



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

CARRERA

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial Industrial

TÍTULO:

Alternativas de los tratamientos de aguas residuales para la generación de energía eléctrica por medio de biogás en la ciudad de Guayaquil.

AUTOR:

Matthew Fernando Bonilla Arévalo.

TUTOR:

Ing. Luis Vallejo Samaniego, M.Sc.

Guayaquil – Ecuador

2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **BONILLA ARÉVALO MATTHEW FERNANDO**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial**.

TUTOR

Ing. Luis Vicente Vallejo Samaniego, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Miguel Armando Heras Sánchez, M.Sc.

Guayaquil, 17 de Marzo del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial
Industrial

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **BONILLA ARÉVALO MATTHEW FERNANDO**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Alternativas de los tratamientos de aguas residuales para la generación de energía eléctrica por medio de biogás en la ciudad de Guayaquil** previo a la obtención del Título de **Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 17 de Marzo del 2017

EL AUTOR

BONILLA ARÉVALO MATTHEW FERNANDO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial
Industrial

AUTORIZACIÓN

Yo, **BONILLA ARÉVALO MATTHEW FERNANDO**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Alternativas de los tratamientos de aguas residuales para la generación de energía eléctrica por medio de biogás en la ciudad de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 17 de Marzo del 2017

EL AUTOR:

BONILLA ARÉVALO MATTHEW FERNANDO

URKUND

URKUND

Documento [tsafzmbonilla26022017.pdf](#) (D2611334)

Presentado 2017-03-01 19:56 (-05:00)

Recibido luis.vallejo.uccg@analysis.urkund.com

Mensaje [Mostrar el mensaje completo](#)

1% de esta aprox. 42 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 1 fuentes.

Lista de fuentes	Bloques
Enlace/nombre de archivo	
tsafzmbonilla16022017.pdf	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉ...	99%
Alternativas de los tratamientos de aguas residuales para la generación eléctric...	59%
Trabajo de Titulación, Alternativas de los tratamientos de aguas residuales para la ge...	50%
iv-UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN T...	100%
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN T...	100%

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial TRABAJO DE TITULACIÓN Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial Industrial TÍTULO: Alternativas de los tratamientos de aguas residuales para la Generación energía eléctrica por medio de biogas en la ciudad de Guayaquil. AUTOR: Matthew Fernando Bonilla Alevalo. TUTOR: Ing. Luis Vallejo Samaniego, M.Sc. Guayaquil – Ecuador 2016

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial

CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por BONILLA ALEVALO MATTHEW FERNANDO, como requerimiento para la obtención del Título de Ingeniería en Eléctrico- Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial. TUTOR ING. LUIS VICENTE VALLEJO SAMANIEGO, M. Sc. DIRECTOR DE LA CARRERA ING. MIGUEL ARMANDO HERAS SANCHEZ, M. Sc. Guayaquil, a los 12 días del mes de febrero del año 2017

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y fuerzas para culminar otro de paso en mi vida y llegar al profesionalismo.

A mis padres quienes me brindaron su apoyo incondicionalmente durante toda la carrera universitaria y aunque físicamente ya no estás entre nosotros querido padre, seguro desde el cielo y en espíritu acompañas a nuestra familia.

A mi hermano por sus innumerables aportes dentro del núcleo familiar y enseñarme a levantar de cada traspie.

Agradezco a la empresa Powersun S.A, por haberme apoyado mucho para lograr llegar al camino del éxito profesional.

A la ingeniera Mercy Pérez, un agradecimiento eterno, por ser una persona íntegra y muy profesional, siendo quien ha logrado ganarse mi aprecio por el inmenso apoyo a mi persona, la mejor jefa sin lugar a dudas.

A mis compañeros de aulas, con quienes compartí grandes momentos de alegrías, camaradería y fortalezas.

A mi tutor y al ingeniero Armando Heras quienes guiaron con sus aportaciones y opiniones para la dirección del presente trabajo de titulación.

Agradezco a mis amigas entrañables Yaritza Nieto, Krystel Aguilar y Johanna Ronquillo por brindarme sus amistades, valiosos consejos y motivaciones para culminar mi trabajo de titulación.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación, se lo dedico a la memoria de mi señor padre Nery Bonilla Erazo, quién desde el cielo sé que te encuentras muy orgulloso de saber que he logrado cumplir un capítulo más de mi vida, que es finalizar mi carrera universitaria, algo que desde que ingresé a la UCSG, soñaba todos los días para emprender nuevos caminos como un profesional. Papá, estoy convencido que cada paso que estoy logrando, lo he alcanzado es gracias a ti, porque intercedes por mi hermano Leonardo Dario, mi mamá Mariana Arévalo y mi abuelo Julio Bonilla, ante Dios todopoderoso.

A mi señora madre, éste logro también te lo dedico a ti, mi viejita querida, porque has sido la persona más dulce conmigo, que a pesar que en ocasiones te fallo, o no tenga paciencia, siempre estás allí para ayudarme en todo porque tu amor de madre es tan grande que nunca me abandonas. Me has apoyado durante toda mi carrera universitaria. Éste título es para ti, hoy eres padre y madre a la vez, gracias por todo, por ser tan fuerte y levantarte siempre. Te amo mamá

A mis demás seres queridos más cercanos quienes me han brindado apoyo y consejo, como mis lindas y cariñosas tías Zoila y Leonor Arévalo, quienes son tan cercanas conmigo, son como mis madres, gracias por siempre.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial
Industrial

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Luis Vicente Vallejo Samaniego, M.Sc
TUTOR

Ing. Manuel De Jesús Romero Paz
DECANO

Ing. Luis Orlando Philco Asqui
COORDINADOR DEL ÁREA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial
Industrial

CALIFICACIÓN

INDICE

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Justificación y alcance	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.5 Hipótesis	4
1.6 Metodología.....	4
CAPÍTULO 2 USO DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS	5
2.1 Introducción.....	5
2.2 Energías alternativas en la actualidad.....	6
2.3 Tipos de fuentes de energía renovable	6
2.3.1 Energía solar	7
2.3.2 Energía eólica	8
2.3.3 Energía hidráulica o hidroeléctrica	9
2.3.4 Biomasa y biogás	11
2.3.5 Energía geotérmica.....	11
2.3.6 Energía mareomotriz	12
2.3.7 Energía undimotriz u olamotriz	12
2.3.8 Biodiésel	13
2.4 Ventajas y desventajas de las energías renovables	13
2.4.1 Ventajas de las energías renovables	14
2.4.2 Desventajas de las energías renovables	15
CAPÍTULO 3 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	16
3.1 Aguas residuales	16
3.2 Tipos de aguas residuales	17

3.3	Características de las aguas residuales	17
3.3.1	Características físicas de las aguas residuales	17
3.3.2	Característica química de las aguas residuales	18
3.4	Descripción operativa de una PTAR	19
3.5	Descripción de los componentes y sistemas de una PTAR.....	20
3.5.1	Pre-tratamiento	20
3.5.2	Tratamiento primario	26
3.5.3	Tratamiento secundario.....	26
3.5.4	Tratamiento terciario	27
3.6	Descripción del sistema de control de olores	28
3.7	Dimensionamiento de una PTAR	29
3.7.1	Elaboración de planos	30
3.7.2	Materiales y equipos	30
3.8	Datos experimentales	31
3.8.1	Periodo del diseño	31
3.8.2	Población total actual.....	31
3.8.3	Población total futura estimada (Pf)	31
3.8.4	Área total (At)	32
3.8.5	Densidad poblacional	32
	CAPÍTULO 4 REACTORES O BIODIGESTORES ANAERÓBICOS	33
4.1	Procesos de biodigestión.....	33
4.2	Digestores anaeróbicos para la producción de biogás	33
4.3	Co-digestión anaerobia	34
4.4	El biodigestor anaeróbico	35
4.5	Clases de biodigestores anaeróbicos	36
4.5.1	Biodigestores de flujo discontinuo	37
4.5.2	Biodigestor de flujo semicontinuo domo fijo	37

4.5.3	Biodigestor de flujo semicontinuo tambor flotante	39
4.5.4	Reactor de mezcla completa sin recirculación	41
4.5.5	Plantas tipo globo	42
4.6	Accesorios de los biodigestores	42
CAPÍTULO 5 PRODUCCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL BIOGÁS		43
5.1	Historia de la aplicación del biogás	43
5.2	Característica técnica del biogás	43
5.3	Producción y usos del biogás.....	44
5.4	Tipos de biogás	45
5.5	Acondicionamiento del biogás	46
5.6	Ventajas energéticas producción de biogás	47
5.7	Funcionamiento de una planta de biogás	48
5.8	Sistema de conducción de biogás para cogeneración eléctrica.....	48
CAPÍTULO 6 NORMATIVIDAD PARA EL CONTROL AMBIENTAL.....		53
6.1	Normatividad de control de medio ambiente para las eléctricas de biogás	53
6.2	Normatividad de control de medio ambiente para las plantas de tratamiento de aguas residuales	55
6.3	Norma de calidad ambiental y descargas de efluentes	58
6.4	Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: agua dulce y agua marina	59
6.5	Norma de Calidad del Aire Ambiental	59
PARTE II APORTACIONES.....		61
CAPÍTULO 7 SISTEMAS DE FUERZA PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA...61		61
7.1	Equipamiento para generación de electricidad mediante biogás	61
7.2	Generador a biogás	61
7.3	Celdas de transformación	62
7.4	Transformadores elevadores	63

7.5	Dispositivos de acople para generadores de biogás.....	64
7.5.1	Sistema de tratamiento de gases de escape.	64
7.5.2	Sistema de control de combustión	65
7.5.3	Mezclador de Aire-Biogás.....	66
CAPÍTULO 8 DISEÑO DE PLANTA ELÉCTRICA POR MEDIO DE BIOGÁS		67
8.1	Generalidades.....	67
8.2	Ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales Las Esclusas y planta de energía eléctrica	68
8.3	Cogeneración.....	70
8.3.1	Producción del biogás en el biodigestor Las Esclusas	70
8.4	Diseños de la planta de generación de energía por medio de biogás para la parroquia Ximena, sur de la ciudad de Guayaquil.....	71
8.5	Acondicionamiento para los generadores a biogás.....	79
8.6	Requerimientos de obras civiles para la planta eléctrica.....	80
8.6.1	Medidas para bases de equipos eléctricos.....	80
8.7	Cálculo de potencia para banco de generadores	82
8.8	Presupuesto de ingresos y costos	86
CAPÍTULO 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		89
9.1	Conclusiones.....	89
9.2	Recomendaciones	90
BIBLIOGRAFÍA		126

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Fuentes de energía renovables	6
Tabla 2.2 Características de la energía solar	8
Tabla 3.1 Tipos de aguas residuales	17
Tabla 3.2 Características físicas de las aguas residuales	17
Tabla 5.1 Cualidades principales Biogás	44
Tabla 5.2 Composición y características del biogás	44
Tabla 5.3 Sistema de tuberías de conducción.....	52
Tabla 6.1 Vida útil para los elementos de un sistema de agua potable.	58
Tabla 7.1 Protocolos de calidad en generadores.....	61
Tabla 7.2 Clasificación de las CT	62
Tabla 8.1 Datos clave de la planta de tratamiento Las Esclusas	70
Tabla 8.2 Potencial energético de biogás PTAR Las Esclusas	71
Tabla 8.3 Medidas base de equipos eléctricos	80
Tabla 8.4 Parroquias beneficiadas PTAR	83
Tabla 8.5 Cuadro de las capacidades de los generadores eléctricos	84
Tabla 8.6 Resumen de cálculos	86
Tabla 8.7 Presupuesto total del proyecto	86
Tabla 8.8 Descripción de rubros del proyecto	87

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Energía Solar.	7
Figura 2.2 Energía Eólica.....	9
Figura 2.3 Gráfica de las construcciones.	10
Figura 2.4 Diagrama de bloque del proceso de una central geotérmica.....	11
Figura 2.5 Diagrama de energía mareomotriz.....	12
Figura 2.6 Equipo de generación olamotriz	13

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Aguas Residuales	16
Figura 3.2 Fases de tratamiento para la planta de tratamiento	19
Figura 3.3 Gráfica de la cámara aireada	23
Figura 3.4 Estructura de las rejillas gruesas y finas	24
Figura 3.5 Clasificador de arena	25
Figura 3.6 Capas del biofiltro	29

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 Biodigestor anaeróbico. Representando la concentración de biogás.....	34
Figura 4.2 Aplicaciones y productos del proceso de digestión anaerobia	35
Figura 4.3 Digestor de domo fijo tipo chino	38
Figura 4.4 Digestor de domo fijo tipo chino	39
Figura 4.5 Diagrama de una planta de tambor flotante	40
Figura 4.6 Diagrama de una planta de tambor flotante	41

CAPÍTULO 5

Figura 5.1 Proceso para la obtención de energía eléctrica por medio de biogás.....	45
Figura 5.2 Biofiltros de escurrimientos	50
Figura 5.3 Válvula de seguridad o trampa	50
Figura 5.4 Sopladores de canal lateral.	51

CAPÍTULO 7

Figura 7.1 Generador eléctrico mediante	62
Figura 7.2 Esquema de CT acometida subterránea	63
Figura 7.3 Sistema de tratamiento de gases	65
Figura 7.4 Sistema de control de combustión	66

CAPÍTULO 8

Figura 8.1 Ubicación PTAR Las Esclusas.....	68
Figura 8.2 Ubicación PTAR Las Esclusas.....	69
Figura 8.3 Ubicación PTAR Las Esclusas.....	69

ANEXOS

Anexo 3.1 Características de la PTAR Las Esclusas	95
Anexo 3.2 Tabla descriptiva de acciones consideraras de la PTAR Las Esclusas	97
Anexo 3.3 Tabla de árbol de acciones por fase del proyecto PTAR Las Esclusas	99
Anexo 3.4 Diagrama de procesos de tratamiento de aguas residuales Las Esclusas	103
Anexo 5.1 Presupuesto de soplador de vacío tipo regenerativo	105
Anexo 7.1 Ficha técnica generador CAT® CG170-20 SERIES	110
Anexo 7.2 Ficha técnica de tablero de transferencia automática marca Gamma.....	117
Anexo 7.3 Ficha técnica de transformador Pad Mounted marca Inatra	122
Anexo 8.1 Promedio de personas por hogar, según cantón INEC	125

RESUMEN

Para este proyecto de trabajo de titulación se concentran informaciones de los tratamientos que reciben las aguas residuales como aprovechamiento para beneficiar al medio ambiente y de los seres humanos. En el Ecuador poco a poco se están realizando estudios e implementaciones de las plantas de tratamientos de aguas residuales con el fin de devolver a los caudales de los ríos aguas limpias y saludables.

En el capítulo 3 se analizan las fases o procesos que se realizan en una planta de tratamiento de aguas residuales y sus características principales.

En el sector eléctrico se vive un cambio de recursos energéticos altamente potenciados que permiten satisfacer la demanda energética, es por la razón que se plantea a través del uso de una PTAR, para la producción de biogás como biocombustible para una planta de generación eléctrica. En el capítulo 2 se describen varias clases de energías renovables y su proveniencia de cada una de ellas, en el capítulo de 8 de las aportaciones se realiza el análisis y cálculo para el dimensionamiento de una planta de generación eléctrica, con planos en los respectivos anexos.

ABSTRACT

For this project titration work is concentrated information on the treatments that receive waste water as a benefit to benefit the environment and humans. In Ecuador, studies and implementations of the wastewater treatment plants are being carried out in order to return clean and healthy water flows to the rivers.

Chapter 3 analyzes the phases or processes that are carried out in a wastewater treatment plant and its main characteristics.

In the electricity sector, there is a change in energy resources that is highly efficient to meet the energy demand, which is why it is proposed through the use of a wastewater treatment plant for the production of biogas as biofuel for a plant Of electricity generation. Chapter 2 describes several types of renewable energies and their origin from each of them, in the chapter of 8 of the contributions the analysis and calculation for the sizing of a power generation plant is carried out.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación y alcance

La selección de éste tema para trabajo de titulación, se la realiza para dar solución con distintas alternativas tanto a la crisis medioambiental como energética que tenemos en nuestro país Ecuador. En éste caso de estudio nos concentraremos en el gran aprovechamiento que podemos darle a una planta de aguas residuales planta de tratamiento de aguas residuales, para beneficio del medio ambiente como a una de sus otras características que es la generación de energía eléctrica por medio de biogás. La problemática de la sociedad es precisamente su preocupación de la contaminación global por desperdicios de orgánicos, inorgánicos y la generación de energía que en gran parte se la obtiene mediante la quema de combustibles fósiles, por ende se plantea la generación de energía limpia a partir del tratamiento que se da a los desechos residuales industriales, agrícolas, domésticos, etc.

Para este proyecto se plantea la respectiva delimitación o alcance del tema de estudio, puesto que la generación de energía eléctrica a partir de una planta de tratamiento de aguas residuales, no solo se la puede obtener a través del biogás, sino que también se puede seguir generando mas energía a través de la captación de los gases de la combustión de los generadores a utilizarse, puesto que estos gases se pueden derivar a ser utilizados como combustible para una central termoeléctrica para el accionamiento de calderas que se acoplen a turbinas para seguir generando energía eléctrica. El caso de estudio para el trabajo de titulación, sólo se llevará el estudio a la generación de energía por medio de biogás.

1.2 Planteamiento del problema

La contaminación es un punto importante bajo el cual la ciudadanía, sociedades, gobiernos, fábricas responsables, empresas sean éstas

privadas o públicas y otras entidades en mundo entero se encuentran preocupadas. Puesto que el deterioro de la capa de ozono debido al calentamiento global producida la quema de combustibles fósiles y otros contaminantes existentes en nuestro habitat que están acabando incluso con nuestra propia salud. La superpoblación está acabando con las áreas verdes, el uso desmesurado de los terrenos de cultivo y los bosques no permite la oxigenación del medio ambiente. En el Ecuador la oferta energética en gran medida hasta hace unos 10 años depende de la explotación del petróleo, actualmente representa el 90% de la generación total de energía primaria.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar las alternativas de tratamiento de aguas residuales para el aprovechamiento de generación de energía eléctrica por medio de biogás.

1.3.2 Objetivos específicos

- Investigar artículos y reglamentos del registro oficial del ministerio de electricidad y energía renovable. Para la implementación de nuevas tecnologías como el tema de estudio del presente trabajo de titulación.
- Describir el proceso realizado por una planta de tratamiento de aguas residuales para obtener biogás.
- Diseñar una planta de generación de energía eléctrica por medio de biogás.

1.4 Tipo de investigación

El presente trabajo de titulación se realizará la investigación documental y de carácter descriptivo por grado de análisis y sistemático para fines de conocimientos de estas tecnologías.

1.5 Hipótesis

Con la recopilación de datos, investigaciones, anexos y otros recursos académicos, que se utilizarán como herramientas claves para el presente trabajo de titulación con el cual se brindará aportaciones efectivas que se dirigidas al cuidado del medio ambiente y un desarrollo de sistemas para la ciudad de Guayaquil.

1.6 Metodología

El desarrollo del presente trabajo de titulación se basa en investigaciones de orden documental y analítico descriptivo para su entendimiento.

Dirigido a lectores en general como en un amplio estudio abierto para su posibilidad de implementación por su contenido orientado al enfoque cualitativo por las aportaciones y descripciones que se emplean. Cuantitativo por los sistemas empleados para la generación de energía eléctrica que conlleva inversión económica, es decir la metodología utilizada es de un orden mixto.

Con un alcance investigativo notorio descriptiva y explicativa, con una propuesta en diseños y procesos de los sistemas expuestos mediante las siguientes técnicas de recolección de datos, como, , como procedimientos:

- Visitar instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales en Las Esclusas sector sur de la ciudad de Guayaquil. donde se encuentra en fase de construcción.
- Recopilación de datos del proyecto de la planta de tratamiento de las Esclusas.
- Análisis documentales, videos y navegación en la web, documentales, etc.

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2 USO DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS

2.1 Introducción

Desde hace varias décadas podemos evidenciar que el gran consumo energético va en aumento en relación al número de habitantes en el planeta. La generación de energía se la realiza de varias formas como las conocemos como ejemplo a través de las centrales térmicas, eólicas, nucleares, marítimas, etc.

Durante años la generación de energía convencional se la viene realizando mediante la quema de combustibles fósiles y en la revolución industrial se evidencia el cambio de comportamiento del medio ambiente. El deterioro de la capa de ozono, por el consumo de elevados hidrocarburos, estos combustibles tales como el petróleo, gas carbón mineral entre otros.

Pero en la actualidad en muy pocos países en el mundo ya se está realizando estudios para nuevas alternativas para la generación de energía eléctrica a partir de materias inorgánicas. Mediante el proceso de tratamiento de aguas residuales.

Dentro de las plantas de tratamiento de aguas residuales "PTAR", podemos obtener varios tipos de aprovechamiento de estas. Ya no solo sean para los fines de la purificación del agua, sino que también pueden ser la captación de abono agrícola y para fines del presente trabajo de titulación tenemos la generación de energía eléctrica. Siendo ésta una manera de energía renovable, podemos obtener energía eléctrica suficiente para contrarrestar la deficiencia energética en el país. Es verdad que con proyectos de gran magnitud muy ambiciosos y emblemáticos de generación de

energía eléctrica como lo es la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, podemos decir que Ecuador pasa de ser un país importador a exportador de electricidad con sus 1500 MW de potencia que proporcionan sus 8 turbinas. Pero no podemos dejar de seguir siendo más ambiciosos para crecer mucho más en tecnología de la materia energética.

2.2 Energías alternativas en la actualidad

La presencia del uso de las energías alternativas en la actualidad ha permitido contrarrestar los grandes impactos de contaminación emanados por los gases de efecto invernadero, se plantea soluciones a estos fenómenos como lo son las energías alternativas o renovables.

Básicamente son fuentes de energías limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del medio ambiente en el que vivimos.

2.3 Tipos de fuentes de energía renovable

A continuación se describen los distintos tipos de energías renovables de las que se destacan en la siguiente tabla 2.1 fuentes renovables destacadas.

Tabla 2.1 *Fuentes de energía renovables*

Tipos de fuentes de energía renovable destacadas	
Energía solar	Energía proveniente de sol
Energía eólica	Energía proveniente de los vientos
Energía hidráulica o hidroeléctrica	Energía proveniente de la fuerza del agua, represas
Biomasa y biogás.	Energía proveniente de materias orgánicas y sustratos
Energía mareomotriz.	Energía proveniente del fondo marino, parecido bajo el mismo concepto de la energía eólica,

Energía undimotriz u olamotriz.	Energía obtenida del poder de las olas
Biodiésel.	Energía proveniente de combustión biológica como la caña de azúcar,

Fuente: El autor

2.3.1 Energía solar

La energía que se obtiene del sol. Las principales tecnologías son la solar fotovoltaica (aprovecha la luz del sol) y la solar térmica (aprovecha el calor del sol). La energía solar hasta hace unos pocos años solo era una fase experimental pero gracias a los avances tecnológicos se ha convertido en una gran fuente de aprovechamiento para generación y almacenamiento de esta poderosa energía mediante paneles solares los cuales son elementos comunes hoy en día verlos en espacios públicos, hogares, fábricas, etc. La energía solar desempeña un importante papel para responder a la necesidad mundial de más energía con un menor impacto.

En la figura 2.1 Energía Solar se grafica en diagrama de bloques la conexión para la obtención de energía solar utilizando paneles solares en aprovechamiento de la radiación del sol, se instala a su vez un inversor conectado a un banco de baterías para su almacenamiento y posterior utilización. (Revista ABB review, s/f, p. 2)

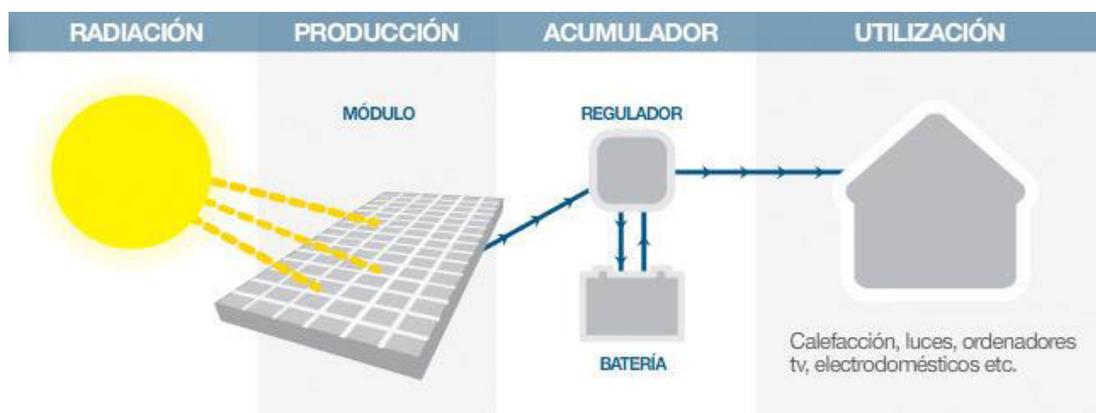


Figura 2.1 Energía Solar.

Fuente: Cubiertasolar.

A continuación se muestra la tabla 2.2 de las características de la energía solar, dignas de ser destacadas por sus grandes aportes por ser una energía totalmente limpia. La utilización de ésta tecnología se ha convertido en la actualidad un recurso muy aprovechado y en el Ecuador existe muchas empresas dedicadas a la instalación, importación, mantenimiento y distribución de equipos destinado a la utilidad de la energía solar.

Tabla 2.2. *Características de la energía solar*

Características de la energía solar	
1	Energía con fuente ilimitada, el Sol.
2	Sin partes móviles.
3	Sin ciclos termodinámicos.
4	Sin reacciones químicas.
5	Muy fiable. Mantenimiento muy bajo.
6	La única energía renovable que puede instalarse de forma masiva en núcleos urbanos.
7	No necesita grandes infraestructuras.

Fuente: esrenovable.com

2.3.2 Energía eólica

La energía eólica es aquella que se produce aprovechando la fuerza cinética del viento. Este tipo de energía es una de las fuentes de energía renovable con mayor crecimiento en el mundo. La energía eólica es captada directamente a través de aerogeneradores que son los que se accionan con la corriente de vientos. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2013).

La energía del viento es aprovechada para generar la energía eléctrica para conformar un sistema sostenible y libre de emisiones tóxicas que contribuyan al calentamiento global.(Admin, 2015)

Es éste tipo de energías las que actualmente se desarrollan planes de implementación en sectores donde se puede captar la energía mecánica del viento, tras la utilización de los dispositivos necesarios, como baterías, paneles fotovoltaicos, inversores, etc.

Puede facilitar la vida hasta incluso de sociedades ó comunidades que necesiten éste servicio, puesto que en ciertos casos pueden no existir ó talvez nulo suministro de electricidad de las empresas eléctricas de la zona.

En la figura 2.2 energía eólica observamos un banco de aerogeneradores con sus respectivas baterías que están conectadas un sistema de interconexión.

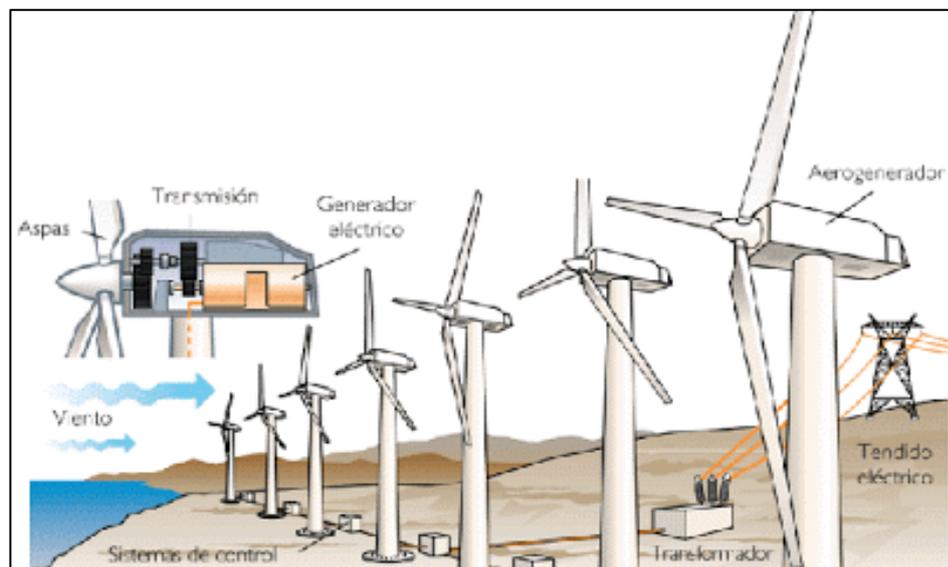


Figura 2.2 *Energía Eólica*
Fuente: Dearkitectura

Dentro de las ventajas que se encuentran para la energía eólica es su destacado rendimiento debido que son fuentes que no se agotan, no produce la importación de electricidad de otros países, su implantación trae consigo riqueza y empleo, sobre todo su participación a la no contaminación ambiental.

2.3.3 Energía hidráulica o hidroeléctrica

La energía hidráulica es el mayor aporte del todo el mundo por su fácil acceso y disponibilidad, por lluvias o las caídas naturales y manipuladas por el hombre se aprovecha de ésta fuente que se estima que sean inagotable. Una central hidráulica se encuentra compuesta de tres partes esenciales,

que son una central eléctrica la cual produce la electricidad, una presa cuya función es abrir y cerrar compuertas para el control de paso o bloqueo y un espacio para el almacenamiento del agua. (Dorling Kindersley & Getty Images, 2013)

La energía que se obtiene de los ríos y corrientes de agua dulce. Éste es el tipo de energía que más se está utilizando por su gran abundancia ó existencia en el país, se perfila como la mayor aportación de energía eléctrica en el mundo entero. Ecuador tiene actualmente la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair con una operatividad de 1500 MW de potencia. En la siguiente figura sobre el avance de construcciones de hidroeléctricas, se puede observar los costos monetarios en relación de porcentajes de aportaciones de los distintos proyectos hidroeléctricos de Ecuador. En la siguiente figura Gráfica de las construcciones de hidroeléctricas en Ecuador se muestra una estadística de las construcciones de centrales hidroeléctricas en el país, publicado en el diario El Universo el 18 de febrero del 2015 donde la central de mayor repotencial es Coca Codo Sinclair por sus 1500 MW de potencia.

Avance de las construcciones de las hidroeléctricas

AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2014



*Según datos del Ministerio de Electricidad con corte a octubre del 2014

Fuente: SENPLADES

EL UNIVERSO

Figura 2.3 Gráfica de las construcciones

Fuente: Diario El universo

2.3.4 Biomasa y biogás

La energía que se extrae de materia orgánica. Biomasa es el conjunto de la materia biológicamente renovable (madera, celulosa, carbón, vegetal). Para nuestro caso de estudio será ésta la forma de energía a plantearse como una vía de generación de energía eléctrica en su aprovechamiento bajo su condicionamiento desde una PTAR. En el capítulo 4 se profundizará sobre biogás, sus características y usos.

2.3.5 Energía geotérmica

La energía calorífica contenida en el interior de la tierra, mediante el calor que se encuentra en el subsuelo, es utilizado con bombas caloríficas geotérmicas, sus usos más comunes se concentran para aguas termales, es una energía poco conocida por las personas y no muy explotada, en Ecuador los recursos de éste tipo de energía está dirigido a balnearios y piscinas termales, en la figura 2.4 muestra el proceso realizado en diagrama de bloque la utilización de la biomasa de la tierra para generar energía eléctrica, mediante un separador de particular para luego el valor ser ingresado a una turbina que acciona a un generador eléctrico y ésta es entregada a la red de distribución de las empresas eléctricas de las ciudades en aprovechamiento de éste tipo de energías alternativas pocas explotadas.

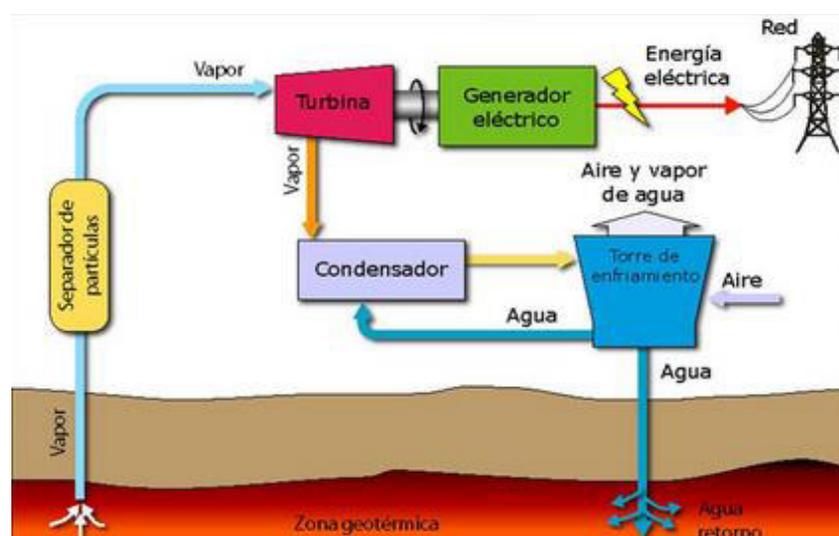


Figura 2.4 Diagrama de bloque del proceso de una central geotérmica
Fuente: Edelmira Franco

2.3.6 Energía mareomotriz

La energía que se obtiene de las mareas, constituidas de aspas sumergidas a un cierto nivel medio entre el fondo del mar y la superficie, según la posición relativa entre la Tierra y la Luna, esto se debe por la fuerza gravitatoria entre ambos cuerpos celestes, para el aprovechamiento de las corrientes producidas por las olas. (Laura, 2015)

En la siguiente figura 2.5 se muestra como es el trabajo que realiza una instalación de aspas como generadores de energía en profundidad media del mar.

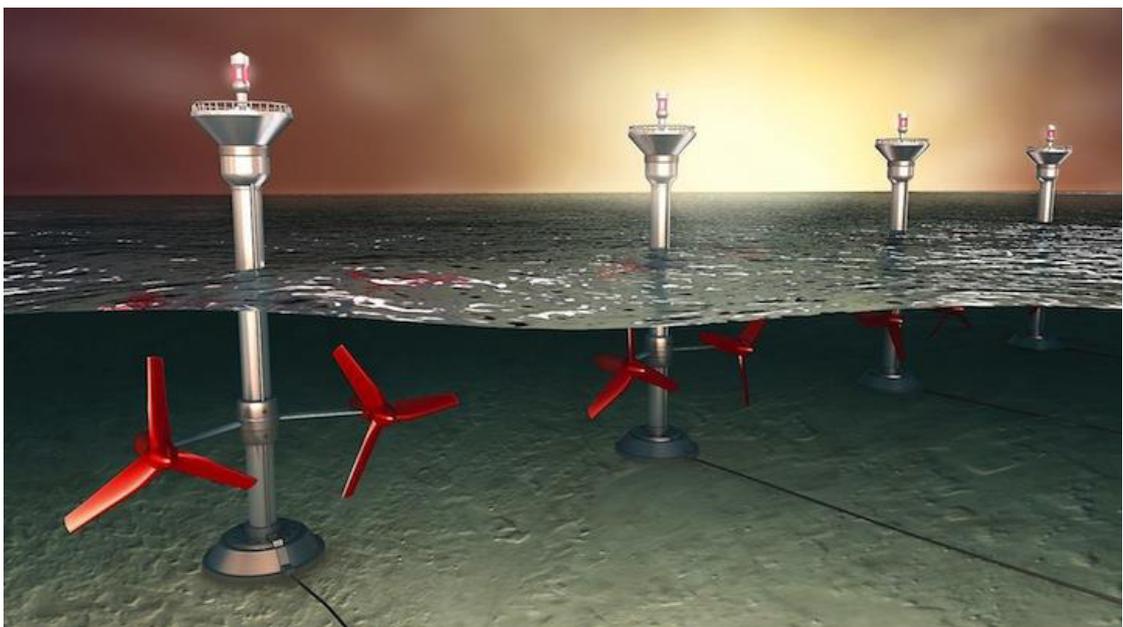


Figura 2.5 Diagrama de energía mareomotriz
Fuente: Ana Isan – Energías renovadas

2.3.7 Energía undimotriz u olamotriz

La energía que se obtiene de las olas. Donde el movimiento de las olas se convierte en energía cinética y potencial que a través de dispositivos o sistemas correctos pueden ser aprovechados para mover turbinas y así obtener la generación de energía. Es la energía asociada a las corrientes marinas por la generación de electricidad por la actividad de movimientos de

las olas, puesto que mediante el proceso de energía cinética y potencial del oleaje marino producen energía a través de unas aspas flotantes a nivel tal que las olas golpeen contra ellas y producir energía limpia que .(A, Creus, 2012, p. 13)

En figura 2.6 se observa la gráfica de un equipo de captación y producción de energía a través del poder de las olas.

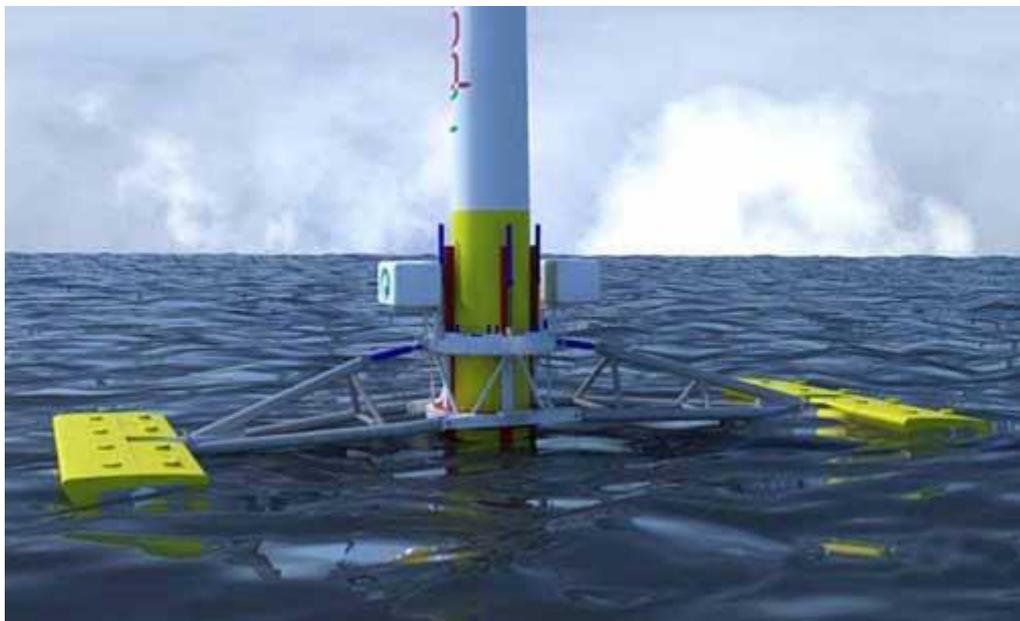


Figura 2.6 *Equipo de generación olamotriz*
Fuente: Mundo solar

2.3.8 Biodiésel

Combustible orgánico para automoción, entre otras aplicaciones, que se obtiene a partir de aceites vegetales.

2.4 Ventajas y desventajas de las energías renovables

Las energías alternativas como en las mayorías de sistemas de generación, presentan también sus parámetros de ventajas y desventajas. Se puede indicar que son energías provenientes de varios entes de fuentes de generación como el sol que proporciona energía solar y puede ser capturada a través de paneles solares, lluvia que ayuda en la producción de

energía hidráulica, es decir fuentes energéticas continuas y no se agotan. Estas energías alternativas suelen ser comúnmente para la alimentación de arranque de distintos sistemas de generación de electricidad.

En la actualidad una gran parte de la población en todo el planeta no confía en la implementación de éste tipo de fuentes de generación de energías, para ello se aclaran las ventajas y desventajas de cara hacia el futuro de la electricidad moderna. Son tecnologías que ya en la actualidad se encuentra para su mayoría, en fase de implementación con ayuda de desarrollos sostenibles, como es el cambio de matriz productiva en el país. (Isabel Burgos Costalago, 2014).

2.4.1 Ventajas de las energías renovables

- Las energías son renovables

Esto significa que son energías principalmente amigables con el medio ambiente y que no contaminan, son de tiempo de usos infinitos, es decir que nunca se agotaran.

- Beneficios medioambientales

Las energías alternativas son limpias y no conllevan apenas la emisión de gases de efecto invernadero. No se agotan recursos naturales y tienen mínimos impactos sobre el medio ambiente.

- Son fuentes fiables de energía

El uso de los combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica ha tenido un gran aporte durante muchos años pero traen consigo contaminación al medio ambiente, todo lo contrario con las energías alternativas, de las cuales se puede obtener generación de electricidad confiable y limpia que no contamina al medio ambiente.

- Beneficios económicos

Los réditos económicos que trae consigo el uso de éstas alternativas, son de gran compensación al costo de su implementación. Puede tener amplia ventaja a comparación de otros tipos de fuentes convencionales. E inclusive durante su etapa de implementación generan fuentes de trabajos, hasta por mantenimientos o comercialización. A su vez también la economía en las zonas de construcción crece para proveedores de materiales, maquinarias, alquiler de equipos, etc. Que contribuyen en gran manera a la economía del país (Isabel Burgos Costalago, 2014).

2.4.2 Desventajas de las energías renovables

- **Fiabilidad del suministro**

Dentro de sus desventajas es que depende mucho de la fluidez de su fuente de adquisición como lo son el sol, viento, lluvia según corresponda la procedencia de su generación.(Admin, 2014)

- **Gran inversión**

La inversión para este tipo de proyectos para su desarrollo que va desde el estudio, análisis y su gran planificación hace que conlleve a un altísimo coste.

- **Ocupación de grandes superficies**

Todas las plantas de generación de energía de todos los tipos que conocemos requieren un espacio físico de amplio para su construcción para su implantación (ECrowd!, 2016)

CAPÍTULO 3

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

3.1 Aguas residuales

Se consideran como aguas residuales a todas aquellas que provienen de distintos procesos que hayan alterado su calidad. Pueden incluir todo tipo de aguas que sean direccionados a algún punto de drenaje. Las aguas residuales se las encuentran de tipo, ordinarias ó también llamadas domésticas que son las que provienen de los residuos de las poblaciones, en zonas comerciales, etc. que sin tomar en cuentas su procedencia íntegramente están aproximadamente tienen la misma composición. (Ramón & Joan, 1989, p. 67)

Las aguas residuales son las resultantes después de haber sido utilizadas ya sea en fábricas, agricultura y nuestros domicilios. Representan un peligro y atentado para la salud de todos los seres vivos debido gran cantidad de microorganismos, en la figura 3.1 podemos ver un ejemplo de como en ciudades encontramos los sistemas de alcantarillado que desembocan en las aguas residuales en los ríos. Son aguas que se encuentran contaminadas de desechos de todo tipo que conlleva a un foco de epidemias o cadenas de agentes que pueden llevar hasta inclusive a la muerte. (M. Espigares, 1985, p. 2)



Figura 3.1 *Aguas Residuales*
Fuente: Poyectoryc

3.2 Tipos de aguas residuales

Las aguas residuales provienen de varios tipos de aguas, en la tabla 3.1 se muestra algunos de esos tipos con su descripción correspondiente.

Tabla 3.1 *Tipos de aguas residuales*

Tipos de aguas residuales	
Domésticas	Son las producidas por el ser humano en su hogar ya sean por lavandería, aseo personal, cocina. etc.
Agrícolas	Proviene de labores agrícolas, ganaderas o sencillamente de áreas rurales.
Aguas lluvias	También llamadas aguas blancas, que son las producidas por la propia naturaleza que llevadas a un caudal como el alcantarillado de las ciudades se convierten en residuales por mezclarse con otros organismos y materias.
Residuos líquidos industriales	Se tratan de las aguas que provienen de toda actividad de fabricas que utilicen o intervenga agua para su proceso de producción.

Fuente: Cyclus

3.3 Características de las aguas residuales

3.3.1 Características físicas de las aguas residuales

A continuación se muestra la tabla 3.2 de las características físicas de las aguas residuales.

Tabla 3.2 *Características físicas de las aguas residuales*

Características físicas de las aguas residuales	
Color	El color de las aguas residuales es producido a través de los sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. Gris en condiciones normales. En ausencia de oxígeno aparecen coloraciones negruzcas y las aguas residuales provenientes de las industrias se presentan de cualquier color (Karely Gzz, 2014).

Olor	Los olores son muy intensos, persistentes o molestos y se producen por el desprendimiento de gases propios de las aguas residuales, es fácil de ser percibido por todo aquello que se encuentre cerca de éstas aguas. Estos olores son en general relacionados en el proceso de tratamiento de las aguas residuales con el sulfuro de hidrógeno, amoníaco, dióxido de azufre, escatol, mercaptanos, aminas e índoles (Juan Morgan, Sergio Moiseev, & Adalberto Noyola, s/f, p. 2)
Temperatura	La temperatura de las aguas residuales afecta a la actividad biológica por la cantidad de gases producidos dentro del biodigestor, puesto que la temperatura tiende a variar por muchas horas durante toda la época del año entre 10 y 21 grados centígrados.
Conductividad	El resultado de la conductividad de las aguas residuales como su uso aumenta y se mantiene entre un intervalo de 1.000 a 2.000µ Siemens/cm, el aumento de conductividad se presenta debido al incremento de NO ₃ y SO ₄ . (G, Goyenola, 2007, p. 1)
Sólidos	En aguas residuales se encuentran distintos sólidos diferenciándose de los orgánicos e inorgánicos. Uno de los principales objetivos es precisamente la depuración cuya finalidad consiste en la eliminación de los sólidos que se encuentran contenidos en las aguas residuales. Dichos sólidos los clasificamos de la siguiente manera (Universidad de Salamanca, s/f, p. 5).
Sólidos totales	Básicamente consiste en el proceso de evaporación del agua y pesamos el residuo seco resultante (Universidad de Salamanca, s/f, p. 5)
Sólidos disueltos	Se conocen como sólidos disueltos a todos los sólidos que se quedan retenidos en el proceso de filtración fina. En general, los sólidos disueltos son en un 40% orgánico y 60% inorgánicos. (Karely Gzz, 2014)

Fuente: El autor

3.3.2 Característica química de las aguas residuales

Dentro de las características químicas existe una importante descripción de las aguas residuales.

- **Materia orgánica.-** Para la materia orgánica bordea alrededor de una tercera parte de los elementos de las aguas residuales. También pueden

estar presentes en otros elementos como azufre, fosforo o hierro. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40-60 por 100), hidratos de carbono (25-50 por 100), y grasas y aceites (10 por 100). Otro compuesto orgánico con importante presencia en el agua residual es la urea, principal constituyente de la orina (M. Espigares & j, Pérez, n.d.).

3.4 Descripción operativa de una PTAR

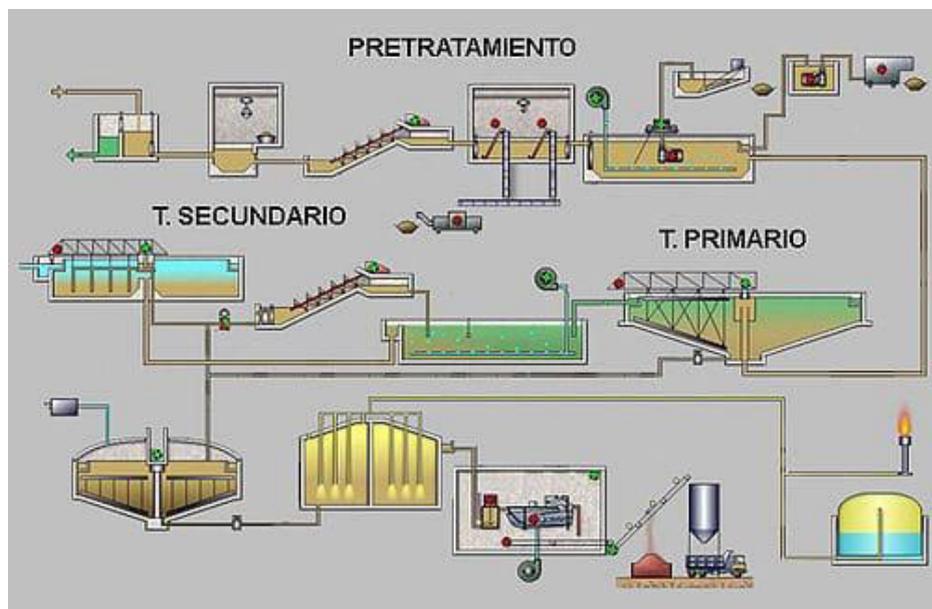


Figura 3.2 Fases de tratamiento para la planta de tratamiento
Fuente: Admin

La descripción operativa de una planta de tratamiento de aguas residuales se basa o determina en el fiel cumplimiento de los límites de descargas en cuerpos de aguas dulces referenciadas en las normativas ambientales de calidad ambiental y descargas, en el Libro VI, anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Un sistema para de tratamiento efectivo en aguas residuales es un tratamiento físico-químico.

Normalmente las plantas de aguas residuales en sus instalaciones cuentan con fases de tratamientos para las aguas, como tratamiento preliminar (pre-tratamiento), tratamiento primario que consiste en un proceso químico asistido para desinfección de la materia a tratar, tratamiento secundario y un tratamiento terciario que consiste en un complemento biológico.

Los pre-tratamientos, se componen de rejjas gruesas que sirven para captar los sólidos más gruesos de las aguas residuales antes de ingresar al tratamiento primario, también se encuentra de rejillas finas de 6mm para captar los sólidos que pudieron escaparse de las cribas o rejjas gruesas desarenadores tipo vórtice y clasificador de arenas. Por otro punto los tratamientos primarios incluyen tanques de floculación aireada, equipados con tratamiento químico, clarificadores primarios, espesadores por gravedad, y equipos de deshidratados con prensa banda.

Para los tratamientos terciarios, se realiza una desinfección con cloro cuando el agua tratada llega a su punto de descarga final del tratamiento antes de ser depositada en los caudales de ríos para ser devueltos al medio ambiente. En el Anexo 3.1 se detalla las características de la PTAR Las Esclusas. A continuación se muestra el plano 1/3 del proceso de tratamiento de aguas residuales Las Esclusas

3.5 Descripción de los componentes y sistemas de una PTAR

3.5.1 Pre-tratamiento

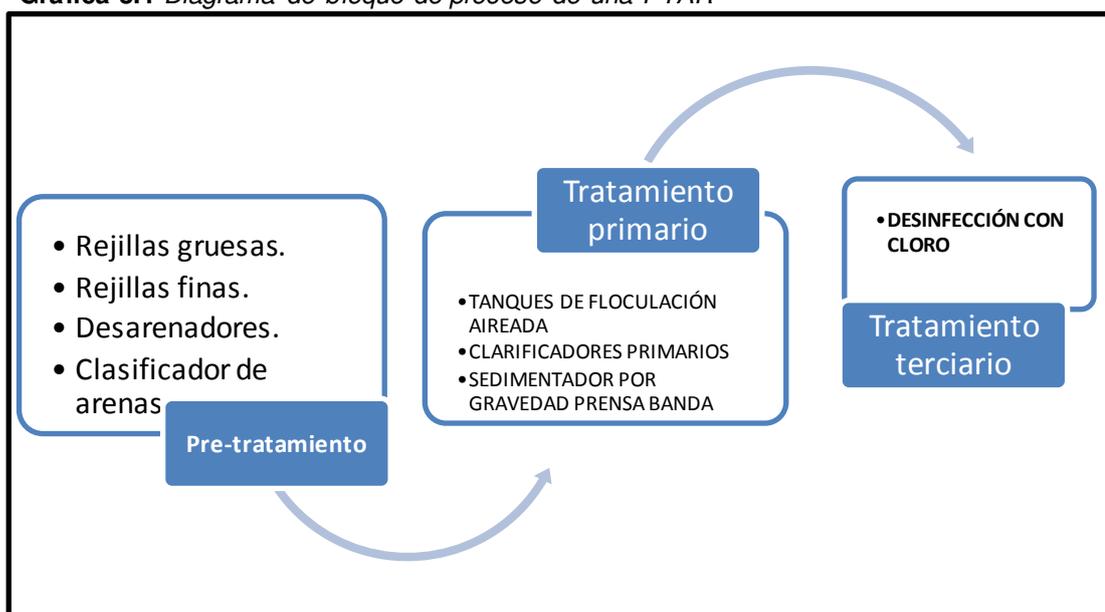
El pre-tratamiento es el primer proceso de acogida de las aguas residuales que se realiza para el acondicionamiento, se trata de una estructura con una profundidad de 10 mtrs aproximados en forma de pozo receptor de las agua a tratar, donde se separan todos los sólidos que pudieran taponar el proceso de tratamientos más adelante. El pre-tratamiento se encuentra constituido para cuatro equipos que sirven para

completar el ciclo de separación de los sólidos. (Octavio Morales Soto, 2003).

Los pretratamientos son los realizados como antecedentes a los tratamientos primarios, secundarios, o terciarios y sirven para aumentar la efectividad de estos procesos. Existe el pretratamiento de las aguas residuales donde se da el primer paso que consiste en la filtración del agua para la eliminación de los desechos sólidos donde el agua pueda circular a través de tuberías en dirección de las cámaras de depuración. En el pretratamiento se utiliza procesos biológicos aeróbicos para la desintegración de la materia contaminante que se encuentra presente en el agua. En estos procesos se utilizan rejillas, tamices y los microfiltros. (Admin, 2014)

A continuación se observa un diagrama de bloques con el proceso realizado en una planta de tratamiento de aguas residuales. Ver más en el Anexo 3.3 Tabla de árbol de acciones por fase del proyecto PTAR Las Esclusas

Gráfica 3.1 Diagrama de bloque de proceso de una PTAR



Fuente: El autor.

- Elementos o equipos de los que se encuentra compuesto un pre-tratamiento:
 - 1) Cámara aireada de mezcla del afluente.
 - 2) Rejillas.
 - 3) Desarenadores tipo vórtice.
 - 4) Clasificador de Arenas.

1) Cámara aireada de mezcla del afluente

Es un equipo cuya función es homogenizar los caudales de aguas negras que ingresan como parte del pre-tratamiento, permite suspender los sólidos y elimina el Sulfuro de Hidrógeno, además de tener una salida o desagüe de emergencia para cuando se presentan obstrucciones por sólidos en las rejillas finas, activándose por el nivel del agua que sube hasta un vertedero de la cámara de mezcla.

Dentro de éste proceso realizado por la cámara, se aprovecha y se instalan extractores de malos olores que son bombeados hasta un sistema de tratamiento de biofiltros para ser procesados los malos olores. Más adelante se encuentra figura 3.3 se muestra la gráfica de la cámara aireada de mezcla del afluente.

La construcción de la cámara se la realiza de hormigón y por mantenimiento se prevé una escalera para acceso interno, como también una zona de descarga de rocas.

2) Rejillas.

El objetivo de las rejillas es eliminar los materiales o sólidos gruesos que pudieran afectar u causar daños al resto de equipamientos como las bombas y hasta bloqueasen el libre flujo de caudales en las tuberías. Éste sistema se conforma de 4 rejillas gruesas de 8mm y 4 rejillas finas con aperturas circulares de 6mm en la entrada. Más adelante se observa la figura 3.4 estructura de las rejillas gruesas y finas de una PTAR. Como parte

de sistema los residuos detenidos en las rejillas son transportados con el uso de bandas transportadoras que descargan a camiones para que el material sea utilizado como abonos o fertilizantes en el agro. Su principal objetivo es retener basuras y todo material sólido grueso para en buen funcionamiento de las bombas, válvulas, aireadores, etc. Se utilizan para desbastes previos, y de filtro para que los desechos grandes no produzcan daños a las maquinas (Octavio Morales Soto, 2003)

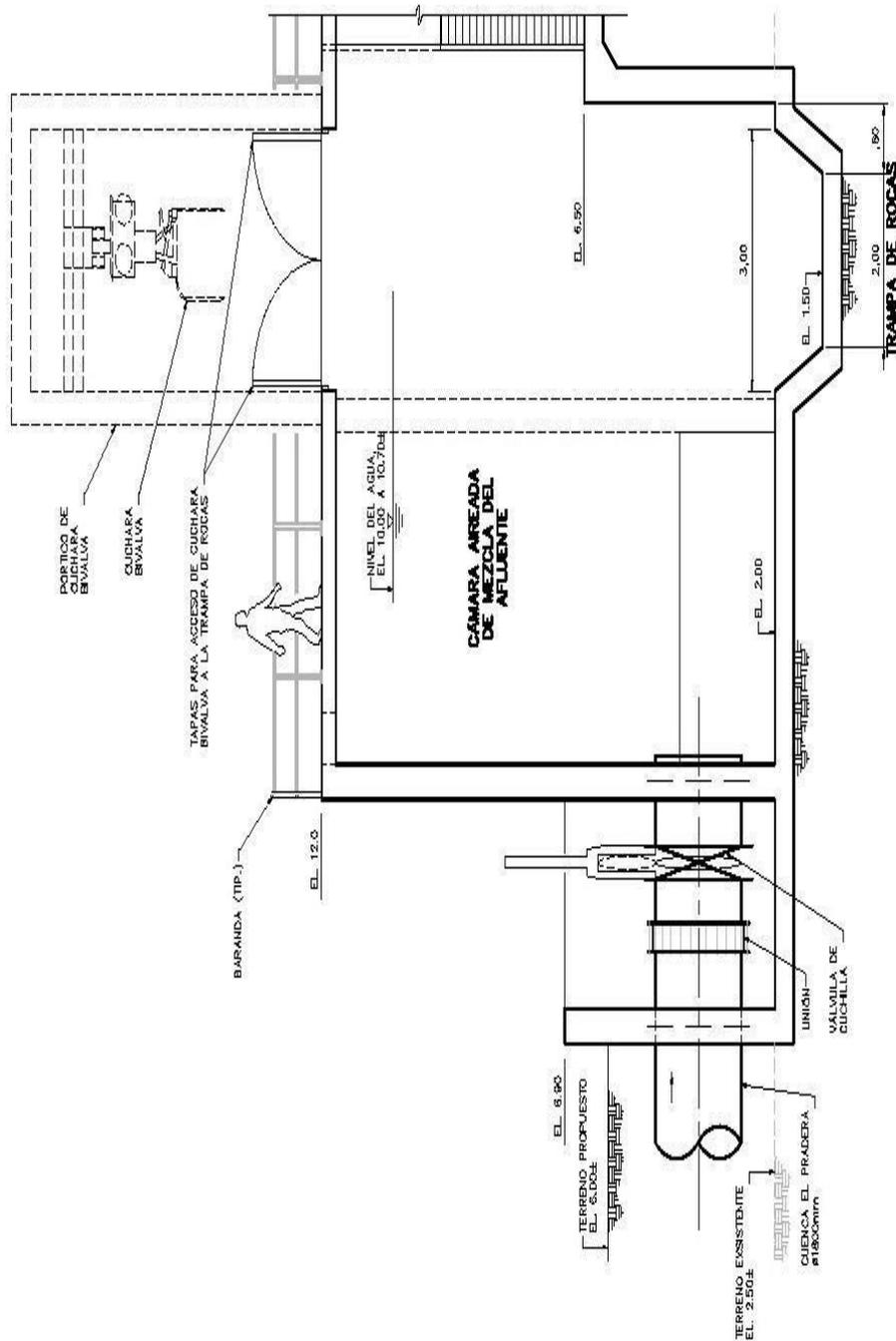


Figura 3.3 Gráfica de la cámara aireada
Fuente: Hazen and Sawyer & Consulambiente Cía. Ltda.

Para el desbaste grueso del efluente se emplean rejillas cuya construcción se da con barras de 6 mm de grosor y son acopladas aproximadamente a 100 mm de distancia. La limpieza de las rejillas es importante por la acumulación de desperdicios gruesos y por ende debe realizársela con ayuda de la intervención de la mano del hombre. Se instalan en la llegada del colector a la estación depuradora, sirviendo como pretratamiento (A. Hernández & P. Galán, s/f, p. 2).

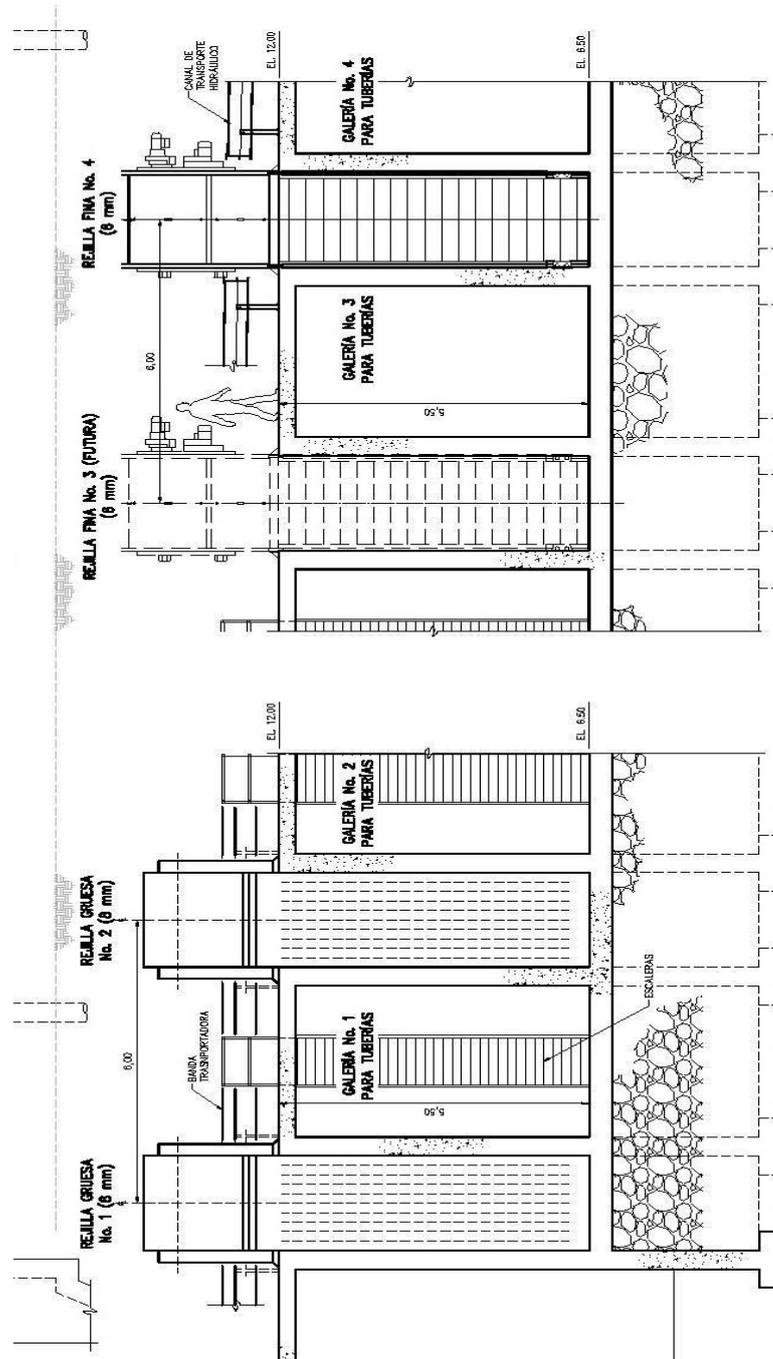


Figura 3.4 Estructura de las rejillas gruesas y finas
Fuente: Hazen and Sawyer & Consulambiente Cía. Ltda.

3) Desarenadores tipo vórtice.

Son estructuras hidráulicas que remueven partículas grandes que pudieran afectar o producir un deterioro de los distintos equipos mecánicos involucrados antes de pasar al tratamiento primario, tienen una forma de remolino que permite triturar aquellos sólidos gruesos que traen consigo problemas. Normalmente se instalan en paralelo dependiendo el tipo o capacidad ó dimensionamiento de la PTAR.

4) Clasificador de Arenas.

Procedente de los desarenadores y mediante bombeo con agua, éste equipo es capaz de separar la arena que se localizan en fondo de los canales. Su constitución le permite arrastrar arena con un tornillo transportador hasta un contenedor. A continuación figura 3.5 donde se puede apreciar el clasificador de arenas con el tornillo transportador.

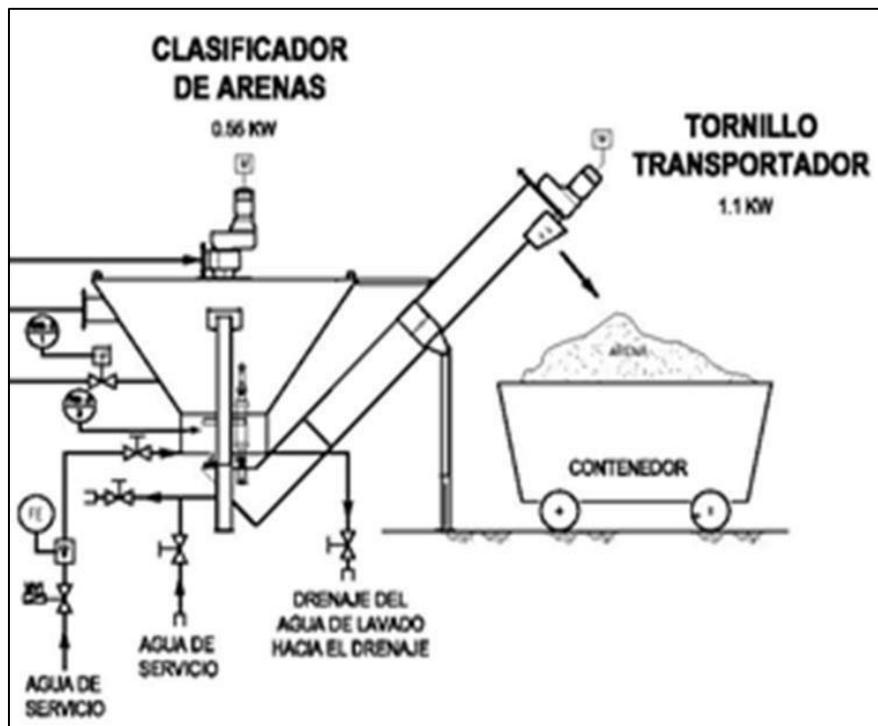


Figura 3.5 Clasificador de arena

Fuente: Hazen and Sawyer & Consulambiente Cía. Ltda.

3.5.2 Tratamiento primario

Los tratamientos primarios están formados por un sistema físico-químico que trabaja en combinación de equipos diseñados como ayuda para la separación de sólidos, grasas y aceites. El tratamiento primario tiene la tarea de eliminar los sólidos en suspensión y disminuir la carga orgánica del agua residual que no pudieron ser eliminados en el pre-tratamiento.

La coagulación-floculación son los mecanismos mediante el cual las partículas en suspensión son removidas del agua mediante el proceso de flotación.

En el caso de los sistemas de tratamiento biológicos de las aguas residuales. El tratamiento primario consiste en recibir las aguas en la remoción de los sólidos suspendidos floculentos en sedimentación, para la neutralización de la acidez o alcalinidad excesiva (G, Valencia, 1976, p. 2)

Es un sistema sencillo para el tratamiento de aguas, cuya función se direcciona en tratar de limpiar todas aquellas partículas que por sus dimensiones llegan alterar los demás procesos consecuentes. Indudablemente el tratamiento de aguas a nivel primario remueve el 60% de los sólidos suspendidos que se presenten y entre un 30 a 40% de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (A, valencia, 2013, p. 35)

3.5.3 Tratamiento secundario

Para el tratamiento secundario se considera que alrededor de un 65 a 80% de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO, 60 a 80% de Demanda Química de Oxígeno DQO, 60 a 70% de sólidos suspendidos y sólidos sedimentables y un 70% de aceites y grasas. Contempla el empleo de procesos biológicos y/o químicos para reducción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables, y sólidos suspendidos.

El tratamiento secundario generalmente está precedido por tratamiento primario, incluye generalmente procesos de desinfección. El tratamiento secundario de depuración constituye una serie de importantes procesos de tratamiento de las aguas residuales que tienen en común la utilización de microorganismos para la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto coloidal como disuelta, así como la eliminación de compuestos que contienen elementos nutrientes (N y P).

La materia orgánica constituye la fuente de energía y de carbono que necesitan los microorganismos para su crecimiento (bosscyclid, 2011)

3.5.4 Tratamiento terciario

La finalidad de los tratamientos terciarios es eliminar la carga orgánica residual y aquellas otras sustancias contaminantes no eliminadas en los tratamientos secundarios, como por ejemplo, los nutrientes, fósforo y nitrógeno.

Estos procesos son de naturaleza biológica o físico química, siendo el proceso unitario más empleado el tratamiento físico-químico. Este consta de una coagulación – floculación y una decantación. Otros procesos empleados como tratamientos terciarios son las resinas de intercambios de iones, la adsorción en carbón activo, la ultrafiltración, la ósmosis inversa, la electrodesinfección, las membranas cerámicas, etc.

Ver más en el Anexo 3.4 Diagrama de procesos de tratamiento de aguas residuales Las Esclusas

En la figura 3.6 mostrada a continuación apreciamos en ciclo completo que se debe realizar en la planta de tratamiento de aguas residuales, donde denotamos por partes, como las estudiadas, pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y terciario.

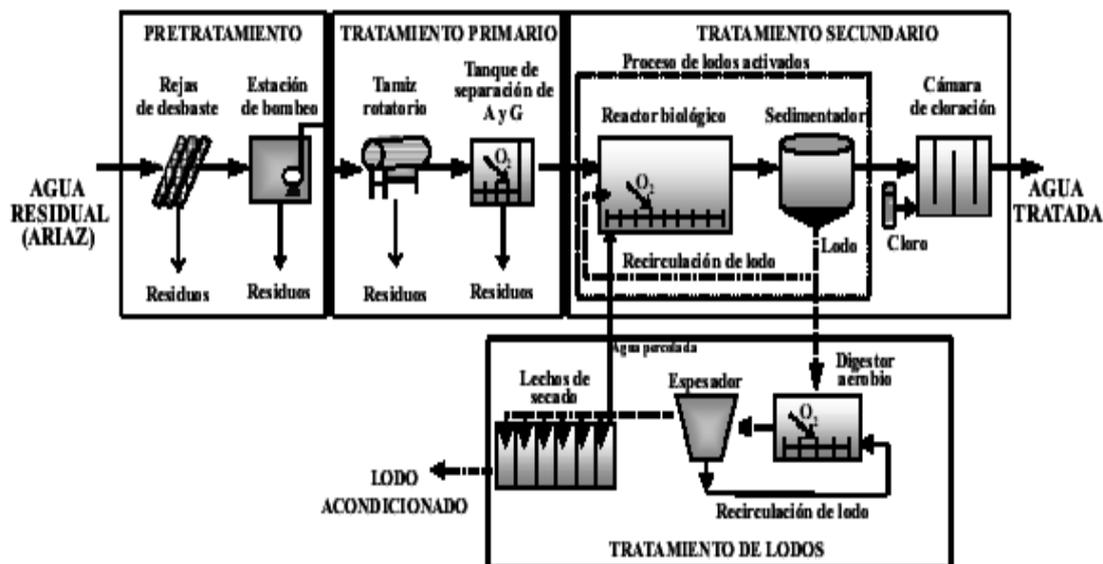


Figura 3.6 Unidades del sistema de tratamiento de aguas residuales de la industria.
Fuente: Scielo.

3.6 Descripción del sistema de control de olores

Como en cualquier tipo de tratamiento de aguas residuales la emanación de malos olores que son desagradables con el sulfuro de hidrogeno contenido y otros compuestos.

Existe un tratamiento especial para el control de estos olores utilizando la tecnología de biofiltros.

3.6.1 Biofiltros

Los biofiltros o también llamados filtros biológicos, permiten eliminar los malos olores producidos por las aguas residuales a partir de un flujo de corriente de aire o agua, aspirando el aire en el punto de emanación y enviado o dirigido hasta una cámara de acondicionamiento, éste proceso permite que en la digestión y metabolización sean transportados en compuestos que ya no huelan.

En la figura 3.7 se muestran las capas del biofiltro.

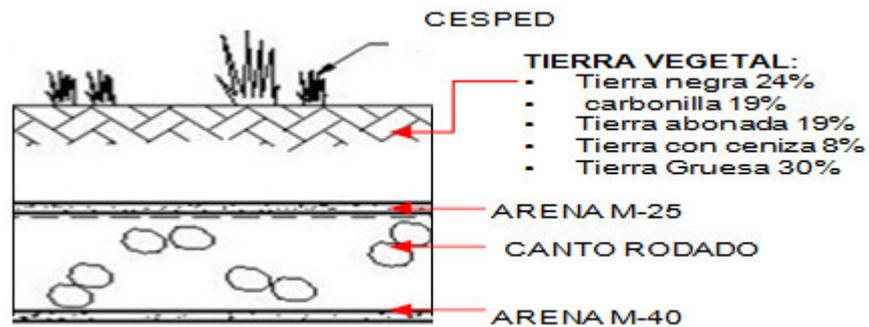


Figura 3.7 Capas del biofiltro

Fuente: Hazen and Sawyer & Consulambiente Cía. Ltda.

3.7 Dimensionamiento de una PTAR

El cálculo del dimensionamiento de una PTAR, en el presente capítulo se plantea realizarlo con datos orientados a proporcionar resultados del caso de estudio. Ver más en el Anexo 3.2 Tabla descriptiva de acciones consideraras de la PTAR Las Esclusas

Como referencia se tomará en cuenta parte de una población cuyos datos se consideran parte del sistema de depuración que a las condiciones del área a construirse la PTAR, se obtiene el procesamiento de la siguiente información:

- Características topográficas del lugar y condiciones ambientales.
- Población futura a servir y periodos de diseño.
- Caudales: pluvial, medio diario, máximo diario, de infiltración e industrial. Estos valores se obtienen con el dimensionamiento de la red de alcantarillado combinado.
- Calidad del agua residual descargada. Se determinan con la caracterización física – química y microbiológica

Para dimensionar una PTAR, se toma en cuenta los siguientes factores para el cumplimiento de los objetivos de estudio.

- Diagnóstico del área de estudio.
- Ubicación y extensión del área.
- Tamaño de la población.

- Climatología.
- Fisiografía y suelos
- Usos del suelo.

A continuación se detallan parte de las formulas empleadas y criterios que se toman en cuenta para el dimensionamiento de una PTAR.

Para esto se diseñan las unidades de tratamiento con el uso de ecuaciones y formulas, y criterios de diseños sugeridos por las normas para el tratamiento de aguas residuales como se menciona en el capítulo 6 de la normatividad ambiental de los tratamientos de aguas residuales.

Para el dimensionamiento de una PTAR se tienen que tomar en cuenta los siguientes aspectos.

- Se debe determinar el volumen de descarga a tratar.
- Se debe establecer qué tipo de tratamiento se va a realizar. En función de ésto se dimensionan los tanques.
- Se debe cumplir con los parámetros de descarga una vez tratadas las aguas.

3.7.1 Elaboración de planos

Para la elaboración de planos se debe citar información clave sobre la planta de tratamiento. Se logra con el software herramientas adecuado y comprobado AUTOCAD,

3.7.2 Materiales y equipos

Los materiales para realizar la actividad es la descrita a continuación:

- Medición de longitudes

Flexómetro, cinta métrica, libreta para apuntes, cámara fotográfica.

- Medición de caudales.
Flexómetro, guantes, mascarillas quirúrgicas, cámara fotográfica, cronometro, GPS.
- Medición de muestreo.
Guantes, botas de caucho, mascarillas quirúrgicas, frasco estéril, libreta para apuntes, cámara fotográfica, termómetro, PH metro.

3.8 Datos experimentales

3.8.1 Periodo del diseño

Para éste caso, se debe definir los planteamientos de tiempos en los que se desarrollen los ámbitos arquitectónicos, de los sistemas tratamiento primario, secundario o terciario.

3.8.2 Población total actual

Para realizar el proceso de cálculo de dimensionamiento para una PTAR, se tiene que obtener los datos del número de habitantes de la población de donde se plantea la ubicación a la que beneficiará la construcción de la planta de tratamiento correspondiente al área de estudio.

3.8.3 Población total futura estimada (Pf)

Consiste en la proyección del diseño para beneficios de la población donde va a prestar servicios a un futuro, extender de acuerdo al crecimiento del número de habitantes, utilizando estrategias, aritméticas, geométricas, logarítmicas, entre otras.

Donde se aplica la siguiente ecuación 1 para dimensionar la población total futura.

$$Pf = P_a * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \quad \text{Ec 1.}$$

Donde:

P_a = Número de habitantes actuales.

r = La tasa de crecimiento anual en forma decimal (%).

n = Periodo del diseño.

3.8.4 Área total (A_T)

Se necesita el área total en hectáreas, y el dato en porcentaje de la distribución de la población para obtener el terreno disponible para éste proyecto.

3.8.5 Densidad poblacional

Comprende el número de habitantes localizada en un área específica. Para la densidad debe mostrar la distribución de la población de forma zonificada. Se define mediante la siguiente ecuación 2.

$$P_p = \frac{P}{A_T} \quad \text{Ec 2.}$$

Donde:

P = Población (Hab).

A_T = Área total.

CAPÍTULO 4

REACTORES O BIODIGESTORES ANAERÓBICOS

4.1 Procesos de biodigestión

Para el correcto proceso de biodigestión se plantean varios aspectos ambientales para orientar los diferentes tratamientos para el manejo de los residuos orgánicos. Búsquedas de alternativas como bioprocesos que permitan la solución de problemas para diversos residuos orgánicos como las aguas residuales por ejemplo.(Prof, M. Varnero, 2011, p. 12)

4.2 Digestores anaeróbicos para la producción de biogás

La digestión anaerobia, es el proceso biológico que influye en la ausencia de oxígeno sobre la materia. Como tal se puede describir a los digestores anaeróbico como un cilindro sellado mediante el cual ingresan todas las materias tanto orgánicos e inorgánicos a tratar. (Prof, M. Varnero, 2011, p. 12).

Dentro del mismo se evidencia la ausencia de oxígeno y las bacterias anaeróbicas se multiplican y procesan la materia, para finalmente obtener gas metano que tiene varios usos y centrados en el presente trabajo de titulación se dirige a la generación de energía eléctrica. (María Teresa Varnero Moreno, 2011, p. 54)

Existen varios tipos de biodigestores y entre los más destacados se encuentran, el biodigestor de domo flotante y el biodigestor de domo fijo, por sus costos y más accesibilidad en instalación constituyen los más utilizados para el diseño de planta de aguas residuales.

Estos sistemas incluyen una cámara de carga y un dispositivo de captación y almacenamiento de biogás, contienen un postratamiento (filtro y

piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor (Javier Andrés, 2010, p. 24)

En la figura 4.1, describe gráficamente la concentración y obtención de biogás dentro de un biodigestor anaeróbico, con su propio medidor de biogás.

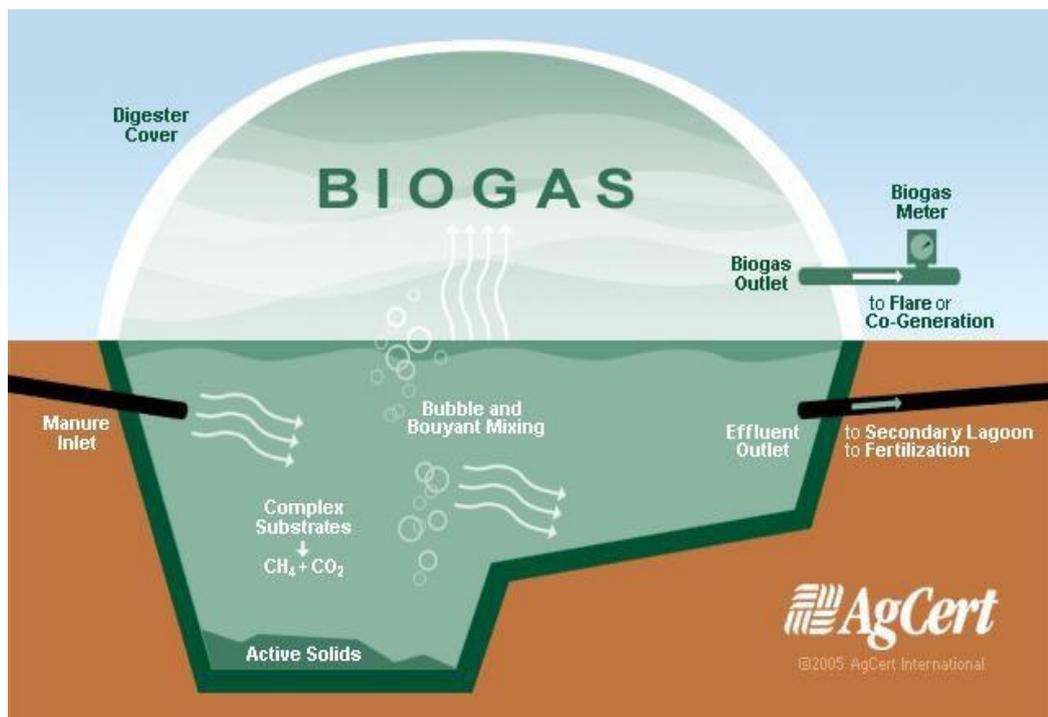


Figura 4.1 Biodigestor anaeróbico. Representando la concentración de biogás
Fuente: Aguas con el polo

4.3 Co-digestión anaerobia

Se define como la separación sólido-líquido del digestado, desulfurización del biogás. También decimos que la co-digestion consiste en proceso de tratamiento que reciben los diferentes residuos orgánicos con la finalidad de:

- Aprovechar para que los procedimientos sean las eficaces.
- Compartir las instalaciones.
- Amortiguar las variaciones de cada residuo por separado.

4.4 El biodigestor anaeróbico

Los biodigestores cumplen la función de agitación continua de los desechos y se mantienen a una temperatura y presión determinada. Después del proceso de tratamiento primario, para las aguas residuales, continua el tratamiento secundario que consiste en la biodigestión anaeróbica, que captan los lodos generados en el tratamiento primario para ser estabilizados antes de ser dispuestos como rellenos sanitarios, o fertilizantes. El biodigestor dependiendo de su construcción tiene la función de ser un tanque o capsula cerrada de cualquier forma, tamaño y material. Donde se realiza el almacenamiento de las materias orgánica mezclada con agua que al existir la descomposición en ausencia de aire genera el biogás.

En la 4.2 de la aplicaciones se muestra un diagrama de bloques donde se destaca como factor fundamental el uso de biodigestores por el cual pasa el proceso de las aguas residuales y su aporte para el aprovechamiento después de cumplida su función de generar biogás para usos en plantas de electricidad y la utilidad como fertilizantes.

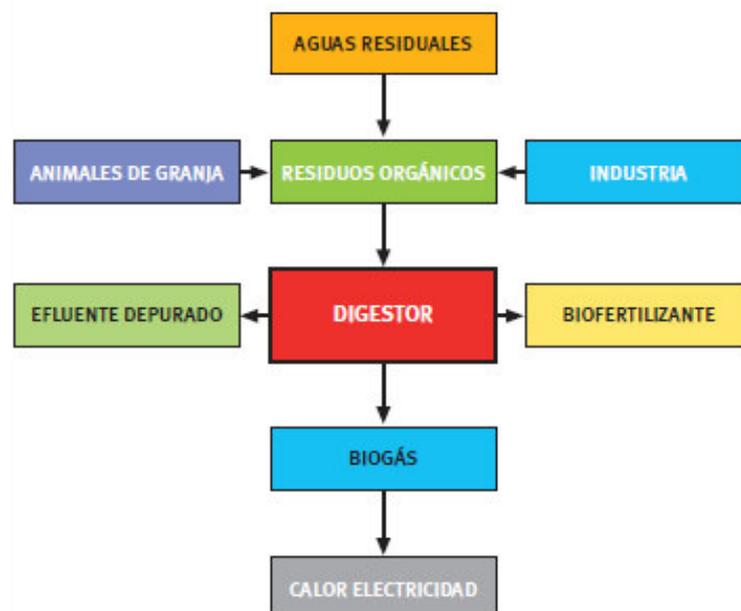


Figura 4.2 Aplicaciones y productos del proceso de digestión anaerobia.
Fuente: BESEL, S.A

Cuando se trata de digestores anaeróbicos pueden tomar cualquier forma se da a entender que éstos pueden ser tanques cilíndricos, rectangulares, esféricas o semiesféricas, éstas formas sólo del usuario dependerá y también de las facilidades de la construcción.

- Descripción de la disposición final de biosólidos

Como resultado de los tratamientos de aguas residuales, procesados en el tratamiento primario, y se origina los sólidos conocidos como lodos residuales. Estos lodos son deshidratados parcialmente con espesadores de lodos cubiertos para el control de olores, su nivel de deshidratación llegan al 30%. Para garantizar que los biosólidos producidos en una planta de tratamiento tengan una adecuada estabilización y tratamiento se desarrollan diseños de líneas de lodos que contengan espesamiento, deshidratación y estabilización con el uso de biodigestores anaeróbicos, no obstante se suelen presentar inconvenientes para los proyectos por su alto costo de instalación. Los biosólidos tienen como finalidad una reutilización como parte del proceso del tratamiento de aguas residuales, su destino final puede ser en rellenos sanitarios municipales.

4.5 Clases de biodigestores anaeróbicos

Los digestores por su composición y apariencia física son de mucha más demanda de instalación en las plantas de tratamientos de aguas residuales y son los siguientes sistemas o clases:

- Biodigestores de flujo discontinuo.
- Biodigestores de flujo semicontinuo: De cúpula fija chino, De cúpula móvil o flotante (hindú).
- Biodigestores de flujo continuo.

4.5.1 Biodigestores de flujo discontinuo

Los sistemas discontinuos cuentan con una curva de evolución temporal para la producción de biogás la cual se rige a una sola tendencia para la típica curva de crecimiento de microorganismos (crecimiento exponencial). Es aquí donde aparece el concepto donde el tiempo de retención no tiene sentido y se hablaría de tiempo de digestión. Para conseguir una producción de biogás cercana a la continuidad deben combinarse varios reactores discontinuos con puestas en marcha intercaladas en el tiempo.

Estos reactores normalmente se aplican a concentraciones de residuos con una alta concentración de sólidos que se encuentren la dificultad de un sistema de bombeo como por ejemplo los residuos de ganado. (D, Maestre, 2013)

4.5.2 Biodigestor de flujo semicontinuo domo fijo

También llamada planta de domo fijo tipo chino. Básicamente estas plantas consisten en un recipiente fijo o inmóvil para el gas, que permanece en la parte superior del digestor.

Éste reactor cuenta con una cámara de gas-firme construida de piedras u hormigón, su superficie interior es sellada por muchas capas delgadas de mortero para conseguir que sea más firme.

El almacenamiento del gas producido durante la digestión anaeróbica bajo el domo y cambia de sitio algunos volúmenes del digestor en la cámara efluente, esto debido a las presiones en el domo entre 1 y 1.5 m de agua (Ruiz, 2009).

En la figura 4.3 digestor de domo fijo tipo chino, se muestra el proceso

de funcionamiento desde el ingreso de la materia hasta la producción de biogás.

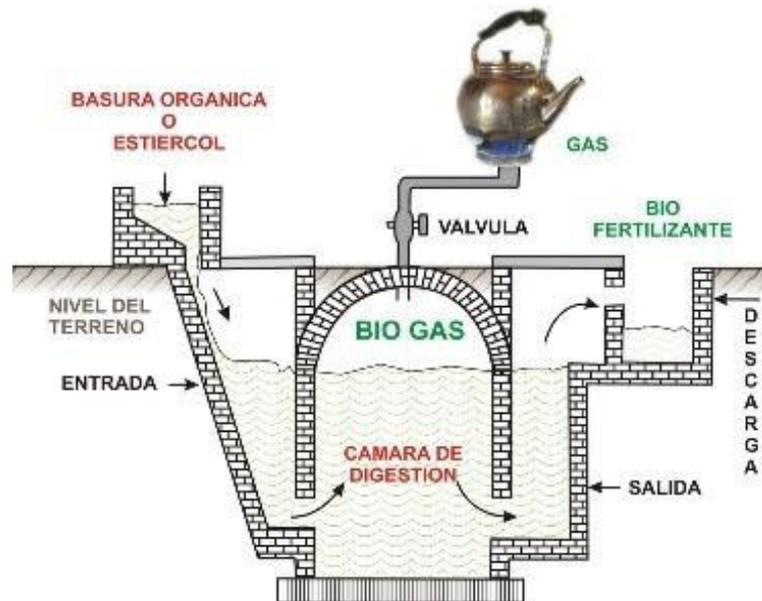


Figura 4.3 Digestor de domo fijo tipo chino
Fuente: Aternic

Dentro de las ventajas se encuentra el costo de su construcción que es relativamente bajo y posee una vida útil larga. Debido a que su construcción es subterránea permite un ahorro tanto de espacio como también se protege a si mismo por el cambio de temperaturas, a demás de ser una fuente de empleo indirecto en cualquier proyecto de construcción de éste tipo (I, Corona, 2007, p. 28).

Para la figura 4.4 se muestra un digestor de domo fijo en el cual se encuentran detalladas sus parte de las esta compuesto y su estructura. Digestor de domo fijo tipo chino y sus partes.

- | | |
|---|--|
| 1) Tanque de mezcla con tubería de entrada y trampa de arena. | 4) Gasómetro. |
| 2) Digestor. | 5) Tubería de gas. |
| 3) Tanque de compensación y eliminación. | 6) Escotilla de entrada con sello hermético. |
| | 7) Acumulación de fangos espesos. |

- 8) Tubería de salida. 10) Sobrenadante escoria
 9) Nivel de referencia. interrumpido por diferentes niveles.

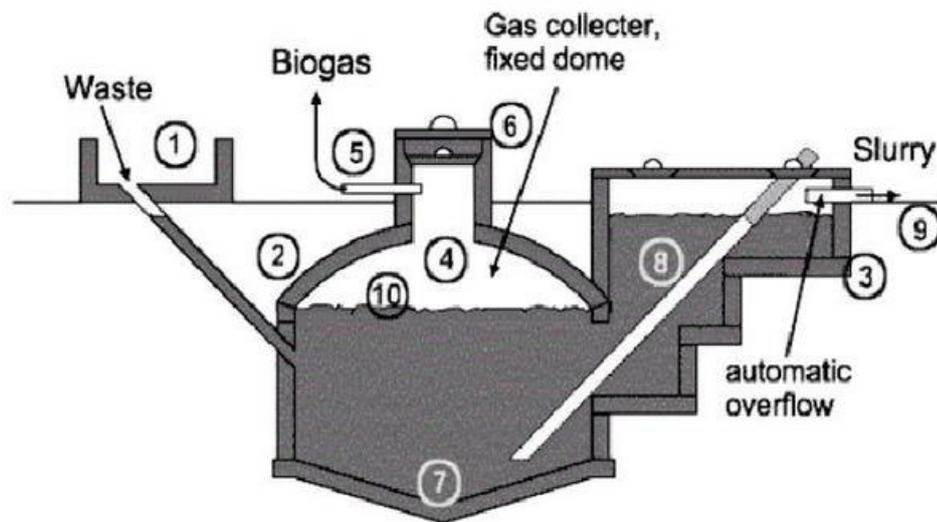


Figura 4.4 Digestor de domo fijo tipo chino
Fuente: Cynthia Giovanna – Académia

4.5.3 Biodigestor de flujo semicontinuo tambor flotante

Se considera planta de tambor flotante al digestor que se encuentra bajo tierra con un recipiente móvil para gas. Éste recipiente para gas flota, ya sea sobre la mezcla de fermentación o en una chaqueta de agua. El gas que se recolecta en el tambor que se encuentra en estado de elevación o baja, sólo dependiendo de la cantidad de gas que se ha almacenado.

Dentro de sus ventajas cuenta con una operación simple y fácil de entender, puesto que el volumen de gas almacenado es de fácil visibilidad directamente. La presión de gas es constante, esto gracias a su determinación de peso dentro del recipiente de gas. Por otra parte dentro a lo que corresponde como sus desventajas, se encuentra los altos costos de los materiales para el tambor de acero, la susceptibilidad a la corrosión por estar compuesto de acero, por lo que reduce y limita su vida útil por ende la

planta es de corta vida, si sus costos fijos por mantenimiento para pintar el tambor (Giovanna, 2014, p. 4).

Véase en la figura 4.5 diagrama de una planta de tambor flotante.

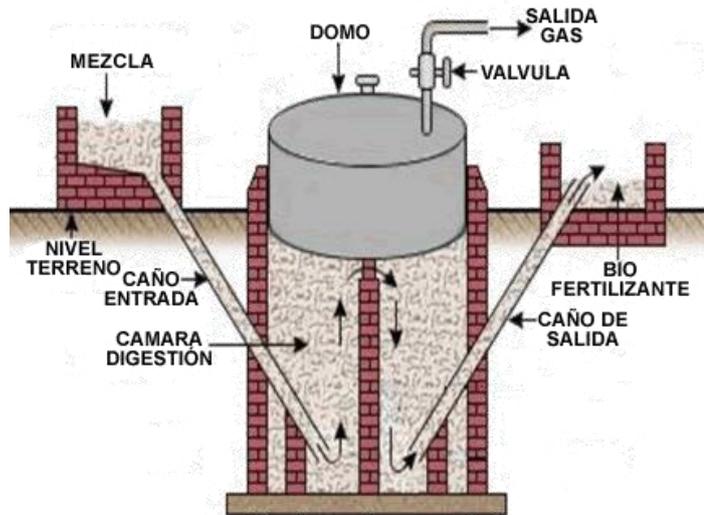


Figura 4.5 Diagrama de una planta de tambor flotante
Fuente: Energías limpias

Para la figura 4.6 se muestra un digestor de domo fijo en el cual se encuentran detalladas sus parte de las esta compuesto y su estructura.

- 1) Pozo de mezcla.
- 2) Digestor.
- 3) Gasómetro.
- 4) Depósito de la suspensión
- 5) Tubería de gas.
- 11)Tubo de llenado.
- 31)Guía de encuadre

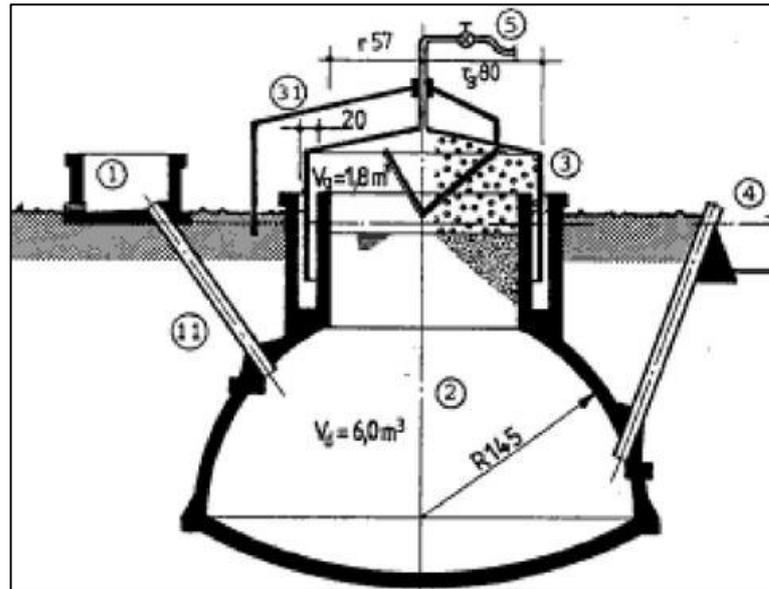


Figura 4.6 Diagrama de una planta de tambor flotante
Fuente: Cynthia Giovanna – Académia

4.5.4 Reactor de mezcla completa sin recirculación

Este reactor mantiene una distribución uniforme de concentraciones, tanto de sustrato como de microorganismos. Esto se consigue mediante un sistema de agitación.

Ésta puede ser mecánica (agitador de hélice o palas, de eje vertical u horizontal) o neumática (recirculación de biogás a presión), y nunca violenta. Esta tipología de reactor no ofrece problemas de diseño y es el más utilizado para residuos.

Los métodos de retención de biomasa son básicamente dos:

- a) Inmovilización sobre un soporte (filtros anaerobios y lechos fluidizados);
- b) Agregación o floculación de biomasa y su retención por gravedad (reactores de lecho de lodos).

El modelo de este reactor permite ser aplicado para los distintos residuos orgánicos, como división orgánica para residuos municipales,

La falta de homogenización para las secciones transversales en la dirección del flujo es su principal desventaja a parte de las configuraciones horizontales con lo cual se obtiene opción de evitarlo a través de un sistema de agitación transversal. (D, Maestre, 2013)

4.5.5 Plantas tipo globo

Para este modelo de planta se describe como su nombre lo indica, es un globo que tiene en su parte superior, donde se almacena el gas, tanto la entrada y salida se encuentran en la parte superior de la bolsa. Dentro de sus principales ventajas encontramos el bajo costo, fácil transportación, limpieza, fácil transportación, poca sofisticación para su construcción mantenimiento y vaciado (I, Corona, 2007, p. 28).

4.6 Accesorios de los biodigestores

Dentro de los accesorios que encontramos en los biodigestores se encuentran los siguientes:

- Filtro de biogás. Se encarga de eliminar H_2SO_4 y H_2S
- Gasómetro
- Serpentina de calefacción
- Trampa de agua

CAPÍTULO 5

PRODUCCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL BIOGÁS

5.1 Historia de la aplicación del biogás

Los altos costo de generación de energía eléctrica que son producidos por métodos convencionales utilizando materiales fósiles, la contaminación ambiental por su excesivo uso y otros costos indirectos que se imponen para su obtención, se requiere una importante intervención inmediata que a través de energía renovable se pueda generar energía eléctrica, con menores o casi nulos impactos al medio ambiente y sociedades (Ing. G Moncayo, 2008, p. 37).

5.2 Característica técnica del biogás

La principal utilidad del biogás es su uso como el biocombustible generado a partir de la degradación biológica de sustratos orgánicos. Llámamos y en el plano científico todos estamos de acuerdo en que el biogás proviene de la composición constituida a partir de metano CH_4 con una porción que rige entre 50 y 70%. También de dióxido de carbono CO_2 que se encuentra contenido en proporciones de diferentes gases como el hidrogeno, nitrógeno y sulfuro de hidrogeno.

El biogás por ser un gas que se origina o proviene de la fermentación de productos orgánicos, como se describe también en otros capítulos anteriores, obedece a la presencia de metano en su composición.

La composición del biogás es varias dependiendo cual sea su producción, como se conoce tal producción proviene por medio de un tratamiento que resulta del control de digestores anaeróbicos de materias orgánicas por bacterias. Además el biogás de una fuente varía por los

propios efectos de cambios variantes en el proceso composición del sustrato, la humedad y temperatura (Gamma Ingenieros, 2011, p. 38)

La tabla 5.1 muestra las cualidades principales de las que se encuentra compuestos el biogás para su aprovechamiento.

Tabla 5.1 *Cualidades principales Biogás*

Energía envuelta en 1 m ³ de biogás	6 - 6,5 kWh
Capacidad Calor Calorífico	4500 - 6500 Kcal /m3
Densidad de Biogás	1,16 - 1,27 kg / m3
Temperatura de combustión	650 - 750 C
Presión dentro de un reactor de Biogás	0,05 atm

Fuente: Zorg Biogas AG

El biogás tiene un amplio empleo energético, para aprovechamiento de sus cualidades que se describen a continuación como ventajas en distintos ámbitos.

Tabla 5.2 *Composición y características del biogás*

CARACTERISTICAS	CH ₄	CO ₂	H ₂ -H ₂ S	OTROS	BIOGAS 60/40
Proporciones % Volumen	55 - 70	27 - 44	1	3	100
Valor Calórico MJ/m ³	35,8	-	10,8	22	21,5
Valor Calórico kcal/m ³	8600	-	2581	5258	5140
Ignición % en aire	5-15	-	-	-	6-12
Temp. ignición en °C	650 - 750	-	-	-	650 - 750
Presión crítica en Mpa	4,7	7,5	1,2	8,9	7,5 - 8,9
g/l	0,7	1,9	0,08	-	1,2
Densidad relativa	0,55	2,5	0,07	1,2	0,83
Inflamabilidad Vol. en % aire	5-15	-	-	-	6-12

Fuente: Textos científicos

5.3 Producción y usos del biogás

La producción de biogás se la realiza en instalaciones destinadas a ésta actividad, donde contienen sustratos y por consiguiente permite el control del proceso. El Biogás es producido a través de la digestión

anaerobia de biomasa. El biogás es una mezcla de gases producido por una fuente natural, su producción se da a través del proceso metabólico de descomposición de la materia orgánica sin la presencia del oxígeno. La generación natural de biogás es una parte importante del ciclo biogeoquímico del carbono, sin embargo para obtener el biogás es necesario contar con la biomasa la cual es toda aquella materia orgánica acumulada como consecuencia de procesos biológicos. El biogás tiene su funcionalidad muy excelente el cual es que puede ser utilizado para la producción de electricidad o calor. La principal aplicación que hayamos en el biogás la cogeneración con motores de combustión interna.

En la figura 5.1, se ilustra ejemplo del uso y aprovechamiento de biogás para generar energía, mostrada la cadena de producción que inicia desde la concentración de materias orgánicas para luego pasar por tratamientos, posterior llegar al biodigestor para la producción de biogás con aplicación final de impulsar a una planta de generadores eléctricos.

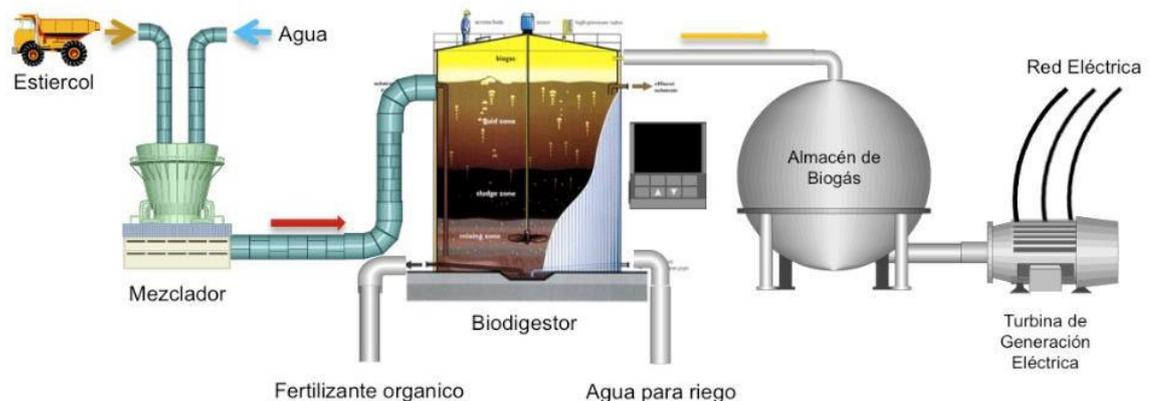


Figura 5.1 Proceso para la obtención de energía eléctrica por medio de biogás.
Fuente: Ferrofuels

5.4 Tipos de biogás

El tipo de biogás se lo define como su origen o procedencia, también dependiendo de su proceso. El biogás se lo encuentra en sus condiciones naturales en vertederos Siloxanos, H₂S, Hidrocarburos halogenados, etc. (Joaquín Reina Herdz, 2014)

- Por relleno sanitario: Donde las instalaciones disponen la eliminación de residuos sólidos domiciliarios y asimilables.
- Por planta de aguas residuales PTAR.
- Por plantas de fermentación controlada de los residuos sólidos o líquidos de origen agrícolas, animal o industrial.
- Tratamiento de Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Urbanos (FORSU)

5.5 Acondicionamiento del biogás

Previo al inicio de almacenamiento de los residuos de la materia dentro del reactor, se ejecuta procedimientos de acondicionamiento. Dependiendo del tipo de reactor. La finalidad de estos procedimientos es el ingreso de los residuos en el reactor homogéneamente posible, y sobre todo mantener las condiciones físico-químicas adecuadas. La manera que se emplea para acondicionar el material residual de entrada puede ser por pretratamientos, provocando disminuir el tamaño de partícula, calentamiento, control de pH, eliminación de metales y eliminación de gérmenes patógenos.

Cuando se manejan ciertos sustratos, como los producidos en las PTAR, es vital que no sean almacenarlos por un tiempo excedido, debido a la producción de fermentaciones espontáneas hace decaer muy precipitadamente la productividad de biogás.(Andrés Pascual, & Belén Fernández, 2011, p. 84)

El acondicionamiento del biogás es tan necesario para precautelar la vida útil del generador eléctrico, pues bien se conoce que el biogás es rico en contenido de humedad y otros gases que necesitan ser tratados para previa alimentación o aprovechamiento para la producción de energía eléctrica. Se cumple con todos éstos protocolos de alta necesidad de limpieza para el óptimo funcionamiento de los motores, turbinas y calderas

en general como todas las máquinas relacionadas con la combustión mediante biogás. Además que involucra el ahorro para el mantenimiento de este tipo de instalaciones, más la prolongada vida de las máquinas y equipamientos utilizados en su bombeo, extracción y compresión, (entiéndase sopladores y compresores).

Aprovecha una excelente condición en las emisiones de los escapes de los generadores eléctricos y sobretodo evita las concentraciones toxicas que pudieran ser perjudiciales al ser humano, puesto que el previo acondicionamiento permite reducir de sulfuro de hidrogeno H_2S , hasta llegar a la purificación del biogás, se promueve también la eliminación de condensados, correcciones, calibraciones y mejor control de presión (Joaquín Reina Herdz, 2014)

5.6 Ventajas energéticas producción de biogás

La producción de biogás genera ventajas energéticas muy rentables en todos los aspectos, donde se destacan los siguientes factores.

- Ventajas medioambientales

A nivel mundial, la obtención de energía se ha convertido en una pieza vital para todos los seres humanos, donde los países en vías de desarrollo, como los desarrollados trabajan arduamente para solventar el déficit energético, y se preparan cada día para enfrentar la demanda creciente y cumplir expectativas económicas y sociales.

En otro aspecto el uso de combustibles de origen fósil para la obtención de energía, viene o trae consigo un problema medioambiental por la quema sustancias tóxicas como la producción de CO_2 , y contaminan el aire que respiramos. Frente a ésta situación en un futuro que no se encuentra muy lejano, es donde se propone la utilización de combustibles

que no dependan de hidrocarburos y sean sólo nuevas energías alternativas y amigables al medioambiente como el uso de biogás (Gamma Ingenieros, 2011, p. 29)

- **Ventajas económicas**

Para éste tipo de proyectos se consigue una amplia ventaja económicamente hablando, debido al uso de biogás es posible:

- Producción de energía eléctrica limpia.
- Producción de energía calorífica.
- Producción de bioabonos de alta calidad en su constitución de la biomasa.
- Beneficios y/o ganancias micro-económicas a través de la sustitución de energía y fertilizantes, del aumento de ingresos y también el aumento de producción agrícolas en el caso de la aplicación de otros campos.

5.7 Funcionamiento de una planta de biogás

Para el funcionamiento de una planta de generación de energía eléctrica a base de biogás se tiene en cuenta los siguientes principales equipos de la planta:

- Sistema de homogeneización y alimentación de sustratos de entrada digestores.
- Sistema de desulfurización.
- Unidad de cogeneración.
- Tratamiento de Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Urbanos (FORSU)

5.8 Sistema de conducción de biogás para cogeneración eléctrica

- Dispositivos para conducción de biogás hacia cuarto de generadores

Por las necesidades para la generación de energías alternativas ó la producción eléctrica que sea limpia y renovable, para éste trabajo de titulación se optó por la fusión de una planta de tratamiento de aguas residuales y un banco de generadores eléctricos de combustión interna a base de biogás obtenido por la biodigestión anaeróbica de una PTAR.

En anteriores capítulos se ha analizado todos los detalles técnicos, normativas ambientales vigentes, estudios y aprovechamientos tanto de una planta de aguas residuales, como también de una planta de generación eléctrica; para éste caso de estudio se plantea la siguiente pregunta en relación para la fusión de ambos aspectos técnicos que se ven involucrados la PTAR con los Generadores eléctricos de combustión interna por biogás.

- Biofiltros de escurrimiento

El biofiltro de encurrimiento esencialmente se trata de un filtro biológico como su nombre lo indica, al realizar la labor como filtro y amigable al medio ambiente para el uso por el cual fue construido.

Se encuentra compuesto de un lecho empacado que se conoce como material filtrante, que son sintéticos u orgánicos en el cual se forma una biopelícula, cuyo lecho se alimenta de una pequeña corriente gaseosa de los gases que se eliminan y en la parte superior.

A continuación la figura 5.2 Biofiltros de escurrimientos, se le agrega una corriente de liquido recirculado para conseguir el aporte de nutrientes vitales a la biopelícula.

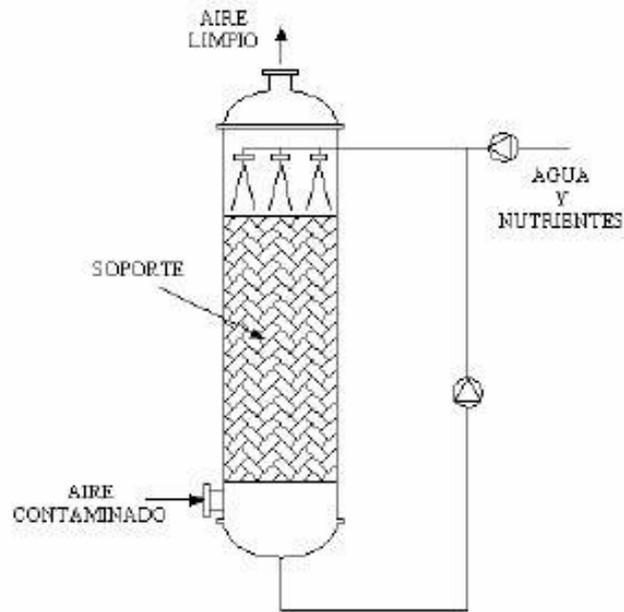


Figura 5.2 Biofiltros de escurrimientos
Fuente: Universidad De Cádiz

- Válvula de seguridad o trampa para condensados

La válvula de seguridad o trampa para condensados se la aplica para la separación de nieblas condensadas o también por la acumulación de agua de condensación dentro del sistema de gas. Se deben instalar en cada digester para lograr la eliminación en gran volumen de H_2O , cuando el gas se enfría escapando del digester. Es vital su instalación para la calibración y reducción de condensados.



Figura 5.3 Válvula de seguridad o trampa
Fuente: Varec-biogas

- Sopladores de canal lateral.

Éste dispositivo cumple la función de aumentar la presión del gas al crearse, formando una serie de remolinos que son ocasionados por el centrifugo del rotor. Consta con la aplicación de aspirar ó extraer el biogás del digestor pasando por el gasómetro y lo redirecciona a través de tuberías a los generadores. Durante éste proceso el soplador de canal lateral debe necesariamente comprimir el gas varias veces, esto lo logra gracias al aumento de la presión a lo largo del canal. Estas turbinas son aparatos capaces de la generación de depresiones o sobrepresiones y realizar mezclas de aire/gas.(Mario Zucchini, 2012, p. 8). Ver más en el Anexo 5.1

Presupuesto de soplador de vacío tipo regenerativo



Figura 5.4 Sopladores de canal lateral.

Fuente: Extractores de aire - Chile

- Sistemas de tuberías para conducción de biogás

Para el sistema de conducción de biogás por tuberías se debe tener en cuenta la selección adecuada, con el fin de garantizar los protocolos de seguridades para una plana de producción de biogás. La selección correcta del espesor de la pared deberá ser lo suficientemente para soportar la presión a la que está diseñado el biodigestor. En éste caso poder resistir cargas extremas. A continuación se muestra la Tabla 5.3 para la selección

de los materiales, ventajas y desventajas para el sistema de tuberías de conducción para biogás.

Tabla 5.3 *Sistema de tuberías de conducción*

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Plástico (PVC – CPVC)	Fácil de trabajar, relativamente económico.	De fácil quebradura ó ruptura. Sus válvulas son más caras que las galvanizadas. Presenta a degradación por exposición de rayos ultravioletas.
Acero galvanizado	Rígido, menos posibilidades de fracturarse.	Se oxida, su costo es más cara que PVC.
Manguera plástica	Fácil conectar a los equipos.	Costos elevados, se puede quebrar fácilmente.
Plástico ABS	Ninguna.	No recomendado.

Fuente: Espe

- Diseño del sistema de conducción de biogás

Con el sistema de conducción de biogás se pretende realizar la alimentación de éste biocombustible a una casa de fuerza, para la generación de energía eléctrica en la ciudad de Guayaquil y provocar así, el crecimiento de la matriz energética como parte del país al sistema interconectado.

Para éste diseño se tomarán en cuenta los siguientes parámetros de selección

- Producción del biogás en el biodigestor.
- Localización del biodigestor. (Localización del proyecto)
- Capacidad de producción de biogás.
- Condiciones del biogás para su ingreso al cuarto de generadores.

CAPÍTULO 6

NORMATIVIDAD PARA EL CONTROL AMBIENTAL

6.1 Normatividad de control de medio ambiente para las eléctricas de biogás

Para las normativas de control de medio ambiente para las plantas de tratamiento de las aguas residuales, se ha tomado como referencia para el presente trabajo de titulación, el Decreto Ejecutivo No. 1761 de 14 de agosto de 2001. R.O. No. 396 de 23 de agosto de 2001, de la administración del Sr. Gustavo Noboa Bejarano, presidente constitucional de la república de la época, decreto que se encuentra vigente a la actualidad. Considerando:

De conformidad con el artículo 23 numeral 6 y los artículos 86 al 91 de la Constitución Política de la República del Ecuador, el Estado reconoce a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación que garantice un desarrollo sustentable;

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico, en el artículo 3, dispone que en todos los casos los generadores, transmisor y distribuidores de energía eléctrica, observarán las disposiciones legales relativas a la protección del ambiente; y, que el Reglamento de orden técnico que dicte el Presidente de la República, preparado por el CONELEC, determinará los parámetros para la aplicación de esta norma y el mismo prevalecerá sobre cualquier otra regulación secundaria;

De conformidad con el inciso segundo del mismo artículo 3 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, corresponde al CONELEC aprobar los estudios de impacto ambiental y verificar su cumplimiento;

El artículo 13 del Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley dispone que las personas naturales o jurídicas autorizadas por el Estado

para generar, transmitir, distribuir y comercializar la energía eléctrica estarán obligadas a observar las disposiciones de la legislación ecuatoriana y las estipuladas en las normas internacionales relativas a la protección y conservación del ambiente que consten o se deriven de los convenios ratificados por el Ecuador;

El artículo 39 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico determina que corresponde al CONELEC, por delegación del Estado, suscribir los contratos de concesión, permiso o licencia, para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, en aplicación de la Ley y el Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias;

Mediante Ley No. 99-37, publicada en el Registro Oficial 245 del 30 de julio de 1999, se promulgó la Ley de Gestión Ambiental, cuyo objetivo principal es el de establecer los principios y directrices que han de regir la política ambiental del país, determinar las obligaciones, responsabilidades y niveles de participación de los sectores público y privado, señalando los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia;

El artículo 8 de la Ley de Gestión Ambiental establece que la autoridad ambiental nacional será ejercida por el Ministerio del ramo, que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de las atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado;

La Ley de Gestión Ambiental, en su artículo 12, literal d) dispone como obligación de las instituciones del estado que conforman el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental coordinar con los organismos competentes para expedir y aplicar las normas técnicas necesarias para proteger el ambiente con sujeción a las normas legales y reglamentarias vigentes y a los convenios internacionales;

El artículo 19 de la Ley de Gestión Ambiental establece que las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será precautelatorio;

El artículo 20 de la Ley de Gestión Ambiental establece que para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la Licencia Ambiental respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

6.2 Normatividad de control de medio ambiente para las plantas de tratamiento de aguas residuales

En la constitución de la República del Ecuador que se publicó en el registro oficial N. 449 del 20 de Octubre del 2008, indica en su título II de los DERECHOS,

- Capítulo II, que trata sobre los Derechos Del Buen Vivir, dentro de la Sección II, Ambiente Sano, los siguientes artículos.

En el Art 14, reconoce el derecho de la población en vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

Art. 15, Indica que es el estado quien promoverá tanto en el sector público u privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

- Capítulo VI: Derechos De Libertad

Art. 66, Reconoce y garantiza a las personas:

El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Capítulo IX Responsabilidades

Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley:

Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

En tanto en el Título VII: Régimen Del Buen Vivir, Capítulo II Biodiversidad Y Recursos Naturales, de la Sección VI: Aguas.

En el Art, 411. El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

Para las normativas de control de medio ambiente para las plantas de tratamiento de las aguas residuales, se ha tomado como referencia para el presente trabajo de titulación, en el suplemento del registro oficial N° 87, órgano del gobierno nacional del Ecuador, en la administración del Sr. Ec. Rafael Correa Delgado, en su calidad de Presidente Constitucional de la República. Con lugar y fecha de Quito, Lunes 14 de Diciembre del 2009. En el acuerdo N° 039-CG, normas de control interno para las entidades, organismos del sector público y personas jurídicas de derecho privado que dispongan de recursos públicos, en código 409-05, gestión ambiental en la preservación del patrimonio natural, indica que en el ámbito de la competencia de la entidad pública, la Unidad de Gestión ambiental velará

por prevenir daños ambientales, proteger, investigar, recuperar, restaurar el patrimonio natural, comprendido en: ecosistemas frágiles, parque nacionales, reserva ecológicas, refugios de vida silvestre, reservas biológicas, reserva de producción y fauna, áreas de nacionales de recreación, turismo de áreas naturales a fin de preservar los recursos naturales y la biodiversidad, aplicando las normas comprendidas en el texto unificado de la legislación segunda tulas, al amparo de la Ley de Gestión Ambiental y Reglamento a la ley de Gestión Ambiental para la prevención de la Contaminación Ambiental.

Según el código 409-07 Gestión Ambiental en el ambiente físico o natural, agua. Para el temario del presente trabajo de titulación de éste capítulo sobre la normatividad ambiental para las plantas de tratamiento de aguas residuales dice y dispone lo siguiente.

La unidad de gestión deberá precautelar, prevenir, proteger la contaminación del recurso del agua, controlando los límites permisibles, exigiendo el cumplimiento de las disposiciones y prohibiciones de la Norma Técnica de la Calidad Ambiental de Descarga de Efluentes, al amparo de la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención de la Contaminación Ambiental.

La polución del agua se produce por la construcción de obras inconclusas, inapropiadas, por efluentes industriales, por obras municipales de alcantarillado que no cuentan con planta de tratamiento y en general por accione humanas, aspecto que afecta al hombre, animales y plantas e implica un grave problema ambiental. Éste código también conceptualiza el tipo de aguas que existen, donde nos centraremos es netamente en las aguas residuales.

Aguas residuales, son las de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, servicios

agrícolas, pecuarios, domésticos y de cualquier otro uso que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Según el Capítulo 4 del código ecuatoriano de la construcción de parte ix obras sanitarias co 10.07 -601 para las normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, de la publicación de la SECRETARÍA DEL AGUA en la administración del Sr. Ec. Rafael Correa Delgado, en su calidad de Presidente Constitucional de la República. Indica sobre la vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable donde también se describe el tiempo para una PTAR.

Tabla 6.1. *Vida útil para los elementos de un sistema de agua potable.*

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil.	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

Fuente: Secretaría del agua

6.3 Norma de calidad ambiental y descargas de efluentes: recurso agua. Anexo 1, libro vi: texto unificado de legislación ambiental secundaria

Esta norma se presenta en el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Su objetivo principal, es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la

integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general (Secretaría del agua, 2006, p. 273)

6.4 Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: agua dulce y agua marina

Se prohíbe todo tipo de descarga en:

- 1) Las cabeceras de las fuentes de agua.
- 2) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y,
- 3) Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.

Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen. Toda descarga a un cuerpo de agua dulce, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación:

Se prohíbe la descarga de efluentes hacia cuerpos de agua severamente contaminados, es decir aquellos cuerpos de agua que presentan una capacidad de dilución o capacidad de carga nula o cercana a cero.

6.5 Norma de Calidad del Aire Ambiental

La presente norma técnica se presenta como Anexo 4, del Libro VI De la calidad ambiental, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del

Ministerio del Ambiente (TULSMA). Es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. La presente norma tiene como objetivo principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel del suelo. La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente (Secretaría del agua, 2006, p. 319)

PARTE II APORTACIONES

CAPÍTULO 7 SISTEMAS DE FUERZA PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA

7.1 Equipamiento para generación de electricidad mediante biogás

La planta de generación eléctrica a partir de biogás contará con el siguiente listado de equipamientos eléctricos necesarios para su operatividad: Generadores de combustión de biogás, Celdas de transferencias automáticas, Transformadores 3 ϕ elevadores, Tableros de distribución. En ésta sección a continuación se adjunta plano 2/3 del proceso realizado dentro de la planta generadora de energía.

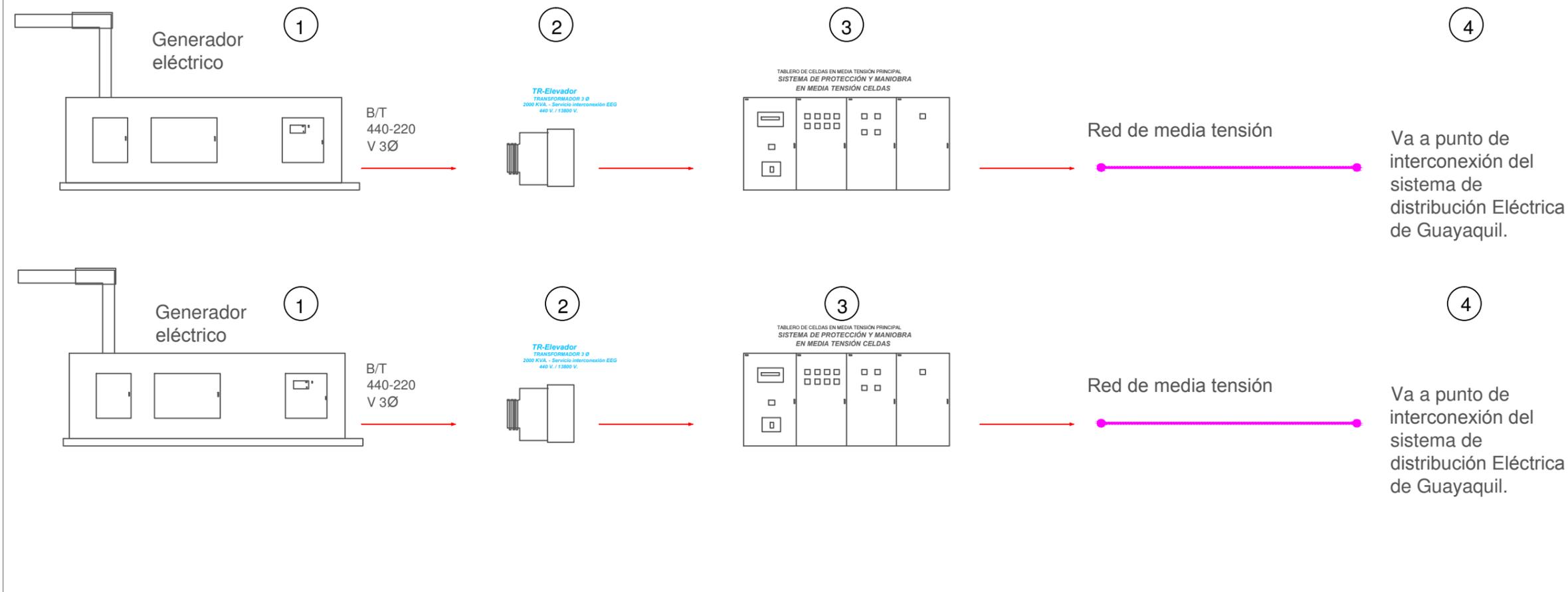
7.2 Generador a biogás

Los generadores que funcionan a base de biogás tienden a una pérdida de 10% de potencia en el motor, con lo que conlleva a la pérdida también en electricidad. Estos deberán cumplir con estándares de calidad internacional y parámetros de beneficios y características técnicas: en el Anexo 7.2 se muestra la Ficha técnica generador CAT® CG170-20 SERIES.

Tabla 7.1 *Protocolos de calidad en generadores*

BENEFICIOS	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
Microprocesador de última generación.	Aislamiento clase H/H para el alternador.
Instrumentos de medición digitales.	Alternador de imanes permanentes.
Bastidor de acero estructural con amortiguadores antivibratorios.	Motor enfriado por agua y con filtro de aire seco.
Botón de parada de emergencia.	Atenuación de 70 dB de ruido sónico a 7 metros.
Cumplimiento del estándar industrial de atenuación de ruido.	Factor de potencia igual a 0.8.
Baterías de arranque con soporte y cable.	Conexión trifásica y monofásica.

Fuente: El autor



Se presenta diagrama descriptivo del proceso de generación de energía utilizado un banco de generadores, transformadores, celdas de transferencia hasta entregar al punto de interconexión con la empresa distribuidora.

PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA A BIOGÁS LAS ESCLUSAS

CONTENIDO:
IMPLANTACIÓN DIAGRAMA DE PROCESO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA

RESPONSABLE TÉCNICO:
MATTHEW FERNANDO BONILLA ARÉVALO

DIBUJÓ:	REVISIÓN:
ESCALA: INDICADA	FECHA: FEBRERO 2017
HOJA:	NOMBRE ARCHIVO:



Figura 7.1 *Generador eléctrico mediante*
Fuente: Taizhou Taifa nueva energía Ciencia Co., Ltd

7.3 Celdas de transformación

Las celdas de transformación o transferencia para cualquier sistema eléctrico, su función más importante será distribuir a cualquier nivel de voltaje, permitiendo además la comunicación a otras líneas, en el diseño de la planta eléctrica se tiene considerado el uso de celdas de transferencia para comunicar o enlazar los voltajes generados por la planta y dirigirla hacia el sistema de distribución de la ciudad. Básicamente dependiendo del uso que se le pueda dar, las celdas de transferencias se clasifican según su alimentación, propiedad, emplazamiento y tipo de acometida. En la tabla 7.2 se explica la clasificación de las cámaras de transformación.

Tabla 7.2 *Clasificación de las CT*

Clasificación de las CT	
Alimentación	CT en punta y CT en paso
Propiedad	CT de empresa y CT de abonado
Emplazamiento	CT de intemperie o aéreo y CT de interior
Acometida	CT con acometida aérea y CT con acometida subterránea
Obra civil	CT convencional, CT compacto semienterrado

Fuente: assets.mheducation

A continuación la figura 7.2 se muestra el esquema de una CT, con bajada para acometidas áreas y subterránea

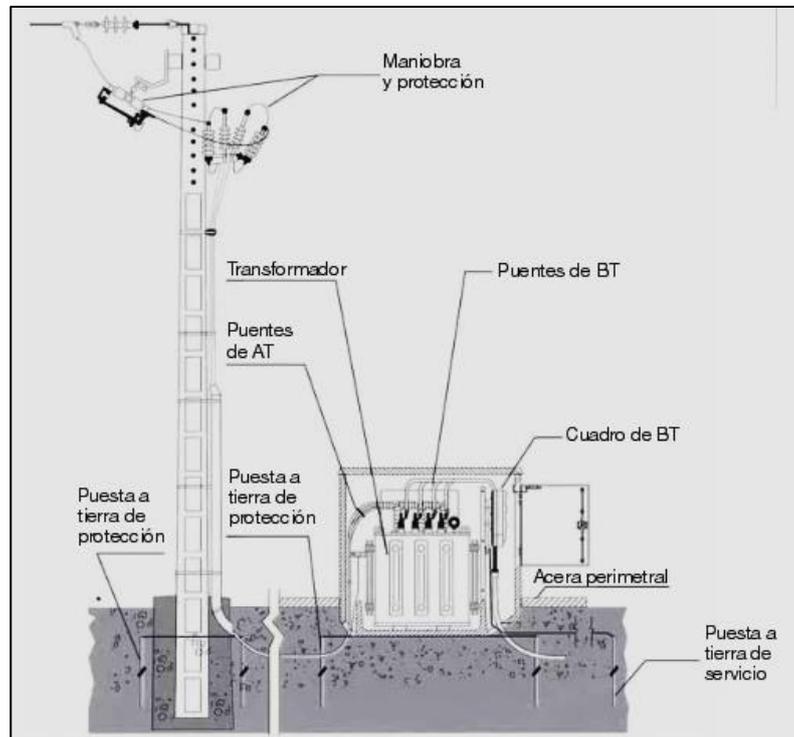


Figura 7.2 Esquema de CT acometida subterránea
Fuente: assets.mheducation

Los diseños de la planta de generación se contemplan su instalación e inclusive para protección de la misma y como medidas de precaución para futuros mantenimientos dada la funcionalidad de swicthear o entrar en modo de by pass. Éstas celdas también se las dimensiona con una estimación de la carga a la que van a permitir el suministro de energía, en el siguiente capítulo de aportaciones se analiza en cálculo de dimensionamiento del banco de generadores, bajo esa misma capacidad técnicamente se puede concluir que la capacidad de las cámaras de transformación son las mismas por cada equipos de generación.

7.4 Transformadores elevadores

Para el proyecto se utilizaran transformadores elevadores de voltaje en éste caso se eligieron transformadores tipo pad mounted dimensionados de

manera tal que sean homogéneos a la capacidad de los generadores. La conexión entre los generadores y los transformadores permitirán que la generación eléctrica se complete mediante el uso de las celdas de transferencias automáticas para ser llevado y entregado a la red de distribución de la empresa eléctrica en un punto de interconexión por determinarse de acuerdo al posicionamiento de la planta generadora y la red existente de la empresa eléctrica, recordando que cerca del proyecto de la PTAR de Las Esclusas se encuentra una subestación con el mismo nombre. En el anexo 7.3 se muestra la ficha técnica de el modelo de transformador escogido

7.5 Dispositivos de acople para generadores de biogás

El biogás puede fácilmente reemplazar hasta el 80% del gasoil ya que poseen una baja capacidad de ignición del biogás que no permite reemplazar del gasoil para este tipo de motores que carecen de bujía para su combustión. El gas succionado junto con el aire de combustión hacia el cilindro. Para el correcto funcionamiento de los generadores que operan mediante biogás, en el presente proyecto de titulación se exponen los materiales o dispositivos necesarios para su operatividad.

- Listado de dispositivos para acople de motores de generadores para la utilización de biogás.
 - 1) Filtro para la captación del sulfuro de hidrógeno en el biogás
 - 2) Sistema de encendido electrónico
 - 3) Sistema de tratamiento de gases de escape
 - 4) Control de combustión
 - 5) Mezclador de Aire-Biogás

7.5.1 Sistema de tratamiento de gases de escape.

Tiene como finalidad u objetivo la reducción de emisión de monóxido de carbono. Básicamente consiste en un intercambio térmico regenerativo. A su vez el gas de escape fluye a 500°C, desde el motor del generador

mediante la unidad conmutadora hasta el primer depurador donde la temperatura asciende hasta 800°C.

En la cámara de reacción, el gas del escape presenta una reacción con el oxígeno que contiene, que en el proceso químico se produce la oxidación de carbono y el hidrocarburo para producir dióxido de carbono y agua. Federico Walter, Aldo Bettig, & Andrés Ferrari, 2007 p. 15). En la figura 7.2 se muestra el ciclo que cumple el sistema de tratamiento de gases de escape. Motor de combustión y la cámara de reacción.

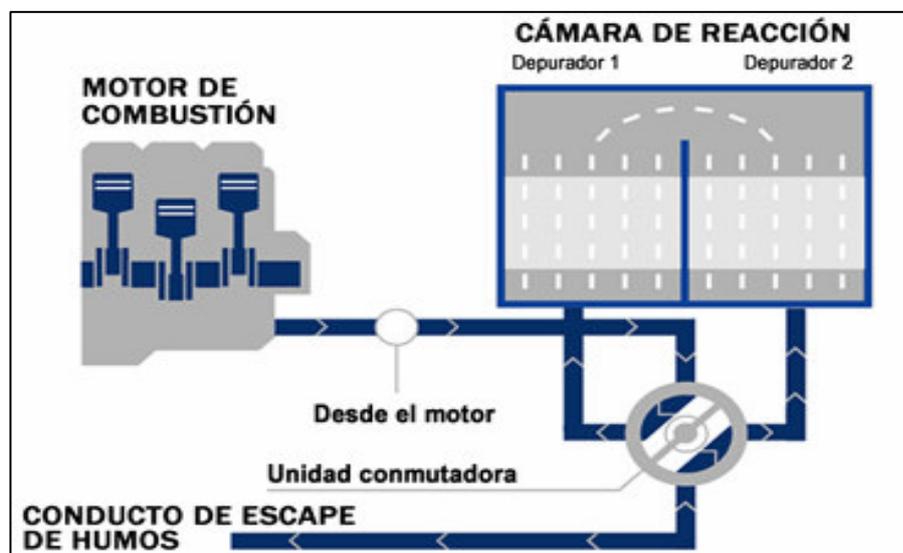


Figura 7.3 Sistema de tratamiento de gases
Fuente: Universidad FASTA

El gas de escape cumple su función de volver a emitir calor a medida que atraviesa la segunda depuradora y llega a la unidad conmutadora que lo dirige hacia el conducto de escape de humos o chimenea del generador Federico Walter, Aldo Bettig, & Andrés Ferrari, 2007, p. 15)

7.5.2 Sistema de control de combustión

Mediante este proceso se logra el control de la riqueza de mezcla pobre para lograr la minimización de las emisiones de gases en la chimenea de los generadores para poder lograr la estabilización y funcionamiento del motor. Para la figura 7.4 se muestra el o los procesos de lo que están contenidos los sistemas de control de combustión para generadores a gas

en el caso de estudio del presente trabajo de titulación. El sistema de control de combustión corrige los parámetros del motor para lograr garantizar que se cumplan los requisitos de emisión de NOx de manera permanente, compensando en el caso de las desviaciones de las características del gas. No obstante también enlaza directamente la salida de energía, la presión de empuje, la temperatura de combustible y la emisión de óxido de nitrógeno.

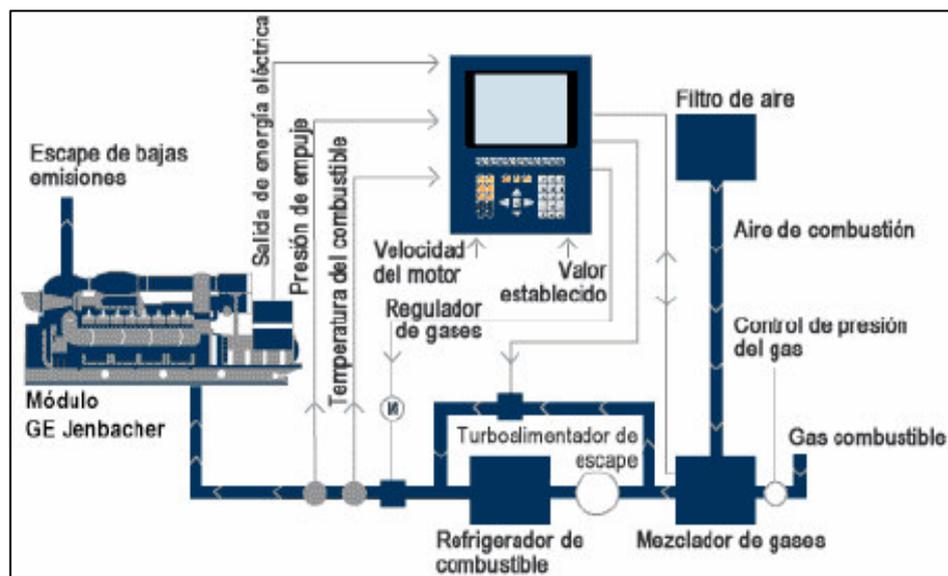


Figura 7.4 Sistema de control de combustión
Fuente: Universidad FASTA

7.5.3 Mezclador de Aire-Biogás.

La generación de electricidad mediante el uso de biogás como combustible en los motogeneradores por su bajo costo comercial, crea nuevas oportunidades en las distintas zonas rurales del país. No existen pérdidas de presión durante el tiempo que el mezclado aumentando la potencia a una máxima eficiencia. El desempeño del mezclador en la adaptación de un motor de combustión interna al funcionamiento con un combustible gaseoso contribuye en gran parte al éxito de la conversión, aún con cambios en el caudal másico del gas, la proporción aire-gas permanece constante. La temperatura que circula dentro de la cámara de combustión, el sistema de control regula la emisión de gases del generador ajustando la proporción aire-gas correspondientemente. (Federico Walter, Aldo Betti, & Andrés Ferrari, 2007, p. 17).

CAPÍTULO 8

DISEÑO DE PLANTA ELÉCTRICA POR MEDIO DE BIOGÁS

8.1 Generalidades

En el presente trabajo de titulación para la ciudad de Guayaquil, la central de generación eléctrica mediante la utilización de biogás como forma de combustible para el banco de generadores de la planta su operación contará con un sistema de succión e impulsión de biogás conformado por varios sopladores con motor eléctrico trifásico. Estos sopladores son los encargados de realizar la succión necesaria en todo el sistema de tuberías colectoras y transportar el flujo de biogás recolectado por el sistema, desde los pozos de extracción ubicados en el módulo hasta la estación de captación y pretratamiento, es decir desde el biodigestor con su respectivo filtro de captación de sulfuro de hidrógeno dentro del biogás.

El biogás, una vez capturado y pretratado, se enviará como combustible para alimentar los motogeneradores de la planta de generación, y el excedente de dicha alimentación, en caso de existir, se la tratará mediante la incineración controlada en antorchas de llama oculta. El biogás que será utilizado para la generación eléctrica que se encontrará conformada dentro de una casa de máquinas, de manera que permita garantizar que los requisitos de calidad necesarios para la correcta operación y mantenimiento del sistema de generación (El autor., 2017)

Los generadores serán tendrán una alimentación de combustible de biogás por medio de una canalización de tuberías apropiadas hacia la bombona de ingreso del propio generador.

A continuación los detalles técnicos de la planta de generación de energía eléctrica con la utilización de una planta de tratamiento para la producción de biogás. Con el nombre de casa de máquinas, es así como también se llama a la planta de generación de energía para éste proyecto de

titulación debido que se encuentra comprendido por varios tipos de máquinas como los se describe a continuación.

- Banco de generadores
- Transformadores elevadores.
- Las celdas de transferencias.
- Tableros de distribución principales.

8.2 Ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales Las Esclusas y planta de energía eléctrica

El sistema de la planta de tratamiento de aguas residuales “Las Esclusas”, cuenta con un complejo de 24 hectáreas y su ubicación geográfica UTM es de latitud 626.253,48 longitud 9.749.299,30 y altitud 2.0 m s. n. m en el sector Las Esclusas, al sur de la ciudad de Guayaquil, con esta PTAR se planea tratar las aguas residuales provenientes de las siguientes cuencas sanitarias:

- Pradera
- Guasmo



Figura 8.1 Ubicación PTAR Las Esclusas.
Fuente: Google Earth.



Figura 8.2 Ubicación PTAR Las Esclusas.
Fuente: BNamericas



Figura 8.3 Ubicación PTAR Las Esclusas.
Fuente: BNamericas

A continuación en la tabla 8.1 se muestran los datos claves de la planta de tratamiento Las Esclusas detalles.

Tabla 8.1 Datos clave de la planta de tratamiento Las Esclusas

Nombre Completo	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Las Esclusas
Tipo de Proyecto	Plantas de tratamiento de aguas residuales
Etapas de desarrollo	En construcción
Estado del Proyecto	Activo
Capacidad proyecto	3.630 l/s (Litros por Segundo) Plantas de tratamiento de aguas residuales
Inversión	US\$ 103mn
Fecha de Término	2020
Ubicación	La planta de tratamiento de aguas residuales se construirá en el sur de la ciudad de Guayaquil.

Fuente: BNamericas

8.3 Cogeneración

De acuerdo al informe del estudio de impacto ambiental realizado por realizado por la fiscalización del proyecto Hazen and Sawyer & Consulambiente Cía. Ltda. Y supervisada por Interagua y concesionada por Emapag EP.

El proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales Las Esclusas contará con su propia generación de energía eléctrica mediante motores encendidos por chipa, con la utilización del metano que es producido por el biogás a través de los digestores anaeróbicos y se estima que en el año 2030 la potencia de generación sea de 740 a 1000kw, esto dependiendo de la producción de lodos de la planta.

El gas excedente será derivado a una tea para ser quemado y como unidad de reserva y en casos que se la requiera se instalará una caldera.

8.3.1 Producción del biogás en el biodigestor Las Esclusas

Según un estudio ambiental realizado la empresa fiscalizadora Hazen and Sawyer & Consulambiente Cía. Ltda. Para la implantación de la planta

de tratamiento de aguas residuales Las Esclusas, se produce un aprovechamiento de gas metano producidos en los biodigestores de ésta planta. Se estima que serán procesados 8.200 m³ diarios de biogás.

8.4 Diseños de la planta de generación de energía por medio de biogás para la parroquia Ximena, sur de la ciudad de Guayaquil.

A continuación en la tabla 8.2 potencial energético de biogás en la PTAR de Las Esclusas donde se observa las cualidades técnicas de la misma.

Tabla 8.2 *Potencial energético de biogás PTAR Las Esclusas*

Carga del Digestor	Unidad	Valor
Contenido de Metano	Porcentaje	65%
Caudal de gas	m3/día	8,200
Calor de Calentamiento	BTU/CF	500
Potencia Energético	BTU/Hora	7,250,000
	KW/H	2,125

Fuente: Hazen and Sawyer & Consulambiente Cía. Ltda.

Para el diseño de la planta de generación eléctrica alimentada por combustión de biogás. Se considerarán los siguientes parámetros:

- Motivos para el diseño de la planta de generación eléctrica:

Se instalará la planta para protegerá las zonas aledañas del sector a construirse la planta de aguas residuales de Las Esclusas, ante la posibilidad de pérdidas periódicas del sistema o red de la empresa eléctrica zonal, que pudieran ocasionar perdidas eléctricas, económicas, etc.

- Tipo de planta de generación eléctrica:

El tipo de sistema para la planta eléctrica cumplirá las exigencias energéticas del lugar de su ubicación y se utilizará cuando haya interrupciones del sistema de la empresa eléctrica del sector de la localidad.

- Tamaño de la planta:

Se estima una dimensión para la planta de 1242.32 mts² aproximadamente, el tamaño de la planta está basada en varios aspectos o factores individuales como su ubicación, montaje, ventilación y refrigeración y el sistema de alimentación del combustible que en éste caso será suministrado por medio de biogás.

- Componentes de la planta eléctrica:

La planta eléctrica estará conformada por diferentes elementos. A continuación se ilustran los componentes más comunes:

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Motor. | 4. Alternador. |
| 2. Panel de control. | 5. Protecciones. |
| 3. Base tanque. | 6. Sistema de refrigeración. |

También se pueden solicitar e incluir funciones opcionales en las plantas eléctricas, personalizándolos de forma que satisfagan las necesidades individuales del cliente.

- Otros puntos importantes que se tomaron en cuenta para el diseño de la planta de generación eléctrica.

1. Ubicación:

La ubicación de la planta de generación de energía eléctrica se encontrará al lado de la planta de tratamiento de aguas residuales.

2. Montaje:

La planta contará con un montaje sobre una superficie nivelada, con el caso de soporte antivibratorios de ser necesarios, para esto se realizarán las respectivas consultas con la ingeniería de la rama (civil).

3. Ventilación y refrigeración:

Se tiene contemplado la ventilación por protección de los equipos a instalarse y por la eliminación del exceso de emanaciones gaseosas producidas por los motores.

4. Sistema de alimentación de combustible:

El sistema de alimentación de combustible será por medio de biogás, obtenido por la biodigestión anaeróbica en la planta de tratamiento de aguas residuales de Las Esclusas, con un sistema de alimentación automático de bombas de impulsión.

- Suministro de la planta eléctrica a la red principal de media tensión.

Una de las características de ésta planta será, entregar una potencia de aproximadamente de 11.25 MVA a la red principal de distribución existente de la empresa eléctrica de Guayaquil, ahora llamada CNEL EP.

- Conmutador de transferencia

Aunque existe dos tipos de conmutadores de transferencias, manual y automática, ésta planta contará con celdas de transferencias para optimizar la integridad de las instalaciones y equipos tales como los transformadores elevadores de potencia, generadores, tableros de distribución y de control automático.

- Tiempo de funcionamiento u operatividad de la planta.

Éste parámetro se lo determina con la capacidad de producción del biogás como combustible, producido por la planta de tratamiento. Las plantas de generación de energía están diseñadas para que duren por mucho tiempo y funcionen en operaciones arduas.

- Ruidos de la planta eléctrica.

Todas las plantas eléctricas lamentablemente emite ruidos debido al tubo de escape o chimeneas de los generadores, motores y al flujo de aire, sin embargo el diseño de este tipo de plantas es realizado para controlar el ruido al máximo ya que se someten a ensayos del nivel de ruido en su fase de fabricación y verificar el cumplimiento de leyes. A demás que los generadores para ésta planta están contemplados que lleven casetas o cuartos insonorizados para que absorban el exceso del ruido.

8.5 Acondicionamiento para los generadores a biogás

Por el tipo de sistema de alimentación, para éste tipo de generadores es necesario de forma manual el acople para una válvula de control de gases que permitirá la regulación del motor y por ende una alta efectividad para recomendar que las cargas sean estables con el fin de garantizar la calidad en el suministro de energía.

Para los generadores de combustión por medio de biogás se deben cumplir con ciertos parámetros que se describen a continuación.

- Si de darse el caso de ser un generador dúo, es decir que funcione con dos sistemas de combustión, se debe tener extremo cuidado para evitar el paso de uno de los dos combustibles al mismo tiempo. Esto se lo logra a través de la instalación de una electroválvula para controlar el paso del otro combustible al carburador.
- Garantizar el suministro de biogás constante.
- El filtro de aire debe permanecer limpio y darle el mantenimiento con el fin de garantizar una constante relación entre la mezcla de biogás y aire.

8.6 Requerimientos de obras civiles para la planta eléctrica

Para el patio de maniobras de la planta eléctrica se estima aproximadamente un área de terreno de 1242.32 mts². Donde se tiene considerado varias obras civiles a fin de garantizar el correcto funcionamiento de los equipo o maquinarias de fuerza de la planta. Se detalla requerimientos civiles para montaje de los equipos eléctricos de la casa de máquinas:

- 1) Base de hormigón para transformadores tipo Pad Mounted.
- 2) Base de hormigón para generadores de combustión de biogás.
- 3) Base de hormigón para tableros de distribución principales.
- 4) Trincheras para montaje celdas de transferencias.

8.6.1 Medidas para bases de equipos eléctricos

Especificación para bases de los equipos eléctricos - obra civil: Largo x Ancho x Alto (metros).

Tabla 8.3 *Medidas base de equipos eléctricos*

1	2.45 x 2.00 x 0.20 MTS.
2	6.00 x 3.00 x 0.20 MTS. 8.00 x 3.50 x 0.20 MTS
3	2.00 x 0.60 x 0.20 MTS
4	Canal ó trinchera de h: 0.50 x 1.40 de ancho Colocar las acometidas desde los generadores hasta las celdas de transferencias principales.

Fuente: El autor.

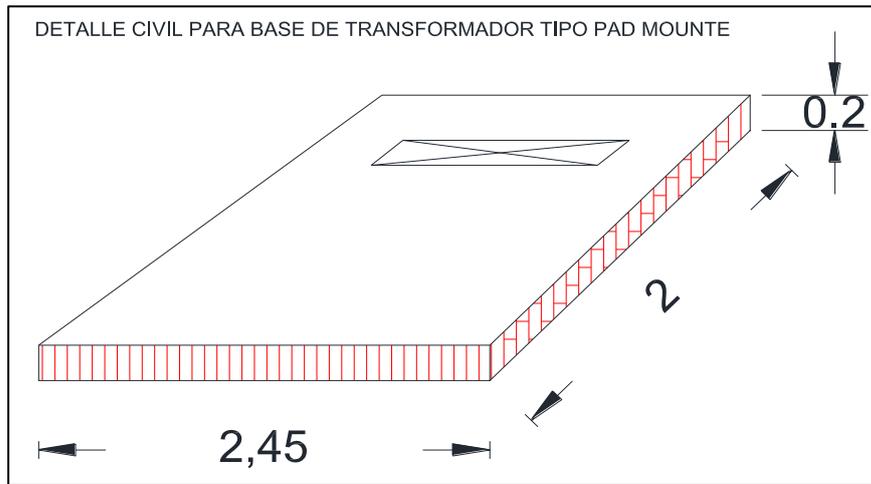


Figura 8.7 Gráfica de características para base de transformador eléctrico. Casa de fuerza.

Fuente: El autor

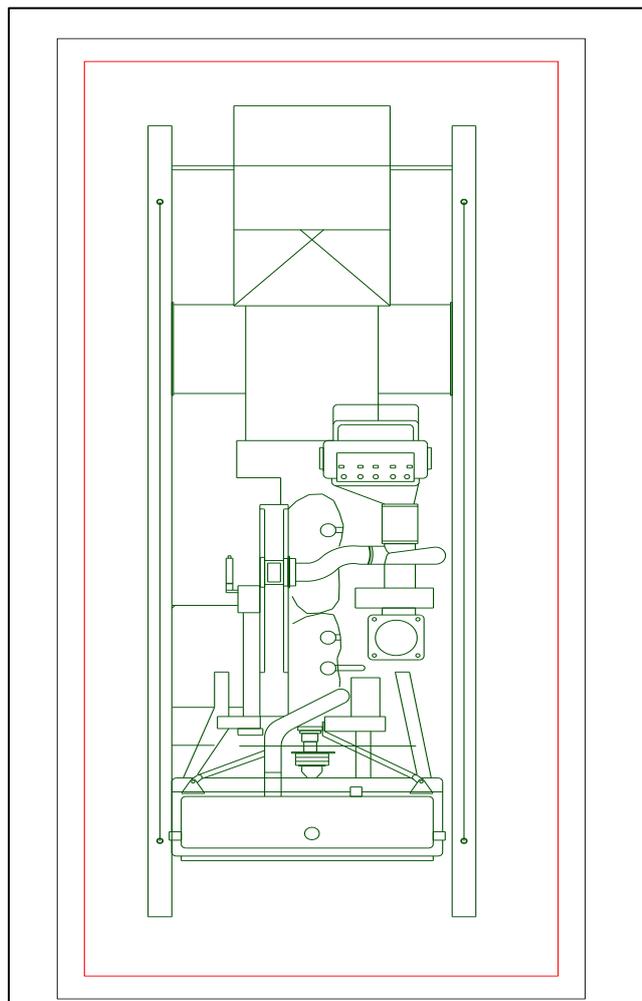


Figura 8.8 Gráfica de características para base de generador eléctrico. Casa de fuerza.

Fuente: El autor.

8.7 Cálculo de potencia para banco de generadores

Para el dimensionamiento de los generadores se tomaron en cuenta la siguiente tabla de datos. Para los cálculos de la capacidad de los generadores se tomó en cuenta que para generar en energía eléctrica con el uso de biogás como combustible se necesita 1 m³ para producir 2 – 2.2 kWh, tal como se lo indica en la tabla 8.2 de las cualidades principales del biogás.

En la PTAR de Las Esclusas se va a producir un total de 8.200 m³ de biogás. Según en el portal web del diario La hora, en su sección de economía, realiza un informe de consumo promedio de consumo energético en la ciudad de Guayaquil, por hogar es de 182,41 kWh/mes.

En el estudio de impacto ambiental (EIA) de la planta de tratamiento de aguas residuales de Las esclusas realizado por la fiscalización del proyecto Hazen and Sawyer & Consulambiente Cía. Ltda. Y supervisada por Interagua y concesionada por Emapag EP. El proyecto de Las Esclusas beneficiará a 1'077,948 habitantes.

Con este dato de la cantidad de habitantes beneficiados, más en el anexo 8.3 del promedio de hogares en la ciudad de Guayaquil, tomado del ultimo censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador INEC. Indica que en la ciudad se promedia 3.80 personas por hogar y 614.453 de hogares de 2'336.645 de habitantes totales en Guayaquil.

Con estas aportaciones se realiza la siguiente tabla con sus respectivos cálculos para el dimensionamiento de los generadores. En este caso se tiene planificado poder brindar un aporte de suministro de electricidad a la parroquia Ximena, tomamos la demanda requerida para éste sector de la ciudad. En la tabla 8.4, cuadro de datos para el dimensionamiento de unidad de generación de energía eléctrica, se detallan los parámetros utilizados para los cálculos correspondientes.

Tabla 8.4 Parroquias beneficiadas PTAR

Parroquias beneficiadas PTAR						
Ximena, García Moreno, Febres Cordero, Letamendi, Urdaneta, Sucre, 9 de Octubre, Ayacucho, Bolívar, Olmedo, Roca, Rocafuerte y Carbo						
Áreas de implantación		Promedio hogares en Guayaquil	N° de habitantes	N° de hogares	Consumo Promedio Kwh/mes	Demanda requerida Kwh/mes
Caso 1	Ptar Las Esclusas.	3,8	1.077,948	283,671	182,48 Kwh/mes	51.764,198 Kwh/mes
Caso 2	Parroquia Ximena.	3,8	546.254	143.751,05	182,48 Kwh/mes	26.231.692 Kwh/mes

Fuente: El autor.

Para el dimensionamiento del o los generadores se tomó en cuenta solo la parroquia Ximena por ser la base de ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Las Esclusas, sector perteneciente a la parroquia en mención.

Utilizando la relación que existe entre kVA y kW denotada por su diferencia en $\cos\phi$. La potencia en kVA para llevar a kW, es el producto entre los kVA por el $\cos\phi$, o sea $kW = (kVA \times \cos\phi)$; por el contrario, teniendo la potencia en kW, como es el caso de la demanda requerida para la parroquia Ximena la potencia en kVA es la diferencia entre kW por el $\cos\phi$, es decir $kVA = (kW / \cos\phi)$. Donde el $\cos\phi = 0.8$ para plantas trifásicas y $\cos\phi = 1$ para plantas monofásicas

A continuación paso detallado para el dimensionamiento de los generadores. Teniendo el número de habitantes de beneficiados por la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales. Calculamos la cantidad de hogares beneficiados.

$$N^{\circ}_{hab} = 1.077,948$$

$$N^{\circ}_{hogares} = N^{\circ}_{hab} / Promedio_{hogares\ guayaquil}$$

$$N^{\circ}_{hogares} = 1.077,948 / 3.8$$

$$N^{\circ}_{hogares} = 283,670.52$$

$$D_{req} = N^{\circ} hogares \times Promedio_{consumo}$$

$$D_{req} = 283,670.52 \times 182.48 \text{ kwh/mes}$$

$$D_{req} = 51,764.19 \text{ Kw}$$

$$S = Kw / \cos\phi$$

$$S = 51,764.19 \text{ Kw} / 0.8$$

$$S = 64.70 \text{ M}_{VA}$$

Con el respectivo cálculo se evidencia que la demanda requerida de todos los sectores beneficiados por la PTAR es de 64.70 M_{VA} y se necesitaría un generador para tal demanda requerida, pero en el mercado no existe ninguno de éstas características o dimensiones. Para efectos prácticos de cálculos y como se menciona en líneas atrás, en el presente capítulo se propone un banco de 7 generadores, que entregarán una potencia de 11.25 M_{VA} en aporte al sistema de distribución de la empresa eléctrica de la localidad.

Entonces a continuación se dimensiona los cálculos de banco de generadores para obtener la cantidad en hogares aproximados a cubrir. El banco de generadores de 11.25 M_{VA} de potencia, se la ha repartido o balanceo de la siguiente manera y capacidades con el fin que no se pierda la capacidad propuesta.

Tabla 8.5 Cuadro de las capacidades de los generadores eléctricos

N° de Generadores	Generador	Capacidades de generadores.	Potencia total	Volumen de producción de biogás Las Esclusas.
7 Unidades de generación de energía eléctrica,	G1	500 K _{VA} 440-254 V.	11.25 M _{VA}	8.200 m3
	G2	750 K _{VA} 440-254 V.		
	G3	2000 K _{VA} 440-254 V.		
	G4	2000 K _{VA} 440-254 V.		
	G5	2000 K _{VA} 440-254 V.		
	G6	2000 K _{VA} 440-254 V.		
	G7	2000 K _{VA} 440-254 V.		

Fuente El autor.

Cálculos de generadores en base propuesta de 11.25 MVA para la parroquia Ximena.

- G1 500 K_{VA} 440-254 V.

$$S = 500 K_{VA}$$

$$P = S \times \cos\varphi$$

$$P = 500Kva \times 0.8$$

$$P = 400Kw$$

$$N^{\circ}_{hogares} = P / Promedio_{consumo}$$

$$N^{\circ}_{hogares} = 400Kw / 182.48kwh/mes$$

$$N^{\circ}_{hogares} = 2.192$$

$$N^{\circ}_{hab} = N^{\circ}_{hogares} \times Promedio_{hogares\ guayaquil}$$

$$N^{\circ}_{hab} = 2.192 \times 3.8$$

$$N^{\circ}_{hab} = 8.329$$

De ésta misma manera para cada uno de los generadores descritos en la tabla 8.5 se obtuvo mediante éste método el número de habitantes que se les suministrará energía con éste proyecto.

Tabla 8.6 Resumen de cálculos

Generador	N°_{hab}
• G1 500 K _{VA} 440-254 V.	$N^{\circ}_{hab} = 8.329$
• G2 750 K _{VA} 440-254 V.	$N^{\circ}_{hab} = 12.494$
• G3 2000 KVA 440-254 V.	$N^{\circ}_{hab} = 33.318$
• G4 2000 KVA 440-254 V.	$N^{\circ}_{hab} = 33.318$
• G5 2000 KVA 440-254 V.	$N^{\circ}_{hab} = 33.318$
• G6 2000 KVA 440-254 V.	$N^{\circ}_{hab} = 33.318$
• G7 2000 KVA 440-254 V.	$N^{\circ}_{hab} = 33.318$
Total	<i>187.416.59</i>

Fuente: El autor

- Análisis de resultados obtenidos

Realizado los respectivos cálculos, se deduce que la planta diseñada con una potencia de 11.25 MVA, tendrá la capacidad para suministrar

energía eléctrica a 187.416.59 de habitantes aproximadamente de la parroquia Ximena de la ciudad de Guayaquil.

Tomando en cuenta todos los cálculos respectivos y demás datos proporcionados como en la Tabla 8.2 Potencial energético de biogás en la PTAR Las Esclusas, que indica que la planta dispondrá de un poder energético de 2.2 kwh por cada 1m³ de biogás, entonces para los equipos de generación con 9000 kw en su totalidad necesitan de 4092 m³ de biogás.

8.8 Presupuesto de ingresos y costos

A continuación se detallan de los presupuestos de ingresos y costos del proyecto propuesto en el presente trabajo de titulación, donde se presenta los cuadros comparativos de los equipamientos de fuerza en la casa de maquinas que se encuentra en el diseño mostrado en los anexos. En éste subcapítulo se analizan a través de la tabla 8.6 todos los aspectos económicos involucrados para el dimensionar el presupuesto de implantación de la planta de generación de energía eléctrica con biogás como combustión.

Tabla 8.7 Presupuesto total del proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL CONTRACTUAL
CONTRATO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
ST-ELECTRIC-1	POZOS DE REVISIÓN	34.528,00
ST-ELECTRIC-2	MALLAS DE PUESTA A TIERRA	55.064,15
ST-ELECTRIC-3	TABLEROS ESPECIALES	31.838,26
ST-ELECTRIC-4	INTERRUPTORES	110.215,72
ST-ELECTRIC-5	CELDAS DE MEDIO VOLTAJE Y ACCESORIOS	661.300,96
ST-ELECTRIC-6	TRANSFORMADORES	297.791,72
ST-ELECTRIC-7	GENERADORES	2.528.540,88
ST-ELECTRIC-8	SOPLADOR DE INYECCIÓN BIOGÁS	34.200,00
ST-ELECTRIC-9	VARIOS	308.652,47
SUBTOTAL		4.062.132,16
TOTAL		4.062.132,16
ANTICIPO (SOBRE VALOR DE TOTAL INSTALACIONES SIN I.V.A.)		1.624.852,86
I.V.A.		568.698,50
TOTAL CONTRATO		4.630.830,66

Fuente: El autor

A continuación se detalla la lista desplegable con los precios unitarios y totales estimados para la planta de generación de energía eléctrica Las Esclusas

Tabla 8.8 Descripción de rubros del proyecto

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
GENERADORES					
R0001	Generador trifásico de 500 KVA 440-254 V, 3F, incluye Transferencia Automática y Cabina Insonora	u	1,00	86.060,79	86.060,79
R0002	Generador trifásico de 750 KVA 440-254 V, 3F, incluye Transferencia Automática y Cabina Insonora	u	1,00	132.186,44	132.186,44
R0003	Generador trifásico de 2000 KVA 440-254 V, 3F, incluye Transferencia Automática y Cabina Insonora	u	5,00	462.058,73	2.310.293,65
SUBTOTAL GENERADORES					\$2.528.540,88
TRANSFORMADORES					
R0004	Transformador Elevador 3F, 500 KVA 440/13.800V.	u	1,00	17.327,02	17.327,02
R0005	Transformador Elevador 3F, 750 KVA 440/13.800V.	u	1,00	24.839,35	24.839,35
R0006	Transformador Elevador 3F, 2000 KVA 440/13.800V.	u	5,00	51.125,07	255.625,35
SUBTOTAL TRANSFORMADORES					\$297.791,72
CELDA DE MEDIO VOLTAJE Y ACCESORIOS					
R0007	Celda de transferencia Automático Red-Generador NSM-2 (SM6-17,5KV)	u	5,00	30.506,52	152.532,60
R0008	Celda de medida -Equipos Precisión Clase 0.5(3x3) (GBC-A) (SM6-17,5KV)	u	3,00	16.465,17	49.395,51
R0009	Celda de Protección interruptor (DM1-A) (SM6-17,5KV)	u	12,00	35.712,95	428.555,40
R0010	Celda de remonte de cables sin barraje (GAM-0) (SM6-17,5KV)	u	5,00	2.108,42	10.542,10
R0011	Celda de remonte de cables con barraje horizontal y vertical (GAM-2) (SM6-17,5KV)	u	3,00	5.101,93	15.305,79
R0012	Punta terminal exterior aislado para 15 KV	u	3,00	179,92	539,76
R0013	Puesta a tierra para transformador	u	20,00	221,49	4.429,80
SUBTOTAL TRANSFORMADORES					\$661.300,96
SOPLADOR DE INYECCIÓN BIOGÁS					
R0014	soplador de aire tipo regenerativo marca fpz modelo scl-k07r-md-7.5 -3, ex	u	5,00	6.840,00	34.200,00
SUBTOTAL SOPLADOR DE INYECCIÓN BIOGÁS					\$34.200,00

INTERRUPTORES					
R0015	Interruptor termomagnético caja moldeada 3P-200 a 250Amp	u	4,00	231,04	924,16
R0016	Interruptor termomagnético caja moldeada 3P-400 a 500Amp	u	6,00	959,70	5.758,20
R0017	Interruptor termomagnético caja moldeada 3P-500 a 1250Amp Regulable	u	26,00	3.228,74	83.947,24
R0018	Interruptor termomagnético caja moldeada 3P-1280 a 3200 regulable	u	4,00	4.896,53	19.586,12
SUBTOTAL INTERRUPTORES					110.215,72
TABLEROS ESPECIALES					
R0019	SPD TIPO 1 TRIFASICO, MINIMO 120 KA.	u	11,00	1.599,26	17.591,86
R0020	SPD TIPO 2 TRIFASICO DE 40 KA A 120 KA	u	14,00	1.017,60	14.246,40
SUBTOTAL TABLEROS ESPECIALES					31.838,26
MALLA PUESTA A TIERRA					
R0021	Malla de puesta a tierra 12 varillas y cable 4/0 desnudo	u	8,00	2.874,27	22.994,16
R0022	Malla de puesta a tierra 15 varillas y cable 4/0 desnudo	u	5,00	5.935,53	29.677,65
R0023	Barra colector para tierra para 400 Amp	u	12,00	110,34	1.324,08
R0024	Vía de chispas	u	2,00	534,13	1.068,26
SUBTOTAL MALLA PUESTA A TIERRA					55.064,15
VARIOS					
R0025	GASTOS INDIRECTOS AL PROYECTO	u	1,00	308.652,47	308.652,47
SUBTOTAL VARIOS					308.652,47
REVISION DE POZOS					
R0026	Pozo de revisión 100x100x120cm con tapa de hormigón con marco y contramarco de hierro	u	30,00	275,89	8276,7
R0027	Pozo de revisión 80x80x80cm con tapa de hormigón con marco y contramarco de hierro	u	30,00	168,51	5055,3
R0028	Pozo de revisión 40x40x40cm con tapa de hormigón con marco y contramarco de hierro	u	200,00	105,98	21196
SUBTOTAL REVISIÓN DE POZOS					34.528,00
TOTAL CONTRATO DE INSTALACIONES ELECTRICAS					4.062.132,16

Fuente: El autor

A continuación se muestra plano 3/3 del diseño de la planta eléctrica propuesta en el presente trabajo de titulación



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

ETD
EDUCACIÓN TÉCNICA
PARA EL DESARROLLO

NOTAS

**PLANTA DE
TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES
LAS ESCLUSAS**

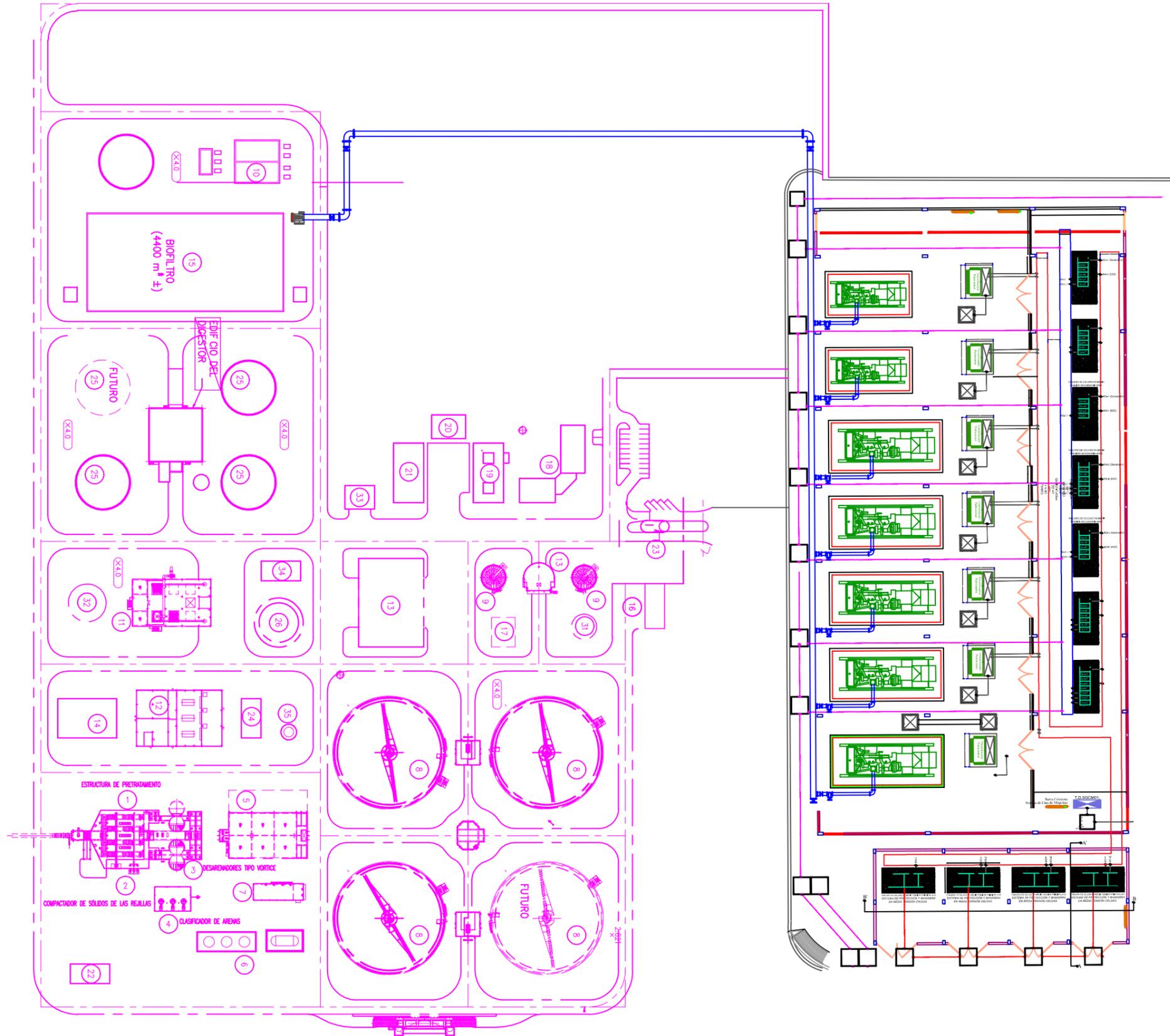
CONTENIDO:
IMPLANTACIÓN PTAR Y
PLANTA GENERADORA
ELÉCTRICA LAS ESCLUSAS

RESPONSABLE TÉCNICO:
MATTHEW FERNANDO
BONILLA ARÉVALO

DIBUJÓ: REVISIÓN:

ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO 2017

HOJA: NOMBRE ARCHIVO:

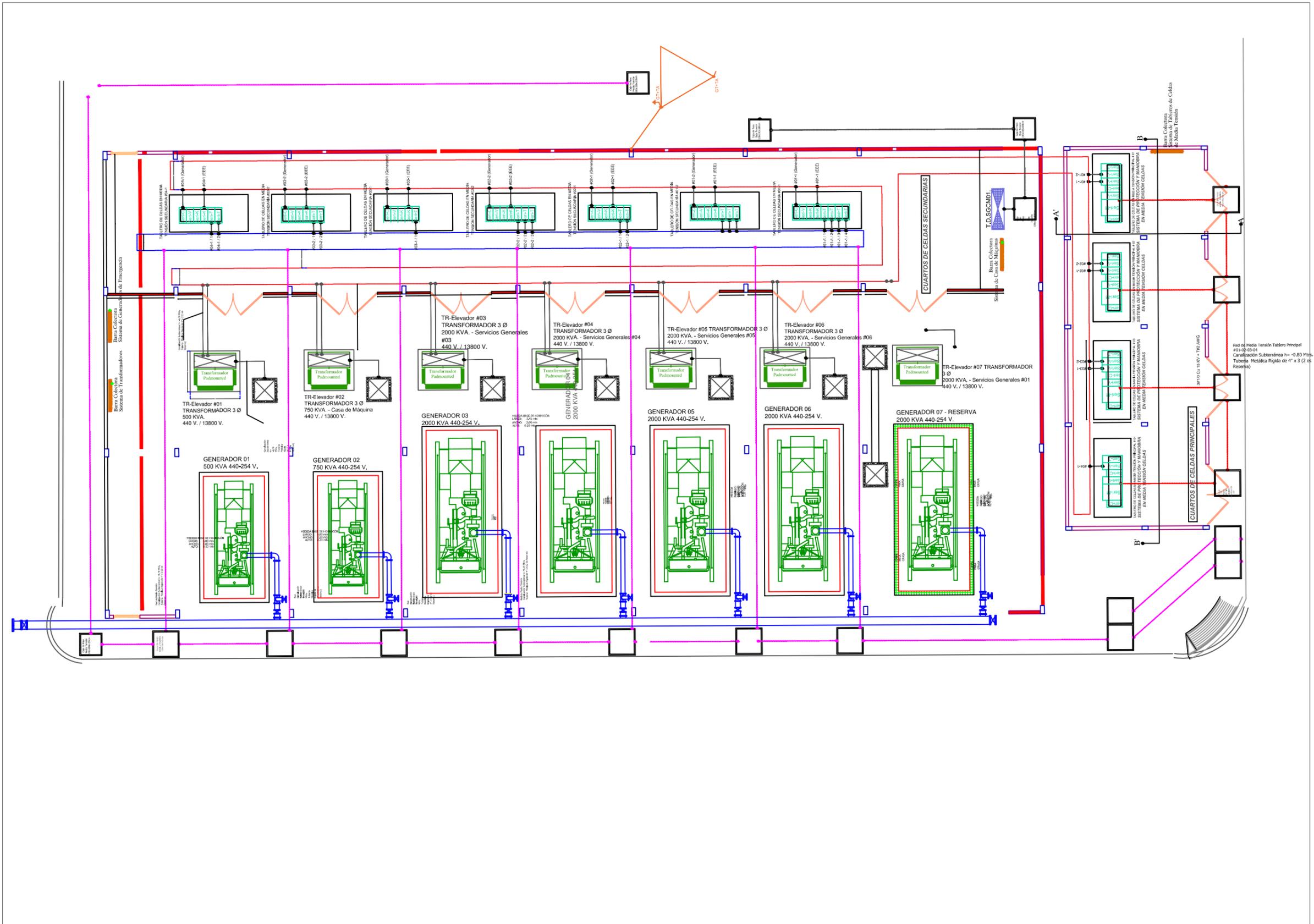




UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL



NOTAS



**PLANTA DE
TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES
LAS ESCLUSAS**

CONTENIDO:
DISEÑO PLANTA
GENERADORA ELÉCTRICA
LAS ESCLUSAS

RESPONSABLE TÉCNICO:
MATTHEW FERNANDO
BONILLA ARÉVALO

DIBUJÓ:	REVISIÓN:
ESCALA: INDICADA	FECHA: FEBRERO 2017
HOJA:	NOMBRE ARCHIVO:

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

El proceso realizado dentro de una planta de tratamiento de aguas residuales es de vital importancia para intereses sociales que comprendan el beneficio de habitantes o seres vivos en general, estos procesos permiten una armonización de la reducción exponencial de enfermedades y evita la muerte de muchas personas dando un gran aporte la aplicación de éstas tecnologías por tratarse una herramienta indispensable en el adecuado desarrollo del ser humano.

Se diseñó un sistema de una planta de generación eléctrica que contemplan estándares de viabilidad para su implementación, orientados a optimizar el funcionamiento de la misma en la ciudad de Guayaquil.

El proyecto propuesto para su intervención sobre una planta de tratamiento de aguas residuales para la producción de biogás, y su correspondiente uso como combustible para el aprovechamiento de generación de energía eléctrica, cumple una función importante en la sociedad actual, esto gracias a su valioso aporte demostrado en el presente trabajo de titulación.

El uso de las energías limpias como la planteada, son de alto aprovechamiento y están cada día ganando terreno en el mundo moderno de la actualidad, con el diseño realizado y presentado como parte de los anexos, puede ser utilizado como un gran aporte para nuevas ideas de los ingenieros eléctricos.

Los diseños para su implementación tecnológica, deberán ser valorados por la empresa eléctrica de la localidad para su aprobación y

posterior ejecución con el apoyo económico que demanda éste tipo de intervenciones.

Los equipamientos que se deben utilizar en éste proyecto, son los más de importantes, y para éste caso complementan al estudio realizado del presente trabajo de titulación para la obtención de los resultados.

9.2 Recomendaciones

La investigación para los diseños de una planta de tratamiento es un tema bastante extenso y debe ser analizado a profundidad por un ingeniero hidrosanitario que es de tal rama, quien tiene en claro todas las aplicaciones y técnicas para el tratamiento de las aguas residuales.

Para la implementación de los diseños de generación eléctrica por medio de biogás, se encuentran estrechamente ligados a inversiones altas, es por tal motivo que se recomienda la intervención de entidades públicas y privadas comprometidas con el medio ambiente bajo la cual se encuentra dirigido éste proyecto.

Los diseños de la planta de generación, se encuentran contemplados para la su operatividad en base de combustión por biogás, no obstante se recomienda realizar otros análisis de aprovechamientos de uso de biogás, puesto que se lo puede implementar también en una central termoeléctrica para el accionamiento de calderas acopladas al sistema de generación.

Uno de los puntos claves para la generación en la que se recomienda en futuro que pueda incluir características o funcionalidades a la altura de proyectos de gran potencial como el presentado como son medidores de nivel, presión y temperatura en la conducción de biogás hasta las unidades generadoras, realizándolo de manera automatizada y controlada desde la

implementación de un cuarto de control y monitores que permita el seguimiento constante de el comportamiento del biogás.

Para el monitoreo se plantea que dicho cuarto pueda ser capaz de hacer el seguimiento de la conducción de biogás a las unidades generadores, pero a su vez que incorpore un sistema de integración que proporcione causa efecto de los diferentes equipamientos de la casa de máquinas, como detectores de humos, sistemas de intrusión, datos para monitores, panel de alarmas, estaciones manuales del SCI.

GLOSARIO

PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
FORSU	Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Urbanos
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
AMP	Amperios.
EMAPAG EP	Empresa Municipal De Agua Potable Y Alcantarillado De Guayaquil, EP.
CT	Celdas de transformación.
G1	Generador 1
G2	Generador 2.
G3	Generador 3.
G4	Generador 4.
EIA	Estudio de impacto ambiental

ANEXOS

Anexo 3.1 Características de la PTAR Las Esclusas

Componente	Nombre	Descripción Cuantitativa
Tratamiento de aguas y lodos	Pre-tratamiento	1.- Cámara Aireada: Una cámara mezcladora con aireación a través de difusores de burbuja gruesa. 2.- Cámara Cribadora: Cuatro canales de rejillas, rejillas gruesas (8 mm) y finas (6 mm). 3.- Desarenador tipo Vórtice: Tres unidades diseñados para un caudal pico de 3.07 m ³ /seg.
	Tratamiento Primario	1.- Mezcla rápida, dos unidades, tiempo de retención 40 segundos, entre 300 y 500 seg-1. 2.- Tanques de Pre-aireación y floculación, dos unidades tiempo de retención de 17 minutos. Los mezcladores serán mecánicos. 3.- Clarificadores Primarios.- Tres unidades 52.5 m de diámetros, 5 m de profundidad.
	Digestores de Lodos	1.- Espesadores por Gravedad.- Dos unidades 13 m de diámetro. 2.- Rejillas Finas de Filtración de Lodos.- Dos unidades con ranuras de 2mm. 3.- Digestores.- Dos tanques en servicio con tiempo de retención de 15 días. Volumen de cada unidad 5000m ³ . 4.- Deshidratación de Sólidos.- Dos prensas de banda en servicio de 3 m de ancho. Los sólidos se deshidrataran 35 horas a la semana, durante 5 días. 5.- Biofiltros para Control de Olores.- Una unidad de 4,400 m ² .
	Desinfección	Hipoclorito de sodio in situ, con tiempo de retención 43 minutos a 3.7m ³ /s.
	Emisario	Diámetro 2400 mm, 15 difusores con sección vertical de 900 mm, con difusores laterales tipo "Tideflex" de 600 mm.

**Anexo 3.2 Tabla descriptiva de acciones consideraras de la PTAR Las
Esclusas**

Acciones	
Código	Descripción
Funcionamiento	
Funcionamiento de la estación de bombeo	
36-A-FOM	Operación y mantenimiento de equipos.
37-A-FMM	Mantenimiento de estructuras mecánicas.
38-A-FME	Mantenimiento de estructuras metálicas.
Funcionamiento de la Planta de Tratamiento – unidad pre tratamiento	
39-A-FCC	Cribado y clasificación de desperdicios
40-A-FRA	Clasificación y remoción de arenas
41-A-FRT	Recolección y transporte del material cribado
Funcionamiento de la Planta de Tratamiento – unidad de tratamiento primario	
42-A-FAQ	Almacenamiento de sustancias químicas
43-A-FDQ	Dosificación de químicos y mezcla del influente
44-A-FRS	Remoción de partículas sólidas
Funcionamiento de la Planta de Tratamiento – unidad de desinfección	
45-A-FIP	Manejo y transporte de insumos y materiales peligroso (Cloro)
46-A-FDC	Dosificación de Cloro al agua residual
Funcionamiento de la Planta de Tratamiento – unidades de tratamiento de lodos	
47-A-FEC	Espesamiento y conducción de lodos
48-A-FAL	Almacenamiento de lodos
49-A-FDL	Deshidratación de lodos
50-A-FTL	Transporte y disposición de lodos deshidratados
Funcionamiento de la línea de impulsión	
51-A-FMR	Mantenimiento de la red de recepción y transporte de aguas servidas
Funcionamiento del emisario subfluvial	
52-A-FMD	Monitoreo de descargas
Abandono	
53-A-ARC	Retiro del campamento de obra.
54-A-ARE	Retiro de equipos y maquinara.
55-A-ADM	Desalojo de materiales, escombros y demás desechos.
56-A-ARP	Relleno de pozos.
57-A-ARA	Readecuación de avenidas.

Elaborado por: Hazen and Sawyer & Consulambiente Cía. Ltda.

**Anexo 3.3 Tabla de árbol de acciones por fase del proyecto PTAR Las
Esclusas**

FASE	LABOR	ACCIÓN
PRE CONSTRUCCIÓN	Diseño	Levantamiento de información y desarrollo de diseños.
	Obtención de permisos	Trámites Municipales
CONSTRUCCION PTAR Y ESTACIÓN DE BOMBEO	Obras preliminares	Instalación del campamento de obra. Nivelación y replanteo Contratación de personal
	Preparación del terreno construcción y cimentación	Cimentación y pilotaje. Excavación con maquinas Excavación a mano Desalojo del material excavado Transporte de materiales Construcción de tabla estacada y muros perimetrales Rellenos compactados Colocación de replantillo Operación y mantenimiento de Equipos para la Construcción
	Construcción de estructuras	Encofrado y fundición de estructuras de hormigón Montaje de estructuras metálicas Impermeabilización del interior de tanques Transporte de materiales Transporte de residuos sólidos o líquidos no peligrosos Transporte de residuos peligrosos
	Instalaciones de servicios básicos	Instalación del sistema eléctrico. Instalación hidrosanitaria y del sistema contra incendios
	Trabajos de acabado	Enlucido de paredes de oficina Colocación de ventanas y puertas. Aplicación de pintura a las estructuras

FASE	LABOR	ACCIÓN
CONSTRUCCIÓN DE LÍNEA DE IMPULSIÓN	Obras preliminares	Excavación de pozos o zanjas en terreno natural. Excavación de pozos o zanjas en carreteras pavimentadas. Instalación de equipo de perforación y excavación Operación y mantenimiento de máquinas de carga. Transporte de residuos sólidos o líquidos no peligrosos Transporte de residuos peligrosos
	Preparación del sitio de instalación de tuberías	Extracción, transporte y disposición de desechos de la excavación.
	Instalación de tuberías	Transporte e instalación de tuberías.
CONSTRUCCION DEL EMISARIO SUBFLUVIAL	Obras preliminares	Nivelación y replanteo Elaboración y transporte de pesos muertos.
	Construcción e instalación de estructuras.	Encofrado y fundición de estructuras de hormigón. Montaje de estructuras metálicas Transporte de materiales Colocación de tubería subfluvial. Fijación de los pesos muertos. Arrastre e inmersión de tuberías. Instalación de equipos de impulsión. Transporte de residuos sólidos o líquidos no peligrosos Transporte de residuos peligrosos
FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Funcionamiento de la estación de Bombeo	Operación y mantenimiento de equipos. Mantenimiento de estructuras mecánicas. Mantenimiento de estructuras metálicas.
FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	Funcionamiento de la unidad de pre-tratamiento	Cribado y clasificación de desperdicios. Clasificación y remoción de arenas Recolección y transporte del material cribado. Mantenimiento de estructuras mecánicas. Mantenimiento de estructuras metálicas.
FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	Funcionamiento de la unidad de tratamiento primario	Almacenamiento de sustancias químicas. Dosificación de químicos y mezcla del influente Remoción de partículas sólidas por sedimentación. Operación y mantenimiento de equipos Mantenimiento de estructuras mecánicas. Mantenimiento de estructuras metálicas.

FASE	LABOR	ACCIÓN
	Funcionamiento de la unidad de desinfección	Manejo y transporte de insumos y materiales peligrosos (Cloro). Dosificación de Cloro al agua residual. Mantenimiento de estructuras mecánicas. Mantenimiento de estructuras metálicas.
	Funcionamiento de las unidades de tratamiento de lodos	Espesamiento y conducción de lodos. Almacenamiento de lodos Deshidratación de lodos. Transporte y disposición de lodos deshidratados. Operación y mantenimiento de equipos Mantenimiento de estructuras mecánicas. Mantenimiento de estructuras metálicas.
FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN	Funcionamiento de la línea de impulsión	Mantenimiento de la red de recepción y transporte de las aguas servidas.
FUNCIONAMIENTO DEL EMISARIO SUBFLUVIAL	Funcionamiento de la unidad de vertido	Mantenimiento de partes mecánicas. Monitoreo de las descargas.
ABANDONO	Abandono durante la construcción.	Retiro del campamento de obra. Retiro de equipos y maquinaria. Desalojo de materiales, escombros y demás desechos. Relleno de pozos. Readecuación de avenidas. Transporte de residuos sólidos o líquidos no peligrosos Transporte de residuos peligrosos.
	Abandono una vez finalizada la construcción	Retiro del campamento de obra. Retiro de equipos y maquinaria. Desalojo de materiales, escombros y demás desechos. Readecuación de avenidas. Transporte de residuos sólidos o líquidos no peligrosos Transporte de residuos peligrosos.
	Abandono durante el funcionamiento	Desmontaje de equipos. Retiro de combustibles. Evacuación de aguas residuales y lodos de los sistemas de tratamiento. Cierre de tuberías en general. Desalojo de desechos. Transporte de residuos sólidos o líquidos no peligrosos Transporte de residuos peligrosos.

Elaborado por: Hazen and Sawyer & Consulambiente Cía. Ltda.

**Anexo 3.4 Diagrama de procesos de tratamiento de aguas residuales
Las Esclusas**

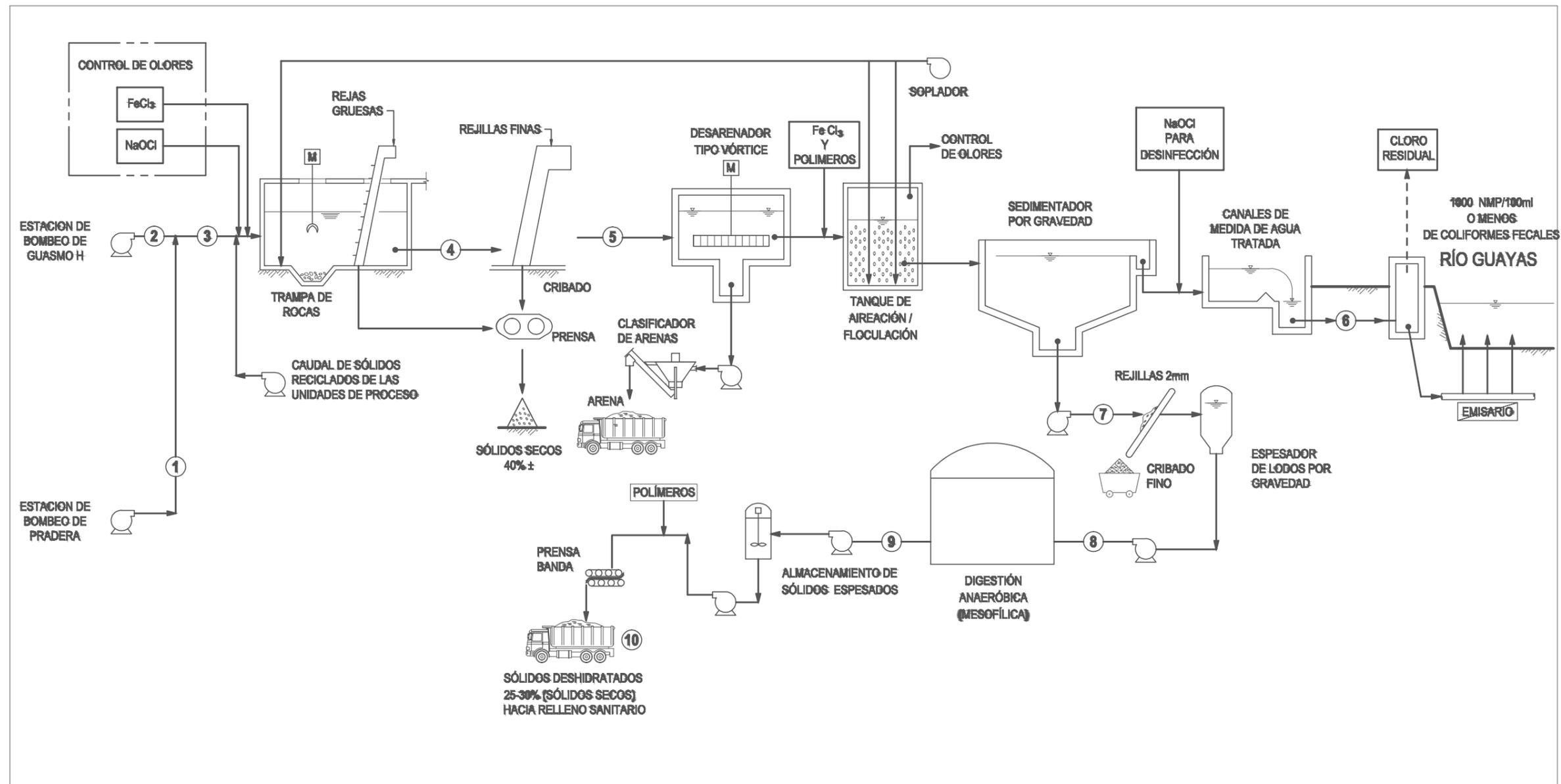


DIAGRAMA DE PROCESO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

NOTAS:

1. LA CARGA MÁSCA DE DBO Y DE SST DEL AFLUENTE AUMENTA UN 10% POR LA CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE ESCORRENTIA APORTADA POR LAS VIAS Y AFLUENCIA DE CAUDAL ENTRANTE DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.
2. SÓLIDOS PRIMARIOS = LODO PRIMARIO CRUDO + LODO QUÍMICO
3. LA ADICIÓN DE $FeCl_3$ EN TIEMPO HÚMEDO ES DE 20 mg/L Y SE GENERAN APROXIMADAMENTE 2,40 TPD DE LODO QUÍMICO.
4. ANTES DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA, EL CAUDAL DE SÓLIDOS ESPESADOS RECIBE EL APOORTE DE GRASAS Y ACEITES RETENIDOS Y DE ESPUMAS CONCENTRADAS.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LAS ESCLUSAS

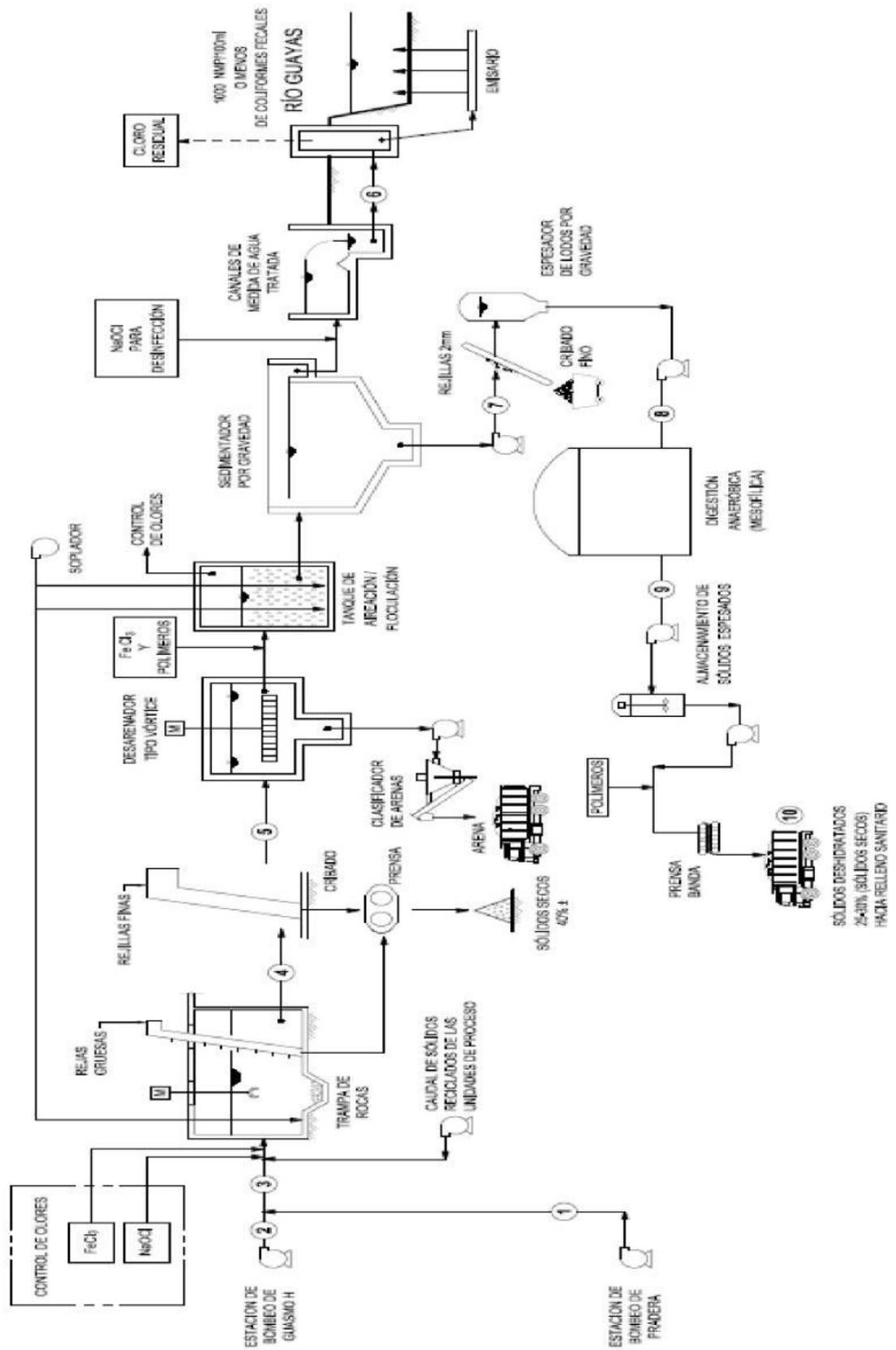
CONTENIDO:
DIAGRAMA DE PROCESO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

RESPONSABLE TÉCNICO:
MATTHEW FERNANDO BONILLA ARÉVALO

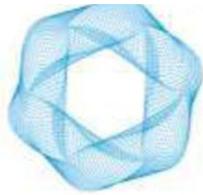
DIBUJÓ: REVISIÓN:

ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO 2017

HOJA: NOMBRE ARCHIVO:



Anexo 5.1 Presupuesto de soplador de vacío tipo regenerativo



FPZ
BLOWER TECHNOLOGY

1

Guadalajara , 27 de Febrero / 2017

POWERSUN
Guayaquil, Ecuador

Atn: Ing. Fernando Bonilla

Referencia: FPZ/069/HE/17

Estimado Ing. Bonilla

En respuesta a su amable solicitud de cotización, tengo el agrado de someter a su fina consideración nuestra mejor oferta técnica – comercial por el siguiente Equipo SCL (Soplador/Bomba de vacío tipo Regenerativo) **Marca FPZ** para las condiciones de operación dadas:

Gas:	Biogás (70% Metano & 30% CO2)
Flujo:	100 Cfm
Presión de operación :	250mbar (4.7 psig)
Altitud:	100 msnm
Presión barométrica:	14.51 psia, FC 1.01
Max. Temp Amb. A la entrada:	35°C , FC 1.049
FACTOR DE CORRECCION TOTAL:	1.06
Presión para seleccionar soplador:	4.7 * 1.049 = 4.93 psi = 136.5 "H2O

Alternativa 1

Cantidad: 1 pza.

SOPLADOR DE AIRE TIPO REGENERATIVO MARCA FPZ MODELO **SCL-K07R-MD- 7.5 -3**, EX CON CARCAZA, IMPULSOR Y CUBIERTA EN **FUNDICION DE ALUMINIO ANODIZADO**, ADECUADO PARA MANEJAR UN FLUJO DE

AIRE DE **100 scfm @ 136.5 "H2O) A CONDICIONES DADAS** , CON MOTOR DE TRANSMISION DIRECTA DE **7.5 HP**, EX PROOF TRES FASES, 3500 rpm, 208-230/460 V, 60 HZ, , DIAMETRO DE ENTRADA Y SALIDA DE AIRE DE 2 " NPT

CONSUMO DE ENERGIA (APROX) : 4.5 hp (3.47 Kw) @ 4.93 psig, 100 msnm y 35°C --- temperatura de aire a la entrada del soplador.

PRECIO DE LISTA UNITARIO:_____

\$ 6,840.00 usd



P. NETO C/DESC. "OEM" (25%) 5,130.00 USD

Incluye anodizado en sellos , Rodamientos y carcaza interior

TERMINOS Y CONDICIONES

-Precios en Dólares

-Vigencia de la oferta: 60 días

-Tiempo de entrega de sopladores y accs. : 6 Semanas aprox. Por confirmar. Al recibir su amable orden y confirmación de pago.

-Condiciones de pago: 100 % anticipado

-ExW: Saukville Wi USA

-Garantía: 2 años (A partir de embarcada la mercancía), siempre y cuando se lleve a cabo la correcta instalación mecánica y eléctrica, se realice la calibración adecuada de la válvula de seguridad y se realicen los servicios y mantenimientos como lo estipula el manual de operación y servicio del fabricante.

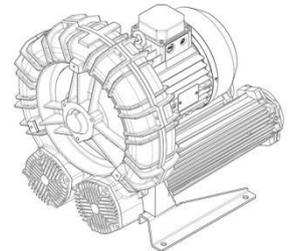
Agradecemos la oportunidad de poder servirles y esperamos que nuestra cotización cuente con su aprobación. Sin más por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración o comentario.

Atentamente
Ing Horacio Espinel
FPZ Sudamérica
57 3165286359
sudamerica@fpz.com
www.FPZ.com

Características Técnicas	
- Construcción en aleación de aluminio - Funcionamiento silencioso - Libre de mantenimiento	
Motor Eléctrico	
- Motor con grado de protección IP55 - Clase de aislamiento F, doble impregnación, idóneo para invertir - Protector térmico PTO de serie	
Opciones	
- Tensiones especiales (IEC 60038) - Tratamientos protectores de superficies - Versión con sellado aumentado	

~3	[V] (Y/Δ)		[Hz]
	≤ 4 kW	> 4 kW	
IE2	400 / 230	690 / 400	50
	460 / 265	795 / 460	60
Wide Range	345 - 415 / 200 - 240	600 - 720 / 345 - 415	50
	380 - 480 / 220 - 280	660 - 830 / 380 - 480	60

Tensión de Alimentación - IE2 solo a 50Hz -
 Tolerancias relativas al valor fijo de tensión ± 10%, en un rango de ± 5%.

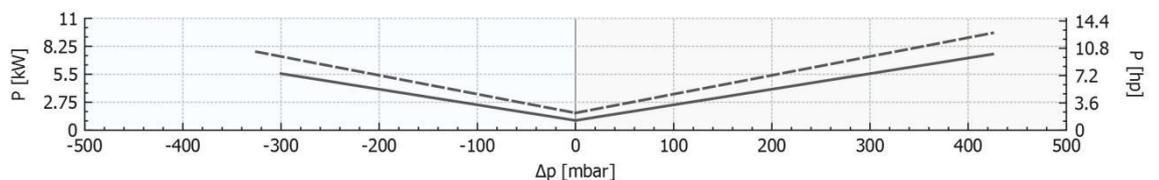
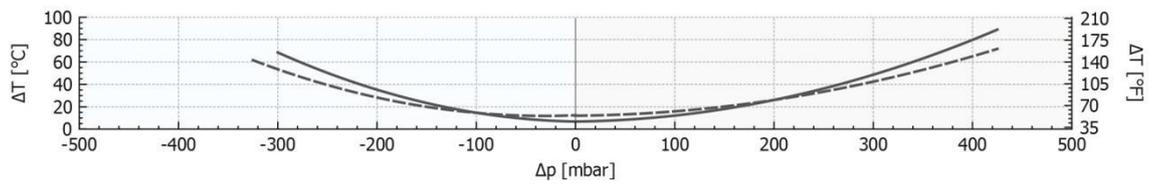
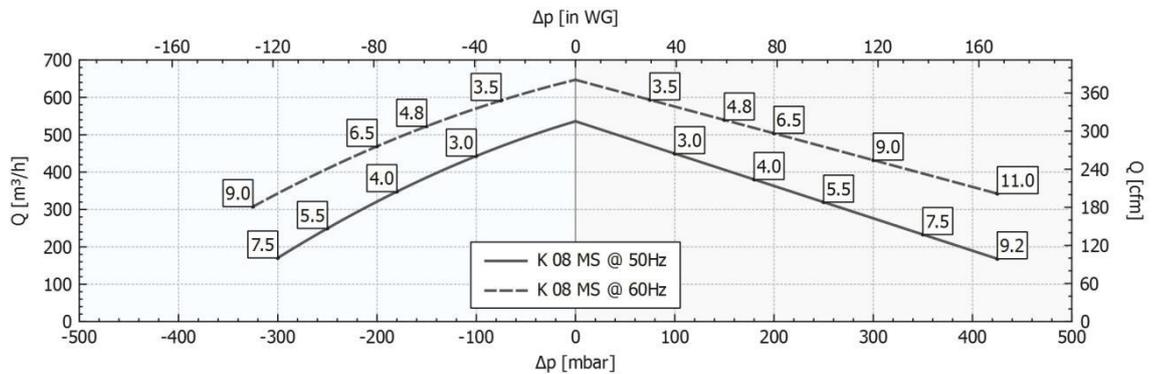


Características de Funcionamiento

P _n [kW]	Frecuencia [Hz]	Δp _{max} [mbar]		Q _{max} [m³/h]	Leq ¹ [dB(A)]	Peso [kg]	H ³ [mm]	Corriente absorbida (Y/Δ) [A]		Cosφ [-]	Velocidad [rpm]
		Aspiración	Compresión					IE2 ²	Range		
3	50	100	100	536	76.5	55.3	400	6.27 / 10.8	6.88-6.36 / 11.9-11.0	0.82	2920
3.5	60	75	75	647	78.5	55.3	400	6.23 / 10.8	7.29-6.23 / 12.6-10.8	0.84	3515
4	50	180	180	536	76.5	56.5	415	8.12 / 14.05	8.80-8.26 / 15.2-14.3	0.82	2910
4.8	60	150	150	647	78.5	56.5	415	8.10 / 14.03	9.37-8.10 / 16.2-14.0	0.84	3480
5.5	50	250	250	536	76.5	70	445	6.40 / 11.1	6.81-6.75 / 11.8-11.7	0.8	2940
6.5	60	200	200	647	78.5	70	445	6.38 / 11.1	7.21-6.47 / 12.5-11.2	0.84	3535
7.5	50	300	350	536	76.5	75	445	9.06 / 15.7	9.18-9.47 / 15.9-16.4	0.78	2940
9	60	325	300	647	78.5	75	445	8.86 / 15.34	9.87-9.00 / 17.1-15.6	0.83	3530
9.2	50	-	425	536	76.5	80	485	10.3 / 17.8	11.1-10.6 / 19.2-18.3	0.83	2940
11	60	-	425	647	78.5	80	485	10.3 / 17.9	11.9-10.3 / 20.6-17.9	0.86	3530

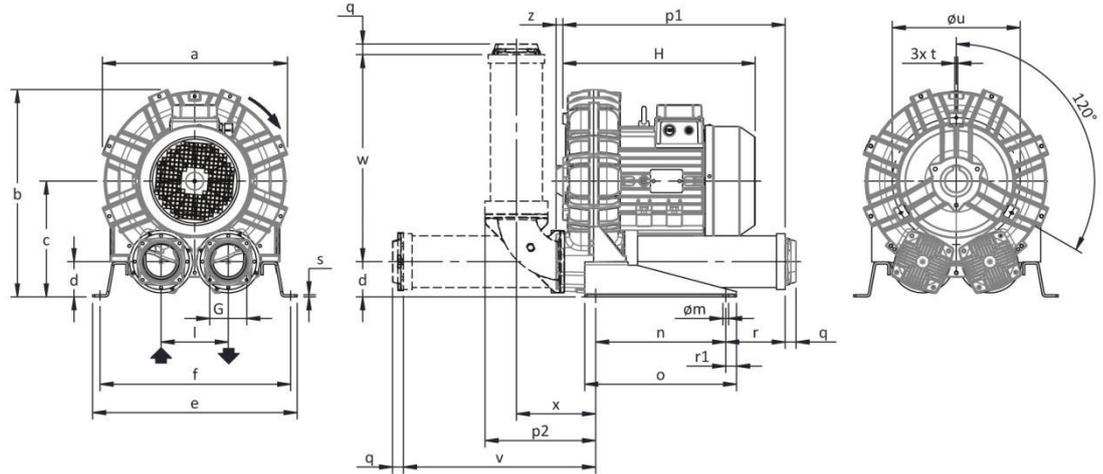
- Nivel sonoro medido conforme a la norma ISO 3744 (a 1 m de distancia, aspiración y salida canalizadas).
- IE2 solo a 50Hz.
- Ver dimensiones en la página siguiente.

ASPIRACIÓN
COMPRESIÓN



Tolerancia sobre los valores indicados +/-10%.
 Datos sujetos a variación sin previo aviso.
 Curvas referidas a aire, a una temperatura de 20°C y a una presión atmosférica de 1013 mbar (abs).

Dimensiones



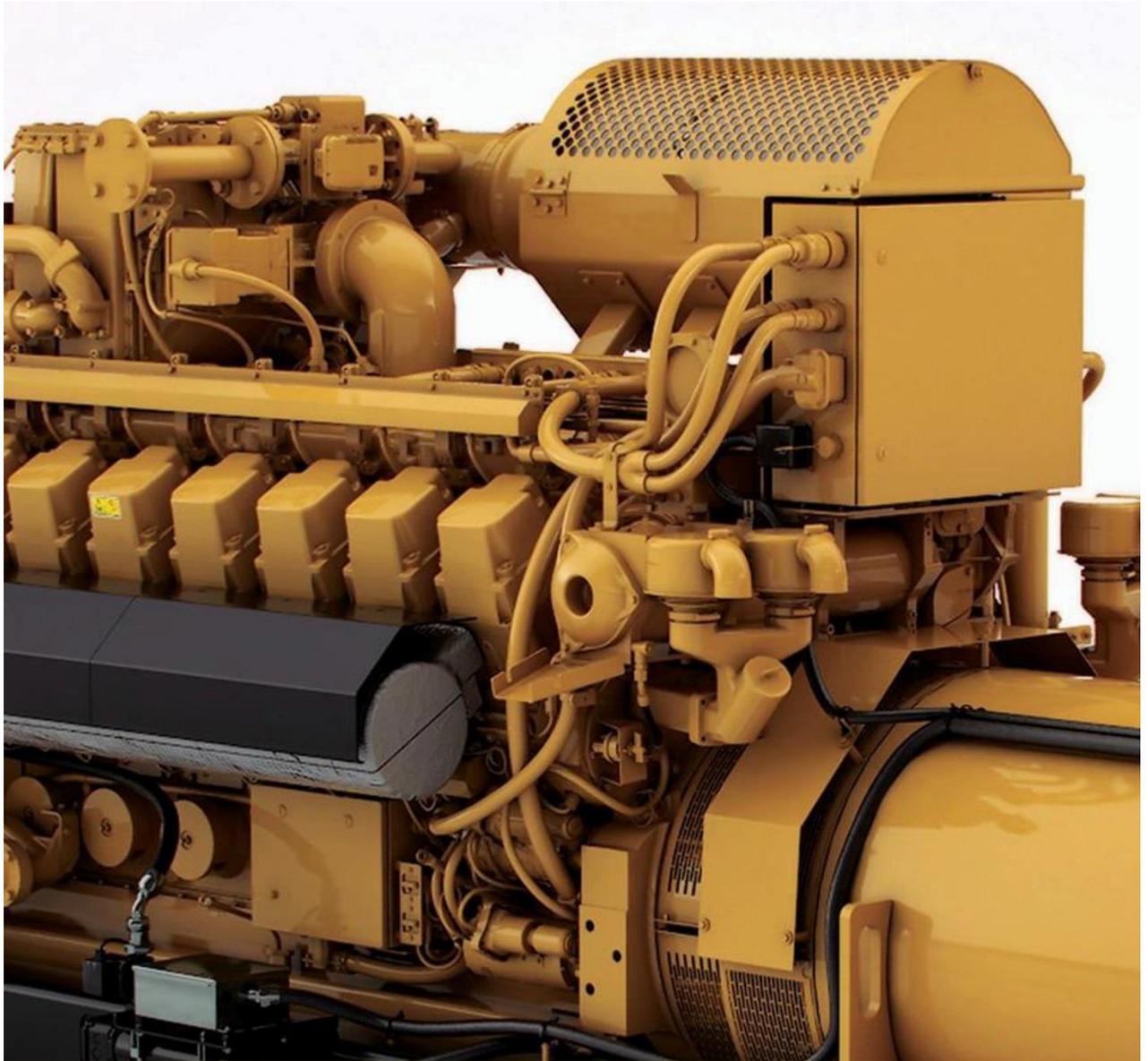
La configuración con silenciador vertical es sólo posible usando el kit de accesorios CK; para otras opciones consultar con FPZ.
 NO vinculantes
 Dimensiones en mm

a	b	c	d	d1	e	f	G	l	l1	l2	m	n	o	p1	p2	q	r	r1	s	t	u	v	w	x	y	z
457	498	269	82	-	480	448	G 3"	155	-	-	13	300	350	512	255	25	137	25	5	M8	310	443	481	183	-	16

INSTALACIÓN

- Para un correcto funcionamiento de la máquina, ésta debe ser equipada con un FILTRO en aspiración y una VÁLVULA limitadora de presión/vacío.
- Otros accesorios disponibles bajo demanda
- Temperatura ambiente y del fluido en aspiración permitida de -15 °C a +40 °C.
- Leer atentamente el manual de instrucciones antes de instalar el equipo.

Anexo 7.1 Ficha técnica generador CAT® CG170-20 SERIES



CAT[®] CG170-20

Series Gas Generator Sets



CAT[®] CG170-20 SERIES

SMARTER ENERGY SOLUTIONS

INFORMACIÓN GENERAL

Desde sistemas combinados de calor y energía (CHP, Combined Heat and Power) de gas natural hasta potencia de emergencia para instalaciones, pasando por la energía renovable del biogás para respaldo de redes locales, o la electricidad generada por los gases provenientes de minas de carbón, Caterpillar cuenta con una amplia gama de confiables soluciones de energía de gas.

ELECTRIC UTILITIES

Caterpillar has led innovation to deliver stationary and containerized gas power plants to electric utilities and district energy facilities around the world for both continuous grid support and peak electricity demand.

MINES

Mining operators increase mine safety and reduce carbon emissions with coal gas, while many other mining operations are realizing the benefits of onsite gas power generation to support greenfield site development.

Especificación de grupos electrógenos de biogás

Máxima clasificación continua	2.000 ekW
Tipo de combustible	Gas natural, biogás, gas de carbón
Máxima eficiencia eléctrica	43,7 %
Máxima clasificación de respaldo	2.000
Frecuencia	50 o 60 Hz
rpm	1.500

Especificación del motor

Modelo del motor	CG170-20
Calibre	170.0 mm
Carrera	195.0 mm
Cilindrada	53.1 Baja
Aspiración	LE



Dimensión del grupo electrógeno

Longitud	6200.0 mm
Ancho	1710.0 mm
Altura	2190.0 mm
Peso en seco del grupo electrógeno	17900.0 kg

Emisiones

Cumple con la mayoría de los requisitos de emisiones en todo el mundo de nivel Nox de hasta 0,5 g/bhp-h sin postratamiento

Gama completa de accesorios

- Amplia gama de accesorios empernables que facilitan la expansión de capacidades del sistema, diseñados y probados en fábrica
- Opciones flexibles de empaquetado para una instalación fácil y económica

Sistema comprobado

Respaldo al producto en todo el mundo

Los distribuidores Cat ofrecen amplia asistencia posventa, incluso contratos de mantenimiento y reparación. Los distribuidores Cat tienen más de 1.800 sucursales de distribuidores que operan en 200 países. El programa Cat@S•O•SSM detecta eficazmente la condición de los componentes internos del motor, incluso la presencia de fluidos no deseados y subproductos de la combustión.

Generador Cat SR4B

Diseñado para adaptarse a las características de rendimiento y salida de los motores de gas de Caterpillar. Diseño mecánico y eléctrico líder en la industria. Alta eficiencia

Sistema de control Cat EMCP II+

Interfaz y navegación fáciles de usar. Monitoreo digital, medición y ajuste de protección. Medición de corriente con todas las características y relés de protección. Clasificación UL508A. Control remoto y opciones de capacidad de monitor

Equipos estándar

Admisión de aire

Filtro de aire de una sola etapa y dos elementos, con caja e indicador de servicio

Paneles de control

- EMCP II+

Enfriamiento

- Bombas de agua impulsadas por el motor para el agua de las camisas y del poseñificador
- Agua de las camisas y termostatos SCAC
- Conexiones de brida del cliente ANSI/DN para admisión y salida de JW
- Bridas de Cat en el circuito SCAC

Escape

- Múltiples de escape secos, aislados y protegidos
- Turbocompresor enfriado en la sección central con salida embridada Cat
- Cada orificio de escape y salida del turbocompresor conectada al Módulo de Detección de Temperatura Integrado (ITSM, Integrated Temperature Sensing Module) con GECM para proporcionar alarmas y paradas

Enfriamiento

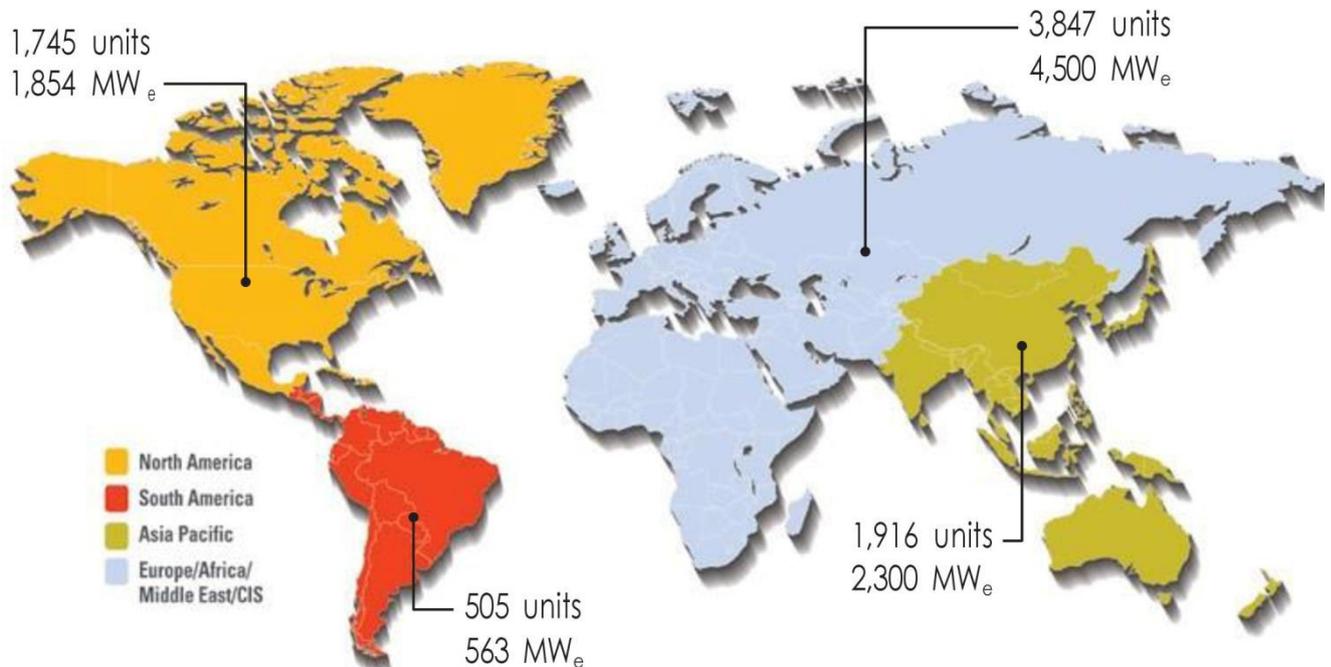
- Bombas de agua impulsadas por el motor para el agua de las camisas y del poseñificador
- Agua de las camisas y termostatos SCAC
- Conexiones de brida del cliente ANSI/DN para admisión y salida de JW
- Bridas de Cat en el circuito SCAC

Sistema de combustible

- Válvula dosificadora de combustible electrónica
- Placa del acelerador, accionador de 24 VCC, controlado por GECM
- El sistema de combustible está dimensionado para gas natural de 31,5 a 47,2 MJ/NM3 de conducto seco con una presión de 4,5 a 34,5 kPa a la válvula de control del combustible del motor



Installed capacity of 9,217 MW_e with 8,013 generator sets worldwide



MEETING YOUR NEEDS HAS SHAPED OUR HISTORY

At Caterpillar, we understand what it takes to deliver a successful gas power generation system, and it starts with a core machine that is designed for efficiency and reliability. Since the 1920s, Caterpillar has been designing and building engines for power production. Although the technology has changed over the years, the philosophy hasn't: to deliver the most reliable power generation at the lowest possible cost of ownership and operation. Today, Caterpillar not only manufactures power generation equipment, but we also provide customized project financing via Cat Financial.

THE COMPLETE SOLUTION

Caterpillar is your complete gas solutions partner. From mechanical systems such as gas fuel train and heat recovery systems, to exhaust aftertreatment that complies with the world's most stringent emission requirements, Caterpillar Gas Solutions engineering works with your local Cat dealer to deliver a complete scope of supply. Caterpillar also provides electrical systems such as master controls and paralleling switchgear, electrical distribution switchgear and uninterruptible power supply (UPS) that can meet either UL or IEC requirements.

PRODUCT SUPPORT WORLDWIDE

Your gas power system is supported by our factory trained global network of Cat dealers. Therefore, you can rest assured that your equipment will be ordered, delivered, installed and commissioned in consultation with a local expert. You'll also have the confidence that Caterpillar will be there to keep you up and running. Cat dealers have over 1,600 dealer branch stores operating in 200 countries to provide the most extensive post-sales support including oil and fuel monitoring services, preventive maintenance and comprehensive Customer Support Agreements.

LOWER LIFE CYCLE COST

With longer maintenance intervals, higher fuel efficiency and competitive repair options, Caterpillar delivers the lowest total owning and operating costs. When you design your facility within Caterpillar's Application and Installation Guidelines, you can expect generator set availability up to 99 percent of planned operating hours annually. It all adds up to a strong return on your investment, year after year.



E & H S E

HIGHLY EFFICIENT PERFORMANCE

PRINCETON UNIVERSITY



PRINCETON, NEW JERSEY, USA

In 2011, Caterpillar delivered a G3520E 60 Hz gas generator set rated for 2,000 kW, designed for waste heat recovery for the University's new High-Performance Computing Resource Center. The project helps support campus-wide energy efficiency goals.

BINATOM ELECTRIC PRODUCTION



KUTHAYA REGION, TURKEY

This independent power producer in northern Turkey demonstrated the plug-and-play design of Caterpillar's latest G3516H gas generator set. With the local Cat dealer also supplying the CHP system and fuel train, complete installation and commissioning was completed in just seven days.

HBG- HEIZWERKBETRIEBSGESELLSCHAFT



REUTLINGEN, GERMANY

This district power and heating plant had been operating Cat G3520C generator sets at total system efficiency near 100 percent based on condensing heat exchangers and industrial heat pumps. When a new plant was commissioned in 2012 with a next generation G3516H, the plant manager declared it "the easiest genset startup we've seen."



GAS GENERATOR SET PRODUCT RATINGS SUMMARY



60Hz GAS GENERATOR SET RATINGS

Biogas, Landfill Gas, Sewage Gas¹⁾

Model	rpm	Emission Level No _x ²⁾		Aftercooler Temperature		Electric Power ³⁾ @ 1.0 pf	Efficiency ⁴⁾		
		mg/Nm ³	g/bhp-hr	°C	°F		Electrical Efficiency	Thermal Efficiency	Total Efficiency
							%	%	%
G3306	1800	6055	17.3	-	-	76	26.7	62.4	89.1
G3406	1800	7613	21.0	-	-	137	27.7	61.1	88.8
G3412	1800	7051	16.4	-	-	194	26.5	62.9	89.4
CG132-8	1800	500	1.0	40	104	400	41.6	43.2	84.8
G3508A	1200	859	2.0	54	130	408	32.2	45.8	78.0
CG132-12	1800	500	1.0	40	104	600	41.4	43.7	85.1
G3512 LE	1200	759	2.0	54	130	615	29.6	48.1	77.7
CG132-16	1800	500	1.0	40	104	800	41.7	43.3	85.0
G3516A	1200	787	2.0	54	130	824	31.0	47.6	78.6
G3516A+	1200	500	1.0	54	130	1015	36.1	39.9	76.0
CG170-12	1500	500	1.0	50	122	1200	41.8	43.8	85.6
CG170-16	1500	500	1.0	50	122	1550	41.4	43.9	85.3
G3520C	1200	439	1.0	54	130	1622	39.8	39.9	79.7
G3520C	1500	500	1.0	54	130	1936	38.7	44.7	83.4
CG170-20	1500	500	1.0	50	122	2000	42.7	43.3	86.0
CG260-12	900	500	1.0	40	104	2530	42.2	40.3	82.5
CG260-16	900	500	1.0	40	104	3370	43.1	38.6	81.7

Natural Gas¹⁾

Model	rpm	Emission Level No _x ²⁾		Aftercooler Temperature		Electric Power ³⁾ @ 1.0 pf	Efficiency ⁴⁾		
		mg/Nm ³	g/bhp-hr	°C	°F		Electrical Efficiency	Thermal Efficiency	Total Efficiency
							%	%	%
G3306	1800	6785	16.0	-	-	104	31.7	59.6	91.3
G3306	1800	7317	18.8	54	130	143	31.5	64.0	95.5
G3406	1800	9176	21.6	-	-	155	30.1	57.3	87.4
G3406	1800	8269	19.7	54	130	217	33.5	52.9	86.4
G3412	1800	8566	22.1	-	-	253	30.3	60.9	91.2
G3508	1200	9498	26.0	54	130	373	32.8	51.8	84.6
G3508	1200	857	2.0	54	130	380	34.4	39.2	73.6
CG132-8	1800	500	1.0	40	104	401	41.2	46.1	87.3
G3412	1800	10624	25.7	54	130	403	33.4	54.3	87.7
G3412C	1800	800	1.9	54	130	453	35.3	47.1	82.4
G3512	1200	8399	20.8	54	130	564	32.5	55.2	87.7
G3512	1200	844	2.0	54	130	581	34.5	45.2	79.7
CG132-12	1800	500	1.0	40	104	600	41.1	46.6	87.7
G3516	1200	9791	24.0	54	130	755	33.0	49.1	82.1
G3516	1200	844	2.0	54	130	779	35.0	48.8	83.8
CG132-16	1800	500	1.0	40	104	800	41.5	46.3	87.8
CG170-12	1500	500	1.0	40	104	1200	43.4	43.2	86.6
G3516B	1800	407	1.0	54	130	1312	35.5	48.3	83.8
G3608	900	346	0.7	54	130	1549	38.8	42.2	81.0
CG170-16	1500	500	1.0	40	104	1550	43.0	43.7	86.7
G3520C	1200	500	1.0	54	130	1626	40.8	42.8	83.6
G3516C	1800	443	1.0	54	130	1663	37.6	46.4	84.0
CG170-20	1500	500	1.0	40	104	2000	43.5	43.2	86.7
G3516H	1500	500	1.0	48	118	2008	44.3	41.3	85.6
G3520E	1500	500	1.0	54	130	2026	42.2	44.0	86.2
G3520C	1800	446	1.0	54	130	2077	38.0	46.9	84.9
G3612	900	347	0.7	54	130	2347	40.2	42.1	82.3
CG260-12	900	500	1.0	40	104	3000	43.7	42.1	85.8
G3616	900	342	0.7	54	130	3121	40.5	41.4	81.9
CG260-16	900	500	1.0	40	104	4000	43.7	42.4	86.1
G16CM34	720	500	1.0	48	118	7808	46.9	41.8	88.7
G20CM34	720	500	1.0	48	118	9760	46.9	42.1	89.0

**Anexo 7.2 Ficha técnica de tablero de transferencia automática marca
Gamma**

TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA DE 630 AMPERIOS

Tablero de transferencia automática de **630** amperios, equipado con un microprocesador, de construcción resistente y componentes de gran calidad que garantiza la durabilidad. El tablero de transferencia automática Autosoportado está dentro del encapsulado con un interruptor termomagnético motorizado de **3 x 630** amperios de transferencia automática.

Características principales:

- Gabinete de acero.
- El sistema de fuerza del tablero de transferencia cuenta con un interruptor termomagnético independiente del grupo electrógeno de **3 x 630** amperios regulable.
- Controlador Digital.
- Chapa de puerta de acero inoxidable.
- La Pintura cumple con la norma ANSI 61.
- Bisagras para trabajo pesado.



Funciones estándar:

- Microprocesador lógico
- Monitoreo de las fuentes normales y de respaldo
- Tiempo de retardo normal para emergencia.
- Tiempo de retardo para arranque de grupo electrógeno
- Tiempo de retardo para re-transferencia
- Sensado de la fuente de emergencia
- Luz piloto indicadora de operación normal
- Luz piloto indicadora de operación de emergencia
- Contactos Auxiliares
- Contactos secos para arranque del grupo electrógeno
- Ejercicios del generador
- Cerramiento NEMA1

Normas de los componentes:

- | | |
|------------------------------|---|
| - Controlador | :LOW VOLTAGE DIRECTIVE: 2006/95/EC
EMC: 2004/108/EC – IEC STANDAR |
| - ITM's de fuerza | :IEC – 60947-2 |
| - ITM's de control | :IEC/EN 60898 |
| - Contacto de control | :IEC/EN60947-1,IEC/EN60947-2,
IEC/EN60947-4-1, UL508, CSA C22.2 N.14 |
| - Cable | : IEC 60332-1 / SAE J-1128; UL 62 |

CARACTERISTICA TÉCNICA DEL TTA

MODELO	FRECUENCIA	CORRIENTE NOMINAL	TENSION	NUMERO DE FASES	CARGADOR DE BATERIA	MODULO DE CONTROL	SISTEMA DE FUERZA
TTA - 630	60 HZ	630 A	220 VAC	3	12 VDC	AMF 25	BREAKER MOTORIZADO

* incluyen transformadores de corriente

DESCRIPCION DE LOS ACCESORIOS

1. MODULO DE CONTROL

Controlador de la marca **COMAP** modelo **AMF 25** de procedencia **Republica Checa**, es un módulo completo para tableros de transferencia automática y grupos electrógenos aislados operando en modo de emergencia (stand-by).

Los controladores AMF 25 están equipados con una poderosa pantalla gráfica que muestra íconos, símbolos y gráficos de barras para una operación más intuitiva, la cual crea junto a su alta funcionalidad.



Parámetros de medición y protección:

- **Las tres fases de la red principal:** Alto voltaje , Bajo Voltaje , Alta frecuencia , Baja Frecuencia y Caída de cada fase.
- **Las fases de la red de emergencia:** Alto voltaje, Bajo Voltaje, Alta frecuencia, Baja Frecuencia y Caída de cada fase.
- **Tiempos:** Retardo al arranque, Tiempo de calentamiento, Tiempo de transferencia y Tiempo de enfriamiento, etc.
- **Posee diafragma mímico / pantalla led retro iluminada**
 - 01 LED Indica Red principal disponible.
 - 01 LED Indica Red principal con carga.
 - 01 LED Indica Red de emergencia disponible.
 - 01 LED Indica Red de emergencia con carga.
- Pantalla LCD con retro iluminación, simbología y textos en español

2. GABINETE

El gabinete de acero - Autosoportado, cumple el grado de protección NEMA 1.

Características principales:

- Fabricado con lamina de Acero Negro LAF 2.0mm, con tratamiento de superficie metálica fosfatizado por inmersión y acabado con pintura electrostática la cual cumple la norma **ANSI 61**.
- Chapa en la puerta de acero inoxidable.
- Incluye mica de protección transparente.
- Bisagras para trabajo pesado



3. SISTEMA DE FUERZA

Está compuesto por 1 kit de Interruptores motorizados de la marca **ABB** – modelo **T5N 630 PR221DS-LS/I In=630 A** Regulable de procedencia **Italiana**, que están diseñados para garantizar el suministro de energía.

- Incluye enclavamiento mecánico, para protección de cierre simultáneo y en paralelo con la RED PUBLICA y el GRUPO ELECTRÓGENO.
- Sistema de protección contra: protección contra sobrecarga, protección contra cortocircuito selectivo y protección contra cortocircuito instantáneo.



4. CARGADOR DE BATERIA

compuesto por un cargador de batería Marca **COMAP** - modelo **InteliCharger 60 – 12 VDC** de procedencia **Republica Checa**, está diseñado para conexión permanente a las baterías mantenimiento de las mismas condiciones de carga sin la sobrecarga.

InteliCharger 60 está totalmente protegida contra sobrecarga, batería con conexión inversa, sobre voltaje y exceso de temperatura de serie.



Anexo 7.3 Ficha técnica de transformador Pad Mounted marca Inatra

PADMOUNTED
TRIFÁSICO



inatrafabrica:

PADMOUNTED TRIFÁSICOS

RANGO DE FABRICACIÓN:

Hasta 2000KVA
Voltaje hasta 34500V



GENERALIDADES

Los transformadores INATRA tipo *Padmounted* trifásicos son una alternativa de solución para reducir los espacios demandados por los cuartos de transformación o subestaciones. Poseen una consola con puertas individuales para baja y alta tensión, donde el compartimento de ésta, será accesible solo si el de baja tensión y sus respectivos seguros son abiertos.

El diseño de estos transformadores cumple con los requisitos de las normas nacionales INEN e internacionales ANSI/IEEE C57.12.26, además puede atender otras especificaciones técnicas especiales del cliente. Los transformadores INATRA *Padmounted* pueden ser tipo radial, para ser instalados donde el alimentador primario llega a cada transformador en forma independiente, o tipo malla, donde el alimentador primario se cierra para formar un anillo.

Los bushings de alta tensión son de tipo elastomérico, de accionamiento bajo carga y frente muerto. También contamos con protecciones de diversos tipos como fusibles tipo *bay-o-net*, limitadores de corriente, *breakers* de baja tensión y apartarrayos.

Otros accesorios pueden ser solicitados por el cliente como por ejemplo: seccionadores rompe-carga, termómetros con o sin contactos de alarma y disparo, mano-vacuómetros, entre otros.



Nuestros procesos son certificados
por las normas ISO 9000-2008

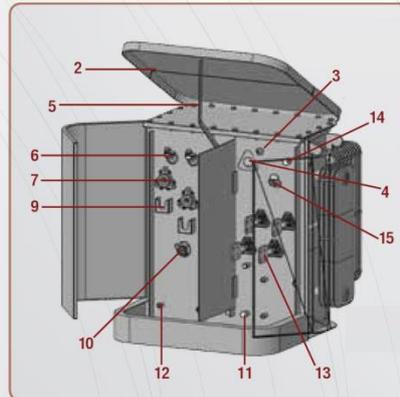
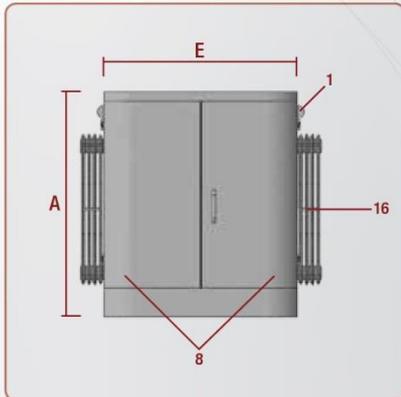


DIR.: KM. 10.5 VÍA DAULE // PBX: (593+4) 3702700 // FAX: (593+4) 3702701 // E-MAIL: INATRAV@INATRA.COM // WWW.INATRA.COM // GUAYAQUIL - ECUADOR

PADMOUNTED TRIFÁSICO

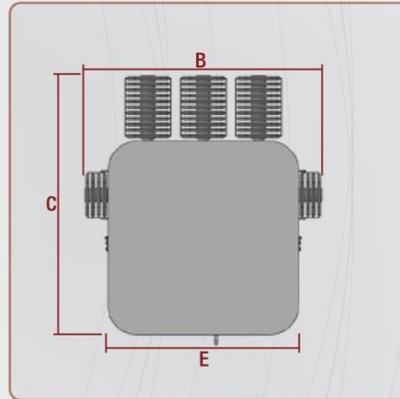
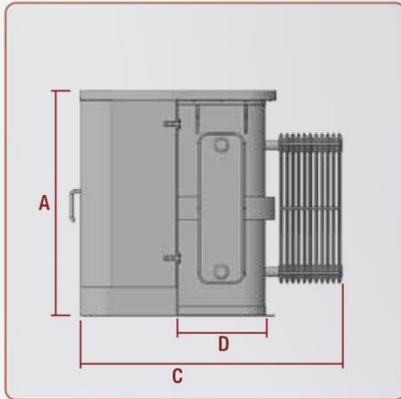
RANGO DE FABRICACIÓN:

Hasta 2000KVA,
Voltaje hasta 34500V



DESCRIPCIÓN:

1. Orejas de Levante.
2. Sobretapa de Seguridad.
3. Válvula de Sobrepresión.
4. Visor de Aceite.
5. Soporte de Sobretapa.
6. Fusible tipo Bayoneta.
7. Bushing tipo pozo A.T.
8. Puertas Abatibles.
9. Soporte para Bushing de parqueo.
10. Conmutador de derivaciones.
11. Válvula de drenaje.
12. Buje puesta a tierra.
13. Bushing B.T.
14. Válvula de llenado y recirculación.
15. Breaker de B.T. sumergido en aceite.
16. Radiadores.



VOLTAJE ALTA TENSION: 6000V HASTA 13800V BIL: 95KV-110KV
VOLTAJE BAJA TENSION: 208V HASTA 480V BIL: 30KV TIPO: RADIAL

KVA CONTINUOS A.T. 65 ° C	DIMENSIONES EN MILÍMETROS					PESO TOTAL KG	ACEITE EN LITROS
	A	B	C	D	E		
30	1150	900	950	450	900	630	330
50	1150	900	950	450	900	686	350
75	1150	900	950	450	900	720	400
100	1150	900	950	450	900	750	440
125	1150	900	1000	500	900	772	470
150	1150	900	1000	500	900	860	485
200	1150	1400	1140	640	1400	1040	510
250	1150	1400	1150	650	1400	1100	595
300	1150	1400	1360	860	1400	1360	675
400	1150	1500	1410	910	1400	1685	760
500	1150	1500	1930	1430	1400	1780	890

VOLTAJE ALTA TENSION: 6000V HASTA 13800V BIL: 95KV-110KV
VOLTAJE BAJA TENSION: 208V HASTA 480V BIL: 30KV TIPO: MALLA

KVA CONTINUOS A.T. 65 ° C	DIMENSIONES EN MILÍMETROS					PESO TOTAL KG	ACEITE EN LITROS
	A	B	C	D	E		
30	1150	1400	950	450	1400	780	435
50	1150	1400	950	450	1400	860	455
75	1150	1400	950	450	1400	900	520
100	1150	1400	950	450	1400	938	572
125	1150	1400	1000	500	1400	965	605
150	1150	1400	1000	500	1400	1075	615
200	1150	1400	1140	640	1400	1300	640
250	1150	1400	1150	650	1400	1375	704
300	1150	1400	1360	860	1400	1700	800
400	1150	1500	1470	970	1400	1940	910
500	1150	1500	1930	1430	1400	2065	1055

Anexo 8.1 Promedio de personas por hogar, según cantón INEC

Código	Nombre del Cantón	Total de personas	Total de hogares	Promedio de personas por hogar
0101	CUENCA	499.904	133.857	3,73
0102	GIRON	12.492	3.481	3,59
0103	GUALACEO	42.461	10.950	3,88
0104	NABON	15.868	4.143	3,83
0105	PAUTE	25.334	6.890	3,68
0713	ZARUMA	23.972	6.677	3,59
0714	LAS LAJAS	4.765	1.301	3,66
0801	ESMERALDAS	189.433	47.752	3,97
0802	ELOY ALFARO	39.691	8.901	4,46
0803	MUISNE	28.473	6.650	4,28
0804	QUININDE	122.516	29.488	4,15
0805	SAN LORENZO	42.418	9.570	4,43
0806	ATACAMES	41.378	10.294	4,02
0807	RIOVERDE	26.865	6.158	4,36
0808	LA CONCORDIA	42.896	10.726	4,00
0901	GUAYAQUIL	2.336.645	614.453	3,80
0902	ALFREDO BAQUERIZO MORENO	25.168	6.805	3,70
0903	BALAO	20.366	5.344	3,81
0904	BALZAR	53.881	13.469	4,00
0905	COLIMES	23.413	6.406	3,65
0906	DAULE	120.173	31.992	3,76
0907	DURAN	235.557	63.650	3,70
0908	EL EMPALME	74.213	18.494	4,01
1002	ANTONIO ANTE	43.484	11.067	3,93
1003	COTACACHI	39.941	9.871	4,05
2401	SANTA ELENA	143.106	35.522	4,03
2402	LIBERTAD	95.380	24.043	3,97
2403	SALINAS	67.160	16.629	4,04
9001	LAS GOLONDRINAS	5.300	1.270	4,17
9003	MANGA DEL CURA	20.745	4.986	4,16
9004	EL PIEDRERO	6.321	1.636	3,86

BIBLIOGRAFÍA

- A, Creus. (2012). Ingeniería y medio ambiente. Generalidades, Las Olas. In *Energías Renovables*. (2a Edición.). Colombia.: canollpina ediciones de la U.
- A. Hernández, & P. Galán. (2017). Pretratamiento.pdf. Retrieved January 8, , from <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/pretratamiento.pdf>
- A, valencia. (2013). Diseño de un Sistema de Tratamiento para las Aguas Residuales de la Cabecera Parroquial de San Luis - Provincia de Chimborazo 236T0084.pdf. Retrieved January 13, 2017, from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/236T0084.pdf>
- Admin. (2014). Etapas del tratamiento de aguas residuales. Retrieved January 8, 2017, from <http://tratamientodeaguasresiduales.net/etapas-del-tratamiento-de-aguas-residuales/>
- Admin. (2015). Impacto medioambiental de la energía eólica. Retrieved from <http://www.energiasrenovablesinfo.com/eolica/impacto-medioambiental-energia-eolica/>
- Andrés Pascual, Begoña Ruiz, Paz Gómez, Xavier Flotats, & Belén Fernández. (2011). Situación y potencial de Generación de Biogás - documentos_11227_e16_biogas_db43a675.pdf. Retrieved February 14, 2017, from http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e16_biogas_db43a675.pdf
- bossyclid. (2011). Tratamiento Secundario.

Retrieved from <http://www.cyclucid.com/tecnologias-aguas-residuales/tratamiento-aguas/tratamiento-secundario/>

D, Maestre. (2013). Reactor de mezcla completa con recirculacion. Retrieved January 30, 2017, from <https://prezi.com/thu7hv4eersm/reactor-de-mezcla-completa-con-recirculacion/>

Dorling Kindersley, & Getty Images. (2013). Energía hidroeléctrica -- National Geographic. Retrieved February 28, 2017, from <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/hydropower-profile>

ECrowd! (2016). 4 maneras novedosas para invertir en energías renovables. Retrieved from <https://www.ecrowdinvest.com/blog/invertir-en-energias-renovables/>

El autor. (2016). *Introducción tesis*. Federico Walter, Aldo Bettig, & Andrés Ferrari. (2007). Aplicaciones de biogas. Retrieved February 1, 2017, from <http://materias.fi.uba.ar/6756/Aplicaciones%20del%20Biogas%201C%202007.pdf>

G, Goyenola. (2007). Microsoft Word - Conductividad.doc - Conductividad.pdf. Retrieved December 27, 2016, from http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf

Gamma Ingenieros. (2011). REVISION NORMATIVA ACTUAL Y NORMA TECNICA Y DE SEGURIDAD PARA INSTALACIONES DE BIOGAS EN LA PRODUCCION Y EN EL USO - 59.Informe Final (1224).pdf.

- Retrieved February 9, 2017, from
[http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/59.Informe%20Final%20\(1224\).pdf](http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/59.Informe%20Final%20(1224).pdf)
- G, Valencia. (1976). 05862-08.pdf. Retrieved January 13, 2017, from
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/05862/05862-08.pdf>
- Giovanna, C. (2014). TIPOS DE PLANTAS Y DIGESTORES. Retrieved from
http://www.academia.edu/9398025/TIPOS_DE_PLANTAS_Y_DIGESTORES
- I, Corona. (2007). Microsoft Word - 78-Biodigestores.doc - Biodigestores.pdf. Retrieved February 9, 2017, from
<http://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10722/Biodigestores.pdf?sequence=1>
- Ing. G Moncayo. (2008). Biodigestores, plantas de biogas. In *BIODIGESTORES, Dimencionamiento, Diseño y contrucción de biodigestores y plantas de biogas*. (3era edición). Retrieved from
http://programaecomar.com/biodigestores_aqualimpia.pdf
- Isabel Burgos Costalago. (2014). Ventajas e inconvenientes de las energías renovables. Retrieved from
<http://www.energiasrenovablesinfo.com/general/ventajas-inconvenientes-energias-renovables/>
- J, François. (2002). Microsoft Word - III-BRADFER-CHILE-1.doc - iii-007.pdf. Retrieved February 2, 2017, from
<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/iii-007.pdf>

- Javier Andres, P. M. (2010). sinanex - cf-perez_jm.pdf. Retrieved February 17, 2017, from http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-perez_jm/pdfAmont/cf-perez_jm.pdf
- Joaquín Reina Herdz, E. (2014). Conceptos básicos del biogás y sus tecnologías para la limpieza y acondicionamiento en la EDAR. Retrieved February 13, 2017, from <http://www.aguasresiduales.info/revista/blog/conceptos-basicos-del-biogas-y-sus-tecnologias-para-la-limpieza-y-acondicionamiento-en-la-edar>
- Juan Manuel, Morgan, Sergio Revah, Moiseev, & Adalberto Noyola Robles. (s/f). R-0032.PDF - R-0032.pdf. Retrieved February 14, 2017, from <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/mexicona/R-0032.pdf>
- Karely Gzz. (2014). Propiedades físicas y de agregación de las aguas residuales. Retrieved December 27, 2016, from <https://prezi.com/2ldqqtphdsvc/propiedades-fisicas-y-de-agregacion-de-las-aguas-residuales/>
- Laura, R. (2015). Mi Primer Blog. Retrieved from <http://lauriss13.blogspot.com/>
- Luis, R. (2004). Proyecto Generación Eléctrica Biogas Presentado.doc - pb0426t.pdf. Retrieved February 17, 2017, from <http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0426t.pdf>
- M. Espigares. (1985). AGUAS RESIDUALES - Aguas_Residuales_composicion.pdf. Retrieved December 9, 2016, from

http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf

M. Espigares, & j, Pérez. AGUAS RESIDUALES - Aguas_Residuales_composicion.pdf. Retrieved from http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf

María Teresa Varnero Moreno. (2011). Manual de biogás - as400s.pdf. Retrieved February 14, 2017, from <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>

Mario Zucchini. (2012). MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO PARA TURBINAS DE CANAL LATERAL. Retrieved from <http://solidsupply.cl/wp-content/pdf/MANUAL%20MANTENCION%20TURBINAS%20DVP.pdf>

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2013). MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA RENOVABLE PRESENTÓ EL PRIMER ATLAS EÓLICO DEL ECUADOR – Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Retrieved from <http://www.energia.gob.ec/ministerio-de-electricidad-y-energia-renovable-presento-el-primer-atlas-eolico-del-ecuador/>

Octavio Morales Soto. (2003). TRATAMIENTOS EN AGUAS RESIDUALES. Retrieved January 8, 2017, from <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujocanales/residuales/Tipos%20de%20Tratamiento.htm>

Prof, M. Varnero. (2011). *Manual de Biogás*. Chile: FAO.

- Ramón, S. F., & Joan, de P. R. (1989). *Ingeniería ambiental: Contaminación y tratamientos*. Barcelona, España: Marcombo. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=kumplOJs6T0C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Revisata ABB review. (2015). Revista ABB 2-2015_72dpi.pdf. Retrieved December 9, from https://library.e.abb.com/public/e5c9a44dae034dcb83cef3a96527160e/Revista%20ABB%202-2015_72dpi.pdf
- Ruiz, M. J. H. (2009). BIODIGESTORES: BIODIGESTORES. Retrieved from http://biodigestoresmjhr.blogspot.com/2009/12/biodigestores_02.html
- Secretaría del agua. (2006). Anexo 008 Normativas de control ambiental PTAR. In *Registro Oficial Suplemento # 2*. Ecuador. Retrieved from http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/TEXTO_UNIFICADO_LEGISLACION_SECUNDARIA_i.pdf
- Universidad de Salamanca. (s/f). 2 - residuales.pdf. Retrieved from <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/residuales.pdf>

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **BONILLA ARÉVALO MATTHEW FERNANDO**, con C.C: # **092797074-9** autor del trabajo de titulación: **Alternativas de los tratamientos de aguas residuales para la generación de energía eléctrica por medio de biogás en la ciudad de Guayaquil**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial Industrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 17 de Marzo del 2017

BONILLA ARÉVALO MATTHEW FERNANDO

C.C: 092797074-9



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Alternativas de los tratamientos de aguas residuales para la generación de energía eléctrica por medio de biogás en la ciudad de Guayaquil.		
AUTOR(ES)	BONILLA ARÉVALO MATTHEW FERNANDO		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Luis Vallejo Samaniego, M.Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial Industrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	17 de Marzo del 2017	No. DE PÁGINAS:	146
AREAS TEMÁTICAS:	Dimensionamiento, Estudio, Diseño		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	DISEÑO, PTAR, PLANTA ELÉCTRICA, BIOGÁS, GENERACIÓN DE ENERGÍA.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>Para este proyecto de trabajo de titulación se concentran informaciones de los tratamientos que reciben las aguas residuales como aprovechamiento para beneficiar al medio ambiente y de los seres humanos. En el Ecuador poco a poco se están realizando estudios e implementaciones de las plantas de tratamientos de aguas residuales con el fin de devolver a los caudales de los ríos aguas limpias y saludables.</p> <p>En el capítulo 3 se analizan las fases o procesos que se realizan en una planta de tratamiento de aguas residuales y sus características principales.</p> <p>En el sector eléctrico se vive un cambio de recursos energéticos altamente potenciados que permiten satisfacer la demanda energética, es por la razón que se plantea a través del uso de una PTAR, para la producción de biogás como biocombustible para una planta de generación eléctrica. En el capítulo 2 se describen varias clases de energías renovables y su proveniencia de cada una de ellas, en el capítulo de 8 de las aportaciones se realiza el análisis y cálculo para el dimensionamiento de una planta de generación eléctrica, con planos en los respectivos anexos.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-2795.431 / 099883516	E-mail: fernandoboar16@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Ing. Luis Vallejo Samaniego, M.Sc.		
	Teléfono: +593-4-2206952 Ext: 2002 / 0996163866		
	E-mail: luis.vallejo@cu.ucsg.edu.ec / luva1962@hotmail.com		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			