zonas urbanas que se dan en los centros educativos y carencia de valores culturales, no permiten la adecuada conservación de sus áreas verdes.

2.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En nuestro país casi la totalidad de las aguas negras procedentes de los sistemas de alcantarillado (en la mayoría de los casos) son depositadas directamente en los cuerpos receptores. Dicha situación es un serio problema para el medio ambiente y la salud de la población. Dicha problemática lleva a que se formule la compleja pregunta acerca de que contaminantes contenidos en las aguas residuales y a qué nivel deben de ser eliminados de cara a los problemas antes mencionados, la respuesta de dicha interrogante debe de ser especifica en cada caso concreto.

Para darle respuesta a dicha interrogante es preciso analizar las condiciones y necesidades locales en cada caso y aplicar tanto los conocimientos científicos como la experiencia previa de ingeniería respetando las leyes y normas reguladoras de la calidad del agua vigentes en nuestro país.

2.3 CONCEPTOS, PROCESOS Y DEFINICIONES

2.3.1. Características de las Aguas Residuales

El conocimiento de las características de las aguas residuales es fundamental para su tratamiento y evacuación.

Dichas características son las siguientes:

- Características físicas
- Características biológicas

- Características químicas

2.3.1.1. Caracteristicas Fisicas

Las características físicas más importantes del agua residual son: el contenido total de sólidos (materia en suspensión, materia sedimentable, materia coloidal y la materia disuelta) otras características físicas importantes son el olor, color, la temperatura, la densidad y la turbiedad.

- ***SÓLIDOS TOTALES.***

  Analíticamente, definiremos el contenido total de sólidos como: la materia que se obtiene como residuo de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103ºC y 105ºC no se considera como sólida aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor. Los sólidos totales o residuos de evaporación pueden clasificarse en filtrables o no filtrables (sólidos en suspensión) haciendo pasar un volumen conocido de liquido por un filtro, la fracción filtrable de los sólidos corresponden a sólidos coloidales y disueltos. La fracción coloidal está compuesta por partículas de materia de tamaños entre 0.0001 y 1 micrómetro.

- ***SÓLIDOS SEDIMENTABLES***

  Son aquellos que sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos los sólidos sedimentables, expresados en unidades de ml/l constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual.

  Los sólidos disueltos están compuestos de moléculas orgánicas e inorgánicas e iones en disolución en el agua. (No es posible eliminar la fracción coloidal por sedimentación normalmente, para la eliminación de dicha fracción es necesaria la oxidación biológica o coagulación complementadas con sedimentación)

- ***OLORES***

  Normalmente los olores son originados por los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente presenta un olor característico, algo desagradable, que resulta más tolerable que el olor producido por el agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica es el debido a la presencia del SULFURO DE HIDROGENO que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios.

La problemática de los olores está considerada como la principal causa de rechazo a la implantación de instalaciones de tratamiento de aguas residuales. Es por lo que dicho aspecto es de gran importancia en el diseño y proyecto de redes de alcantarillado y planta de tratamiento. A bajas concentraciones, la influencia de los olores sobre el normal desarrollo de la vida humana tiene más importancia por la tensión psicológica que produce, que por el daño que pueda producir al organismo, los malos olores pueden reducir el apetito, inducir al organismo a menores consumos de agua, producir nauseas y vómitos. Por lo que es conveniente estudiar sus efectos, como se detectan y caracterizarlos y medirlos.

- ***TEMPERATURA.***

  La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de abastecimiento debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales.

  La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las relaciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para usos útiles. Por otro lado el oxigeno es menos soluble en el agua caliente que en el agua

fría. Por lo tanto es preciso tener en cuenta que un cambio brusco de temperatura puede provocar un aumento en la mortalidad de la vida acuática además las temperaturas normalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos.

La temperatura optima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y los 35 ºC. Los procesos de digestión aerobia y de nitrificación se detienen cuando alcanzan los 50 ºC. A temperaturas de alrededor de 15ºC las bacterias productoras de metano cesan su actividad.

- ***DENSIDAD***

  Se define la densidad de un agua residual como su masa por unidad de volumen expresada comúnmente en Kg / m3 es una característica física del agua residual dado de que de ella de pende la potencial formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación.

- ***COLOR.***

  Se utiliza para determinar la edad del agua residual que puede ser determinada dependiendo del color que tenga por ejemplo el agua residual resiente suele tener un color grisáceo sin embargo al aumentar el tiempo de transporte en la red de alcantarillado y

al desarrollarse en condiciones más próximas a las anaerobias el color del agua residual cambia de gris a gris oscuro o negro llegado este punto suele clasificarse el agua residual como séptica.

- ***TURBIEDAD.***

  Esta se utiliza como medida de las propiedades de transmisión de la luz, de un agua también es utilizado para indicar la calidad de las aguas vertidas en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. Aun así no es posible afirmar que exista una relación entre la turbiedad y la concentración de sólidos en suspensión de agua no tratada pero si la hay en el caso de efluentes procedentes de la decantación secundaria en el proceso de fangos activados.

2.3.1.2. Caracteristicas Quimicas

En el estudio de las características químicas de las aguas residuales se abordaran 4 apartados: MATERIA ORGANICA, MEDICION DEL CONTENIDO ORGANIGO, LA MATERIA INORGANICA, LOS GASES PRESENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES.

- ***MATERIA ORGANICA***

  Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y del 40% de los

sólidos filtrables de un agua residual de concentración media son de naturaleza orgánica. Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal así como de actividades humanas con la síntesis de compuestos orgánicos, los compuestos orgánicos están compuestos normalmente por combinaciones de carbono, hidrogeno oxigeno con la presencia en determinados casos de nitrógeno también pueden estar presentes elementos como el azufre, fósforo o hierro.

- ***GRASAS, GRASAS ANIMALES Y ACEITES***

  Las grasas animales y los aceites son el tercer componente, en importancia, de los alimentos. El término grasa, de uso extendido, engloba las grasas animales, aceites, ceras y otros constituyentes presentes en las aguas residuales. El contenido de grasa se determina en la extracción de la muestra con triclorotrifluoroetano, debido a la grasa soluble en el. También es posible la extracción de otras sustancias, principalmente aceites minerales como el keroseno, aceites lubricantes y aceites materiales bituminosos empleados en la construcción de firmes de carreteras.

  Las grasas animales y los aceites son compuestos de alcohol ésteres glicerol (glicerina) y ácidos grasos. Los glicéridos de ácidos grasos que presentan en estado líquido a temperaturas normales se denominan aceites mientras que los que se

presentan en estado sólido reciben el nombre grasas. Químicamente son muy parecidos, y están compuestos por carbono, oxígeno e hidrógeno en diferentes proporciones.

Las grasas y aceites animales alcanzan las aguas residuales en forma mantequilla, manteca de cerdo, margarina y aceites y grasas vegetales. Grasas provienen habitualmente de carnes, gérmenes de cereales, semillas, nueces y ciertas frutas.

- ***MEDIDA DEL CONTENIDO ORGÁNICO***

  A lo largo de los años, se han ido desarrollando diferentes ensayos para la determinación del contenido orgánico de las aguas residuales. En general, los diferentes métodos pueden clasificarse en dos grupos, los empleados para determinar altas concentraciones de contenido orgánico, mayores de 1 mg/l, y los empleados para determinar las concentraciones a nivel de traza, para concentraciones en el intervalo de los 0,001 mg/l a 1 mg El primer grupo incluye los siguientes ensayos de laboratorio:

  - demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
  - demanda química de oxígeno (DQO)
  - carbono orgánico total (COT).

- ***DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)***

  El parámetro de contaminación orgánica más ampliamente

empleado, aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales, es la DBO a 5 días (DBO La determinación del mismo está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica.)

A pesar de lo extendido del uso del ensayo de la DBO, está sujeto a ciertas limitaciones ¿por qué, si el análisis está sujeto a serias limitaciones, se le dedica tanta atención? La explicación se basa en que los resultados de los ensayos de DBO se emplean para:

1. Determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
2. Dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.
3. Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento.
4. Controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos.

- ***DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)***

El ensayo de la DQO se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como

municipales que contengan compuesto tóxico para la vida biológica. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. En muchos tipos de agua residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y DQO.

Ello puede resultar de gran utilidad dado que es posible determinar la DQO en un tiempo de 3 horas, frente a los 5 días necesarios para determinar la DBO. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento.

- ***CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT)***

  Otro método para medir la materia orgánica presente en el agua es el método COT, especialmente indicado para pequeñas concentraciones de materia orgánica. El ensayo se lleva a cabo inyectando una cantidad conocida de la muestra en un horno a alta temperatura o en un medio químicamente oxidante. En presencia de un catalizador, el carbono orgánico se oxida a anhídrido carbónico, la producción del cual se mide cuantitativamente con un analizador de infrarrojos.

- ***PH***

  La concentración de ion hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de aguas naturales como residuales. El intervalo de concentraciones adecuado para la adecuada proliferación y desarrollo de la mayor parte de la vida biológica es bastante estrecho y crítico.

  El agua residual con concentraciones de ion hidrógeno inadecuadas presenta dificultades de tratamiento con procesos biológicos, y el efluente puede modificar la concentración de ion hidrógeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas, que la masa de agua receptora está siendo utilizada para el vertido de aguas residuales.

- ***ALCALINIDAD***

  La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoniaco. De entre todos ellos, los más comunes son el bicarbonato de calcio y el bicarbonato de magnesio. La alcalinidad ayuda a regular los cambios del pH producido por la adición de ácidos. Normalmente, el agua residual es alcalina, propiedad que adquiere de las aguas de tratamiento, el agua subterránea, y los materiales añadidos en los usos domésticos.

La alcalinidad se determina por titulación con un ácido normalizado, expresándose los resultados en carbonato de calcio, CaCO La concentración de alcalinidad en un agua residual es importante en aquellos casos en los que empleen tratamientos químicos

- ***NITRÓGENO***

  Los elementos nitrógeno y fósforo son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bioestimuladores. Trazas de otros elementos, tales como el hierro, son necesarias para el crecimiento biológico. No obstante, el nitrógeno y el fósforo son, en la mayoría de los casos, los principales elementos nutritivos. Puesto que el nitrógeno es absolutamente básico para la síntesis de proteínas, será preciso conocer datos sobre la presencia del mismo en las aguas, y en qué cantidades, para valorar la posibilidad de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales mediante procesos biológicos. Cuando el contenido de nitrógeno sea insuficiente, será preciso añadirlo para hacer tratable el agua residual.

- ***FÓSFORO***

  El fósforo también es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Debido a que en aguas superficiales tienen lugar nocivas proliferaciones incontroladas

de algas, actualmente existe mucho interés en limitar la cantidad de compuestos de fósforo que alcanzan las aguas superficiales por medio de vertidos de aguas residuales domésticas, industriales, y a través de las escorrentías naturales. Como ejemplo podemos citar el caso de las aguas residuales municipales, cuyo contenido en fósforo como P puede variar entre 4 y 15 mg.

- ***AZUFRE***

  El Ion sulfato se encuentra, de forma natural, tanto en la mayoría de las aguas de abastecimiento como en el agua residual. Para la síntesis de proteínas, es necesario disponer de azufre, elemento que posteriormente será liberado en el proceso de degradación de las mismas. Los sulfatos se reducen químicamente a sulfuros y a sulfuros de hidrógeno (H bajo la acción bacteriana en condiciones anaerobias).

- ***COMPUESTOS TÓXICOS INORGÁNICOS***

  Algunos cationes son de gran importancia de cara al tratamiento y evacuación de aguas residuales. Muchos de dichos compuestos están clasificados como contaminantes prioritarios el cobre, el plomo, la plata, el cromo, el arsénico y el boro son tóxicos en mayor o menor grado para los microorganismos, razón por la cual deben ser considerados en el proyecto de

plantas de tratamiento biológico.

- ***METALES PESADOS***

  Como constituyentes importantes de muchas aguas, también se encuentran cantidades, a nivel de traza, de muchos metales. Entre ellos podemos destacar el níquel (Ni), el manganeso (Mn), el plomo (Pb), el cromo (Cr), el cadmio (Cd), el Zinc (Zn), el cobre (Cu), el hierro (Fe) y el mercurio (Hg). Muchos de estos metales también están catalogados como contaminantes prioritarios. Algunos de ellos son imprescindibles para el normal desarrollo de la vida biológica, y la ausencia de cantidades suficientes de ellos podría limitar el crecimiento de las algas, por ejemplo. Debido a su toxicidad, la presencia de cualquiera de ellos en cantidades excesivas interferirá con gran número de los usos del agua. Es por ello que, a menudo, resulta conveniente medir y controlar las concentraciones de dichas sustancias, especialmente cuando realiza un tratamiento para desechos industriales.

- ***GASES***

  Los gases que con mayor frecuencia se encuentran en aguas residuales brutas son el nitrógeno (N), el oxígeno, el dióxido de carbono, el sulfuro de hidrógeno, el amoníaco, y el metano. Los tres primeros son gases de común presencia en la atmósfera, y

se encuentran en todas las aguas en contacto con la misma. Los tres últimos proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales.

- ***OXÍGENO DISUELTO***

El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Sin embargo, el oxígeno es sólo ligeramente soluble en agua. La cantidad real de oxígeno y otros gases que puede estar presente en la solución, viene condicionada por los siguientes aspectos: solubilidad del gas; presión parcial del gas en la atmósfera; temperatura, y pureza del agua salinidad, sólidos en suspensión, etc. Debido a que la velocidad de las reacciones bioquímicas que consumen oxígeno aumenta con la temperatura, los niveles de oxígeno disuelto tienden a ser más críticos en las épocas estivales.

El problema se agrava en los meses de verano, debido a que el caudal de los cursos de agua es generalmente menor, razón por la cual la cantidad total de oxígeno disponible es también menor. Dado que evita la formación de olores desagradables en las aguas residuales, es deseable y conveniente disponer de cantidades suficientes de oxígeno disuelto.

- ***SULFURO DE HIDRÓGENO.***

  Como ya se ha comentado anteriormente, el sulfuro de hidrógeno se forma durante el proceso de descomposición de la materia orgánica que contiene azufre, o en la reducción de sulfitos y sulfatos minerales, mientras que su formación queda inhibida en presencia de grandes cantidades de oxígeno. Es un gas incoloro, inflamable, con un olor típicamente característico que recuerda al de huevos podridos. El ennegrecimiento del agua residual y del fango se debe, generalmente, a la formación de sulfuro de hidrógeno que se combina con el hierro presente para formar sulfuro ferroso u otros sulfuros metálicos.

- ***METANO***

  El principal subproducto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica del agua residual es el gas metano. El metano es un hidrocarburo combustible de alto valor energético, incoloro e inodoro. Normalmente, no se encuentra en grandes cantidades en el agua residual, puesto que incluso pequeñas cantidades de oxígeno tienden a ser tóxicas para los organismos responsables de la producción del metano. No obstante, en ocasiones, se produce metano como resultado de un proceso de descomposición.

2.3.1.3. Caracteristicas Biologicas

Al hablar de las características biológicas de las aguas residuales. Se debe estar familiarizado con los siguientes temas: (1) principales grupos de microorganismos biológicos presentes, tanto en aguas superficiales como residuales, así como aquellos que intervienen en los tratamientos biológicos; organismos patógenos presentes en las aguas residuales; organismos utilizados como indicadores de contaminación y su importancia; métodos empleados para determinar los organismos indicadores, y métodos empleados para determinar la toxicidad de las aguas tratadas.

- ***MICROORGANISMOS***

  Los principales grupos de organismos presentes tanto en aguas residuales como superficiales se clasifican en organismos eucariotas, eubacterias y arquebacterias la mayoría de los organismos pertenecen al grupo de las eubacterias. La categoría protista, dentro de los organismos eucariotas, incluye las algas, los hongos y los protozoos. Las plantas tales como los helechos, los musgos, las plantas hepáticas y las plantas de semilla están clasificadas como eucariotas multicelulares.

- ***BACTERIAS.***

  Las bacterias se pueden clasificar como eubacterias procariotas unicelulares. En función de su forma, las bacterias pueden

clasificarse en cuatro grandes grupos: esferoidales, bastón, bastón curvado y filamentosas. Las bacterias esferoidales, que reciben el nombre de cocos, tienen un diámetro aproximado de entre 1 y 3 micras. Las bacterias de forma de bastón, conocidas como bacilos, tienen tamaños muy variables, entre 0,5 y 2 micras de ancho por entre 1 y 10 micras de largo. Los Escherichia coli, organismo común en heces humanas, miden del orden de 0,5 micras de ancho por 2 micras de largo. Las bacterias del tipo de bastón curvado tienen dimensiones que pueden variar entre 0,6 y 1,0 micras de ancho por entre 2 y 6 micras de longitud. Las bacterias con forma de espiral pueden alcanzar longitudes del orden de las 50 micras, mientras que las filamentosas pueden llegar a superar las 100 micras.

- ***HONGOS.***

  Los hongos son protistas eucariotas aerobios, multicelulares, no fotosintéticos y quimioheterótrofos. Muchos de los hongos son saprófitos; basan su alimentación en materia orgánica muerta. Juntos con las bacterias, los hongos son los principales responsables de la descomposición del carbono en la biosfera. Desde el punto de vista ecológico, los hongos presentan ciertas ventajas sobre las bacterias: pueden crecer y desarrollarse en zonas de baja humedad y en ámbitos con pH bajos. Sin la colaboración de los hongos en los procesos de degradación de

la materia orgánica el ciclo del carbono se interrumpiría en poco tiempo, y la materia orgánica empezaría a acumularse.

- ***ALGAS***

  Las algas pueden presentar serios inconvenientes en las aguas superficiales, puesto que pueden reproducirse rápidamente cuando las condiciones son favorables. Este fenómeno, que se conoce con el nombre de crecimiento explosivo, puede conducir a que ríos, lagos y embalses sean cubiertos por grandes colonias flotantes de algas. Los crecimientos explosivos son característicos de los llamados lagos eutróficos, que son lagos con gran contenido en compuestos necesarios para el crecimiento biológico.

- ***PROTOZOOS.***

  Los protozoos son microorganismos eucariotas cuya estructura está formada por una sola célula abierta. La mayoría de los protozoos son aerobios o facultativamente quimioheterótropos anaeróbicos, aunque se conocen algunos anaerobios. Los protozoos de importancia para el ingeniero sanitario son las amebas, los flagelados y los ciliados libres y fijos. Los protozoos se alimentan de bacterias y otros microorganismos microscópicos. Tienen una importancia capital, tanto en el funcionamiento de los tratamientos biológicos como en la

purificación de cursos de agua ya que son capaces de mantener el equilibrio natural entre los diferentes tipos de microorganismos. Ciertos protozoos son también patógenos.

- ***PLANTAS Y ANIMALES.***

  Las diferentes plantas y animales que tienen importancia para el ingeniero sanitario tienen tamaños muy variados: desde los gusanos y rotíferos microscópicos hasta crustáceos macroscópicos. El conocimiento de estos organismos resulta útil a la hora de valorar el estado de lagos y corrientes, al determinar la toxicidad de las aguas residuales evacuadas al medio ambiente, y a la hora de determinar la efectividad de la vida biológica en los tratamientos secundarios empleados para destruir los residuos orgánicos.

- ***VIRUS***

  Los virus son partículas parasíticas formadas por un cordón de material genético ácido desoxirribonucleico (ADN) o ácido ribonucleico (RNA) con una capa de recubrimiento proteínico. No tienen capacidad para sintetizar compuestos nuevos. En lugar de ello, invaden las células del cuerpo vivo que los acoge y reconducen la actividad celular hacia la producción de nuevas partículas virales a costa de las células originales. Cuando muere la célula original, se liberan gran cantidad de virus que infectarán

células próximas. Los virus excretados por los seres humanos pueden representar un importante peligro para la salud pública. Por ejemplo, a partir de datos experimentales, se ha podido comprobar que cada gramo de heces de un paciente con hepatitis contiene entre 10.000 y 100.000 dosis de virus hepático.

- ***ORGANISMOS PATÓGENOS***

  Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales pueden proceder de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una determinada enfermedad.

  Los organismos bacterianos patógenos que pueden ser excretados por el hombre causan enfermedades del aparato intestinal como la fiebre tifoidea y paratifoidea, la disentería, diarreas y cólera.

Cuadro Nº 2: Agentes infecciosos potencialmente presentes en el agua residual domestica bruta

ORGANISMO	ENFERMEDAD	COMENTARIO
Bacteria Escherichia coli (enteropatogénica)	Gastroenteritis	Diarrea
Legionella pneumophila	Legionelosis	Enfermedades respiratorias agudas
Leptospira (150 esp.)	Leptospirosis	Leptospirosis, fiebre(enfermedad de Weil)
Salmonella typhi	Fiebre tifoidea	Fiebre alta, diarrea, úlceras en el intestino delgado
Salmonella (1700 esp.)	Salmonelosis	Envenenamiento de alimentos
Shigella (4 esp.)	Shigelosis	Disentería bacilar
Vibrio cholerae	Cólera	Diarreas fuertes, deshidratación
Yersinia enterolítica	Yersinosis	Diarrea
Virus		
Adenovirus (31 tipos)	Enfermedades respiratorias,Gastroenteritis, anomalías cardíacas,	
Enterovirus (67 tipos)	meningitis	
Hepatitis A	Hepatitis infecciosas	Leptospirosis, fiebre
Agente Norwalk	Gastroenteritis	Vómitos
Reovirus	Gastroenteritis	
Rotavirus	Gastroenteritis	

Protozoos		
Balantidium coli	Balantidiasis	Diarrea, disentería
Crytosporidium	Criptosporidiosis	Diarrea
Entamoeba histolytica	Ameabiasis	Diarreas prolongadas con sangre
Giardia lamblia	Giardiasis	Diarreas, naúseas, indigestión
Helmintos		
Ascaris lumbricoides	Ascariasis	Infestación de gusanos
Enterobius vericularis	Enterobiasis	Gusanos
Fasciola hepática	Fasciolasis	Gusanos

2.4 BASE TEÓRICA SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES

2.4.1. Definición y Elementos Constituyentes de un Sistema de Alcantarillado Sanitario

Las Aguas Residuales son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de casas de habitación, edificios comerciales e instituciones, juntos con los provenientes de los establecimientos industriales, y las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que puedan agregarse.

La cantidad o volumen de Aguas Residuales que se produzcan varía de acuerdo con la población y depende de muy diversos factores. Un municipio exclusivamente residencial que tenga alcantarillas bien construidas a las que no entre el agua de precipitaciones pluviales, puede producir unos 160 litros por persona y por día; mientras que una población industrial o que tenga un gasto de agua para usos domésticos muy alto, podrá producir unos 800 litros o más por persona y por día.

2.4.2. Origen de las Aguas Residuales y de los Desechos

Las Aguas Residuales pueden ser originadas por:

a. Desechos humanos y animales.
b. Desperdicios caseros.
c. Corrientes pluviales.
d. Infiltraciones de Aguas Subterráneas.
e. Desechos Industriales.

El Alcantarillado Sanitario es una red de tuberías que conduce las aguas usadas hasta una planta de tratamiento. Todo lugar o población dotados de suministro de agua, cualquiera que fuese su procedencia, requiere de un sistema de desagüe. Estos sistemas de desagüe están clasificados dependiendo de su procedencia y se clasifican en desagües para edificaciones, pozos sépticos y

alcantarillados. Las obras de alcantarillado y de aguas residuales incluyen todas las estructuras físicas requeridas para la recolección, tratamiento y disposición final. El agua residual es el residuo liquido transportado por una alcantarilla, el cual puede incluir cargas domesticas tales como aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materias fecales y aguas industriales, así como también aguas lluvias y combinadas; es decir, agua contaminada no purificada, proveniente de las unidades industriales, de los hogares o agua de lluvia contaminada por los asentamientos urbanos.

Un Sistema de Alcantarillado Sanitario está formado por los siguientes elementos:

1. Sistema de tuberías: Trasladan las Aguas Residuales a un punto de descarga, dicho sistema posee un colector principal que recibe el tubo de los colectores secundarios y estos reciben el flujo de los colectores laterales.

   Los colectores principales pueden recibir el flujo de los laterales directamente.

2. Pozos de visitas: Se definen como estructuras que sirven para dar acceso a las tuberías, deberán sin riesgos ocupacionales y con la mínima interferencia hidráulica

permitir el fácil acceso para la observación y mantenimiento del alcantarillado.

Los pozos de visitas se preveerán principalmente para inspección, eventual de limpieza y desobstrucción de tuberías, así como para aforo, muestreo y análisis de aguas residuales, consecuentemente se proyectaran al inicio de colectores, puntos de convergencia, cambio de diámetro o sección, cambio de dirección o pendiente, cambio de materiales de la tubería. En tramos rectos la distancia entre pozos de visitas no será mayor de 100 metros, si el diámetro ≤ 24”. Podrán utilizarse pozos de visitas prefabricados siempre que se comprueben su funcionabilidad y resistencia.

3. Atarjeas: Son las conexiones domiciliarias que unen las instalaciones domiciliares con el colector, llegan en forma de Y.

4. Pozos de Lavados: Son los pozos construidos en la parte superior de los colectores laterales utilizados para hacer descargas periódicas de aguas para lavar las tuberías, evitando que la poca velocidad del flujo sedimente las tuberías.

5. Plantas de Tratamiento: son estructuras diseñadas con el objetivo de evitar la carga de aguas residuales sin ser tratadas, con esta se pretende disminuir la contaminación ambiental.
6. Accesorios para ventilación y limpieza.

2.4.3. Tipos de Aguas Residuales

La clasificación se hace con respecto a su origen, ya que este origen es el que va a determinar su composición.

- ***Aguas Residuales Urbanas***

  Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos.

  Los aportes que generan esta agua son:

  - Aguas Residuales o fecales
  - Aguas de lavado doméstico
  - Aguas provenientes del sistema de drenaje de calles y avenidas.
  - Aguas de lluvia y lexiviados

  Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad en cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta

homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

- ***Aguas Residuales Industriales.***

  Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

  Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

2.4.4. Aspectos de las Aguas Residuales

Las Aguas Residuales son líquidos turbios que contienen material sólido en suspensión. Cuando son frescas, su color es gris y tienen un olor a moho no desagradable. Flotan en ella cantidades variables de materia: Sustancias fecales, trozos de alimentos, basura, papel,

astillas y otros residuos de las actividades cotidianas de los habitantes de una comunidad. Con el transcurso del tiempo, el color cambia gradualmente del gris al negro, desarrollándose un olor ofensivo y desagradable; y sólidos negros aparecen flotando en la superficie o en todo el líquido. En este estado se denominan Aguas Residuales.

2.4.5. Composición de las Aguas Residuales

Las Aguas Residuales consisten de agua, de los sólidos disueltos en ella y de los sólidos suspendidos en la misma. La cantidad de sólidos es generalmente muy pequeña, casi siempre menos de 0.1 en peso, pero es la fracción que presenta el mayor problema para su tratamiento y disposición adecuada.

El provee solamente el volumen y es el vehículo para el transporte de los sólidos.

2.4.6. Captación de las Aguas Residuales

Es la recolección de las Aguas Residuales que aproximadamente un 70% alimenta a las comunidades y debe removerse como agua de desecho, el flujo promedio en alcantarillados sanitarios es cercano a 100 ggppd. (378.5 lppd) no es poco común.

Los drenajes sanitarios se obstruyen por el depósito de materiales

de desecho, a menos que ellos impartan velocidades auto limpiantes de 2 a 2.5 pies/seg. (0.61 a 0.762 m/seg.). Excepto en terrenos simultáneamente planos, las pendientes de alcantarilla se hacen suficientemente inclinadas para generar estas velocidades cuando los ductos fluyen regularmente llenos. Sin embargo, habrá depósito de sólidos, que para encontrarlos y removerlos, las alcantarillas deben ser accesibles a la inspección y la limpieza.

Excepto en colectores grandes, se construyen pozos de visitas en todas las uniones con otros ductos y en todos los cambios de dirección o grado.

En esta forma pueden variarse de forma efectiva los tramos rectos, entre los pozos de visitas, si las distancias intermedias no son muy grandes. Se específica generalmente un máximo de 300 a 400 pies (113 a 151 m) para tubos menores de 24 pulgadas (61 cm.) de diámetro, pero el criterio esencial es obtener una limpieza efectiva. Para alcantarillados mayores, la distancia entre los registros puede ser hasta de 600 pies (226m.). Los alcantarillados grandes en donde los obreros pueden entrar para su inspección, limpieza y reparación se encuentran libres de estas restricciones, hallándose ubicados los pozos de visita a suficiente distancia, bien sobre su línea de centro o tangentes a un lado. La introducción de dispositivo flexible para limpieza a fomentado la construcción de colectores curvados de

todas medidas, especialmente en áreas residenciales.

2.4.7. Evacuación de las Aguas Residuales

El sistema de arrastre por agua del alcantarillado es un procedimiento sencillo y económico de remover de las habitaciones y de la industria. Los residuos desagradables a la vista, putrescibles y peligrosos. Sin embargo, concentra los peligros y molestias potenciales al término del sistema colector. Si es que los ríos y canales, estanques y lagos, así como los estuarios de mareas y aguas costeras no han de alcanzar una fuerte polución, la carga impuesta sobre el agua que la transporta debe ser descargada antes de su evacuación a las masas receptoras de agua. Como se indico previamente, pero bajo una connotación algo distinta, la descarga se asigna a las plantas de tratamiento de aguas cloacales para prevenir:

a. La contaminación de los abastecimientos de agua, balnearios, bancos ostrícolas, y suministros de hielo.
b. La polución de las aguas receptoras, desagradables a la vista y al olfato y que eutroficará los estanques y lagos.
c. Destrucción de los peces alimenticios y otra manifestación de vida acuática.
d. Otros desméritos de la utilidad de las aguas naturales, para fines recreativos, comerciales e industriales.

El grado de tratamiento requerido antes de la descarga, dependerá

de la naturaleza y la cantidad de agua receptora, así como de la economía regional de agua.

2.4.8. Tipos de tratamiento de las Aguas Residuales

- ***Tratamiento preliminar:*** destinado a la eliminación de residuos fácilmente separables y en algunos casos un proceso de pre-aireación.

- ***Tratamiento primario:*** que comprende procesos de sedimentación y tamizado.

- ***Tratamiento secundario:*** que comprende procesos biológicos aerobios y anaerobios y físico-químicos (floculación) para reducir la mayor parte de la DBO.

- ***Tratamiento terciario o avanzado:*** que está dirigido a la reducción final de la DBO, metales pesados y/o contaminantes químicos específicos y la eliminación de patógenos y parásitos.

- ***Procesos para el Tratamiento de Aguas Residuales***

  Las materias de desecho se desplazan del agua que las transporta de diferentes maneras. En las plantas municipales para tratamientos de aguas cloacales de tamaño regular son

comunes los siguientes procesos y dispositivos:

a) La materia voluminosa flotante y suspendida se mueve por colados mediante rejillas y cribas: Las rejillas y cribas cortantes trituran los materiales cribados en el lugar mismo de su separación y los reintegran a las aguas residuales.

b) El aceite y grasa se desnatan después de ascender durante el reposo: Los tanques de flotación producen las natas o espumas.

c) Las materias pesadas y gruesas suspendidas se dejan sedimentar en el fondo de cámaras de reposo: Cámaras de serradoras, tanques para detritos, tanques de sedimentación, que producen arena y lodos.

d) Las materias suspendidas no sedimentables y algunos sólidos disueltos se convierten en sólidos sedimentables susceptibles de asentamiento por floculación y precipitación sobre productos químicos: Los tanques de floculación química o de precipitación, que producen los lodos precipitados.

e) La materia orgánica coloidal, es convertida en sustancia

celular sedimentable mediante crecimiento biológicos o lodos. Las masas de células vivientes que pululan en los lodos utilizan las materias residuales para su crecimiento y energía. Para que las masas biológicas permanezcan activas y aerobias, se les alimenta aire. Se les soporta ya sea sobre lechos de material granular, tales como piedra triturada, sobre los que las aguas cloacales se percuelan más o menos continuamente, o se generan en las Aguas Residuales fluyentes, se retornan a estas en las cantidades convenientes y se mantienen en suspensión, agitando la solución mezclada, mediante aire o mecánicamente: Filtros percoladores y tanques de lodo activado, que producen humus de los filtros percoladores de un exceso de lodos activados.

f) Algunas bacterias patógenas y otros organismos se remueven de las aguas cloacales junto con los sólidos en que están embebidas o a los que se adhieren. Otras mueren, porque el medio ambiente impuesto es desfavorable. Se obtienen una destrucción más completa y directa por desinfección: Unidades de cloración.

2.4.9. Desinfección

Las actividades de desinfección son consideradas como los mecanismos principales en la desactivación o destrucción de los organismos patógenos para prevenir la dispersión de enfermedades transmitidas a través del agua tanto a los usuarios aguas abajo como al ambiente. Es muy importante que las aguas residuales sean tratadas adecuadamente antes de realizarse las actividades de desinfección para que la acción de cualquier desinfectante sea eficaz. La existencia de microorganismos que comúnmente se encuentran en aguas residuales domésticas y las enfermedades asociadas a ellos adecuan el uso de dichos desinfectantes.

Varios métodos están disponibles para la desinfección del agua, incluyendo cloro, UV, filtración lenta en arena, ozono etc.

Desinfección con Ozono

El ozono se produce cuando las moléculas de oxígeno (O2) son disociadas por medio de una fuente de energía produciendo átomos de oxígeno que posteriormente chocan con una molécula de oxígeno para formar un gas inestable, el ozono (O3), que se utiliza para desinfección de las aguas residuales. La mayoría de las plantas de tratamiento de aguas residuales generan ozono mediante la aplicación de una corriente alterna de alto voltaje (6 a 20 kilovoltios) a través de una brecha entre placas dieléctricas de descarga en

donde se encuentra un gas de alimentación que contiene el oxígeno. El ozono es generado en la planta debido a que el gas es inestable y se descompone en oxígeno elemental en un período de corto tiempo luego de su generación.

El ozono es un oxidante y agente germicida de virus muy fuerte. Los mecanismos de desinfección asociados con el uso del ozono incluyen: La oxidación o destrucción directa de la pared de la célula con la salida de componentes celulares fuera de la misma.

• Las reacciones con los subproductos radicales de la descomposición del ozono.

• El daño a los componentes de los ácidos nucleicos (purinas y pirimidinas).

• La ruptura de las uniones de carbono-nitrógeno que conduce a la despolimerización

La eficacia de la desinfección depende de la susceptibilidad de los organismos a ser tratados, del tiempo de contacto y de la concentración de ozono. Un diagrama linear del proceso de desinfección con ozono. Los componentes de un sistema de desinfección utilizando ozono incluyen la preparación del gas de alimentación, la generación del ozono, el contacto con el ozono, y la destrucción del ozono. (SEPA: Folleto Informativo de Tecnología de aguas Residuales.

Desinfección con luz ultravioleta

La luz ultravioleta constituye una parte del espectro electromagnético, con longitudes de onda entre 100 y 400 nanómetros (nm). Cuanto menor la longitud de onda, mayor la energía producida. Las lámparas más usadas de baja presión de vapor de mercurio tienen una longitud de onda de 253.7 nm. Por lo tanto, la banda de UV-C es la más apropiada para la eliminación de microbios. La banda de UV de vacío (UV-V), específicamente con una longitud de onda de 185 nm, es apropiada para la producción de ozono (O3). Las lámparas de luz ultravioleta y los fluorescentes son similares.

La luz ultravioleta es producida como resultado del flujo de corriente a través del vapor de mercurio entre los electrodos de la lámpara. Las lámparas de baja presión de mercurio producen la mayoría de los rayos con longitud de 253.7 nm. Esta longitud es muy próxima a la longitud de 260 a 265 nm, la más eficiente para matar microbios.

La principal diferencia entre la lámpara germicida y el fluorescente es que la germicida es construida con cuarzo, mientras que en el fluorescente se usa vidrio, con una capa interna de fósforo que convierte la luz UV en luz visible. Colisiones entre electrones y átomos de mercurio provocan emisiones de radiación ultravioleta, la que no es visible al ojo humano. Cuando estos rayos colisionan con

el fósforo, éstos “fluorescentes” se convierten en luz visible. El tubo de cuarzo transmite el 93% de los rayos UV de la lámpara, mientras que el vidrio (vidrio blando) emite muy poco

Una desinfección eficiente del agua mediante la irradiación ultravioleta (UV) involucra la observación de diversos principios que pueden ser nuevos para los profesionales del tratamiento de agua. El método presenta tanto desafíos como ventajas, ya que no deja residuos químicos en el agua de producto, pero sí requiere de un tratamiento previo para reducir los sólidos suspendidos que podrían perjudicar la transmisión de la luz ultravioleta, debido a un efecto de sombra que podría hacer que algunos contaminantes escapen de la desactivación. En determinadas longitudes de onda que producen ozono, la luz UV también ofrece propiedades de oxidación

Desinfección con cloro

El cloro, utilizado solo o en forma de hipoclorito sódico, actúa como un potente desinfectante. Añadido al agua destruye rápidamente las bacterias y otros microbios que pueda contener, lo que garantiza su potabilidad y ayuda a eliminar sabores y olores. La mayor parte del suministro de agua potable en Europa occidental depende de la cloración.

La decisión de desinfectar el agua de riego depende tanto de la fuente de agua, así como de la susceptibilidad del cultivo a los agentes patógenos que podrían ser transmitidos por el agua.

Las aguas superficiales podrían contener patógenos de plantas e infectar las plantas con enfermedades. Agua de pozo podría contener bacterias, tales como bacterias de hierro, bacterias de azufre etc. Estas bacterias crecen en las líneas de riego y causar obstrucciones graves en los sistemas de riego.

La recirculación y reutilización del agua son especialmente peligrosas porque podrían provocar la rápida propagación de las enfermedades en plantas.

2.4.10. Modelos dinámicos de tanques

El modelado de un sistema dinámico consta de tres fases:

• A partir de la utilidad que vaya a tener el modelo decídase qué señales son las de entrada o excitación, las de respuesta o salida, qué variables son internas, y cuáles son los parámetros (constantes) a tener en cuenta. Pueden dibujarse inicialmente bloques (sin ecuaciones matemáticas) que describen la interacción de las variables.

• Escribir las relaciones matemáticas que relacionan las variables de entrada y salida de cada elemento del conjunto.

• Añadir las ecuaciones que ligan unos elementos con otros. Obtener un modelo en espacio de estado o mediante funciones de transferencia del conjunto.

Este proceso se sigue muchas veces de forma inconsciente. Aquellos que están acostumbrados a trabajar, por ejemplo, con circuitos eléctricos pueden escribir directamente las ecuaciones del modelo.

En las secciones siguientes se presentan modelos de diversos sistemas físicos.

Las ecuaciones que resultan del modelado de distintos sistemas tienen, a menudo, la misma forma, lo que hace posible el establecimiento de analogías.

Sedimentación de solidos

La "sedimentación" el proceso natural por el cual las partículas más pesadas que el agua, que se encuentran en su seno en suspensión, son removidas por la acción de la gravedad. Las impurezas naturales pueden encontrarse en las aguas según tres estados de suspensión en función del diámetro. Éstos son:

a) Suspensiones hasta diámetros de 10-4 cm.

b) Coloides entre 10-4 y 10-6 cm.

c) Soluciones para diámetros aún menores de 10-6 cm.

Estos tres estados de dispersión dan igual lugar a tres procedimientos distintos para eliminar las impurezas.

El primero destinado a eliminar las de diámetros mayores de 10-4 cm. Constituye la "sedimentación simple". El segundo implica la aglutinación de los coloides para su remoción a fin de formar el "floc" que pueda sedimentar. Finalmente, el tercer proceso, que esencialmente consiste en transformar en insolubles los compuestos solubles, aglutinarlos para formar el "floc" y permitir así la sedimentación

Es decir que en muchos casos, las impurezas pueden ser, al menos en teoría removidas mediante el proceso de sedimentación. De un rápido análisis se deduce que en la práctica es necesario establecer un tiempo límite para la sedimentación estableciendo a priori el diámetro mínimo que la estructura podrá remover. Lo contrario implicaría diseñar tanques de sedimentación incompatibles con las posibilidades económicas y aún físicas de los proyectos.

Modelación de procesos con lodos activos

La implementación del modelo de lodos activados N°1 (ASM1), para lo cual se requiere de información detallada de las características (fracciones) del influente, el comportamiento hidrodinámico del reactor, las propiedades de sedimentación y la cinética de producción del lodo.

Actualmente se dispone de varios modelos de lodos activados desarrollados para describir la transformación y degradación de la materia orgánica. Los más populares se derivan de la familia de los modelos de la IWA, con el ASM1, ASM2, ASM2d y ASM3. El ASM1 y el ASM3 son capaces de simular la remoción de la DQO y del nitrógeno.

El ASM1 ha sido y es extensamente utilizado por la comunidad científica y es considerado actualmente como el estado de arte, el ASM3 fue introducido posteriormente a fin de corregir defectos conceptuales de su predecesor, pero presenta complejidad en los métodos de fraccionamiento. El ASM2 y ASM2d describen la transformación del fósforo.

La calibración es el procedimiento de adoptar un modelo capaz de describir la información procedente de una planta tratadora

Cada planta es única, para calibrarla se necesita conocer el patrón de fraccionamiento (DQO y nitrógeno) y la cinética de producción del lodo, así como la hidráulica del reactor. Los métodos de caracterización originales del ASM11 son complejos y lentos, lo que podría convertirse en un obstáculo para la utilización masiva de la modelación en países de América Latina y del Caribe; por lo que la

adopción y validación de métodos más simples como el de la STOWA (Fundación Holandesa de Investigación Aplicada en Agua)

El objetivo de este método es modelar el proceso de lodos activados de la Planta Noreste con el ASM1, para reproducir su comportamiento en cuanto a remoción de materia orgánica, nitrógeno y producción de lodo, con el fin de que el modelo sirva como herramienta de toma de decisiones en el futuro.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

Es descriptivo aplicativo: es descriptivo porque se describe la necesidad del agua y como solucionar dicha necesidad y es aplicativo porque se va utilizar las teorías ya existentes; explicativo porque su propósito es determinar la importancia de la utilización de la tecnología.

3.1.2. Nivel de investigación

Para desarrollar la tesis se tiene que aplicar el método inductivo, descriptivo aplicativo, y explicativo, siempre apoyado en la estructura de la fundamentación del problema y las características de este, contacto de microbios suspendidos – sistema compacta que opera por aireación (aerobios y anaerobios) para la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas para el Riego de Áreas Verdes Urbanos en el distrito de Amarilis.

3.2 UNIVERSO/POBLACION Y MUESTRA

3.2.1. Determinación de la Población

Todas las áreas verdes urbanas que se riega con agua potable en el distrito de Amarilis.

3.2.2. Selección de la Muestra

La muestra es una hectárea de área verde a regar ubicado con las coordenadas.

CANTO DE RIO HUALLAGA

E: 95621.76

N: 761447.84

Figura N°1: Ubicación

3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS

3.3.1. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- **Fuentes Primarias**: datos de caudal de la captación y levantamiento topográfico.

- **Fuentes Secundarias**: libros, revistas, manuales, normas, material electrónico.

  - Las técnicas e instrumentos a emplear serán:
  - Revisión bibliográfica.
  - Encuestas a los pobladores acerca sobre la planta de tratamiento.

3.3.2. Procesamiento y Presentación de Datos

Los datos obtenidos se procesarán de las siguientes maneras:

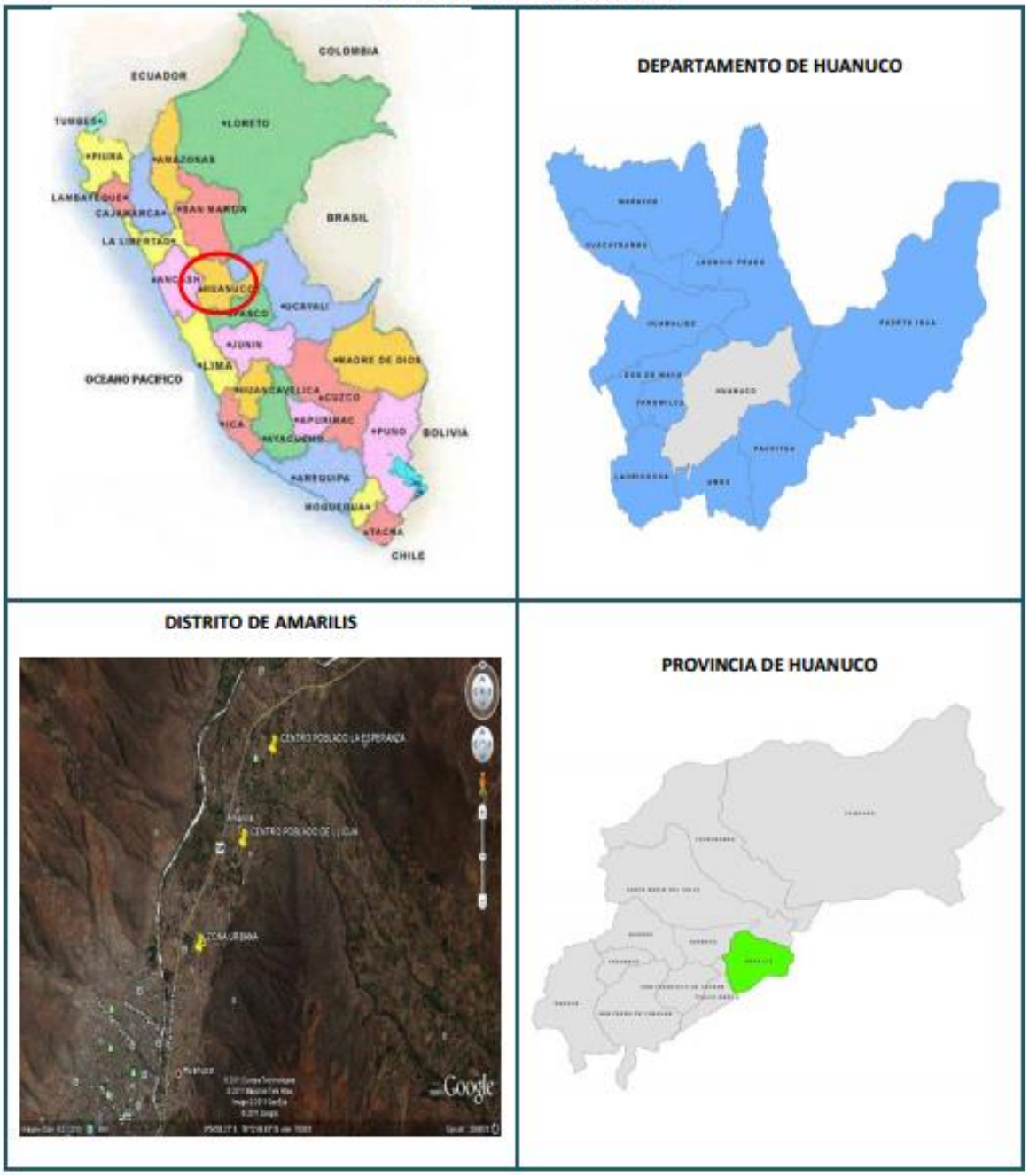
- Procesamiento de datos con herramientas digitales como el Word, Excel, etc.
- Diseñar en el AutoCad la planta de tratamiento de aguas servidas, plasmarlo en una memoria descriptiva y todo ello acompañado del panel fotográfico.

CAPITULO IV

CÁLCULOS Y RESULTADOS

UBICACIÓN DEL PROYECTO DE LA INVESTIGACIÓN

Ilustración 1: Ubicación del Proyecto



4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El distrito de Amarilis fue creado mediante Ley Nº 23419, promulgado el 1 de junio de 1,982 por el Arq. Fernando Belaunde Terry, Presidente Constitucional de la República. La misma Ley estableció como capital del distrito a Paucarbamba.

Geográficamente se ubica dentro de la región semi fluvial en la parte sur de la ciudad de Huánuco, centro sur de la provincia y en la parte centro oriental del Perú. Las coordenadas geográficas son 76º, 14´, 25". El clima en general es benigno, mostrando adicionalmente una gran variedad de microclimas que posibilitan una agricultura floreciente y ganadería especializada. Paucarbamba, capital del Distrito, se ubica sobre los 1920 m.s.n.m.

Altitud:

La superficie del distrito de Amarilis es de138.15 Km2. La altitud sobre el nivel del mar del distrito es el siguiente: Altitud: 1,910 m.s.n.m. (Paucarbamba, capital del distrito). Altitud máxima: 4,264 m.s.n.m. (Cumbre del Cerro Verde Pozo).

Limites:

Por el norte: Con el distrito de Santa María del Valle.

Por el sur: Con el distrito de Conchamarca (provincia de Ambo).

Por el este: Con el distrito de Santa María del Valle y el distrito de Molino (provincia de Pachitea).

Por el oeste: Con el distrito de Huánuco y el distrito de Pillco Marca.

Temperatura:

La zona ofrece un clima variable en función de las zonas latitudinales existentes en la región. En el valle de Huánuco persiste un clima templado y seco, con gran transparencia en su atmósfera y con ciertas variaciones según las estaciones del año. En el distrito de Amarilis la temperatura media es de 19°C con una máxima de 26°C en los meses de abril a mayo, y de 11°C en el mes de julio.

Humedad Relativa:

La época de mayor temperatura es coincidente con las menores precipitaciones, por lo que la humedad relativa tendrá que ser mínima. A medida que se acerca el invierno la temperatura va disminuyendo y las precipitaciones se incrementa, situación que favorece la presencia de una alta humedad relativa, dando lugar a una unidad relativa promedio de 59%.

Vientos:

En la zona urbana el viento predominante es en la dirección norte-este, presentándose también en la dirección sur-oeste pero con menos frecuencia, alcanzando una velocidad de hasta 7 nudos (72 Km. /hr). Aproximadamente el periodo de mayor intensidad se presenta en los meses de agosto a septiembre, esto da lugar al arrastre de partículas finas de limos y arcillas, de las partes altas a las bajas y viceversa; dando lugar a una polvareda

general.

Cobertura vegetal:

Según la información que maneja la Municipalidad, la extensión de áreas verdes es de 38.4 has. Esta cobertura define un promedio de 1.4 m2 por habitante, que está muy alejado del valor mínimo señalado por la OMS que es de 8 m2 por habitante

4.2 CARACTERIZACION DE LAS AGUAS SERVIDAS

4.2.1. Criterios de Diseño

4.2.1.1. Ubicación factible de la planta de tratamiento

El criterio fue ubicar la planta de tratamiento cercano al área de estudio de las áreas verdes. Dichas áreas verdes están ubicadas en el distrito de Amarilis.

Además la ubicación de la planta de tratamiento fue coordinado con la Sub Gerencia de Áreas Verdes y Control de Medio Ambiente de la municipalidad de Amarilis y el Alcalde distrital quien designo a los responsables para determinar la ubicación más factible (en el puente San Sebastián al costado de la caseta de vigilancia).

Figura Nº 2: Coordinación con la Sub Gerencia de Infraestructura de la Municipalidad de Amarilis.

Figura Nº 3: Ubicación de la planta de tratamiento del trabajo de investigación.

4.2.1.2. Ubicación del buzón de Captación

La municipalidad de Amarilis a través de la Gerencia de Áreas Verdes y Control de Medio Ambiente nos alcanzó el plano de la red de Alcantarillado de la zona de manera de ubicar el buzón de captación de las aguas residuales domésticas. Conjuntamente con los

responsables de la Municipalidad de Amarilis se realizó una visita en campo y se ubicó un buzón de desagüe cercano a la ubicación de la planta proyectada considerándolo como el buzón de captación. SEDAPAL realizó el aforo en campo (buzón ubicado cerca al puente San Sebastián) para asegurar el caudal necesario para el diseño del proyecto.

Figura Nº 4: Punto de captación de aguas residuales para su tratamiento

4.2.1.3. Caracterización de Aguas Residuales

En coordinaciones con SEDAPAL se realizó la caracterización de las aguas residuales domesticas en el buzón de captación de manera de contar con los parámetros necesarios para el diseño a nivel de perfil. Para el desarrollo del expediente técnico se coordinará realizar las 5 campañas de caracterización según lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

4.2.1.4. Caudal Requerido

El caudal requerido es de 2 lt/s, el cual corresponde al caudal necesario para diseñar y satisfacer el riego necesario.

Figura Nº 5: captación de los 2lt/s para la planta de tratamiento.

4.2.1.5. Estándares de Calidad

Para realizar el dimensionamiento se ha hecho uso de las Directrices Sanitarias sobre el uso de aguas residuales en Agricultura y Acuicultura Informe de un Grupo Científico de la OMS / Organización Mundial de la Salud, Ginebra 1989. Además de manera de afinar más el diseño se considera De acuerdo al Decreto Supremo Nº 023-2009-MINAM la clasificación del tipo de agua requerido es: Categoría 3. Riego de Vegetales y Bebida de Animales. De acuerdo al Decreto Supremo Nº 002-2008-MINAM, anexo I, para la categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales, se considera los parámetros siguientes.

Cuadro Nº 3: Directrices OMS

DIRECTRICES RECOMENDADAS SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLOGICA DE LAS AGUAS RESIDUALES EMPLEADAS EN AGRICULTURA			
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	
		VEGETALES TALLO BAJO	VEGETALES TALLO ALTO
Paràmetros Biològicos			
Nematodos Intestinales	Huevos/Litro	<1	<=1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000

Fuente: Elaborado por uno mismo

Cuadro Nº 4: Estándares de Calidad de Agua

ESTANDARES DE CALIDAD DE AGUA (ECA)			
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	
		VEGETALES TALLO BAJO	VEGETALES TALLO ALTO
Paràmetros Biològicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000
Coliformes Totales	NMP/100 ml	5000	5000
Huevos de Helmintos	Huevos/Litro	<1	<=1
Paràmetros Fisicoquìmicos			
Oxigeno Disuelto	mg/L	>=4	
Ph	Unidad de Ph	6.5 – 8.5	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	15	
Orgànicos			
Aceites y Grasas	mg/L	1	

Fuente: Elaborado por uno mismo

4.2.1.6. Ubicación de la planta de tratamiento compacta

Según Norma del RNE OS-090 - Ítem 5.1.5, Sobre disposiciones específicas para diseños definitivos: No especifica distancia mínima, entre la población y la PTAR compacta, sin embargo se indica que el proyecto debe considerar un área de protección alrededor del sistema

de tratamiento, el proyecto formulado contempla la construcción de cerco vivo. Estos dos componentes y demás, están mencionados y descritos en la Ficha Técnica de Clasificación Ambiental del Proyecto (FICA), el cual está clasificado en la categoría I - Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y obtuvo la Certificación Ambiental.

4.3 CALCULO HIDRAULICO

4.3.1. Calculo de caudales

Parámetros de diseño

Dotación	: Dot = 250
Contribución de desagüe	: Cd = 80%
Factor de máxima demanda horaria	: K1 = 1
Factor de mínima demanda horaria	: k2 = 1
Factor de máxima demanda diaria	: k3 = 1, los tres factores serán igual a uno debido a que el caudal será constante.

Resultado según estudio de caracterización y proyección

Considerando las constantes obtenidas en campo:

Contribución de aguas residuales:

Caudal promedio (lit/seg)	: Qp = 2
Reemplazando valores	*:* Qp = 0.002 m3/s
Caudal máximo horario (lit/seg)	: Qmh = Qp x k1
Reemplazando valores	*:* Qmh = 2 lit/seg

Qmh = 0.002 m3/s

Caudal minino horario (lit/seg): Qmin = Qp x k2

Reemplazando valores: Qmin = 2 lit/seg

Qmin = 0.002 m3/s

4.3.2. Diseño de cámara de rejas del ptar

Parámetros de diseño:

Caudal promedio de desagüe : Qp = 2 lit/seg

Qp = 0.002 m3/s

Caudal máximo horario de desagüe : Q'mh = 2 lit/seg

Q'mh = 0.002 m3/s

Caudal mínimo de desagüe : Q'min = 2 lit/seg

Q'min = 0.002 m3/s

Coeficiente de rugosidad en canales de concreto: n= 0.013

Velocidad máxima a través de las barras: Vmax = 1.1 m/s

Velocidad mínima a través de las barras: Vmin = 0.6 m/s

4.3.3. Diseño de cámara de rejas

Parámetros en la tubería de PVC:

Pendiente en la tubería: S = 0.7%

Velocidad en la tubería: V = 1.15 m/s

Parámetros en la reja:

Constante para el concreto: K= 40

Ancho de la reja: B= 0.3 m

Calculo de la eficiencia de las barras:

$$E = \frac{a}{a + t}$$

Dónde:

E: eficiencia de barras.

a: espaciamiento entre barras (mm).

t: espesor de barra (mm).

Tomando en consideración los acápites (a) y (b) del RNE para el diseño de PTAR.

a = 30mm (RNE: a = 20mm – 50mm)

t = 8mm (RNE: t = 5mm – 15mm)

Remplazando valores, tenemos:

E = 80

Calculo del área útil o área de paso entre las barras (Au):

$$Au = \frac{Qmax}{V}$$

Donde:

Caudal máximo (Q'mh): 0.002 m3/s

Velocidad de paso (V): 0.65 m/s *(RNE: V = 0.6 – 0.75m/s)*

Remplazando valores, tenemos:

Au = 0.0031 m2

Calculo del área total o área del canal aguas arriba (At):

$$At = \frac{Au}{E}$$

Remplazando valores, tenemos:

At = 0.0038m2

Velocidad de aproximación en el canal (Va):

$$Va = v * E$$

Dónde:

Velocidad de paso (v)

Eficiencia de la barra (E)

Tomando en consideración los acápites (d) del RNE para el diseño de PTAR

v = 0.45 m/s *(RNE: v = 0.3 – 0.6 m/s)*

Remplazando valores tenemos:

Va = 0.4 m/s

Selección ancho del canal:

Numero de barras:

$$n = \frac{(B - a)}{(a + t)}$$

Donde:

B: ancho del canal

a: espaciamiento entre barras

t: espesor de barras

Remplazando valores, tenemos:

n = 7

Tirante normal:

$$Y = \frac{At}{B}$$

Donde:

At: área total.

B: ancho del canal.

Remplazando valores tenemos:

Y = 0.01 m

Área mojada:

$$Am = \mathrm{B} * \mathrm{Y}$$

Donde:

B: ancho del canal

Y: tirante normal

Remplazando valores tenemos:

Am = 0.0038 m2

Perímetro mojado:

$$Pm = B + 2 * Y$$

Donde:

B: ancho del canal

Y: tirante normal

Remplazando valores tenemos:

Pm = 0.33 m

Radio hidráulico

$$R = \frac{Am}{Pm}$$

Donde:

Am: área mojada

Pm: perímetro mojado

Remplazando valores, tenemos:

R = 0.01m

Pendiente del canal

$$S = \left(\frac{n * Q}{A * R^{\frac{2}{3}}}\right)^2$$

Donde:

n: coeficiente de rugosidad del concreto

Q: caudal máximo

A: área mojada

R: radio hidráulico

Remplazando valores, tenemos:

S = 0.02 m/m

Haciendo iteraciones obtenemos el tirante mínimo:

$$Qmin = \frac{Amin * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}}{n}$$

$$Amin = B * Ymin$$

$$Vmin = \frac{Qmin}{B * Ymin}$$

Resolviendo:

Ymin = 0.013 m

Vmin = 0.51 m/s (RNE: Vmin = 0.3 – 0.6 m/s)

Perdida de carga en rejas 50% de ensuciamiento:

$$V' = 2 * Vp$$

Donde:

Vp: velocidad de paso

Remplazando valores tenemos:

V’ = 0.9 m/s

$$Hf = \frac{(V'^2 - Va^2)}{0.7 * 2 * g} \qquad ecuacion\ de\ "Meltcalf\ \&\ Eddy$$

Donde:

Hf: Perdida de carga

g: gravedad

V’: velocidad a través del espacio entre barras

Va: Velocidad de aproximación

Remplazando valores tenemos:

Hf = 0.05m

Condiciones del emisor:

$$Z = \left(\frac{n * Q}{S^{1/2}}\right)^{3/8}$$

Z = 0.04 m

Diámetro:

$$D = K1 * Z$$

Donde

K1: máxima capacidad de conducción (1.50)

Resolviendo:

D = 0.06m = 2.36 pulg

Velocidad en la tubería: V = 1.15 m/s

Diámetro del desagüe: De = 4 pulg = 0.1m

Qmax = 0.002 m3/s

S = 0.01 m/m

N (PVC) = 0.01

$$Am = \frac{Q}{V}$$

$$RH = \left(\frac{n * Q}{Am * S^{1/2}}\right)^{3/2}$$

$$Pm = \frac{Am}{RH}$$

Resolviendo:

Am = 1.74 m2

RH = 0.04 m

Pm = 41.21 m

Angulo (An) = Pm / r

r = 0.20 m

An = 206.03

$$Y = \frac{2 * Am}{An * r}$$

Resolviendo:

Y = 0.08 m

Longitud de transición:

$$L = \frac{(B - De)}{2 * tang(12°30')}$$

Donde:

B: ancho del canal

De: diámetro del emisor

Resolviendo

L = 0.5 m

Perdida de carga en la transmisión:

$$H1 = \frac{0.1 * (Ve - Va)^2}{2 * g}$$

Ve: 1.15 m/s

Va: 0.4 m/s

Resolviendo:

H1 = 0.02 m

Desnivel entre el fondo de la tubería y el fondo del canal:

$$\boldsymbol{Ye = Y = D * 0.43}$$

$$\boldsymbol{dZ = (V1 \wedge 2 / (2 * g + Y1)) - (V2 \wedge 2/(2 * g + Y2) - H1}$$

Reemplazando:

Ye = 0.09 m

Dz = 0.04 m

4.3.4. Calculo de tirantes

Datos de diseño:

Ancho del canal:	B = 0.3 m
Pendiente en el canal:	S = 0.017
Caudal:	Q = 0.002 m3/seg
Coeficiente de rugosidad para el concreto:	n = 0.013
Tirante mínimo:	Ymin = 0.013

$$Formula\ general: \qquad Q = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}}{n}$$

Despejando tenemos:

$$\frac{Q * n}{S^{1/2*} * B^{5/3}} = \frac{Y^{5/3}}{(2 * Y + B)^{2/3}}$$

Realizando las iteraciones tendremos:

Q*n/(s^0.5*B^(5/3))	y	Y^5/3/((2Y+B)^2/3)	DIFERENCIA	Aproximación = 0.001
0.0015	0.013	0.002	0.000034	OK

4.3.5. Trampa de grasa

Datos:

Caudal promedio de desagüe: Q'p = 2 lps = 0.002 m3/seg

Caudal máximo horario de desagüe: Q'max = 2 lips = 0.002m3/seg

Volumen del tanque:

$$V = Qmax * Pr$$

Donde:

Pr: periodo de retención Pr = 2 minutos

As: área superficial del tanque As = 0.2 m2/(l/s)

(*Según el RNE el As tiene que ser 0.2 y con un tiempo de retención entre 2 -5 min)*

Resolviendo:

V = 240 lit = 0.24 m3

Área superficial (AS):

$$AS = As * Qmax$$

Resolviendo:

AS = 0.40 m2

Altura de la trampa de grasa

$$h = \frac{V}{AS}$$

Resolviendo:

h = 0.6 m (altura)

Ancho = (AS/2)^0.5

a = 0.45 (ancho)

L / a = 2

L = 0.9 (largo)

4.3.6. Calculo del desarenador

Canal de sección rectangular controlado por vertedero sutro

$$\boldsymbol{Q = 2.74\ (axb)^{1.5} * (H - \frac{a}{3})}$$

$$\boldsymbol{0.0020 = 2.74x(axb)^{1.5} * (a - \frac{a}{3})}$$

$$\boldsymbol{b = (\frac{3xQ}{2.74xa^{1.5}})^2}$$

Donde:

Caudal: Q m3/s = Qmin = 0.0020 m3/s

Ancho del desarenador: a

Largo del desarenador: b

Altura del desarenador: H

Asumimos: H = a

Reemplazando:

a = 0.4 m

b = 0.07 m

$$Q = H * b * vh$$

$$H = Q/(vh * b)$$

Vh: velocidad horizontal del flujo de desagüe = Asume 0.3 m/s

H = 0.1 m

Largo del desarenador:

L=25xH

L = 2.5 m

Dónde : V=Qmin/A

V=Qmin/(Hxb)

Reemplazando

V= 0.3 m/s *Cumple!*

Cantidad de material retenido:

$$Vad = Q'p * Taa$$

Vad: volumen de arena diaria

Q´p: caudal promedio de desagüe = 0.1728 m3/dia

Taa: Tasa de acumulación de arena = 0.03 lt/m3

Reemplazando:

Vad = 0.01 lt/dia

Periodo de limpieza:

Se asumirá que la limpieza de la tolva se efectuara cada 7 días

PL = 7 días

Entonces;

El material retirado de la tolva será:

$$Vtv = LtxBtxHt$$

Lt: largo de la tolva = 2.51 m

Bt: ancho de la tolva = 0.07 m

Ht: altura de la tolva = 0.10 m

Reemplazando:

Vtv = 0.04 lt

Vertedero sutro:

Forma de las paredes del vertedero sutro

$$\boldsymbol{x = (1 - (2 * arctang(y/a)\text{^}0,5)/(pi)) * b}$$

X = 0.05 m

4.4 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y TÉCNICA DEL PROYECTO

Consiste en la conformación de un Proyecto orientado al tratamiento de aguas residuales mediante Plantas Compactas.

El método permite realizar simultáneamente la digestión aeróbica y anaeróbica de la materia orgánica, pues ocurre simultáneamente la proliferación y la digestión por reacción mutua de las bacterias aeróbicas y anaeróbicas (nitrosomonas y nitrobacters) que existen en el afluente, produciendo poca

cantidad de lodos excedentes (10 a 20% en comparación a métodos tradicionales).

El filtro presente en cada una de las cámaras del reactor, recibe suministro de oxígeno, acelera el proceso y logra una óptima eficiencia. El material de contacto PVA (Poly vinyl alcohol), tiene la propiedad hidrófila de adherir fácil y masivamente los microorganismos.

Las Plantas Compactas no requieren de insumos químicos, bioquímicos o biodegradables para su adecuado funcionamiento, tienen un mínimo consumo de energía eléctrica y no requieren de personal especializado para las acciones de operación y mantenimiento.

Debido a la planta será del tipo compacta, el sistema de tratamiento Primario y Secundario será adquirido mediante una compra. Para poder considerar estos sistemas en la alternativa en mención se van a realizar estudios de mercado teniendo en cuenta el caudal de diseño, la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO), y la remoción de huevos de Helmintos. En este caso en el presente proyecto no se dimensionará los sistemas indicados, se tomarán como referencia las dimensiones adquiridas de la propuesta técnica.

El Tratamiento es mediante tecnología patentada o Método HBC Contacto de Microbios Suspendidos - sistema compacto que opera por aireación. Este proceso de aeración consiste en la degradación biológica de la materia

orgánica del agua residual con la participación de microorganismos (aerobios y anaerobios), siendo el principal elemento que facilita la degradación bacteriana la inyección de oxígeno a los reactores mediante sopladores. El método permite realizar simultáneamente la digestión aeróbica y anaeróbica de la materia orgánica, pues ocurre simultáneamente la proliferación y la digestión por reacción mutua de las bacterias aeróbicas y anaeróbicas (nitrosomonas y nitrobacters) que existen en el afluente, produciendo poca cantidad de lodos excedentes (10 a 20% en comparación a métodos tradicionales).

El filtro presente en cada una de las cámaras del reactor, recibe suministro de oxígeno, acelerando el proceso de degradación de la materia orgánica. El material de contacto PVA (Poly vinyl alcohol), tiene la propiedad hidrófila de adherir fácil y masivamente los microorganismos.

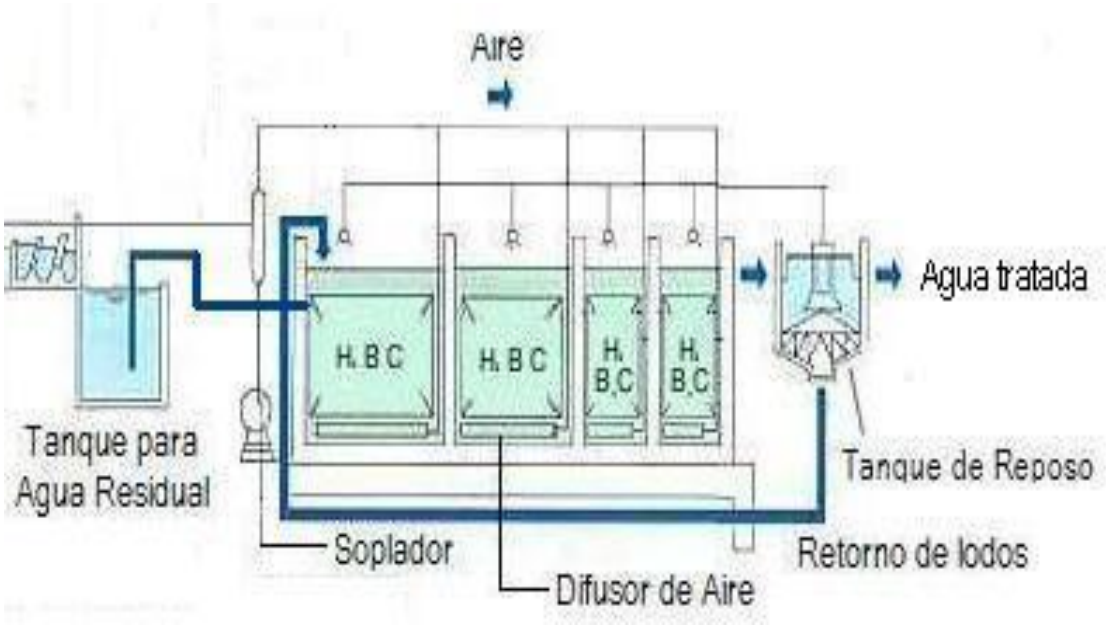


Figura Nº 6: Diagrama del Método HBC

Las Plantas Compactas, se adecuan al grado de contaminación de las aguas residuales y entrega agua libre de microorganismos peligrosos para la salud y completamente apta para su uso en el riego, cumpliendo con los estándares establecidos en el Decreto Supremo Nº 023-2009-MINAN "Aprueban Disposiciones para la implementación de los estándares Nacionales de calidad Ambiental (ECA) para Agua"

El espacio requerido para el sistema de tratamiento planteado es de 783.7 m2.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se concluye que con la ubicación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Amarilis – Paucarbambilla. La tecnología patentada consiste mediante sistema Integrados de Lodos Activados con Biopelicula Fija, la cantidad de biomedia utilizada y las características de la misma, brindan un rango de operación variable de los parámetros comunes de diseño como edad lodos, TRH, Sólidos, Carga volumétrica.

- Según la información técnica de la tecnología propuesta para esta tecnología, la producción de lodos en el sistema de tratamiento Primario y Secundario, se encuentra 1% del caudal de ingreso al sistema, resultando para el sistema propuesto un promedio de10 a 20 Kg al día y un período de limpieza de 3 ò 6 meses. La extracción se realiza mediante una bomba de lodos hacia el lecho de secado y rociar cal para evitar los malos olores.

- La tecnología utilizada (sistema Integrados de Lodos Activados con Biopelicula Fija) contribuye a mejorar la eficiencia del proceso de tratamiento, lo cual involucra reducir los costos de tratamiento y mitigar los impactos Ambientales.

- Con el reúso de las aguas residuales disminuye la contaminación ambiental de los recursos hídricos de la zona y disminuye la contaminación del rio Huallaga.

- Se concluye que con la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Amarilis – Paucarbambilla, disminuya el uso de agua potable para el riego de áreas verdes al 100% en el área de estudio, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, y que permita un bienestar común.

5.2 RECOMENDACIONES

- El diseño de la planta de tratamiento se limita únicamente para aguas residuales domésticas, por ello las empresas de tipo industrial que hagan uso de químicos deberán contar con su propio sistema de tratamiento antes de conectarse a la red de aguas negras del municipio.

- Para el diseño tener en cuenta la opinión de los pobladores en el entorno donde se va a construir la planta de tratamiento, para luego si es necesario hacer la sensibilización a la población beneficiaria.

- Para el diseño de la planta de tratamiento tener en cuenta conque tipo de agua se está regando las áreas verdes de la zona de estudio y el área critica a solucionar.

BIBLIOGRAFÍA

ARZE, ANA y WEEDA HELEN (1996), “El Arbolado Urbano” Editado en el Instituto de Ecología –UNAS – Bolivia.

ÁREA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL y RECURSOS NATURALES, CONAMA Región Metropolitana (2002) “Áreas Verdes En El Gran Santiago”

CARTER, JANE (1996), “El Potencial de la Silvicultura Urbana en los Países en Desarrollo” Departamento de Montes de la FAO. Santiago de Chile.

DIMITRIOS DIMAS (1998). “Estrategia de Gestión de Áreas Verdes en Ecosistemas Urbanos Caso: Distrito de Cercado de Lima. Tesis de Maestría en Gestión Ambiental – Lima Perú.

ORGANIZACION INTERAMERICANA DE COOPERACION INTER.-MUNICIPAL (1993), “V Simposio Iberoamericano sobre Medio Ambiente y Municipio” Buenos Aires – Argentina.

PALOMINO MONTEROLA, FIDEL (2005) “Gestión de Espacios Verdes Urbanos en la Ciudad de Tarma” Tesis.

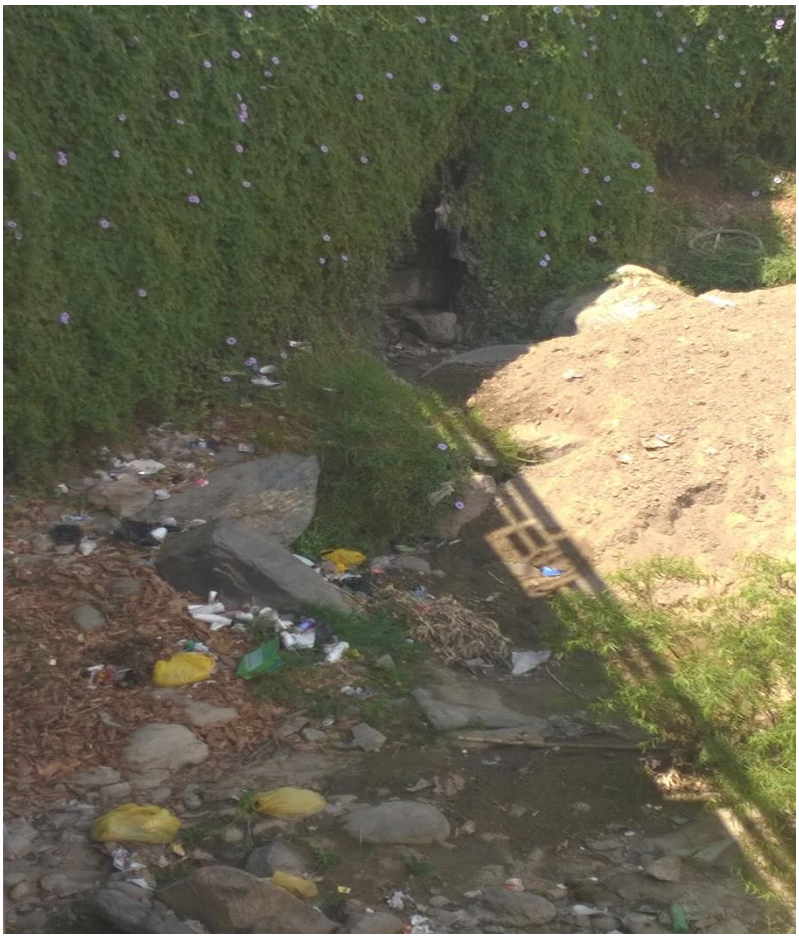
ANEXOS

ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía N°01: Captación del agua servida para el cálculo de la planta.

Fotografía N°02: Ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Fotografía N°03: Se ve que el agua del desagüe desemboca en el rio sin ser tratada.



Fotografía N°04: Se ve la contaminación ambiental.

ANEXO 2: PLANOS