

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales

TEMA:

"DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES CON UTILIZACIÓN DE SOFTWARE LIBRE"

Aplicativo: Programa que diseña y dimensiona una planta de tratamiento convencional de aguas residuales industriales a partir de la caracterización del efluente de la empresa IMBATEX Ibarra - Ecuador.

Proyecto de Tesis previo a la obtención del título de Ingeniero en
Sistemas Computacionales

AUTOR: PABLO FRANCISCO PUENTE PONCE

DIRECTOR DE TESIS: ING. MARCELO PUENTE CARRERA

Ibarra, Abril 2012



CERTIFICACIÓN

El Señor Egresado Pablo Francisco Puente Ponce ha trabajado en el desarrollo del proyecto de tesis **“DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES CON UTILIZACIÓN DE SOFTWARE LIBRE ”**, con el aplicativo, “Programa que diseña y dimensiona una planta de tratamiento convencional de aguas residuales industriales a partir de la caracterización del efluente de la empresa **IMBATEX Ibarra - Ecuador**”, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Computacionales, realizándola con interés profesional y responsabilidad, lo cual certifico en honor a la verdad.

Ing. Pablo Marcelo Puente Carrera
DIRECTOR DE TESIS



DECLARACIÓN

Yo, **Pablo Francisco Puente Ponce**, con cédula de identidad N° **100277176-2** declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la empresa IMBATEX, según lo establecido por las leyes de Propiedad Intelectual y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Pablo Francisco Puente Ponce
CI. N° 1002771762



CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Pablo Francisco Puente Ponce, con cédula de identidad N° 100277176-2 manifiesto mi voluntad de ceder a la empresa IMBATEX los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado **“DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES CON UTILIZACIÓN DE SOFTWARE LIBRE”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Sistemas Computacionales, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la empresa para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la empresa IMBATEX S.A.

Firma:

Nombre:

Cédula:

Ibarra, a los 24 días del mes de marzo del 2012.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DEL USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA EMPRESA IMBATEX

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer e textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO

Cédula de Identidad	100277176-2
Apellidos y Nombres	Pablo Francisco Puente Ponce
Dirección	Oviedo 1-115 y Juan Montalvo
e-mail	pablin_pp@hotmail.com
Teléfono móvil	087999467

DATOS DE LA OBRA

“DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO
CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES CON UTILIZACIÓN DE SOFTWARE
LIBRE”

Título	Aplicativo: “Programa que diseña y dimensiona una planta de tratamiento convencional de aguas residuales industriales a partir de la caracterización del efluente de la empresa IMBATEX Ibarra - Ecuador”.
Autor	Pablo Francisco Puente Ponce
Fecha	Abril 2012
Programa	Pregrado
Título por el que opta	Ingeniero en Sistemas Computacionales
Asesor	Ing. Marcelo Puente

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Pablo Francisco Puente Ponce, con cédula de identidad N° 100277176-2, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 143.



Ibarra, Abril 24 de 2012

Ing. Darwin Esparza
GERENTE PROPIETARIO
IMBATEX

CERTIFICO

QUE: El señor PABLO FRANCISCO PUENTE PONCE egresado de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, ha desarrollado para la fábrica IMATEX, el proyecto de tesis **"DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES CON UTILIZACIÓN DE SOFTWARE LIBRE"**, con su **Aplicativo**: Programa que diseña y dimensiona una planta de tratamiento convencional de aguas residuales industriales a partir de la caracterización del efluente de la empresa IMBATEX Ibarra – Ecuador.

Que el proyecto se encuentra implementado y funcionando correctamente en la empresa ante mencionada, desde febrero del 2012.

Es todo lo que puedo certificar, facultando al interesado a hacer uso de este certificado como estime conveniente.

Atentamente,

Ing. Darwin Esparza



Índice de contenido

1 INTRODUCCIÓN Y DEFINICIONES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 DEFINICIONES.....	3
2 ANÁLISIS DE MÉTODOS.....	14
2.1 ARQUITECTURA Cliente-servidor.....	14
2.1.1 Características.....	15
2.1.2 Comparación de la arquitectura C/S con otras arquitecturas de red.....	16
2.1.2.1 Comparación con las redes de pares.....	16
2.1.2.2 Comparación con la arquitectura Cliente-Cola-Cliente.....	17
2.1.3 Arquitecturas multicapas.....	17
2.1.4 Ventajas arquitectura Cliente-servidor.....	18
2.1.5 Desventajas arquitectura Cliente-servidor.....	19
2.1.6 Dirección:.....	20
2.1.7 Ejemplos:.....	20
2.1.8 Cooperación cliente-servidor.....	21
2.2 HERRAMIENTAS DE SOFTWARE.....	22
2.2.1 Servidor de aplicaciones:	22
2.2.2 Lenguaje de programación:	23
2.2.3 Arquitectura tecnológica:	24
2.2.4 Sistema de gestión de base de datos relacional postgresQL.....	26
2.2.5 Framework de desarrollo:	30
2.2.6 Cliente rico:	31
2.2.7 Entorno de desarrollo:	32
2.3 METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	33
2.3.1 Características.....	34
2.3.2 Roles en Scrum.....	36
2.3.3 Reuniones en Scrum.....	38
2.3.4 Documentos.....	40
2.3.5 Scrum aplicado al desarrollo de software.....	41
3 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	43
3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	44
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	45
3.2.1 Características Físicas, Químicas y Biológicas constituyentes de las aguas residuales. 45	
3.2.2 Contaminantes de Importancia en el Tratamiento del Agua Residual.....	48
3.2.3 Contaminantes de la Industria TEXTIL.....	50
3.3 CRITERIOS GENERALES PARA LA DESCARGA DE EFLUENTES.....	50
3.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	57
3.4.1 COMPONENTES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	58
3.4.1.1 Tratamiento preliminar:.....	58
3.4.1.2 Tratamiento primario:.....	62
3.4.1.3 Tratamiento Secundario:.....	67
3.4.1.4 Tratamiento terciario:.....	90
3.4.1.5 Tratamiento de barros:.....	97
4.1 REJILLAS.....	104



4.1.1	Diseño de rejillas de limpieza manual.....	105
4.1.2	Diseño de rejas con limpieza mecánica.....	106
4.2	DESARENADOR.....	107
4.2.1	Desarenadores aireados.....	107
4.2.1	Desarenadores de vórtice.....	108
4.3	SEDIMENTADOR PRIMARIO.....	110
4.3.1	Determinación del área mínima requerida para conseguir la clarificación.....	110
4.3.2	Determinación del área mínima requerida para el espesamiento del sólido.	111
4.3.3	Parámetros de diseño de tanques rectangulares y circulares.....	112
4.4	CÁMARAS DE FLOTACIÓN.....	113
4.4.1	Tanques de aireación.....	113
4.5	REACTORES.....	114
4.5.1	Reactor UASB.....	114
4.5.1.1	Dimensiones:.....	114
4.5.1.2	Datos requeridos:.....	114
4.5.1.3	Cálculos:.....	114
4.5.1.4	Diseño por carga hidráulica.....	115
4.6	DIGESTORES.....	117
4.7	ESPEADOR DE LODOS.....	118
4.8	TRATAMIENTO QUÍMICO.....	119
4.8.1	CÁLCULOS ESTEQUIOMETRICOS.....	119
4.8.2	Convertir de Mol a Masa.	122
4.8.3	Remoción de metales.....	123
4.8.4	Proceso de coagulación Floculación.....	125
4.9	CALCULO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	131
4.10	CALCULO APROXIMADO DE PRECIOS.....	136
5.1	INTRODUCCIÓN.....	138
5.2	GESTIÓN DEL PROYECTO.....	140
5.2.1	PLAN DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	140
5.2.1.1	INTRODUCCIÓN.....	140
5.2.1.1.1	PROPÓSITO.....	140
5.2.1.1.2	ALCANCE.....	140
5.2.1.1.3	RESUMEN.....	141
5.2.1.2	VISTA GENERAL DEL PROYECTO.....	141
5.2.1.2.1	SUPOSICIONES Y RESTRICCIONES.....	142
5.2.1.3	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO.....	142
5.2.1.3.1	PARTICIPANTES EN EL PROYECTO.....	142
5.2.1.3.2	INTERFACES EXTERNAS.....	142
5.2.1.3.3	CALENDARIO DEL PROYECTO.....	142
5.3	MODELADO DEL NEGOCIO.....	144
5.4	ANÁLISIS/DISEÑO.....	145
5.5	IMPLEMENTACIÓN.....	146
5.5.1	PROTOTIPOS DE INTERFACES DE USUARIO.....	146
5.5.2	DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	151
5.5.3	DIAGRAMA DE DESPLIEGUE.....	151
5.6	APLICACIÓN DE DATOS REALES.....	157



Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Arquitectura cliente-servidor [WEB04].....	14
Ilustración 2: Arquitectura C/S de tres capas [WEB04].....	18
Ilustración 3: componentes más importantes en un sistema PostgreSQL [WEB11].....	26
Ilustración 4: Diagrama del tratamiento de Aguas Residuales [LIB01].....	43
Ilustración 5: Componentes comunes de una Planta de Tratamiento de Aguas.....	44
Ilustración 6: Diagrama de flujo de tratamiento de aguas residuales.....	58
Ilustración 7: Vertederos: proporcional y sutro [LIB01].....	59
Ilustración 8: Corriente "In line".....	60
Ilustración 9: Corriente "Side line" [LIB01].....	60
Ilustración 10: Sistema para ajuste de pH corrientes ácidas y alcalinas [LIB01].....	61
Ilustración 11: Sistema de ajuste de pH corrientes ácidas o alcalinas.....	61
Ilustración 12: Tratamiento Primario [WEB17].....	62
Ilustración 13: Tanque rectangular.....	63
Ilustración 14: Tanques circulares (a) alineación central (b) alineación perimetral.....	64
Ilustración 15: Tanque Circular	64
Ilustración 16: Tratamiento Secundario.....	67
Ilustración 17: Laguna de estabilización Anaerobia.....	71
Ilustración 18: Esquema de una Laguna Anaerobia.....	71
Ilustración 19: Esquema de una Laguna Facultativa.....	72
Ilustración 20: Laguna Facultativa.....	72
Ilustración 21: Laguna Aerobia.....	74
Ilustración 22: Configuraciones de lagunas en serie y/o paralelo.....	75
Ilustración 23: Planta de Barros (Lodos) Activados.....	76
Ilustración 24: Barros activados Convencional.....	76
Ilustración 25: Barros activados Mezcla Completa.....	78
Ilustración 26: Barros activados Aireación Extendida.....	79
Ilustración 27 Espesador de lodos.....	98
Ilustración 28: Digestor.....	99
Ilustración 29: Deshidratación de Barros (lodos).....	103
Ilustración 30: Rejillas Manuales.....	104
Ilustración 31: Rejillas Mecánicas.....	104
Ilustración 32: Datos del elemento hidrógeno.....	122
Ilustración 33: Modelo del Negocio.....	144
Ilustración 34: Diagrama de clases.....	145
Ilustración 35: Diagrama Relacional del Módulo de Análisis de Efluentes del Proyecto.....	146
Ilustración 36: Ingreso.....	147
Ilustración 37: Menú 1.....	147
Ilustración 38: Menú 2.....	148
Ilustración 39: Esquema.....	148
Ilustración 40: Dimensionamiento.....	149
Ilustración 41: Costo.....	149
Ilustración 42: Seleccionar BDD.....	150
Ilustración 43: Modificar BDD.....	150
Ilustración 44: Diagrama de componentes.....	151
Ilustración 45: Diagrama de despliegue.....	151
Ilustración 46: Módulos y su relación.....	156
Ilustración 47: Esquema de la planta.....	158



Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de residuos de acuerdo al contenido de sólidos.....	44
Tabla 2: Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y sus procedencias.....	47
Tabla 3: Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual.....	50
Tabla 4: Límites máximos permisibles de descarga al sistema de alcantarillado público.....	53
Tabla 5: Agentes neutralizantes ventajas y desventajas	61
Tabla 6: Características de los procesos biológicos.....	70
Tabla 7: Características de diseño típicas de las diferentes lagunas.....	75
Tabla 8: Características de funcionamiento del proceso de lodos activados [WEB26].....	81
Tabla 9: Lechos Percoladores.....	81
Tabla 10: Discos Biológicos (Biodiscos).....	85
Tabla 11: Esquema de un Reactor UASB.....	88
Tabla 12: Reactor UASB.....	88
Tabla 13: Tratamiento Terciario.....	90
Tabla 14: Criterios de diseño para desarenadores aireados.....	107
Tabla 15: Criterios de diseño para desarenadores de vórtice.....	108
Tabla 16: Parámetros de sedimentadores usados en pequeñas plantas de tratamiento: (a) rectangular y (b) circular.....	112
Tabla 17: Coeficientes de aporte.....	132
Tabla 18: Pesos específicos en (Kg./m ³).....	135
Tabla 19: Proporciones de mezclas más habituales.....	136
Tabla 20: Equipos y otros de alquiler.....	136
Tabla 21: Lista de precios de materiales utilizados en la construcción.....	137
Tabla 22: Calendario del proyecto.....	143
Tabla 23: Datos del Análisis de Aguas Residuales.....	157
Tabla 24: Parámetros esperados.....	157
Tabla 25: Dimensiones de los componentes de la planta de tratamiento.....	160
Tabla 26: Costo aproximado de la obra.....	161



CAPITULO I

1 INTRODUCCIÓN Y DEFINICIONES

1.1.1 INTRODUCCIÓN.

La creciente importancia que tiene la conservación de los recursos naturales como, el agua, ha despertado en el hombre, la búsqueda de métodos para cuidarlos y recuperarlos, para que puedan ser aprovechados por los seres vivos.

“Las actividades llevadas a cabo por el hombre generan residuos contaminantes, que producen un impacto negativo sobre el medio ambiente. Estos contaminantes pueden ser clasificados primariamente según su estado de agregación, como: gaseosos, líquidos o sólidos; específicamente los residuos líquidos pueden provocar enfermedades infecciosas, parasitarias y relacionadas con intoxicaciones” **[LIB01]**.

Como el agua es considerada esencial para la vida e imprescindible como herramienta de trabajo; es de gran importancia que se garantice su buen estado, el cuidado del abastecimiento de agua limpia y potable, y el reconocimiento de los métodos a emplear para el tratamiento de ésta a fin de que pueda ser reubicada o reutilizada, por lo cual se hace indispensable, que las industrias que la utilizan para sus procesos productivos busquen una manera de minimizar el impacto que los residuos de los mismos tienen sobre los efluentes producidos por su actividad **[DE01]**. Se hace necesario un tratamiento previo de contenido para que puedan ser desechadas o introducidas nuevamente en la red de abastecimiento.

Cuando estos residuos son líquidos, se conocen como efluentes, estos efluentes son generados durante prácticamente cualquier actividad realizada por el hombre, aquí solo consideraremos aquellos que se producen durante los procesos textiles, debido a que las descargas pueden ser colectadas con facilidad y tratadas en instalaciones denominadas plantas de tratamiento.

El diseño y dimensionamiento de las plantas de tratamiento, debe realizarlo un



profesional en tratamiento de aguas, Este diseño puede requerir de un amplio espacio de tiempo y un alto costo para las industrias.

La función de la planta de tratamiento es adecuar las características fisicoquímicas y biológicas del líquido residual a las establecidas por la normativa correspondiente, en general los límites permisibles fijados por el organismo de control están vinculados con el cuerpo receptor de las descargas, es decir para el presente análisis, el sistema de alcantarillado.

Para realizar el diseño y dimensionamiento de las plantas de tratamiento se debe realizar la caracterización de las aguas residuales, es decir medir el caudal y determinar las características fisicoquímicas del efluente, estos datos se debe comparar con los límites de vuelco establecidos en la norma y finalmente proceder a diseñar y dimensionar la planta de tratamiento en función de los contaminantes y cantidades de los mismos a eliminar para llegar a lo exigido por el organismo de control.

Debido a que existe un proceso convencional determinado que se puede cualificar y cuantificar en base a parámetros de diseño establecidos en función de los contaminantes y caudal, se presta para desarrollar un software que permita optimizar tiempo, dinero y mejorar la gestión de empresas, profesionales, municipios, y otros.

La Constitución de la República del Ecuador¹ y otras normativas obligan a las instituciones públicas y privadas a realizar el tratamiento de las aguas residuales para ser volcadas en las distintas fuentes de descarga para así disminuir los problemas que conlleva la contaminación del agua, enfermedades infecciosas, parasitarias y relacionadas con intoxicaciones.

¹ Anexo 1: Constitución de La República del Ecuador (Títulos, Capítulos, Secciones y Artículos relacionados)

Mediante la creación de este software se busca dar una idea general y facilitar el



proceso de diseñar y dimensionar plantas de tratamiento convencional de aguas en base a parámetros de diseño establecidos con el fin de depurar las aguas residuales y garantizar a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua.

Programas similares pueden encontrarse en internet pero están desarrollados por empresas extranjeras dedicadas a la implementación de estas plantas, además su costo es de entre \$4995 y \$13875 por compra y de entre \$ 1995 y \$ 5550 por la licencia anual, datos de la empresa “Chempute Software” [WEB01], con lo que, el tener un programa de estas características diseñado para el “ambiente” nacional y desarrollado con software libre disminuirá considerablemente el costo.

En los tratamientos de aguas residuales, se busca como objetivo principal eliminar los componentes definidos como contaminantes, molestos o con efectos nocivos para el medio ambiente, de manera tal que se pueda ajustar, el agua residual, a la calidad de agua vertida a las especificaciones legales existentes. De esta manera, la mejor forma de tratar las aguas residuales dependerá de una serie de factores característicos, tales como: el caudal, la composición, las concentraciones, la calidad requerida o esperada del efluente, las posibilidades de reutilización de la misma, las posibilidades de vertido a depuradoras municipales, tasas de vertido, entre otros.

1.2 DEFINICIONES.

Para el propósito de esta tesis se consideran las definiciones establecidas en la “Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua”, Libro VI, Anexo 1 [WEB02], que se indican a continuación:

1. **Aireación:** Proceso de transferencia de oxígeno del aire al agua por medios naturales (flujo natural, cascadas, etc.) o artificiales (agitación mecánica o difusión de aire comprimido).
2. **Aireación mecánica:** Introducción de oxígeno del aire en un líquido por acción de un agitador mecánico.



3. **Aeración prolongada:** Una modificación del tratamiento con lodos activados que facilita la mineralización del lodo en el tanque de aeración.
4. **Afluente:** Agua u otro líquido que **ingresa** a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.
5. **Aguas/Líquidos residuales:** son aquellas vertientes de composición variada provenientes de de las descargas de procesos post-industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original; es decir, aquellas aguas que han sido utilizadas en los diferentes sistemas de fabricación, producción o manejo industrial y que para ser desechadas necesitan ser tratadas previamente, de manera tal que puedan ser adecuadas para su ubicación en las respectivas redes de vertido, depuradoras o sistemas naturales, tales como lagos, ríos, embalses, entre otros.
6. **Agua dulce:** Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS.
7. **Agua salobre:** Es aquella que posee una salinidad entre 0.5 y 30 UPS.
8. **Anaerobio:** Condición en la cual no hay presencia de aire u oxígeno libre.
9. **Bacterias:** Grupo de organismos microscópicos unicelulares, con cromosoma bacteriano único, división binaria y que intervienen en los procesos de estabilización de la materia orgánica.
10. **Biodegradación:** Transformación de la materia orgánica en compuestos menos complejos, por acción de microorganismos.
11. **Biopelícula ó biofilm:** Película biológica adherida a un medio sólido y que lleva a cabo la degradación de la materia orgánica.
12. **Bypass:** Conjunto de elementos utilizados para desviar el agua residual de un proceso o planta de tratamiento en condiciones de emergencia, de mantenimiento o de operación.
13. **Cámara de contacto:** Tanque alargado en el que el agua residual tratada entra en contacto con el agente desinfectante.



14. **Capacidad de asimilación:** Propiedad que tiene un cuerpo de agua para recibir y depurar contaminantes sin alterar sus patrones de calidad, referido a los usos para los que se destine.
15. **Caracterización de un agua residual:** Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico.
16. **Carga contaminante:** Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.
17. **Carga del diseño:** Relación entre caudal y concentración de un parámetro específico que se usa para dimensionar un proceso del tratamiento.
18. **Carga máxima permisible:** Es el límite de carga que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.
19. **Carga promedio:** Es el producto de la concentración promedio por el caudal promedio, determinados en el mismo sitio.
20. **Carga superficial:** Caudal o masa de un parámetro por unidad de área que se usa para dimensionar un proceso del tratamiento.
21. **Caudal pico:** Caudal máximo en un intervalo dado.
22. **Caudal máximo horario:** Caudal a la hora de máxima descarga.
23. **Caudal medio:** Promedio de los caudales diarios en un periodo determinado.
24. **Clarificación:** Proceso de sedimentación para eliminar los sólidos sedimentables del agua residual.
25. **Cloración:** Aplicación de cloro o compuestos de cloro al agua residual para desinfección y en algunos casos para oxidación química o control de olores.
26. **Coagulación:** Aglomeración de partículas coloidales ($< 0,001$ mm) y dispersas (0,001 a 0,01 mm) en coágulos visibles, por adición de un coagulante.



27. **Coliformes:** Bacterias Gram negativas no esporuladas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, en 24 horas, se denominan coliformes fecales (ahora también denominados coliformes termo tolerantes).
28. **Criba gruesa:** Artefacto generalmente de barras paralelas de separación uniforme (4 a 10 cm) para remover sólidos flotantes de gran tamaño.
29. **Criba Media:** Estructura de barras paralelas de separación uniforme (2 a 4cm) para remover sólidos flotantes y en suspensión; generalmente se emplea en el tratamiento preliminar.
30. **Cuerpo receptor o cuerpo de agua:** Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.
31. **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C).
32. **Demanda química de oxígeno (DQO):** Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio.
33. **Depuración:** Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental; se aplica exclusivamente a procesos de tratamiento de líquidos.
34. **Desarenadores:** Cámara diseñada para reducir la velocidad del agua residual y permitir la remoción de sólidos minerales (arena y otros), por sedimentación.
35. **Descargar:** Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado en forma continua,



intermitente o fortuita.

36. **Descarga no puntual:** Es aquella en la cual no se puede precisar el punto exacto de vertimiento al cuerpo receptor, tal es el caso de descargas provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares.
37. **Desecho industrial:** Desecho originado en la manufactura de un producto específico.
38. **Desecho peligroso:** Desecho que tiene una o más de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable o infeccioso.
39. **Deshidratación de lodos:** Proceso de remoción del agua contenida en los lodos.
40. **Desinfección:** La destrucción de microorganismos presentes en aguas residuales mediante el uso de un agente desinfectante.
41. **Difusor:** Placa porosa. Tubo u otro artefacto, a través de la cual se inyecta aire comprimido u otros gases en burbujas, a la masa líquida.
42. **Digestión:** Descomposición biológica de la materia orgánica del lodo que produce una mineralización, licuefacción y gasificación parcial.
43. **Digestión aerobia:** Descomposición biológica de la materia orgánica del lodo, en presencia de oxígeno.
44. **Digestión anaerobia:** Descomposición biológica de la materia orgánica del lodo, en ausencia de oxígeno.
45. **Edad del lodo:** Parámetro de diseño y operación propio de los procesos de lodos activados que resulta de la relación de la masa de sólidos volátiles presentes en el tanque de aeración dividido por la masa de sólidos volátiles removidos del sistema por día. El parámetro se expresa en días.
46. **Efluente:** Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.
47. **Examen bacteriológico:** Análisis para determinar y cuantificar el número de bacterias en las aguas residuales.
48. **Factor de carga:** Parámetro operacional y de diseño del proceso de lodos



activados que resulta de dividir la masa del sustrato (kg DBO/d) que alimenta a un tanque de aeración entre la masa de microorganismos en el sistema, representada por la masa de sólidos volátiles.

49. **Filtro biológico:** Sinónimo de "filtro percolador", "lecho bacteriano de contacto" o "biofiltro".
50. **Filtro percolador:** Sistema en el que se aplica el agua residual sedimentada sobre un medio filtrante de piedra gruesa o material sintético. La película de microorganismos que se desarrolla sobre el medio filtrante estabiliza la materia orgánica del agua residual.
51. **Grado de tratamiento:** Eficiencia de remoción de una planta de tratamiento de aguas residuales para cumplir con los requisitos de calidad del cuerpo receptor o las normas de reuso.
52. **Irrigación superficial:** Aplicación de aguas residuales en el terreno de tal modo que fluyan desde uno o varios puntos hasta el final de un lote.
53. **IVL (Índice Volumétrico de lodo):** Volumen en mililitros ocupado por un gramo de sólidos, en peso seco, de la mezcla lodo/agua tras una sedimentación de 30 minutos en un cilindro graduado de 1000 ml.
54. **Laguna aireada:** Estanque para el tratamiento de aguas residuales en el cual se inyecta oxígeno por acción mecánica o difusión de aire comprimido.
55. **Laguna aerobia:** Laguna con alta producción de biomasa.
56. **Laguna anaerobia:** Estanque con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en la ausencia de oxígeno. Este tipo de laguna requiere tratamiento posterior complementario.
57. **Laguna de alta producción de biomasa:** Estanque normalmente de forma alargada, con un corto período de retención, profundidad reducida y con facilidades de mezcla que maximizan la producción de algas.
58. **Laguna de estabilización:** Estanque en el cual se descarga aguas residuales y en donde se produce la estabilización de materia orgánica y la reducción bacteriana.



59. **Laguna de lodos:** Estanque para almacenamiento, digestión o remoción del líquido del lodo.
60. **Laguna de maduración:** Estanque de estabilización para tratar el efluente secundario o aguas residuales previamente tratadas por un sistema de lagunas, en donde se produce una reducción adicional de bacterias. Los términos "lagunas de pulimento" o "lagunas de acabado"
61. **Laguna facultativa:** Estanque cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día.
62. En el estrato superior de una laguna facultativa existe una simbiosis entre algas y bacterias en presencia de oxígeno, y en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaerobia.
63. **Lecho de secado :** Tanques de profundidad reducida con arena y grava sobre drenes, destinado a la deshidratación de lodos por filtración y evaporación.
64. **Línea base:** Denota el estado de un sistema en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades industriales o humanas.
65. **Línea de fondo:** Denota las condiciones ambientales imperantes, antes de cualquier perturbación. Es decir, significa las condiciones que hubieran predominado en ausencia de actividades antropogénicas, sólo con los procesos naturales en actividad.
66. **Lodo activado:** Lodo constituido principalmente de biomasa con alguna cantidad de sólidos inorgánicos que recircula del fondo del sedimentador secundario al tanque de aeración en el tratamiento con lodos activados.
67. **Lodo activado de exceso:** Parte del lodo activado que se retira del proceso de tratamiento de las aguas residuales para su disposición posterior
68. **Lodo crudo:** Lodo retirado de los tanques de sedimentación primaria o secundaria que requiere tratamiento posterior (espesamiento o digestión).
69. **Lodo digerido:** Lodo mineralizado a través de la digestión aerobia o



anaerobia.

70. **Metales pesados:** Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación.
71. **Módulo:** Conjunto unitario que se repite en el sistema de tratamiento, cumple con el propósito de mantener el sistema de tratamiento trabajando, cuando se proporciona mantenimiento al mismo.
72. **Mortalidad de las bacterias:** Reducción de la: población bacteriana normalmente expresada por un coeficiente cinético de primer orden en d^{-1}
73. **Muestra compuesta:** Combinación de alícuotas de muestras individuales (normalmente en 24 horas) cuyo volumen parcial se determina en proporción al caudal del agua residual al momento de cada muestreo.
74. **Muestra puntual:** Muestra tomada al azar a una hora determinada, su uso es obligatorio para el examen de un parámetro que normalmente no puede preservarse.
75. **Muestreo:** Toma de muestras de volumen predeterminado y con la técnica de preservación correspondiente para el parámetro que se va a analizar.
76. **Nematodos intestinales:** Parásitos (Áscaris lumbricoides, Trichuris trichiura, Necator americanus y Ancylostoma duodenale, entre otros) cuyos huevos requieren de un período latente de desarrollo antes de causar infección y su dosis infectiva es mínima (un organismo). Son considerados como los organismos de mayor preocupación en cualquier esquema de reutilización de aguas residuales. Deben ser usados como microorganismos indicadores de todos los agentes patógenos sedimentables, de mayor a menor tamaño (incluso quistes amebianos).
77. **Nutriente:** Cualquier sustancia que al ser asimilada por organismos, promueve su crecimiento. En aguas residuales se refiere normalmente al nitrógeno y fósforo, pero también pueden ser otros elementos esenciales.
78. **Oxígeno disuelto:** Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital



para las formas de vida acuática y para la prevención de olores.

79. **Parásito:** Organismo protozoario o nemátodo que habitando en el ser humano puede causar enfermedades.
80. **Período de retención:** Relación entre el volumen y el caudal efluente.
81. **Pesticida o plaguicida:** Los pesticidas son sustancias usadas para evitar, destruir, repeler o ejercer cualquier otro tipo de control de insectos, roedores, plantas, malezas indeseables u otras formas de vida inconvenientes. Los pesticidas se clasifican en: Organoclorados, organofosforados, organomercuriales, carbamatos, piretroides, bupiridilos, y warfarineos, sin ser esta clasificación limitativa.
82. **PH:** Logaritmo con signo negativo de la concentración de iones hidrógeno, expresado en moles por litro.
83. **Pretratamiento:** Procesos que acondicionan aguas residuales para su tratamiento posterior.
84. **Proceso biológico:** Asimilación por bacterias y otros microorganismos de la materia orgánica del desecho, para su estabilización.
85. **Proceso de lodos activados:** Tratamiento de aguas residuales en el cual se somete a aeración una mezcla (licor mezclado) de lodo activado y agua residual. El licor mezclado es sometido a sedimentación para su posterior recirculación o disposición de lodo activado.
86. **Polución o contaminación del agua:** Es la presencia en el agua de contaminante en concentraciones y permanencias superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente capaz de deteriorar la calidad del agua.
87. **Polución térmica:** Descargas de agua a mayor o menor temperatura que aquella que se registra en el cuerpo receptor al momento del vertido, provenientes de sistemas industriales o actividades humanas.
88. **Requisito de oxígeno:** Cantidad de oxígeno necesaria para la estabilización aerobia de la materia orgánica y usada en la reproducción o síntesis celular y en el metabolismo endógeno.



89. **Toxicidad:** Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de:

- Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.
- Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada.
- Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica.

90. **Toxicidad en agua:** Es la propiedad de una sustancia, elemento o compuesto, de causar efecto letal u otro efecto nocivo en 4 días a los organismos utilizados para el bioensayo acuático.

91. **Toxicidad crónica:** Es la habilidad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos en un período extenso, usualmente después de exposiciones continuas o repetidas.

92. **Tratamiento anaerobio:** Estabilización de un desecho orgánico por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno.

93. **Tratamiento avanzado:** Proceso de tratamiento fisicoquímico o biológico para alcanzar un grado de tratamiento superior al tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros como:

- remoción de sólidos en suspensión
- remoción de complejos orgánicos disueltos
- remoción de compuestos inorgánicos disueltos
- remoción de nutrientes

94. **Tratamiento biológico:** Procesos de tratamiento que intensifica la acción de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente.



95. **Tratamiento convencional para efluentes, previa a la descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado:** Es aquel que está conformado por tratamiento primario y secundario, incluye desinfección.
96. **Tratamiento de Lodos:** Procesos de estabilización, acondicionamiento y deshidratación de lodos.
97. **Tratamiento primario:** Contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejas, mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.
98. **Tratamiento químico:** Aplicación de compuestos químicos en aguas residuales para obtener un resultado deseado; comprende los procesos de precipitación, coagulación, floculación, acondicionamiento de lodos, desinfección, etc.
99. **Tratamiento secundario:** Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos. El tratamiento secundario generalmente está precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario [WEB03].
100. **Tratamiento Terciario:** Procesos físicos, químicos y/o biológicos empleados para la remoción de nutrientes, desinfección, etc.
101. **UPS:** Unidad práctica de salinidad y representa la cantidad de gramos de sales disueltas en un kilo de agua.
102. **Usuario:** Es toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que utilice agua tomada directamente de una fuente natural o red pública.
103. **Zona de mezcla:** Es el área técnicamente determinada a partir del sitio de descarga, indispensable para que se produzca una mezcla homogénea en el cuerpo receptor.

CAPITULO II

2 ANALISIS DE METODOS

2.1 ARQUITECTURA Cliente-servidor

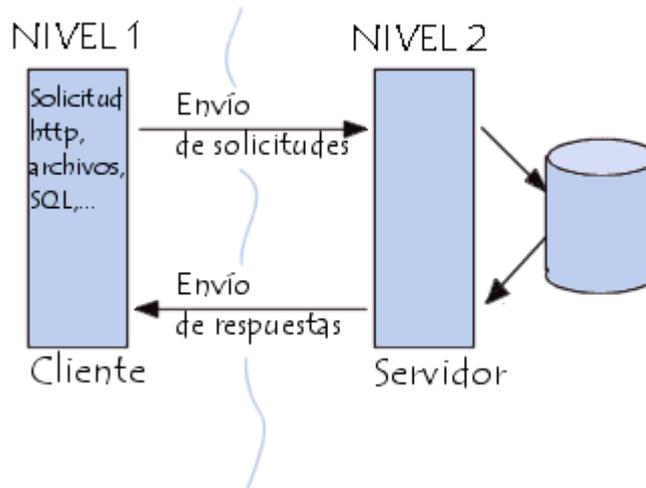


Ilustración 1: Arquitectura cliente-servidor [WEB04]

Esta arquitectura consiste básicamente en un cliente que realiza peticiones a otro programa (el servidor) que le da respuesta. Aunque esta idea se puede aplicar a programas que se ejecutan sobre una sola computadora es más ventajosa en un sistema operativo multiusuario distribuido a través de una red de computadoras[WEB05].

En esta arquitectura la capacidad de proceso está repartida entre los clientes y los servidores, aunque son más importantes las ventajas de tipo organizativo debidas a la centralización de la gestión de la información y la separación de responsabilidades, lo que facilita y clarifica el diseño del sistema.

La separación entre cliente y servidor es una separación de tipo lógico, donde el servidor no se ejecuta necesariamente sobre una sola máquina ni es necesariamente un sólo programa. Los tipos específicos de servidores incluyen los servidores web, los servidores de archivo, los servidores del



correo, etc. Mientras que sus propósitos varían de unos servicios a otros, la arquitectura básica seguirá siendo la misma.

Una disposición muy común son los *sistemas multicapa* en los que el servidor se descompone en diferentes programas que pueden ser ejecutados por diferentes computadoras aumentando así el grado de distribución del sistema.

La *arquitectura cliente-servidor* sustituye a la *arquitectura monolítica* en la que no hay distribución, tanto a nivel físico como a nivel lógico.

La red Cliente/Servidor es aquella red de comunicaciones en la que todos los clientes están conectados a un servidor, en el que se centralizan los diversos recursos y aplicaciones con que se cuenta; y que los pone a disposición de los clientes cada vez que estos son solicitados.

Esto significa que todas las gestiones que se realizan se concentran en el servidor, de manera que en él se disponen los requerimientos provenientes de los clientes que tienen prioridad, los archivos que son de uso público y los que son de uso restringido, los archivos que son de sólo lectura y los que, por el contrario, pueden ser modificados, etc. Este tipo de red puede utilizarse conjuntamente en caso de que se esté utilizando en una red mixta.

2.1.1 Características

En la arquitectura C/S el remitente de una solicitud es conocido como cliente. Sus características son **[WEB06]**:

- Es quien inicia solicitudes o peticiones, tienen por tanto un papel activo en la comunicación (dispositivo maestro o amo).
- Espera y recibe las respuestas del servidor.
- Por lo general, puede conectarse a varios servidores a la vez.
- Normalmente interactúa directamente con los usuarios finales



mediante una interfaz gráfica de usuario.

- Al contratar un servicio de redes, se tiene que tener en la velocidad de conexión que le otorga al cliente y el tipo de cable que utiliza, por ejemplo: cable de cobre ronda entre 1 ms y 50 ms.

Al receptor de la solicitud enviada por cliente se conoce como servidor. Sus características son:

- Al iniciarse esperan a que lleguen las solicitudes de los clientes, desempeñan entonces un papel pasivo en la comunicación (dispositivo esclavo).
- Tras la recepción de una solicitud, la procesan y luego envían la respuesta al cliente.
- Por lo general, aceptan conexiones desde un gran número de clientes (en ciertos casos el número máximo de peticiones puede estar limitado).
- No es frecuente que interactúen directamente con los usuarios finales.

2.1.2 Comparación de la arquitectura C/S con otras arquitecturas de red.

2.1.2.1 Comparación con las redes de pares.

Una red Peer-to-Peer o red de pares o red entre iguales o red entre pares o red punto a punto (P2P, por sus siglas en inglés) es una red de computadoras en la que todos o algunos aspectos funcionan sin clientes ni servidores fijos, sino una serie de nodos que se comportan como iguales entre sí. Es decir, actúan simultáneamente como clientes y servidores respecto a los demás nodos de la red. Las redes P2P permiten el intercambio directo de información, en cualquier formato, entre los ordenadores interconectados[WEB07].



2.1.2.2 Comparación con la arquitectura Cliente-Cola-Cliente.

Si bien la clásica arquitectura C/S requiere uno de los puntos terminales de comunicación para actuar como un servidor, que puede ser algo más difícil de aplicar, la arquitectura Cliente-Cola-Cliente habilita a todos los nodos para actuar como clientes simples, mientras que el servidor actúa como una cola que va capturando las peticiones de los clientes (un proceso que debe pasar sus peticiones a otro, lo hace a través de una cola, por ejemplo, una consulta a una base de datos, entonces, el segundo proceso conecta con la base de datos, elabora la petición, la pasa a la base de datos, etc.). Esta arquitectura permite simplificar en gran medida la implementación de software. La arquitectura P2P originalmente se basó en el concepto "Cliente-Cola-Cliente".

2.1.3 Arquitecturas multicapas.

La arquitectura cliente/servidor genérica tiene dos tipos de nodos en la red: clientes y servidores. Consecuentemente, estas arquitecturas genéricas se refieren a veces como arquitecturas de dos niveles o dos capas (Ilustración 1).

Algunas redes disponen de tres tipos de nodos:

- Clientes que interactúan con los usuarios finales.
- Servidores de aplicación que procesan los datos para los clientes.
- Servidores de la base de datos que almacenan los datos para los servidores de aplicación.

Esta configuración se llama una arquitectura de tres-capas.

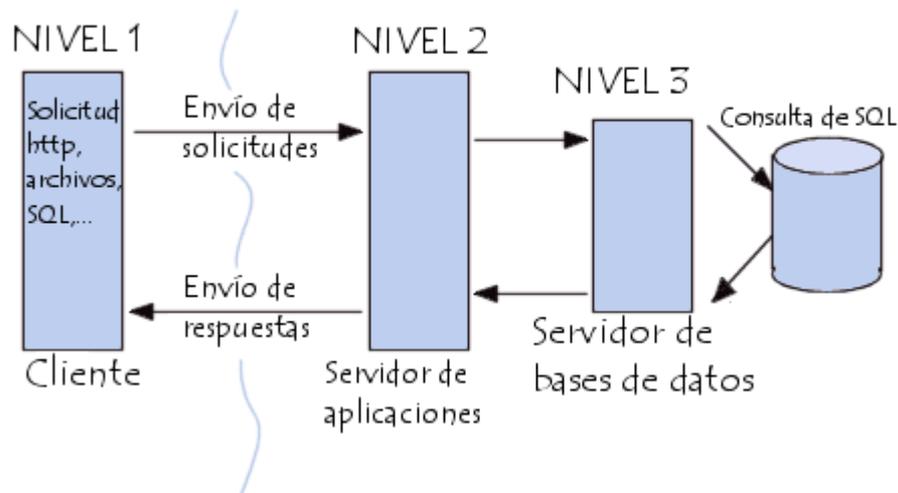


Ilustración 2: Arquitectura C/S de tres capas [WEB04]

o **Ventajas de las arquitecturas n-capas:**

La ventaja fundamental de una arquitectura n-capas comparado con una arquitectura de dos niveles (o una tres-capas con una de dos niveles) es que separa hacia fuera el proceso, eso ocurre para mejorar el balance la carga en los diversos servidores; es más escalable.

o **Desventajas de las arquitecturas de la n-capas:**

Pone más carga en la red, debido a una mayor cantidad de tráfico de la red.

Es mucho más difícil programar y probar el software que en arquitectura de dos niveles porque tienen que comunicarse más dispositivos para terminar la transacción de un usuario.

2.1.4 Ventajas arquitectura Cliente-servidor

- Centralización del control [WEB08]: los accesos, recursos y la integridad de los datos son controlados por el servidor de forma que un programa cliente defectuoso o no autorizado no pueda dañar el sistema. Esta centralización también facilita la tarea de poner al día datos u otros recursos (mejor que en las redes P2P).



- Escalabilidad: se puede aumentar la capacidad de clientes y servidores por separado. Cualquier elemento puede ser aumentado (o mejorado) en cualquier momento, o se pueden añadir nuevos nodos a la red (clientes y/o servidores).
- Fácil mantenimiento: al estar distribuidas las funciones y responsabilidades entre varios ordenadores independientes, es posible reemplazar, reparar, actualizar, o incluso trasladar un servidor, mientras que sus clientes no se verán afectados por ese cambio (o se afectarán mínimamente). Esta independencia de los cambios también se conoce como encapsulación.
- Existen tecnologías, suficientemente desarrolladas, diseñadas para el paradigma de C/S que aseguran la seguridad en las transacciones, la amigabilidad del interfaz, y la facilidad de empleo.

2.1.5 Desventajas arquitectura Cliente-servidor

- La congestión del tráfico ha sido siempre un problema en el paradigma de C/S. Cuando una gran cantidad de clientes envían peticiones simultáneas al mismo servidor, puede ser que cause muchos problemas para éste (a mayor número de clientes, más problemas para el servidor). Al contrario, en las redes P2P como cada nodo en la red hace también de servidor, cuanto más nodos hay, mejor es el ancho de banda que se tiene.
- El paradigma de C/S clásico no tiene la robustez de una red P2P. Cuando un servidor está *caído*, las peticiones de los clientes no pueden ser satisfechas. En la mayor parte de redes P2P, los recursos están generalmente distribuidos en varios nodos de la red. Aunque algunos salgan o abandonen la descarga; otros pueden todavía acabar de descargar consiguiendo datos del resto de los nodos en la red.



- El software y el hardware de un servidor son generalmente muy determinantes. Un hardware regular de un ordenador personal puede no poder servir a cierta cantidad de clientes. Normalmente se necesita software y hardware específico, sobre todo en el lado del servidor, para satisfacer el trabajo. Por supuesto, esto aumentará el coste.
- El cliente no dispone de los recursos que puedan existir en el servidor. Por ejemplo, si la aplicación es una Web, no podemos escribir en el disco duro del cliente o imprimir directamente sobre las impresoras sin sacar antes la ventana previa de impresión de los navegadores.

2.1.6 Dirección:

Los métodos de dirección en ambientes del servidor de cliente se pueden describir como sigue:

- Dirección del proceso de la máquina: la dirección se divide como proceso@máquina. Por lo tanto 56@453 indicaría el proceso 56 en la computadora 453.
- Servidor de nombres: los servidores de nombres tienen un índice de todos los nombres y direcciones de servidores en el dominio relevante.
- Localización de Paquetes: Los mensajes de difusión se envían a todas las computadoras en el sistema distribuido para determinar la dirección de la computadora de la destinación.
- Comerciante: Un comerciante es un sistema que pone en un índice todos los servicios disponibles en un sistema distribuido. Una computadora que requiere un servicio particular comprobará con el servicio que negocia para saber si existe la dirección de una computadora que proporciona tal servicio.

2.1.7 Ejemplos:

Visitar un sitio web es un buen ejemplo de la arquitectura cliente/servidor **[WEB05]**. El servidor web sirve las páginas web al navegador (el cliente).



La mayoría de los servicios de Internet son tipo de servidores. Por ejemplo, se está leyendo un artículo en Wikipedia, la computadora y el navegador web serían considerados un cliente, y las computadoras, las bases de datos, y los usos que componen Wikipedia serían considerados el servidor. Cuando el navegador web solicita un artículo particular de Wikipedia, el servidor de Wikipedia encuentra toda la información requerida para exhibir el artículo en la base de datos de Wikipedia, la monta en una página web considerada como interfaz gráfica, y la envía de nuevo a tu navegador web.

Otro ejemplo sería un juego online, el número de servidores depende del juego pero supongamos que tienen 2, cuando tu lo descargas y lo instalas tienes un cliente, si tienes solo un computador en casa y juegan 3 personas, existen un cliente, 3 usuarios y 2 servidores pero depende de ti a cuál te conectas, si cada uno instala el juego en sus propios ordenadores, serían 3 clientes, 3 usuarios y 2 servidores.

2.1.8 Cooperación cliente-servidor

Chained Server

En esta clasificación de servidores se encuentran aquellos que de vez en cuando se comportan como clientes, ya sea de manera efímera o por mucho tiempo[WEB05].

Temporal

Son servidores que por motivos de gestión o para ejecutar cierta parte del proceso de transacción, se comportan como clientes ya sea para solicitar la información requerida al servidor correspondiente o simplemente como un enlace hacia el "destino" de la petición.

Sólo realiza la transacción solicitada y vuelve a su estado normal una vez terminada la misma. ej: serv



Largo Plazo

Aquellos en los cuales realiza varias transacciones del por mucho más tiempo que la anterior, y se orienta más a la aplicación para la que fue dirigida. ej: serv. de WEB, etc.

Múltiple Server

Para que un proceso se realice de la mejor manera, es preferible utilizar terminales distintos realizando la misma tarea, a centralizar los recursos y que con más hardware/software se realice la misma tarea. Con la ejecución de múltiples servidores el procesamiento es más rápido, el tiempo de respuesta es descentralizado y se incrementa la confiabilidad.

Cooperación de procesos paralelos

El mismo proceso se ejecuta simultáneamente (sistemas redundantes).

Cooperación de base de datos

Si se requiere de cierta información ya existente, por qué crearla de nuevo, simplemente interactúa y aprovecha la información ya creada.

2.2 HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

2.2.1 Servidor de aplicaciones:

Jboss application server [WEB09]

JBoss Application Server es la implementación de código abierto del paquete de Java EE de los servicios. Se compone de un conjunto de ofertas para los clientes empresariales que buscan perfiles preconfigurados de JBoss Enterprise Middleware componentes que han sido probados y certificados juntos para proporcionar una experiencia integrada. El fácil uso de su arquitectura de servidores y su alta flexibilidad hace a JBoss la elección ideal para los usuarios que acaban de empezar con J2EE, así como arquitectos superiores que buscan una plataforma middleware personalizable.



Debido a que es basada en Java, JBoss Application Server es multiplataforma, fácil de instalar y usar en cualquier sistema operativo que soporte Java.

El código fuente disponible es una poderosa herramienta de aprendizaje para depurar el servidor y lo entiendo. También le da la flexibilidad para crear versiones personalizadas para su uso personal o comercial.

La instalación de JBoss Application Server es simple y fácil.

2.2.2 Lenguaje de programación:

JAVA [DE02]

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90. El lenguaje en sí mismo toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria.

Las aplicaciones Java están típicamente compiladas en un bytecode, aunque la compilación en código máquina nativo también es posible. En el tiempo de ejecución, el bytecode es normalmente interpretado o compilado a código nativo para la ejecución, aunque la ejecución directa por hardware del bytecode por un procesador Java también es posible.

La implementación original y de referencia del compilador, la máquina virtual y las bibliotecas de clases de Java fueron desarrollados por Sun Microsystems en 1995. Desde entonces, Sun ha controlado las especificaciones, el desarrollo y evolución del lenguaje a través del Java Community Process, si bien otros han desarrollado también implementaciones alternativas de estas tecnologías de Sun, algunas incluso bajo licencias de software libre.



Entre diciembre de 2006 y mayo de 2007, Sun Microsystems liberó la mayor parte de sus tecnologías Java bajo la licencia GNU GPL, de acuerdo con las especificaciones del Java Community Process, de tal forma que prácticamente todo el Java de Sun es ahora software libre (aunque la biblioteca de clases de Sun que se requiere para ejecutar los programas Java aún no lo es).

2.2.3 Arquitectura tecnológica:

J2EE [WEB10]

Java Platform, Enterprise Edition o Java EE (anteriormente conocido como Java 2 Platform, Enterprise Edition o J2EE hasta la versión 1.4), es una plataforma de programación—parte de la Plataforma Java—para desarrollar y ejecutar software de aplicaciones en Lenguaje de programación Java con arquitectura de N capas distribuidas y que está definida por una especificación. Similar a otras especificaciones del Java Community Process, Java EE es también considerada informalmente como un estándar debido a que los proveedores deben cumplir ciertos requisitos de conformidad para declarar que sus productos son conformes a Java EE; estandarizado por The Java Community Process / JCP.

Java EE incluye varias especificaciones de API, tales como JDBC, RMI, e-mail, JMS, Servicios Web, XML, etc y define cómo coordinarlos. Java EE también configura algunas especificaciones únicas para Java EE para componentes. Estas incluyen Enterprise JavaBeans, servlets, portlets (siguiendo la especificación de Portlets Java), JavaServer Pages y varias tecnologías de servicios web.

Ello permite al desarrollador crear una Aplicación de Empresa portable entre plataformas y escalable, a la vez que integrable con tecnologías anteriores.



Otros beneficios añadidos son, por ejemplo, que el servidor de aplicaciones puede manejar transacciones, la seguridad, escalabilidad, concurrencia y gestión de los componentes desplegados, significando que los desarrolladores pueden concentrarse más en la lógica de negocio de los componentes en lugar de en tareas de mantenimiento de bajo nivel y ampliamente en componentes de software modulares ejecutándose sobre un servidor de aplicaciones.

La plataforma Java EE está definida por una especificación. Similar a otras especificaciones del Java Community Process, Java EE es también considerada informalmente como un estándar debido a que los proveedores deben cumplir ciertos requisitos de conformidad para declarar que sus productos son conformes a Java EE; estandarizado por The Java Community Process / JCP.

Java EE incluye varias especificaciones de API, tales como JDBC, RMI, e-mail, JMS, Servicios Web, XML, etc y define cómo coordinarlos. Java EE también configura algunas especificaciones únicas para Java EE para componentes. Estas incluyen Enterprise JavaBeans, servlets, portlets (siguiendo la especificación de Portlets Java), JavaServer Pages y varias tecnologías de servicios web. Ello permite al desarrollador crear una Aplicación de Empresa portable entre plataformas y escalable, a la vez que integrable con tecnologías anteriores.

Otros beneficios añadidos son, por ejemplo, que el servidor de aplicaciones puede manejar transacciones, la seguridad, escalabilidad, concurrencia y gestión de los componentes desplegados, significando que los desarrolladores pueden concentrarse más en la lógica de negocio de los componentes en lugar de en tareas de mantenimiento de bajo nivel.

2.2.4 Sistema de gestión de base de datos relacional PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional orientada a objetos y libre, publicado bajo la licencia BSD [DE03].

Como muchos otros proyectos de código abierto, el desarrollo de PostgreSQL no es manejado por una empresa y/o persona, sino que es dirigido por una comunidad de desarrolladores que trabajan de forma: desinteresada, altruista, libre y/o apoyados por organizaciones comerciales. Dicha comunidad es denominada el PGDG (PostgreSQL Global Development Group).

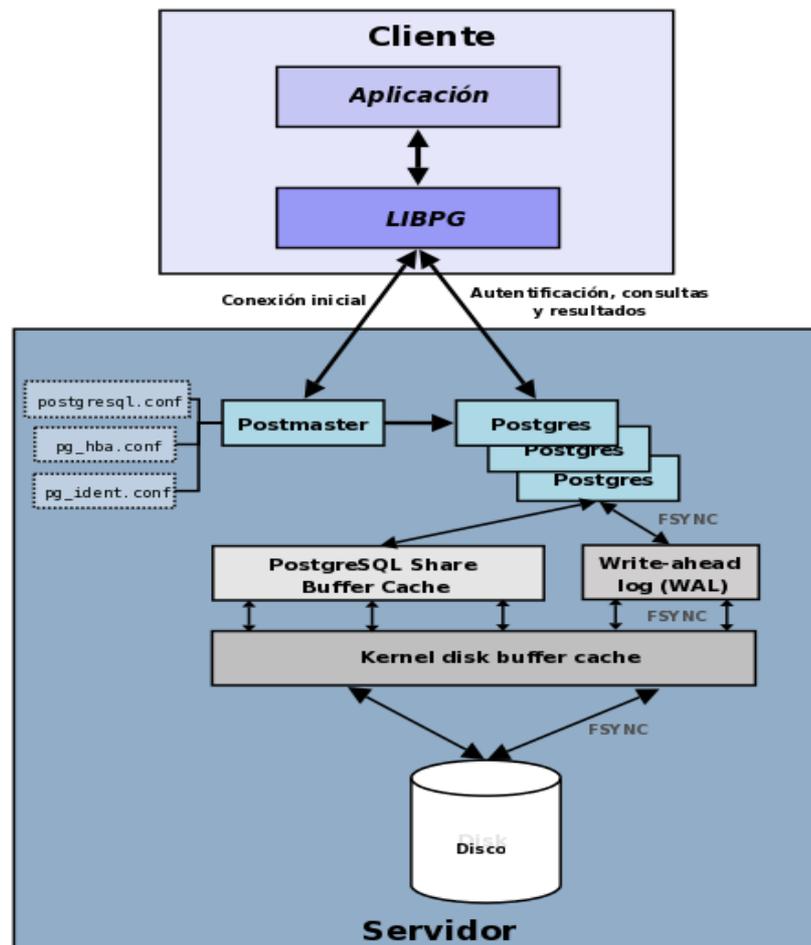


Ilustración 3: componentes más importantes en un sistema PostgreSQL [WEB11]



CARACTERÍSTICAS

Algunas de sus principales características son, entre otras:

Alta concurrencia

Mediante un sistema denominado MVCC (Acceso concurrente multiversion, por sus siglas en inglés) PostgreSQL permite que mientras un proceso escribe en una tabla, otros accedan a la misma tabla sin necesidad de bloqueos. Cada usuario obtiene una visión consistente de lo último a lo que se le hizo commit. Esta estrategia es superior al uso de bloqueos por tabla o por filas común en otras bases, eliminando la necesidad del uso de bloqueos explícitos.

Amplia variedad de tipos nativos

PostgreSQL provee nativamente soporte para:

- Números de precisión arbitraria.
- Texto de largo ilimitado.
- Figuras geométricas (con una variedad de funciones asociadas).
- Direcciones IP (IPv4 e IPv6).
- Bloques de direcciones estilo CIDR.
- Direcciones MAC.
- Arrays.

Adicionalmente los usuarios pueden crear sus propios tipos de datos, los que pueden ser por completo indexables gracias a la infraestructura GiST de PostgreSQL. Algunos ejemplos son los tipos de datos GIS creados por el proyecto PostGIS.

Otras características

- Claves ajenas también denominadas Llaves ajenas o Claves Foráneas (foreign keys).
- Disparadores (triggers): Un disparador o trigger se define como



una acción específica que se realiza de acuerdo a un evento, cuando éste ocurra dentro de la base de datos. En PostgreSQL esto significa la ejecución de un procedimiento almacenado basado en una determinada acción sobre una tabla específica. Ahora todos los disparadores se definen por seis características:

- o El nombre del disparador o trigger
- o El momento en que el disparador debe arrancar
- o El evento del disparador deberá activarse sobre.
- o La tabla donde el disparador se activará
- o La frecuencia de la ejecución
- o La función que podría ser llamada

Entonces combinando estas seis características, PostgreSQL le permitirá crear una amplia funcionalidad a través de su sistema de activación de disparadores (triggers).

- Vistas.
- Integridad transaccional.
- Herencia de tablas.
- Tipos de datos y operaciones geométricas.
- Soporte para transacciones distribuidas.

Permite a PostgreSQL integrarse en un sistema distribuido formado por varios recursos (p.ej, una base de datos PostgreSQL, otra Oracle, una cola de mensajes IBM MQ JMS y un ERP SAP) gestionado por un servidor de aplicaciones donde el éxito ("commit") de la transacción global es el resultado del éxito de las transacciones locales.

Funciones

Bloques de código que se ejecutan en el servidor. Pueden ser escritos en varios lenguajes, con la potencia que cada uno de ellos da, desde



las operaciones básicas de programación, tales como bifurcaciones y bucles, hasta las complejidades de la programación orientada a objetos o la programación funcional.

Los disparadores (triggers en inglés) son funciones enlazadas a operaciones sobre los datos.

Algunos de los lenguajes que se pueden usar son los siguientes:

- Un lenguaje propio llamado PL/PgSQL (similar al PL/SQL de oracle).
- C.
- C++.
- Java PL/Java web.
- PL/Perl.
- pI PHP.
- PL/Python.
- PL/Ruby.
- PL/sh.
- PL/Tcl.
- PL/Scheme.
- Lenguaje para aplicaciones estadísticas R por medio de PL/R.

PostgreSQL soporta funciones que retornan "filas", donde la salida puede tratarse como un conjunto de valores que pueden ser tratados igual a una fila retornada por una consulta (query en inglés).

Las funciones pueden ser definidas para ejecutarse con los derechos del usuario ejecutor o con los derechos de un usuario previamente definido. El concepto de funciones, en otros DBMS, son muchas veces referidas como "procedimientos almacenados" (stored procedures en inglés).



2.2.5 Framework de desarrollo:

JSF (Java Server Faces) [WEB12]

Java Server Faces es una tecnología y framework para aplicaciones Java basadas en web que simplifica el desarrollo de interfaces de usuario en aplicaciones Java EE. JSF usa Java Server Pages (JSP) como la tecnología que permite hacer el despliegue de las páginas, pero también se puede acomodar a otras tecnologías como XUL. JSF incluye:

- Un conjunto de APIs para representar componentes de una interfaz de usuario y administrar su estado, manejar eventos, validar entrada, definir un esquema de navegación de las páginas y dar soporte para internacionalización y accesibilidad.
- Un conjunto por defecto de componentes para la interfaz de usuario.
- Dos bibliotecas de etiquetas personalizadas para Java Server Pages que permiten expresar una interfaz Java Server Faces dentro de una página JSP.
- Un modelo de eventos en el lado del servidor.
- Administración de estados.
- Beans administrados.

Los objetivos de diseño que representan el foco de desarrollo de JSF son:

1. Definir un conjunto simple de clases base de Java para componentes de la interfaz de usuario, estado de los componentes y eventos de entrada. Estas clases tratarán los aspectos del ciclo de vida de la interfaz de usuario, controlando el estado de un componente durante el ciclo de vida de su página.
2. Proporcionar un conjunto de componentes para la interfaz de usuario, incluyendo los elementos estándares de HTML para representar un formulario. Estos componentes se obtendrán de



un conjunto básico de clases base que se pueden utilizar para definir componentes nuevos.

3. Proporcionar un modelo de Java Beans para enviar eventos desde los controles de la interfaz de usuario del lado del cliente a la aplicación del servidor.
4. Definir APIs para la validación de entrada, incluyendo soporte para la validación en el lado del cliente.
5. Especificar un modelo para la internacionalización y localización de la interfaz de usuario.
6. Automatizar la generación de salidas apropiadas para el objetivo del cliente, teniendo en cuenta todos los datos de configuración disponibles del cliente, como versión del navegador.

La especificación de JSF fue desarrollada por la Java Community Process como JSR 127, que definía JSF 1.0 y 1.1, JSR 252 que define JSF 1.2 y JSR 314 para JSF 2.0.

2.2.6 Cliente rico:

Open faces [WEB13]

OpenFaces es una biblioteca de código abierto de los componentes JSF AJAX, un framework Ajax y un marco de validación en el cliente. OpenFaces se basa en el conjunto de componentes JSF anteriormente conocido como QuipuKit. Contiene totalmente revisado código base de QuipuKit e introduce muchos componentes nuevos y características.

OpenFaces se distribuye bajo un modelo de licencia dual. Esto significa que usted puede elegir entre el uso de la biblioteca bajo licencia GNU Lesser General Public License (LGPL) o la compra de una licencia comercial.



2.2.7 Entorno de desarrollo:

NetBeans [WEB14]

NetBeans es un entorno de desarrollo, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java. Existe además un número importante de módulos para extender el NetBeans IDE.

NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso. NetBeans es un proyecto de código abierto de gran éxito con una gran base de usuarios, una comunidad en constante crecimiento, y con cerca de 100 socios en todo el mundo. Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio de 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos.

La plataforma NetBeans permite que las aplicaciones sean desarrolladas a partir de un conjunto de componentes de software llamados módulos. Un módulo es un archivo Java que contiene clases de java escritas para interactuar con las APIs de NetBeans y un archivo especial (manifest file) que lo identifica como módulo.

Las aplicaciones construidas a partir de módulos pueden ser extendidas agregándole nuevos módulos. Debido a que los módulos pueden ser desarrollados independientemente, las aplicaciones basadas en la plataforma NetBeans pueden ser extendidas fácilmente por otros desarrolladores de software.

La plataforma ofrece servicios comunes a las aplicaciones de escritorio, permitiéndole al desarrollador enfocarse en la lógica específica de su aplicación. Entre las características de la plataforma están:

- Administración de las interfaces de usuario (ej. menús y barras de herramientas)
- Administración de las configuraciones del usuario



- Administración del almacenamiento (guardando y cargando cualquier tipo de dato)
- Administración de ventanas
- Framework basado en asistentes (diálogos paso a paso)

2.3 METODOLOGIA DE DESARROLLO.

SCRUM [WEB 15]

es una metodología para la gestión y desarrollo de software basada en un proceso iterativo e incremental utilizado comúnmente en entornos basados en el desarrollo ágil de software.

Aunque Scrum estaba enfocado a la gestión de procesos de desarrollo de software, puede ser utilizado en equipos de mantenimiento de software, o en una aproximación de gestión de programas: Scrum de Scrums.

En 1986 Hirotaka Takeuchi² e Ikujiro Nonaka³ describieron una nueva aproximación holística que incrementa la rapidez y la flexibilidad en el desarrollo de nuevos productos comerciales. Takeuchi y Nonaka comparan esta nueva aproximación holística, en la cual las fases se traslapan de manera intensa y el proceso completo es realizado por un equipo con funciones transversales, como en el rugby, donde el equipo entero «actúa como un sólo hombre para intentar llegar al otro lado del campo, pasando el balón de uno a otro». A principios de los años 1990 Ken Schwaber⁴ empleó una aproximación que lo llevó a poner en práctica el *Scrum* en su compañía, Advanced Development Methods.

² **Hirotaka Takeuchi:** es decano de la Graduate School of International Corporate Strategy en la Universidad Hitotsubashi en Tokio y fue profesor visitante en la Escuela de Negocios Harvard entre 1989 y 1990.

³ **Ikujiro Nonaka:** es un influyente escritor y profesor emérito de la Universidad de Hitotsubashi Escuela de Postgrado de Estrategia Corporativa Internacional. En 2008, el Wall Street Journal lo incluyó como una de las personas más influyentes en el pensamiento de negocios.

⁴ **Ken Schwaber** es un desarrollador de software, gerente de producto y consultora de la industria. Ken trabajó con Jeff Sutherland para formular las primeras versiones de la Scrum proceso de desarrollo y presentar Scrum



Los casos de estudio provienen de las industrias automovilísticas, así como de fabricación de máquinas fotográficas, computadoras e impresoras.

En 1991 Peter DeGrace y Leslie Stahl en su libro *Wicked Problems, Righteous Solutions (A problemas malvados, soluciones virtuosas)*, se refirieron a esta aproximación como *Scrum* (melé en inglés), un término propio del rugby mencionado en el artículo por Takeuchi y Nonaka.

Por aquel tiempo Jeff Sutherland⁵ desarrolló una aproximación similar en Easel Corporation y fue el primero en denominarla Scrum. En 1995 Schwaber y Sutherland, durante el OOPSLA '95 desarrollado en Austin, presentaron en paralelo una serie de artículos describiendo *Scrum*, siendo ésta la primera aparición pública de la metodología.

Durante los años siguientes, Schwaber y Sutherland, colaboraron para consolidar los artículos antes mencionados, así como sus experiencias y el conjunto de mejores prácticas de la industria que conforman a lo que ahora se le conoce como *scrum*. En 2001, Schwaber y Mike Beedle⁶ describieron la metodología en el libro *Agile Software Development with Scrum*.

2.3.1 Características

Scrum es un modelo de referencia que define un conjunto de prácticas y roles, y que puede tomarse como punto de partida para definir el proceso de desarrollo que se ejecutará durante un proyecto. Los roles principales en Scrum son el *Scrum Master*, que mantiene los procesos y trabaja de forma similar al director de proyecto, el *ProductOwner*, que representa a los *stakeholders* (interesados externos o internos), y el *Team* que incluye a los desarrolladores.

⁵**Jeff Sutherland:** es uno de los inventores de la Scrum proceso de desarrollo de software . Junto con Ken Schwaber , creó Scrum como un proceso formal. Actualmente es Director ejecutivo de Scrum, Inc en Boston, Massachusetts y asesor principal Venture Partners OpenView.

⁶**Mike Beedle:** es el coautor del primer libro de Scrum, desarrollo ágil de software con Scrum, coautor del primer documento de Scrum publicado en un libro, coautor del Manifiesto Ágil, y coautor del libro próximo Patrón de Idioma: Scrum.



Durante cada *sprint*, un periodo entre 15 y 30 días (la magnitud es definida por el equipo), el equipo crea un incremento de software *potencialmente entregable* (utilizable). El conjunto de características que forma parte de cada *sprint* viene del *Product Backlog*, que es un conjunto de requisitos de alto nivel priorizados que definen el trabajo a realizar. Los elementos del *Product Backlog* que forman parte del *sprint* se determinan durante la reunión de *Sprint Planning*.

Durante esta reunión, el *Product Owner* identifica los elementos del *Product Backlog* que quiere ver completados y los hace del conocimiento del equipo. Entonces, el equipo determina la cantidad de ese trabajo que puede comprometerse a completar durante el siguiente *sprint*. Durante el *sprint*, nadie puede cambiar el *Sprint Backlog*, lo que significa que los requisitos están congelados durante el *sprint*.

Scrum permite la creación de equipos autoorganizados impulsando la colocación de todos los miembros del equipo, y la comunicación verbal entre todos los miembros y disciplinas involucrados en el proyecto.

Un principio clave de Scrum es el reconocimiento de que durante un proyecto los clientes pueden cambiar de idea sobre lo que quieren y necesitan (a menudo llamado *requirements churn*), y que los desafíos impredecibles no pueden ser fácilmente enfrentados de una forma predictiva y planificada. Por lo tanto, Scrum adopta una aproximación pragmática, aceptando que el problema no puede ser completamente entendido o definido, y centrándose en maximizar la capacidad del equipo de entregar rápidamente y responder a requisitos emergentes.

Existen varias implementaciones de sistemas para gestionar el proceso de Scrum, que van desde notas amarillas "post-it" y pizarras hasta paquetes de software. Una de las mayores ventajas de Scrum es que es muy fácil de aprender, y requiere muy poco esfuerzo para comenzarse a utilizar.



2.3.2 Roles en Scrum

En Scrum se definen varios roles, estos están divididos en dos grupos: cerdos y gallinas. Los nombres de los grupos están inspirados en el chiste sobre un cerdo y una gallina que se relata a continuación.

Un cerdo y una gallina se encuentran en la calle. La gallina mira al cerdo y dice: "Hey, ¿por qué no abrimos un restaurante?" El cerdo mira a la gallina y le dice: "Buena idea, ¿cómo se llamaría el restaurante?" La gallina piensa un poco y contesta: "¿Por qué no lo llamamos "Huevos con jamón?" "Lo siento pero no", dice el cerdo, "Tú sólo estarías involucrada mientras que yo estaría comprometido".

De esta forma, los 'cerdos' están comprometidos a desarrollar el software de forma regular y frecuente, mientras que todos los demás son 'gallinas' -sólo interesados en el proyecto, pero en realidad indiferentes porque si falla ellos no son los cerdos-, esto es, ellos no fueron los que se comprometieron a hacerlo.

Las necesidades, deseos, ideas e influencias de los roles 'gallina' se tienen en cuenta, pero no de forma que pueda afectar, distorsionar o entorpecer el proyecto Scrum.

Roles "Cerdo"

Los *Cerdos* son los que están comprometidos con el proyecto y el proceso Scrum; ellos son los que "ponen el jamón en el plato".

Product Owner

El *Product Owner* representa la voz del cliente. Se asegura de que el equipo Scrum trabaja de forma adecuada desde la perspectiva del negocio. El Product Owner escribe historias de usuario, las prioriza, y las coloca en el Product Backlog.

Scrum Master (o Facilitador)

El *Scrum* es facilitado por un *Scrum Master*, cuyo trabajo primario es



eliminar los obstáculos que impiden que el equipo alcance el objetivo del sprint. El *Scrum Master* no es el líder del equipo (porque ellos se auto-organizan), sino que actúa como una protección entre el equipo y cualquier influencia que le distraiga. El Scrum Master se asegura de que el proceso Scrum se utiliza como es debido. El Scrum Master es el que hace que las reglas se cumplan.

Equipo

El equipo tiene la responsabilidad de entregar el producto. Un pequeño equipo de 5 a 9 personas con las habilidades transversales necesarias para realizar el trabajo (diseñador, desarrollador, etc).

Roles "Gallina"

Los roles gallina en realidad no son parte del proceso Scrum, pero deben tenerse en cuenta. Un aspecto importante de una aproximación ágil es la práctica de involucrar en el proceso a los usuarios, expertos del negocio y otros interesados (stakeholders). Es importante que esa gente participe y entregue retroalimentación con respecto a la salida del proceso a fin de revisar y planear cada sprint.

Análisis de la frase "Rol gallina":

La gallina alimenta al proyecto "poniendo huevos", no se ve comprometida como el cerdo que va al matadero.

Usuarios

Es el destinatario final del producto. Como bien lo dice la paradoja, El árbol cae en el bosque cuando no hay nadie ¿Hace ruido? Aquí la definición sería *Si el software no es usado ¿fue alguna vez escrito?*.

Stakeholders (Clientes, Proveedores, Inversores)

Se refiere a la gente que hace posible el proyecto y para quienes, el proyecto producirá el beneficio acordado que lo justifica. Sólo participan directamente durante las revisiones del sprint.



Managers

Es la gente que establece el ambiente para el desarrollo del producto.

2.3.3 Reuniones en Scrum

Daily Scrum

Cada día de un sprint, se realiza la reunión sobre el estado de un proyecto. Esto se llama "daily standup". El scrum tiene unas guías específicas:

- La reunión comienza puntualmente a su hora. A menudo hay castigos -acordados por el equipo- para quien llegue tarde (por ejemplo: dinero, flexiones, llevar colgando una gallina de plástico del cuello, etc).
- Todos son bienvenidos, pero sólo los "cerdos" pueden hablar.
- La reunión tiene una duración fija de 15 minutos, de forma independiente del tamaño del equipo.
- Todos los asistentes deben mantenerse de pie (esto ayuda a mantener la reunión corta)
- La reunión debe ocurrir en la misma ubicación y a la misma hora todos los días.

Durante la reunión, cada miembro del equipo contesta a tres preguntas:

- ¿Qué has hecho desde ayer?
- ¿Qué es lo que estás planeando hacer hoy?
- ¿Has tenido algún problema que te haya impedido alcanzar tu objetivo? (Es el papel del Scrum Master recordar estos impedimentos).

Scrum de Scrum

Cada día normalmente después del "Daily Scrum"

- Estas reuniones permiten a los grupos de equipos discutir su trabajo, enfocándose especialmente en áreas de solapamiento



e integración.

- Asiste una persona asignada por cada equipo.

La agenda será la misma como del Daily Scrum, además de las siguientes cuatro preguntas:

- ¿Qué ha hecho tu equipo desde nuestra última reunión?
- ¿Qué hará tu equipo antes que nos volvamos a reunir?
- ¿Hay algo que demora o estorba a tu equipo?
- ¿Estás a punto de poner algo en el camino del otro equipo?

Reunión de Planificación del Sprint (Sprint Planning Meeting)

Al inicio del ciclo Sprint (cada 15 o 30 días), una “Reunión de Planificación del Sprint” se lleva a cabo.

- Seleccionar qué trabajo se hará
- Preparar, con el equipo completo, el Sprint Backlog que detalla el tiempo que tomará hacer el trabajo.
- Identificar y comunicar cuánto del trabajo es probable que se realice durante el actual Sprint
- Ocho horas como límite

Al final del ciclo Sprint, dos reuniones se llevaran a cabo: la “Reunión de Revisión del Sprint” y la “Retrospectiva del Sprint”

Reunión de Revisión del Sprint (Sprint Review Meeting)

- Revisar el trabajo que fue completado y no completado
- Presentar el trabajo completado a los interesados (alias “demo”)
- El trabajo incompleto no puede ser demostrado
- Cuatro horas como límite

Retrospectiva del Sprint (Sprint Retrospective)

Después de cada sprint, se lleva a cabo una retrospectiva del sprint, en la cual todos los miembros del equipo dejan sus impresiones sobre el sprint recién superado.



El propósito de la retrospectiva es realizar una mejora continua del proceso.

Esta reunión tiene un tiempo fijo de cuatro horas.

2.3.4 Documentos

Product backlog

El **product backlog** es un documento de alto nivel para todo el proyecto. Contiene descripciones genéricas de todos los requerimientos, funcionalidades deseables, etc. priorizadas según su retorno sobre la inversión (ROI) . Es el *qué* va a ser construido. Es abierto y cualquiera puede modificarlo. Contiene estimaciones *grosso modo*, tanto del valor para el negocio, como del esfuerzo de desarrollo requerido. Esta estimación ayuda al *product owner* a ajustar la línea temporal y, de manera limitada, la prioridad de las diferentes tareas. Por ejemplo, si dos características tienen el mismo valor de negocio la que requiera menos tiempo de desarrollo tendrá probablemente más prioridad, debido a que su ROI será más alto.

Sprint backlog

El **sprint backlog** es un documento detallado donde se describe el *cómo* el equipo va a implementar los requisitos durante el siguiente sprint. Las tareas se dividen en *horas* con ninguna tarea de duración superior a 16 horas. Si una tarea es mayor de 16 horas, deberá ser rota en mayor detalle. Las tareas en el *sprint backlog* nunca son asignadas, son tomadas por los miembros del equipo del modo que les parezca oportuno.

Burn down

La *burn down chart* es una gráfica mostrada públicamente que mide la cantidad de requisitos en el Backlog del proyecto pendientes al comienzo de cada Sprint. Dibujando una línea que conecte los puntos de todos los Sprints completados, podremos ver el progreso del proyecto.



Lo normal es que esta línea sea descendente (en casos en que todo va bien en el sentido de que los requisitos están bien definidos desde el principio y no varían nunca) hasta llegar al eje horizontal, momento en el cual el proyecto se ha terminado (no hay más requisitos pendientes de ser completados en el Backlog).

Si durante el proceso se añaden nuevos requisitos la recta tendrá pendiente ascendente en determinados segmentos, y si se modifican algunos requisitos la pendiente variará o incluso valdrá cero en algunos tramos.

2.3.5 Scrum aplicado al desarrollo de software

Aunque surgió como modelo para el desarrollo de productos tecnológicos, también se emplea en entornos que trabajan con requisitos inestables y que requieren rapidez y flexibilidad; situaciones frecuentes en el desarrollo de determinados sistemas de software.

Jeff Sutherland aplicó el modelo Scrum al desarrollo de software en 1993 en Easel Corporation (Empresa que en los macro-juegos de compras y fusiones se integraría en VMARK, luego en Informix y finalmente en Ascential Software Corporation).

En 1995 lo presentó junto con Ken Schwaber como proceso formal, también para gestión del desarrollo de software en OOPSLA 95. Más tarde, en 2001 serían dos de los promulgadores del Manifiesto ágil. En el desarrollo de software scrum está considerado como modelo ágil por la Agile Alliance.

La ficha adjunta incluye una descripción sinóptica del proceso y sus elementos que son:

- Roles: Propietario del producto, Gestor o Manager del Scrum, Equipo e Interesados.



- Componentes del proceso: Pila del producto (*Product Backlog*), Pila del sprint (*Sprint Backlog*), Incremento.
- Reuniones: Planificación del sprint, Revisión diaria, Revisión del sprint.
- Sprint

CAPITULO III

3 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reuso. **[WEB16]**

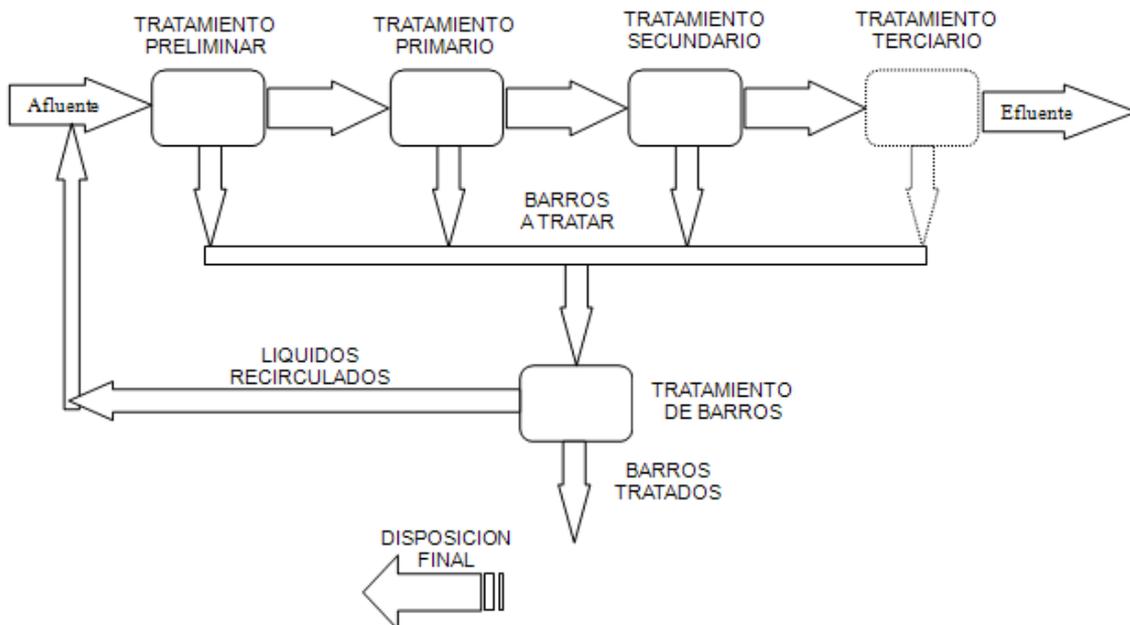


Ilustración 4: Diagrama del tratamiento de Aguas Residuales **[LIB01]**

En la Ilustración anterior podemos observar el diagrama típico del funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales y a continuación se muestra un Diagrama de los componentes más comunes de una planta de tratamiento de aguas residuales y su disposición.

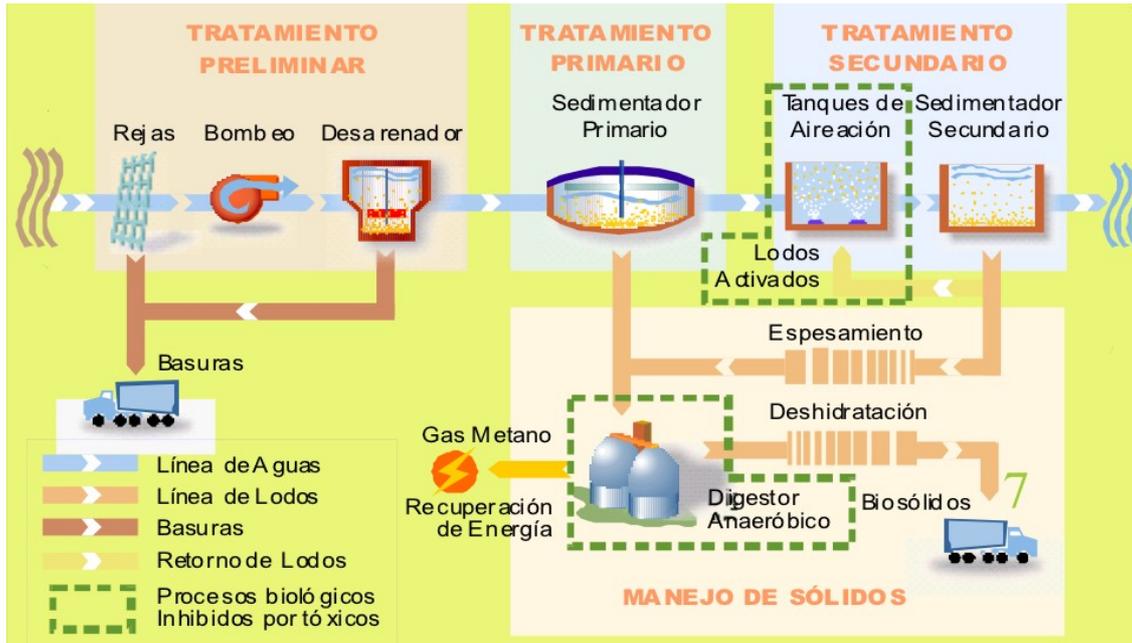


Ilustración 5: Componentes comunes de una Planta de Tratamiento de Aguas

3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

Los residuos pueden clasificarse de acuerdo a la concentración de sólidos que tiene y sus principales características se reflejan en la Tabla 1 a continuación [LIB02].

Clasificación	Características
Desecho Líquido	Menor de 1% de sólidos, líquido que puede ser bombeado, generalmente demasiado diluido para deshidratación
Desecho que puede ser movilizado a través de bombas	Menor de 10% de sólidos, líquido que puede ser bombeado, generalmente adecuado para deshidratación
Desecho fluido	Mayor de 10% de sólidos, puede ser bombeado, se comporta como fluido o libera líquidos libres.
Desecho no fluido	Características de material sólido, no se comporta como fluido y no libera líquidos libres. Puede estar 100% saturado.

Tabla 1: Clasificación de residuos de acuerdo al contenido de sólidos.



Para esta tesis veremos específicamente el procedimiento a seguir para aguas residuales que se clasifican dentro de los Desechos líquidos y cuyas características se exponen a continuación.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental de cara al proyecto y explotación de las infraestructuras tanto de recogida como de tratamiento y evacuación de las aguas residuales, así como para la gestión de la calidad del medio ambiental.

En las aguas residuales se pueden encontrar impurezas como materia en suspensión, material coloidal, o materia en solución; mientras que la materia en suspensión siempre se separa por medio mecánico, con intervención o no de la gravedad, la materia coloidal requiere un tratamiento fisicoquímico preliminar y la materia en solución puede tratarse en el propio estado molecular o iónico o precipitarse y separarse utilizando procesos semejantes a los empleados para la separación de los sólidos inicialmente en suspensión. A esto es lo que se denomina tratamiento de las aguas.

3.2.1 Características Físicas, Químicas y Biológicas constituyentes de las aguas residuales.

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. La tabla 2 muestra las principales propiedades físicas de agua residual, así como sus principales constituyentes químicos y biológicos y su procedencia.



Características	Procedencia
Propiedades Físicas:	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales, degradación natural de materia orgánica.
Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales.
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas
Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales
Constituyentes químicos:	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Orgánicos:	
Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Grasas animales, aceites y grasa	
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Agentes tenso activos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Compuestos orgánicos volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Otros	Degradación natural de materia orgánica
Inorgánicos:	
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea
Cloruros	Aguas residuales domésticas, agua de infiltración de agua subterránea



Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas
pH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Fósforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales; aguas de escorrentía
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Azufre	Aguas de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales
Gases:	
Sulfuro de hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Oxígeno	Agua de suministro; infiltración de agua superficial
Constituyentes biológicos:	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Protistas:	
Eubacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento
Arqueobacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento
Virus	Aguas residuales domésticas

Tabla 2: Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y sus procedencias.



3.2.2 Contaminantes de Importancia en el Tratamiento del Agua Residual.

En la Tabla 3 se describen los contaminantes de interés en el tratamiento del agua residual.

Las normas que regulan los tratamientos secundarios están basadas en las tasas de eliminación de la materia orgánica, sólidos en suspensión y patógenos presentes en el agua residual.

Cuando se pretende reutilizar el agua residual, las exigencias normativas incluyen también la eliminación de compuestos orgánicos refractarios, metales pesados y en algunos casos, sólidos inorgánicos disueltos.

Contaminantes	Razón de la importancia
Sólidos en Suspensión	Los sólidos en suspensión pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático.
Materia orgánica biodegradable	Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos, grasas animales, la materia orgánica biodegradable se mide, en la mayoría de las ocasiones, en función de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y la DQO (demanda química de oxígeno). Si se descargan al entorno sin tratar su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas.



<p>Patógenos</p>	<p>Pueden transmitirse enfermedades contagiosas por medio de los organismos patógenos presentes en el agua residual.</p>
<p>Nutrientes</p>	<p>Tanto el nitrógeno como el fósforo, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando se vierten al entorno acuático, estos nutrientes pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada. Cuando se vierten al terreno en cantidades excesivas, también pueden provocar la contaminación del agua subterránea.</p>
<p>Contaminantes prioritarios</p>	<p>Son compuestos orgánicos o inorgánicos determinados en base a su carcinogenicidad, mutagenicidad, teratogenicidad o toxicidad aguda conocida o sospechada. Muchos de estos compuestos se hallan presentes en el agua residual.</p>
<p>Materia orgánica refractaria</p>	<p>Esta materia orgánica tiende a resistir los métodos convencionales de tratamiento. Ejemplos típicos son los agentes tenso activos, los fenoles y los pesticidas agrícolas.</p>
<p>Metales pesados</p>	<p>Los metales pesados son, frecuentemente, añadidos al agua residual en el curso de ciertas actividades comerciales e industriales, y puede ser necesario</p>



Sólidos inorgánicos disueltos	<p>eliminarlos si se pretende reutilizar el agua residual.</p> <p>Los constituyentes inorgánicos tales como el calcio, sodio y los sulfatos se añaden al agua de suministro como consecuencia del uso del agua, y es posible que se deban eliminar si se va a reutilizar el agua residual.</p>
----------------------------------	--

Tabla 3: Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual.

3.2.3 Contaminantes de la Industria TEXTIL.

Los contaminantes más importantes habitualmente presentes en los líquidos residuales industriales textiles son **[LIB01]**:

- Sólidos
 - Suspendidos
 - Sedimentables
- Materia orgánica (DBO₅, DQO)
- Temperatura.
- PH
- Aceites y/o grasas.
- Metales.
- Sulfuros
- Color

3.3 CRITERIOS GENERALES PARA LA DESCARGA DE EFLUENTES

A continuación se presentan las normas generales para descarga de efluentes, al sistema de alcantarillado **[DE04]**.



El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor.

En la tabla 4, se presentan los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado, los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles para descargas a sistemas de alcantarillado.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Ácidos bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables		mg/l	cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO ₃	mg/l	0,1
Caudal máximo		l/s	1,5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado



Cianuro total	CN ¹	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjedahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		mg/l	20
Sólidos Suspendidos		mg/l	220
Totales			
Sólidos totales		mg/l	1600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO ₄	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos orgánicos	Concentración de	mg/l	0,05



(totales)	organoclorados totales		
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de Organofosforados y carbamatos (totales)	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

Tabla 4: Límites máximos permisibles de descarga al sistema de alcantarillado público.

De acuerdo a la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, norma vigente en el país [DE04] y la Constitución de la República del Ecuador [Anexo 1]:

- ✓ Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.
- ✓ Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.
- ✓ Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.



- ✓ Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.
- ✓ Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir.
- ✓ Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.
- ✓ Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos -sólidos- semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.
- ✓ Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.
- ✓ Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.



- ✓ Las aguas provenientes de la explotación petrolífera y de gas natural, podrán ser reinyectadas de acuerdo a lo establecido en las leyes, reglamentos y normas específicas, que se encuentren en vigencia, para el sector hidrocarburífero.
- ✓ El regulado deberá disponer de sitios adecuados para caracterización y aforo de sus efluentes y proporcionarán todas las facilidades para que el personal técnico encargado del control pueda efectuar su trabajo de la mejor manera posible.
- ✓ A la salida de las descargas de los efluentes no tratados y de los tratados, deberán existir sistemas apropiados, ubicados para medición de caudales. Para la medición del caudal en canales o tuberías se usarán vertederos rectangulares o triangulares, medidor Parshall u otros aprobados por la Entidad Ambiental de Control. La tubería o canal de conducción y descarga de los efluentes, deberá ser conectada con un tanque de disipación de energía y acumulación de líquido, el cual se ubicará en un lugar nivelado y libre de perturbaciones, antes de llegar al vertedero. El vertedero deberá estar nivelado en sentido perpendicular al fondo del canal y sus características dependerán del tipo de vertedero y del ancho del canal o tanque de aproximación.
- ✓ Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con los rangos y límites establecidos en las normas de descargas a un cuerpo de agua.
- ✓ De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá cumplir con las disposiciones de esta Norma. La Entidad Ambiental de Control dictará la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo regulado. La expedición de la guía técnica deberá darse en un plazo máximo de un mes después de la publicación de la norma. Hasta



la expedición de la guía técnica es responsabilidad de la Entidad Ambiental de Control determinar los parámetros de las descargas que debe monitorear el regulado.

- ✓ Se prohíbe la descarga de residuos líquidos no tratados, provenientes de embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre, hacia los sistemas de alcantarillado, o cuerpos receptores. Se observarán las disposiciones vigentes en el Código de Policía Marítima y los convenios internacionales establecidos, sin embargo, una vez que los residuos sean evacuados a tierra, la Entidad Ambiental de Control podrá ser el Municipio o Consejo Provincial, si tiene transferida competencias ambientales que incluyan la prevención y control de la contaminación, caso contrario seguirá siendo la Dirección General de la Marina Mercante.
- ✓ La Dirección General de la Marina Mercante (DIGMER) fijará las normas de descarga para el caso contemplado en este artículo, guardando siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva con respecto a la presente Norma. DIGMER será la Entidad Ambiental de Control para embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre.
- ✓ Los regulados que amplíen o modifiquen su producción, actualizarán la información entregada a la Entidad de Control de manera inmediata, y serán considerados como regulados nuevos con respecto al control de las descargas que correspondan al grado de ampliación y deberán obtener las autorizaciones administrativas correspondientes.
- ✓ La Entidad Ambiental de Control establecerá los parámetros a ser regulados para cada tipo de actividad económica, especificando La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los



resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

- ✓ Cuando los regulados, aún cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, que excedan los criterios de calidad para el uso o los usos asignados al agua, la Entidad Ambiental de Control podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos realizados por la Entidad Ambiental de Control, justificando esta decisión.

- ✓ Los sedimentos, lodos y sustancias sólidas provenientes de sistemas de potabilización de agua y de tratamiento de desechos y otras tales como residuos del área de la construcción, cenizas, cachaza, bagazo, o cualquier tipo de desecho doméstico o industrial, no deberán disponerse en aguas superficiales, subterráneas, marinas, de estuario, sistemas de alcantarillado y cauces de agua estacionales secos o no, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales referentes a los desechos sólidos no peligrosos.

3.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Para cumplir con lo establecido en la norma resumida anteriormente se hace necesario implementar una Planta de Tratamiento de Efluentes.

A continuación se presenta un esquema de un sistema de tratamiento de aguas residuales donde se describen sus componentes.

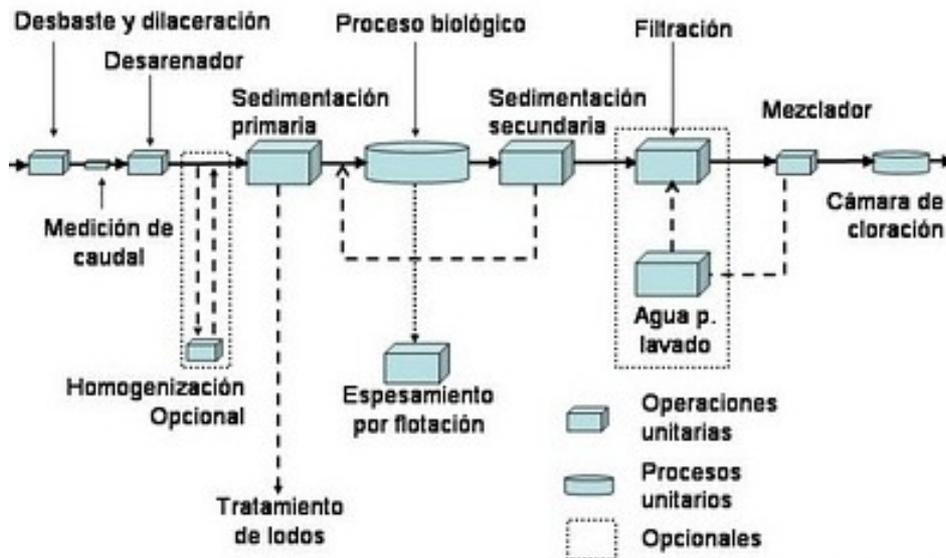


Ilustración 6: Diagrama de flujo de tratamiento de aguas residuales.

3.4.1 COMPONENTES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

3.4.1.1 Tratamiento preliminar:

- **Rejillas**

Dispositivos usados para la separación de sólidos de gran tamaño, son barras ubicadas dentro de un canal de sección rectangular y transversalmente a la dirección de la circulación del fluido.

Pueden ser:

- Manuales
- Mecánicas

Además pueden clasificarse por la abertura entre las barras en:

- Finos
- Medianos
- Gruesos

- **Desarenador [LIB01]**

Los desarenadores son dispositivos que se emplean para la separación de partículas suspendidas llamadas “arenas” que deben ser separadas antes de la etapa primaria para proteger los dispositivos de bombeo y otros elementos electromecánicos.

El desarenador más sencillo, es un canal de sección rectangular y flujo longitudinal por donde circula la suspensión a una velocidad controlada de 0,3 m/s, para mantener esta velocidad constante se utilizan dispositivos de control llamados vertederos: proporcional y sutro de la Ilustración 7.

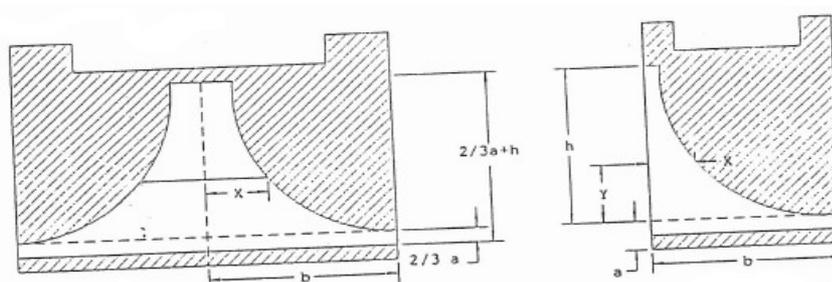


Ilustración 7: Vertederos: proporcional y sutro [LIB01]

Los parámetros de diseño del desarenador son:

- Carga superficial 21600 a 34600 [m³/(m².día)]
- Tiempo de residencia 0,3 a 1,5 min.

- **Ecuación**

Los objetivos de las unidades de ecuación son:

- Minimizar la variabilidad de flujo
- Ecuación las concentraciones

Pueden clasificarse en:

- Sistemas de corriente principal “in line”



Ilustración 8: Corriente "In line"

Este sistema puede ser:

- De nivel constante
- De nivel variable

- Sistemas de corriente lateral "side line"

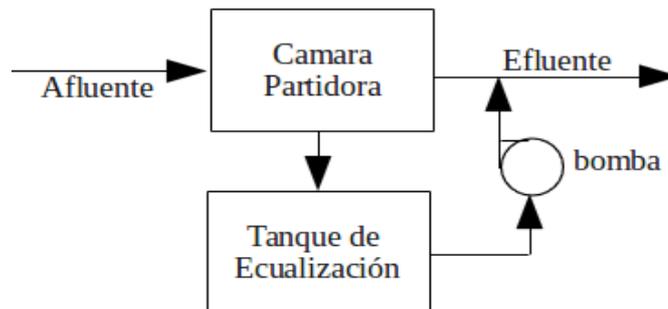


Ilustración 9: Corriente "Side line" [LIB01]

- **Neutralización**

Muchas descargas de líquidos residuales que provienen de procesos industriales presentan variaciones importantes en su acidez o alcalinidad (pH), esto puede provocar inconvenientes como:

- Corrosión en las cañerías de conducción
- Violación en los límites establecidos para las descargas
- Impacto sobre el proceso de tratamiento

El ajuste del pH se hace con productos químicos conocidos como agentes neutralizantes citados en la Tabla 5.



Reactivo	Ventajas	Desventajas
Cal	- Bajo costo relativo	- Muy poco soluble - Genera gran cantidad de barros - Reacciona lentamente
Hidróxido de sodio	- Muy soluble en agua - Rápida reacción - Poca generación de barros	- Mayor costo relativo
Ácido sulfúrico	- Rápida reacción	- Deben adoptarse precauciones adicionales debido a su corrosividad y reactividad.
Ácido clorhídrico	- Rápida reacción	- Generalmente más costoso

Tabla 5: Agentes neutralizantes ventajas y desventajas

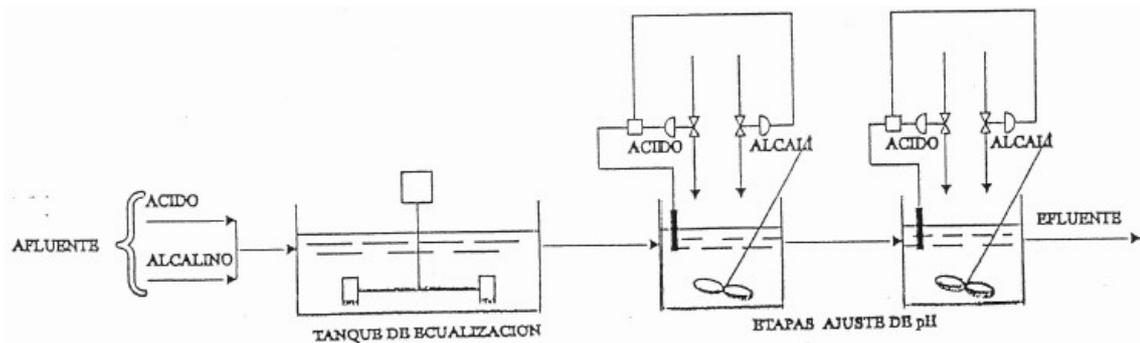


Ilustración 10: Sistema para ajuste de pH corrientes ácidas y alcalinas [LIB01]

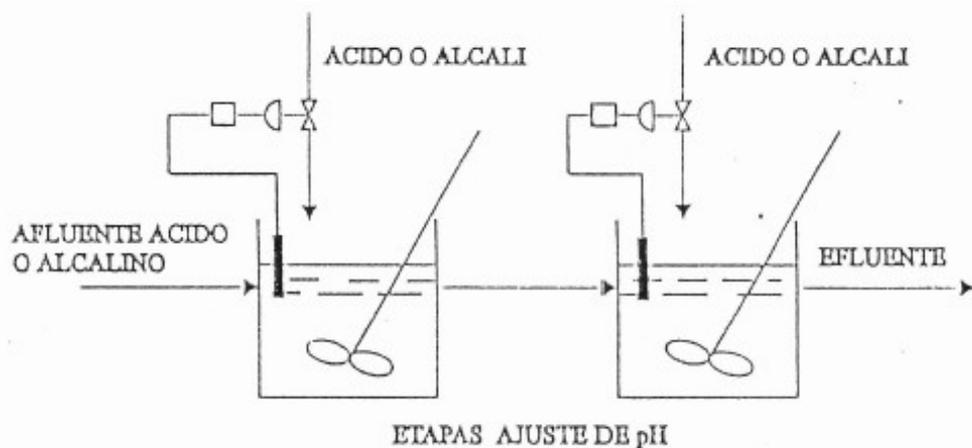


Ilustración 11: Sistema de ajuste de pH corrientes ácidas o alcalinas

3.4.1.2 Tratamiento primario:

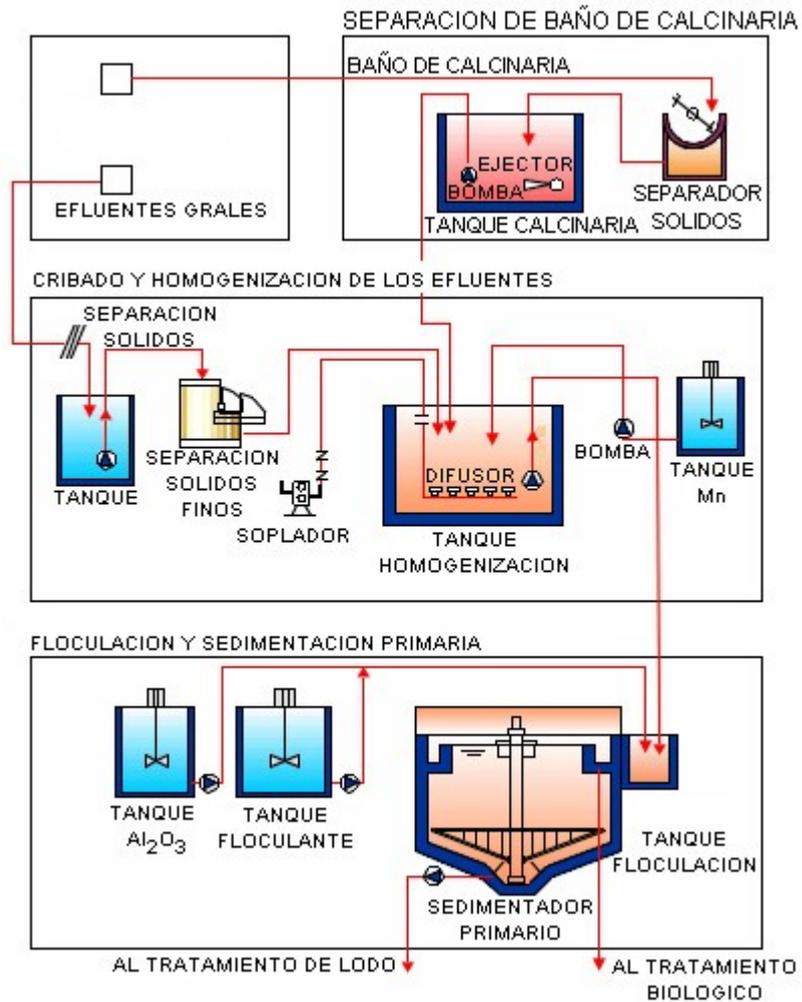


Ilustración 12: Tratamiento Primario [WEB17]

Sedimentación primaria

La función de la sedimentación es remover de la fase líquida, por acción de la gravedad, las partículas orgánicas e inorgánicas, discretas o floculentas que se encuentran en suspensión; los sedimentadores pueden ser: de planta rectangular (a) o circular (b).

[WEB18]

Tanques rectangulares



Ilustración 13: Tanque rectangular

En los sedimentadores horizontales predomina el flujo horizontal (a diferencia del flujo radial que se da en sedimentadores circulares). Los sedimentadores rectangulares cuentan con sistemas de recolección de lodo sedimentado, los cuales pueden ser de barredores con cadenas o de puente móvil.

En los sistemas con barredores, los lodos sedimentados se arrastran hasta los pozos para lodos, mientras que en plantas grandes se arrastran hasta unos canales de fondo transversales, los cuales cuentan con sistemas de recolección (colectores transversales), de barredores de cadena o tornillo que conducen los lodos hasta uno o más pozos dispuestos para la recepción de material sedimentado.

En los sistemas de puente móvil, el mecanismo de recolección es similar pero en lugar de barredores se instala una o más cuchillas que cuelgan del puente. Es conveniente también contar con instalaciones de bombeo cerca de los pozos de recogida de lodos ubicados en los extremos del tanque. Una estación puede fácilmente servir para dos o más tanques.

Tanques circulares

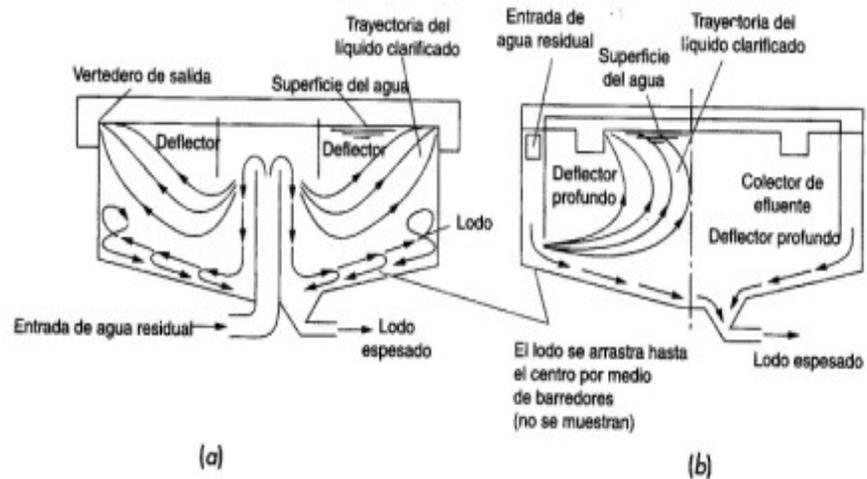


Ilustración 14: Tanques circulares (a) alineación central (b) alineación perimetral

[LIB03]



Ilustración 15: Tanque Circular

[WEB19]

El flujo en los tanques circulares es de tipo radial, a diferencia de los tanques rectangulares donde existe flujo de tipo horizontal. Para lograr ese tipo de flujo, el agua a tratar se introduce en el sedimentador por el centro o por la periferia del tanque.



En el diseño de tanques circulares con alimentación central, el agua se transporta por una tubería suspendida del puente, o embebida en hormigón debajo de la solera, hasta el centro del sedimentador.

El agua residual se distribuye uniformemente en todas las direcciones con ayuda de un vertedero circular ubicado en la zona central del tanque. Este sistema cuenta con un sistema de dos y cuatro brazos que giran lentamente, equipados con barredores en el fondo para la remoción de lodos y con cuchillas superficiales para remover espuma.

Los sedimentadores circulares con alimentación perimetral cuentan con un deflector circular suspendido a corta distancia de la pared del tanque, formando un espacio anular por donde se descarga el agua residual en dirección tangencial.

El agua residual fluye alrededor del tanque de manera de espiral hasta pasar por debajo del deflector, mientras que el agua clarificada se recoge por medio de unos vertederos colocados a ambos lados de un canal ubicado en la parte central.

Tanto las capas de grasa como de espuma quedan retenidas en la superficie del espacio anular.

Flotación [LIB01]

Su objetivo es remover sólidos suspendidos, grasas y aceites, además puede ser utilizado para espesar barros de origen químico o biológico.

Se clasifica en:

- Flotación natural
- Flotación inducida, esta puede ser: por aire disperso o por aire disuelto.

Los parámetros de diseño de las cámaras de flotación son:



- Velocidad Ascensional o Carga superficial que es el caudal del fluido dividido por la superficie del Flotador.
- Tasa de Presurización: Es el porcentaje de flujo presurizado respecto al caudal de agua bruta. A su vez, el caudal presurizado es función de los S.S
- A diferencia del decantador, las características floculantes naturales del A.R no es un factor determinante. Ya que la separación de los sólidos suspendidos en el agua bruta depende sobre todo de la tensión superficial de la microburbuja y de la capacidad de ascensional.

Aplicabilidad.

- En el caso de incidencia importante de vertidos industriales no tratados (Refinerías, papeleras, pinturas, conservas de carnes, laminación,...)
- Cuando el vertido se realiza al mar puede llegar a cumplir las limitaciones del vertido sin necesidad de tratamiento biológico.
- Dada su gran versatilidad, puede ser muy útil en los casos de grandes variaciones de vertido según temporadas.
- El espesamiento del exceso de fangos activos del tratamiento Biológico puede obviarse realizándose en el mismo FAD.

3.4.1.3 **Tratamiento Secundario:**

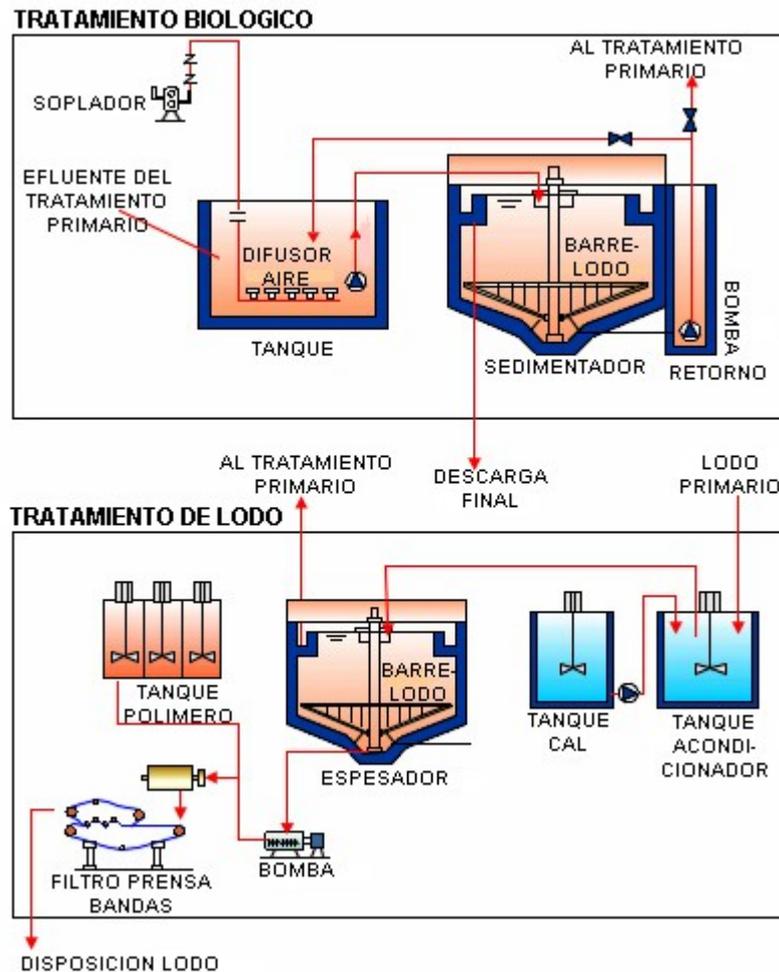


Ilustración 16: Tratamiento Secundario

[WEB17]

Procesos Biológicos.

Los procesos biológicos de tratamiento de líquidos residuales son principalmente aerobios o anaerobios. Es decir, se llevan a cabo en presencia o ausencia de oxígeno.

Cada uno de estos procesos presentan características que pueden ser ventajosas o no.

A continuación se presentan comentadas las características de estos procesos.



	Características	Comentarios
Proceso aerobio	Requieren oxígeno	Necesita mantener concentración de oxígeno disuelto mayor a 1,5 – 2 mg/l
	La carga de materia orgánica expresada en kg DBO ₅ /m ³ .h, está limitada por la transferencia de oxígeno	Esto significa que, luego de determinada carga orgánica, el volumen del reactor biológico estará determinado por el tiempo necesario para transferir el oxígeno requerido por el proceso biológico
	Generan abundante biomasa	En general los microorganismos aerobios crecen rápidamente (tiempo de duplicación pequeño)
	Alta eficiencia en la remoción	Suelen obtenerse remociones superiores al 90%
	Bastante estables frente a variaciones de cauda, carga y pulsos tóxicos	Debido al rápido crecimiento de estos organismos, poseen un mayor poder de “autorregulación”
	Degradan eficientemente los compuestos orgánicos solubles y/o coloidales. Menos efectivos para degradar la materia orgánica suspendida	Compárese con los procesos anaerobios
		No requieren aireación
La carga orgánica aplicada no está limitada por la		Porque no dependen de la presencia del oxígeno disuelto



Proceso anaerobio	transferencia de oxígeno	
	Producen una menor cantidad de biomasa en exceso y está más estabilizada	Crecen lentamente
	Generan metano	Producen un gas combustible. Si la carga orgánica empleada es suficientemente alta, el balance energético del sistema es positivo
	Menor eficiencia en la remoción. Resulta difícil obtener concentraciones de DBO ₅ inferiores a 50 mg/l	Son procesos que generan gran cantidad de compuestos orgánicos. Los productos finales de la descomposición no son solo metano y dióxido de carbono
	Requieren temperaturas de reacción relativamente altas	Las bacterias metanogénicas tienen velocidades de crecimiento substancialmente mayores a temperaturas en los rangos mesofílico y termofílico
	Necesitan altas concentraciones de biomasa para obtener velocidades de reacción razonables	Debido a su baja velocidad de crecimiento
	Tiempo de generación de las bacterias metanogénicas grande	Crecimiento lento
	Las bacterias	Ninguna



	metanogénicas son muy sensibles a las variaciones de cargas y condiciones ambientales. Son muy sensibles a tóxicos	
	Son más efectivos para degradar la materia orgánica particulada	Tienen la capacidad de “hidrolizar” o “disgregar” la materia orgánica particulada, transformándola en compuestos más fácilmente biodegradables

Tabla 6: Características de los procesos biológicos.

[LIB01]

El correcto funcionamiento de los reactores biológicos, al igual que los químicos, dependen de una serie de factores entre los cuales están:

- La cinética del proceso
- El modelo de flujo hidráulico
- Las condiciones ambientales
 - o Temperatura
 - o pH
 - o Tipo y concentración de reactivos

Lagunas de estabilización

Son estanques, excavados parcialmente en el terreno, con un área superficial y volúmenes que aseguren extensos tiempos de tratamiento para degradar la materia mediante “autodepuración”.

Estas pueden ser:

- **Anaerobias**



Ilustración 17: Laguna de estabilización Anaerobia

[WEB20]

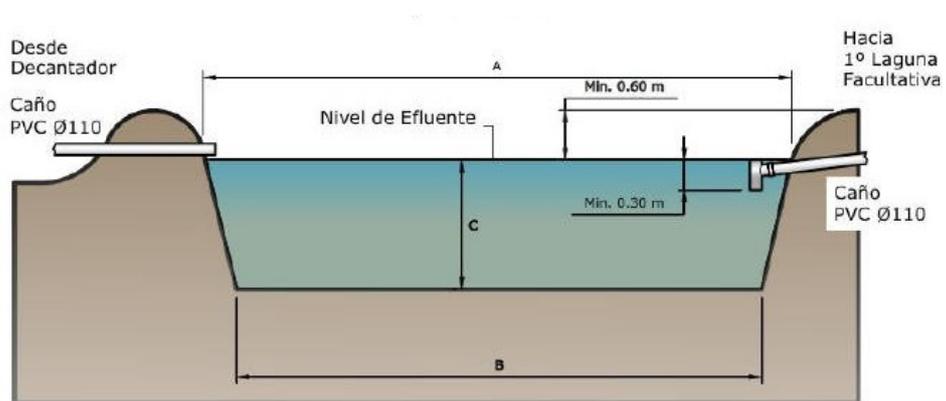


Ilustración 18: Esquema de una Laguna Anaerobia

[WEB21]

Se trata de lagunas con una profundidad de unos tres metros y una carga orgánica elevada para mantener condiciones anaerobias en las que se deja sedimentar los sólidos siendo mineralizados en el fondo. Son por tanto, un tipo de tratamiento primario que puede verse seguido de otros procesos aerobios.



De este modo, las algas producen el oxígeno requerido por las bacterias heterotróficas para remover la DBO5 soluble. Una población saludable de algas le confiere un color verde oscuro a la columna de agua. **[LIB04]**

Las lagunas facultativas en ciertos casos, pueden tornarse rojas o rosadas cuando existen bacterias fotosintéticas púrpuras oxidantes del sulfuro en su composición. Este cambio en la ecología de las laguna facultativas ocurre debido a ligeras sobrecargas. De esta manera, el cambio de coloración en estas lagunas es un buen indicador cualitativo del funcionamiento del proceso de degradación.

Se trata de lagunas que se caracterizan por tener profundidad intermedia (1-2 m), de modo que en la superficie se dan condiciones aeróbicas, gracias al aporte de oxígeno por la fotosíntesis que realizan las algas verdes y el intercambio de gases con la atmósfera, mientras que en el fondo se dan condiciones anaerobias.

La concentración de algas en una laguna facultativa con funcionamiento óptimo depende de la carga orgánica y de la temperatura, pero con frecuencia se encuentra entre 500 a 2000 μg clorofila-a/l. **[LIB05]**

La fotosíntesis de las algas ocasiona una variación diurna de la concentración de oxígeno disuelto y los valores de pH. Variables como la velocidad del viento tienen efectos importantes en el comportamiento de la laguna facultativa, ya que se genera mezcla del contenido de la laguna, lo cual determina una mejor estabilización del agua residual.

- Aeróbias



Ilustración 21: Laguna Aerobia

[WEB23]

Estanque artificial al cual se llevan las aguas residuales para sean tratadas mediante un proceso biológico de tipo aerobio de *descomposición de la materia orgánica*. Son lagunas de baja profundidad, de 30 a 60 centímetros. **[LIB06]**

Se recomienda usar este tipo de lagunas cuando:

- Se dispone de suficiente terreno a un bajo costo
- El tamaño de la futura planta de tratamiento no justifica un nivel de operadores calificados.
- En el caso de líquidos cloacales, se desea obtener un líquido residual tratado con una alta calidad desde el punto de vista bacteriológico.



Tipo	Profundidad (m)	TRH (días)	Carga superficial	Carga volumétrica	% de Remoción		
					DBO	SS	Coliformes
Aerobia	0,5 a 1	50-60	<55		<90	<90	>90
Facultativa	1,5 a 3	50-60	<55		<90	<90	>90
Anaerobia	2 a 4	<5	220 a 1300	0,08 a 0,5	<80	-	-
Aireada	3 a 3,5	3-15	80-400		<90	-	-

Tabla 7: Características de diseño típicas de las diferentes lagunas.

[LIB03]

Sistemas de lagunas de estabilización

Si se decide utilizar la tecnología de lagunas de estabilización, se recomienda el uso de más de una laguna de tratamiento ya que:

- El tamaño de la planta será menor
- Es mayor la flexibilidad de la operación y el mantenimiento

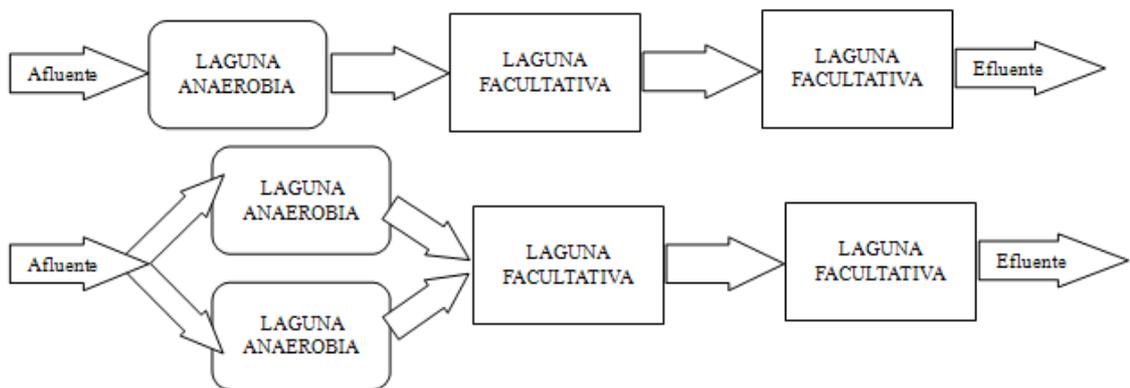


Ilustración 22: Configuraciones de lagunas en serie y/o paralelo

[LIB01]

Barros activados



Ilustración 23: Planta de Barros (Lodos) Activados

[WEB24]

Convencional

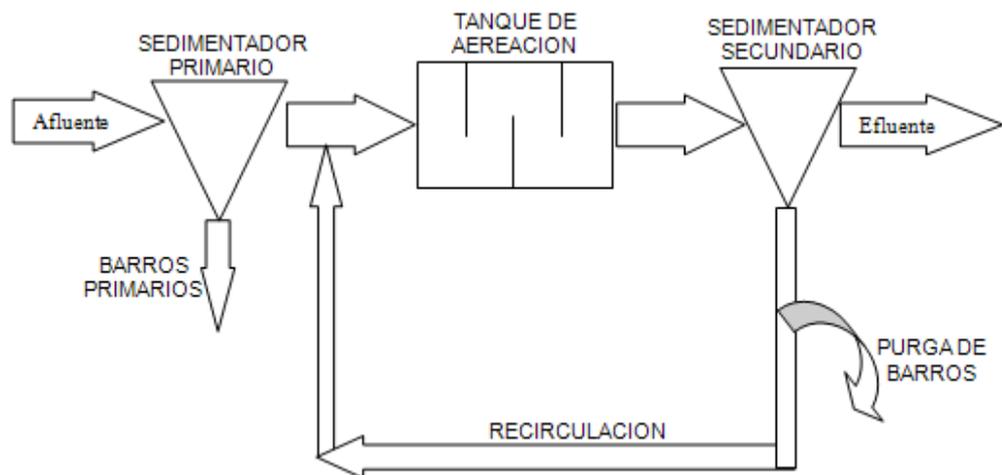


Ilustración 24: Barros activados Convencional

[LIB01]

Consiste en un tanque de aireación de forma alargada (ancho/largo = 1:5).

Esta geometría determina que el régimen de flujo hidráulico sea el de flujo pistón.



Demanda de oxígeno para la degradación de materia orgánica
Sistemas diseñados “justos”, con $q_h = \text{“horas”}$
 $3 \text{ días} < q_c < 14 \text{ días}$

Operan en la zona de crecimiento estacionario de la curva de crecimiento “batch” de microorganismos. La relación F/M está equilibrada. La cantidad de alimento disponible está en equilibrio con la masa de microorganismos. **[LIB07]**

La alimentación del líquido residual, así como la recirculación de los barros, se efectúa por uno de los extremos, mientras que la salida del líquido tratado, se produce por el extremo opuesto.

Debido a la forma del reactor, y a cómo se efectúa la alimentación del líquido residual, en la zona de entrada la concentración de materia orgánica, y por lo tanto, el requerimiento de oxígeno es muy elevado, disminuyendo progresivamente hacia la salida.

Por ello, es usual que en estos procesos se produzca un déficit en el suministro de oxígeno en la zona de entrada y exceso del mismo en la zona de salida.

El aire inyectado no va a ser bien aprovechado si se inyectó en todo el reactor. Por esto, existen 2 variantes de este sistema de tratamiento tendientes a equilibrar la demanda de oxígeno. **[LIB08]**

- Barros activados “step aeration”

El proceso “step aeration” tiene características constructivas similares al sistema de barros convencional, la diferencia entre ambos está en que en el “step aeration” la alimentación se distribuyen en distintos puntos a los largo del reactor, esto permite un mejor control y equilibrio en la demanda de oxígeno.

- Barros activados “tapered aeration”

El proceso de “tapered aeration” es una variante del proceso de barros activados convencional que se modifica con el objeto de lograr un mejor aprovechamiento del oxígeno que se suministra por medio de los aireadores. La modificación consiste en ajustar el aporte de oxígeno en base a su demanda, que es mayor en la zona de entrada y declinando hacia la salida.

Barros activados mezcla completa

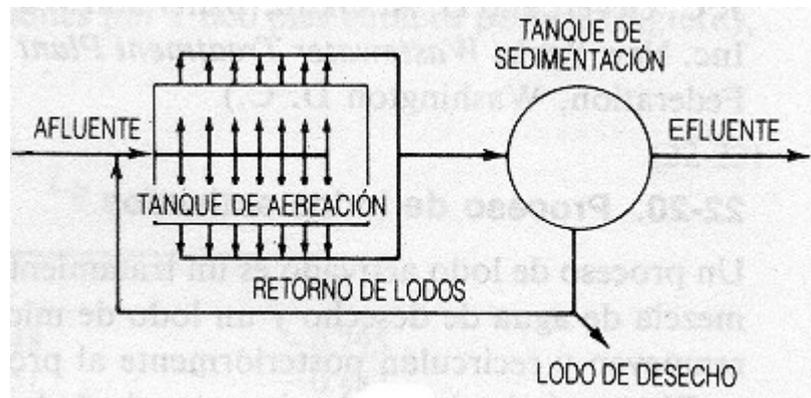


Ilustración 25: Barros activados Mezcla Completa

[LIB02]

En este sistema tanto el líquido afluyente como el barro biológico recirculado se introducen en distintos sectores de la cámara de aireación a fin de lograr una distribución uniforme de la carga orgánica y de los microorganismos que intervienen en el proceso, como consecuencia el requerimiento de oxígeno es uniforme en todo el reactor.

Otra característica es que, debido a la mezcla “instantánea” del líquido alimentado este tipo de procesos soporta mejor las descargas puntuales de compuestos tóxicos, así como las variaciones de carga del líquido afluyente.

Para lograr condiciones de flujo hidráulico próximos a la mezcla completa, estos tanques de aireación se construyen con relaciones largo/ ancho próximos a la unidad.

Aireación extendida [WEB25]



*Ilustración 26: Barros activados
Aireación Extendida*

Sistemas sobredimensionados.

Emplea tiempos de residencia hidráulicos de hasta 24 horas y tiempos de residencia celular $t_c > 14$ días.

Comparado con el proceso convencional, son procesos que generan relativamente poca biomasa en exceso, pero el requerimiento de oxígeno es mayor, para la degradación de materia orgánica y la nitrificación.

Por ello, se necesita una mayor potencia de aireación (mayor gasto energético)

Operan en la zona de respiración endógena de la curva de crecimiento "batch" de microorganismos".



La relación F/M es baja. Hay déficit de alimento. Predomina la muerte de microorganismos. Éstos aportan los nutrientes necesarios para que los microorganismos vivos los aprovechen.

Debido a los extensos tiempos de tratamiento (operan en la zona de respiración endógena de la curva de crecimiento) los barros biológicos se encuentran suficientemente estabilizados como para ser dispuestos directamente, luego de disminuir su contenido de agua. Esto es, debido a que el poco alimento, los obliga a consumir parte de su material de reserva. **[LIB09]**

En el sistema convencional no se puede asegurar la nitrificación completa, por lo menos en invierno. En cambio, un sistema de lodos activados de aireación extendida, me asegura la nitrificación en cualquier época del año, incluso a bajas temperaturas.

Modificación del proceso	Modelo de flujo	Sistema de aireación	Eficiencia de eliminación de DBO, %	Observaciones
Convencional	Flujo en pistón	Difusores de aire, aireadores mecánicos	85 – 95	Utilizado para aguas residuales domésticas de baja concentración. El proceso es susceptible a cargas de choque
Reactor de mezcla completa	Reactor de mezcla completa agitado	Difusores de aire, aireadores mecánicos	85 – 95	Utilizado en aplicaciones generales. El proceso es resistente frente a cargas de choque, pero es susceptible al desarrollo de crecimientos de organismos filamentosos.
Aireación prolongada	Flujo en pistón	Difusores de aire, aireadores mecánicos	75 - 95	Utilizado en pequeñas comunidades, plantas prefabricadas. El proceso es flexible.
Aireación con alimentación escalonada	Flujo en pistón	Difusores de aire	85 - 95	Utilizado en aplicaciones generales en un amplio campo de tipos de aguas residuales.

Tabla 8: Características de funcionamiento del proceso de lodos activados [WEB26]

Procesos de película biológica

- Lechos percoladores



Tabla 9: Lechos Percoladores

[WEB27]



Es un proceso de película biológica, que a diferencia de los procesos de tratamiento biológico de las lagunas de estabilización, lagunas aireadas y lodos activados, en los que la biomasa se encuentra suspendida (microorganismos libres en el líquido), los microorganismos están adheridos a un medio soporte inerte.

De esta manera, se evita que se pierda la biomasa debido a la percolación del líquido, independizando el tiempo de residencia celular q_c del tiempo de residencia hidráulico q_h ($q_c \gg q_h$). Los tiempos de tratamiento son de horas a días.

Los lechos percoladores presentan superficies un poco mayor que los lodos activados, con una estructura habitualmente circular. Consta básicamente de un medio soporte de material mineral o plástico, sobre el cual es distribuido el líquido residual, por medio de un brazo dispersor, con un mecanismo tendiente a uniformizar el vertido del líquido sobre el lecho.

En estos el líquido percola y entra en contacto, de esta manera, con la película biológica. El fondo del lecho percolador está constituido por un sistema de drenaje y ventilación del lecho. El piso es inclinado para que el efluente pueda circular hacia un canal central de drenaje.

A través de un falso fondo, tendiente a soportar la carga del medio soporte, se produce la renovación del aire en el lecho percolador, por medio de aberturas. La aireación en el lecho percolador es natural. El lecho percolador no funciona inundado.

La acumulación de líquido es perjudicial, por lo que debe evitarse que se tape para permitir que el líquido escurra libremente. **[LIB10]**



El sistema de tratamiento basado en el lecho percolador, cuenta con un sedimentador secundario tendiente a clarificar el líquido tratado, debido a la presencia del exceso de biomasa que se desprende por escurrimiento del líquido en el lecho percolador.

No cuenta con sistema de recirculación de lodos. Sin embargo, parte del líquido tratado se recircula, con dos objetivos:

1. Diluir el líquido de entrada, y lograr, de esta manera, que la demanda de oxígeno, debido a la materia orgánica, sea suficientemente baja. Si no hubiese recirculación, la demanda de oxígeno puede superar el suministra de oxígeno.
2. Mantener la carga hidráulica suficiente sobre el brazo distribuidor para que este esté en movimiento permanente. Por otro lado, es esencial, mantener la película biológica húmeda, dado que al secarse ésta muere.

Un potencial problema de la recirculación es que a temperaturas ambiente bajas, tiende a disminuir la temperatura del líquido en el lecho percolador, provocando una disminución de la actividad biológica y, consecuentemente, de la eficiencia del tratamiento.

La puesta en marcha se realiza con la recirculación del líquido residual, debido al alto contenido de microorganismos, para permitir que estos sean retenidos al adherirse al medio soporte. En este sistema de tratamiento, no es necesario la inoculación.

El volumen de los lodos generados es del mismo orden que en los lodos activados, requiriendo sistema de tratamiento de lodos.

[LIB11]

El tratamiento del sedimentador secundario no es muy eficiente,



debido a que se generan lodos biológicos dispersos, no floculados. Por esto, el líquido tratado va a tener un contenido de sólidos en suspensión alto, por lo tanto, mayor DBO suspendida, comparado con un lodo activado.

Se recomienda la colocación de una pequeña cámara de reaeración a la salida del lecho percolador para que el lodo biológico tienda a agregarse (flocular).

Esto permite mejorar la sedimentabilidad en el sedimentador secundario, mejorando, así, la calidad del líquido tratado.

- Al igual que el lodo activado de aireación extendida, el lecho percolador de baja carga puede nitrificar.

Tipos de medio soporte

- Mineral
- Plástico
 - Distribución aleatoria
 - Distribución ordenada
 - Flujo vertical
 - Flujo cruzado: permite un mejor contacto entre la fase líquida y la película biológica. El ángulo óptimo debe ser: ni muy abierto, dado que puede producirse goteo y disminuir la eficiencia, ni muy cerrado, ya que puede taparse.

- Discos Biológicos (Biodiscos)

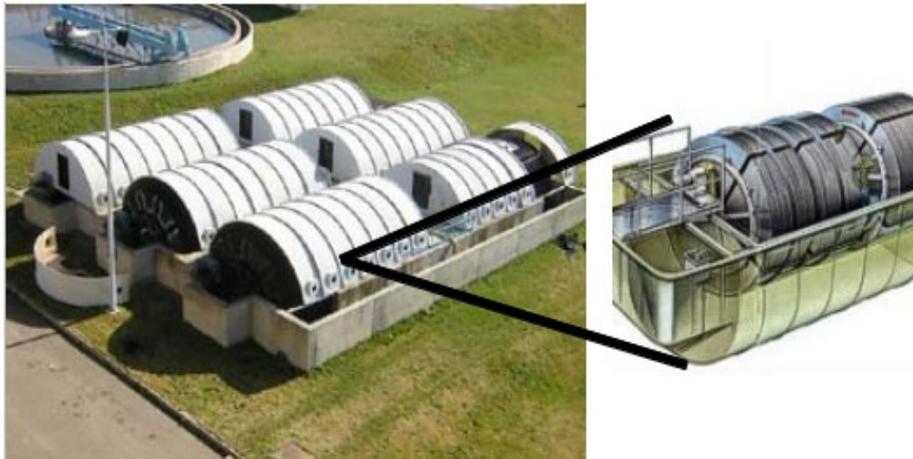


Tabla 10: Discos Biológicos (Biodiscos)

[WEB28]

El sistema de depuración con biodiscos “RBD” está constituido por uno o más biodiscos compuestos por un eje central y una estructura radial metálica donde se encuentran puestas las planchas de poliestireno rígido atóxico.

El eje gira mediante la acción de un motoreductor a una velocidad comprendida entre 1 y 2 r.p.m. según el diámetro de los biodiscos y el tipo de aguas residuales que se tienen que tratar.

Los biodiscos están sumergidos por aproximadamente el 40% en una balsa atravesada por las aguas a depurar.

Los microorganismos que constituyen la flora bacteriana, que después de algunos días (10 - 12) se forma de manera espontánea sobre la superficie de las planchas, se ponen alternadamente en contacto directo con los elementos determinantes para su desarrollo y actividad.



Es decir que absorben directamente la mayor cantidad posible de materia orgánica durante la fase de inmersión en las aguas negras y el oxígeno proporcionalmente necesario durante la fase de emersión.

Los intersticios entre las planchas, oportunamente conformadas, no se obturan nunca y permiten reabastecer con continuidad la flora de materia orgánica y de oxígeno.

La capa de flora bacteriana que se adhiere a las planchas, cuando alcanza un espesor de $4 \div 5$ mm, se despega en copos fácilmente sedimentables.

VENTAJAS DEL SISTEMA

Los biodiscos “RBD” constituyen una válida alternativa a los sistemas tradicionales de depuración biológica de las aguas residuales civiles e industriales. **[LIB12] y [LIB13]**

Las características principales del sistema, que han permitido su rápida difusión, son :

- Puesta en funcionamiento rápida y espontánea sin ninguna necesidad de inseminación.
En las instalaciones que funcionan solamente durante algunas temporadas en el año el fenómeno es todavía más rápido en las puestas en funcionamiento sucesivas a la primera.
- Sencillez de gestión y mantenimiento. No necesita personal especializado para el control biológico mientras que cualquiera es capaz de realizar las mínimas operaciones de mantenimiento periódicas.



- El consumo de energía es muy bajo y, en consecuencia, los costes de ejercicio. A causa del reducido consumo ha sido posible operar con energía eléctrica producida con fuentes alternativas.
- Insensibilidad a las variaciones de la carga orgánica y/o hidráulica. La flora bacteriana reacciona a estas fluctuaciones sencillamente incrementando o reduciendo su espesor y por consiguiente su actividad.
- Ausencia de aerosol. Las bajas velocidades en juego impiden la nebulización de las aguas negras y por consiguiente preservan la salud del operador.
- Ningún inconveniente biológico por falta de influente incluso prolongada por varios días. En la industria, por ejemplo, normalmente no hay aguas residuales (tanto civiles como de proceso) durante el sábado y el domingo.
- Estructura compacta y adaptabilidad de las instalaciones. Sobre todo en las aplicaciones industriales se efectúan instalaciones con biodiscos posicionados en espacios reducidos y angostos.
- Modularidad de instalación que permite prever sucesivas expansiones en el proyecto de una instalación nueva y la integración de instalaciones existentes (incluso realizadas con otros sistemas).

Procesos anaerobios de alta carga

- Reactor UASB

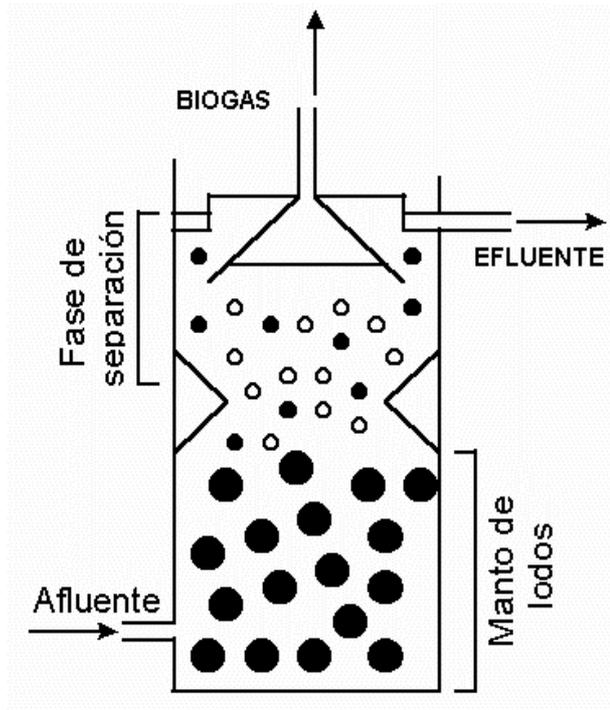


Tabla 11: Esquema de un Reactor UASB
[WEB29]



Tabla 12: Reactor UASB

[WEB30]



Los reactores UASB (del inglés *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) son un tipo de bioreactor tubular que operan en régimen continuo y en flujo ascendente, es decir, el afluente entra por la parte inferior del reactor, atraviesa todo el perfil longitudinal, y sale por la parte superior. **[LIB13]** y **[LIB14]**

Son reactores anaerobios en los que los microorganismos se agrupan formando biogránulos.

Consiste esencialmente en una columna abierta, a través de la cual el líquido residual se pasa a una baja velocidad ascensional.

El manto de fangos se compone de gránulos o partículas además del agua residual. El fenómeno de granulación que rige la formación de los gránulos constituye la parte fundamental del proceso.

El tratamiento del agua se da cuando se pone en contacto el agua con los gránulos.

Los gases producidos bajo condiciones anaerobias provoca la recirculación interna, lo que ayuda en la formación y mantenimiento de las partículas biológicas, sobre las cuales algunas partículas de gas se adhieren. El gas libre y el gas adherido a gránulos se retienen en el colector de gas en la parte alta del reactor.

El líquido que ha pasado a través del manto contiene algunos sólidos residuales y gránulos biológicos que pasan a través del sedimentador donde los sólidos se separan del futuro efluente. Los sólidos retornan por tanto al caer a través del sistema de bafle en la parte alta del manto de fangos.

3.4.1.4 Tratamiento terciario:

El tratamiento terciario se emplea para separar la materia residual de los efluentes de procesos de tratamiento biológico, a fin de prevenir la contaminación de los cuerpos de agua receptores, o bien, obtener la calidad adecuada para el reuso, factor de importancia en la planeación de recursos hidráulicos donde el abastecimiento de agua potable es limitado.



Tabla 13: Tratamiento Terciario

[WEB31]

Métodos de tratamiento terciario:

- Ósmosis Inversa
- Electrodialisis
- Destilación
- Coagulación
- Adsorción
- Remoción por espuma
- Filtración
- Extracción por solvente
- Intercambio iónico
- Oxidación química
- Precipitación
- Nitrificación – Denitrificación



Ósmosis inversa [LIB15] y [LIB01]

Es una tecnología de membrana en la cual el solvente (agua) es transferido a través de una membrana densa diseñada para retener sales y solutos de bajo peso molecular.

La OI elimina prácticamente todas las sales y los solutos de bajo peso molecular. Se considera una eliminación prácticamente total de las sales disueltas y total de los sólidos en suspensión.

Debido a esto, las membranas de OI son la elección cuando se necesita agua muy pura o de bebida, especialmente si la fuente es agua salobre o agua de mar.

Electrodiálisis

La electro diálisis separa las moléculas o iones en un campo eléctrico debido a la diferencia de carga y de velocidad de transporte a través de la membrana. Las membranas tienen lugares cargados y poros bastante estrechos (1-2 nm).

En la célula de electro diálisis se sitúa un cierto número de membranas de intercambio catiónico y aniónico entre un ánodo y un cátodo de forma que cuando se aplica la corriente eléctrica los iones con carga positiva migran a través de la membrana de intercambio catiónico y viceversa.

Destilación

La destilación es la colección de vapor de agua, después de hervir las aguas residuales. Con un retiro correctamente diseñado del sistema de contaminantes orgánicos e inorgánicos y de impurezas biológicas puede ser obtenido, porque la mayoría de los contaminantes no se vaporizan. El agua pasará al condensador y los contaminantes permanecerán en la unidad de evaporación.



Coagulación

La Coagulación y Floculación son dos procesos dentro de la etapa de clarificación del agua.

Ambos procesos se pueden resumir como una etapa en la cual las partículas se aglutinan en pequeñas masas llamadas flocs tal que su peso específico supere a la del agua y puedan precipitar.

La coagulación se refiere al proceso de desestabilización de las partículas suspendidas de modo que se reduzcan las fuerzas de separación entre ellas.

La floculación tiene relación con los fenómenos de transporte dentro del líquido para que las partículas hagan contacto.

Esto implica la formación de puentes químicos entre 4 partículas de modo que se forme una malla de coágulos, la cual sería tridimensional y porosa. Así se formaría, mediante el crecimiento de partículas coaguladas, un floc suficientemente grande y pesado como para sedimentar.

Adsorción

La adsorción es un proceso donde un sólido se utiliza para eliminar una sustancia soluble del agua. En este proceso el carbón activo es el sólido. El carbón activo se produce específicamente para alcanzar una superficie interna muy grande (entre 500 – 1500 m² /g).

Esta superficie interna grande hace que el carbón tenga una adsorción ideal. El carbón activo viene en dos variaciones: Carbón activado en polvo (PAC) y carbón activado granular (GAC).

Filtración

Filtración Esta tecnología se utiliza principalmente para remover sólidos suspendidos de los suministros de agua. Estos sólidos pueden



consistir de suciedad, cieno u otras partículas que puedan interferir con el uso intencionado del agua o una tecnología de tratamiento corriente abajo. Las tecnologías de filtración incluyen:

- Filtros de lecho: Consisten de un tanque que contiene elementos granulares tales como arena, antracita, granate, etc. que captura los sólidos suspendidos y los retiene hasta que son eliminados y retro lavados. Los filtros de lecho son típicamente capaces de remover sólidos suspendidos de hasta 10 a 20 micras de tamaño.
- Filtros de cartucho: Funcionando de igual forma que los filtros de lecho, los filtros de cartucho son 'inserciones' reemplazables (por lo general de forma cilíndrica) que se insertan en porta filtros y se reemplazan una vez han capturado tanto sólidos suspendidos que la disminución de presión a través del porta filtros llega a ser inaceptable (usualmente por encima de 10 psig). Ofrecidos en varios diseños y tasas de remoción (hasta llegar al rango de las submicras), proveen una excelente gama de opciones para los ingenieros de diseño con experiencia.
- Filtros de bolsa: Estos son similares a los filtros de cartucho, excepto que el elemento es fabricado en una bolsa a través de la cual fluye el agua. Aunque no se encuentran disponibles en tamaños de micras tan pequeños como los de los filtros de cartucho, los filtros de bolsa son por lo general mejor 'ajustados' que los filtros de lecho.

Extracción por solvente

El proceso de extracción por solventes (o extracción líquido-líquido) es una técnica de separación, la cual involucra transferencia de masa entre dos fases inmiscibles. El metal es transferido de una fase acuosa a una fase orgánica o viceversa. Este tipo de técnicas se



aplica ampliamente en procesos metalúrgicos de cobre, debido a su bajo costo y reducido impacto ambiental.

Básicamente, el proceso de extracción por solventes se usa para purificar y concentrar metales. Solo se requiere que el metal específico sea transferido selectivamente desde una fase acuosa a una orgánica.

Intercambio iónico

El intercambio iónico es un proceso donde un ion es sustituido o intercambiado por otro de la misma carga, este proceso es utilizado desde para la extracción de disolventes sólidos en el agua hasta para tratar la dureza de la misma, al reemplazar el calcio y el magnesio contenidos en el agua por otro ión , usualmente sodio.

Generalmente la capacidad de los materiales de intercambio iónico esta en el rango de 2 a 10 mequiv/gr o cerca de 15 a 1000 kg /m³ la regeneración es realizada usando de 80 a 160 kg de cloruro de sodio por metro cúbico de resina en una solución que puede ir del 5 al 20 % a una velocidad de flujo cercana a 40l/min m².

Para ese tratamiento el agua debe estar esencialmente libre de turbidez y materia particular o la resina podría funcionar como un filtro y llegar a taparse.

El otro consiste en el uso de membranas microporosas compuestas por acetato de celulosa con una capa con abertura microscópica que dejan pasar las moléculas de agua pero no la de los sólidos usando este método existen básicamente dos operaciones .

Oxidación química

Es un procedimiento alternativo a la adsorción en tratamiento de agua potable y sistemas de tratamiento de aguas residuales. Las moléculas orgánicas complejas con estructuras con detergente -fenólicos



pueden ser oxidadas dentro de un simple compartimiento con oxidantes como ozono y cloro. La ventaja de este proceso incluye la eliminación de compuestos de amonio y la oxidación de sustancias inorgánicas (hierro y manganeso) existe la desventaja de que el cloro puede formar aloformas con algunos compuestos orgánicos.

Precipitación

El tratamiento puede realizarse a través de varios procesos:

Hasta hace poco, el tratamiento convencional de efluentes de curtiembres aplicaba una primera etapa de tratamiento en la que se precipitaba la totalidad de los efluentes utilizando sales de hierro, en este proceso el sulfuro se precipita como sulfuro de hierro.

Al mismo tiempo, se precipita el cromo y las proteínas.

El agua que sale de la sedimentación queda clarificada, mientras que el DQO y el DBO5 se reducen en un 50 y 60%.

No obstante, este proceso genera una cantidad enorme de lodos que son muy propensos a la putrefacción y están altamente contaminados por compuestos de cromo (unos 10 a 50 g por kg de materia seca), lo que significa que únicamente pueden depositarse en un relleno sanitario.

Además, la experiencia ha demostrado que no se puede lograr una deshidratación eficaz de estos lodos, lo que, por lo tanto, encarece su eliminación y causa problemas en el lugar de la disposición.

Precisamente por las grandes cantidades de lodos producidas y por problemas que generan, es que este proceso suele utilizarse cada vez menos hoy día.



Nitrificación – Denitrificación

Son procesos llevados a cabo por determinados grupos de microorganismos bacterianos que se utilizan en aquellas plantas de tratamiento de aguas residuales, donde aparte de la eliminación de la materia orgánica se persigue la eliminación de nitrógeno.

La eliminación de la materia nitrogenada es necesaria cuando el efluente de la E.D.A.R. va a ir bien a embalses o masas de agua utilizadas para captación de aguas potables, bien a las denominadas por ley como zonas sensibles.

El proceso de Nitrificación: La nitrificación es el proceso en el que el nitrógeno orgánico y amoniacal se oxida, transformándose primero en nitrito y, posteriormente en nitrato.

Estas reacciones las llevan a cabo bacterias muy especializadas, diferentes de aquellas que se encargan de degradar la materia orgánica del medio.

Este tipo de bacterias, se reproducen mas lentamente y son muy sensibles a los cambios de su medio habitual.

A su vez, necesitan de un aporte de Oxígeno suplementario para que sean capaces de desarrollar las reacciones anteriormente mencionadas, de esta forma en las cubas de aireación de fangos activados necesitan de un nivel de oxígeno de al menos 2 mg/l.

El proceso de Denitrificación: La Denitrificación consiste en el paso de los nitratos a nitrógeno atmosférico, por la acción de un grupo de bacterias llamadas denitrificantes. Dicha forma de nitrógeno tenderá a salir a la atmósfera, consiguiéndose así, la eliminación de nitrógeno en el agua.

Para que las bacterias denitrificantes actúen, es necesario que el agua tenga bastante carga de materia orgánica, una fuente de nitratos elevada, con muy poco oxígeno libre y un pH situado entre 7 y 8.

El oxígeno asociado a los nitratos es la única fuente de oxígeno



necesaria para llevar a cabo sus funciones vitales. De esta forma los niveles de oxígeno libre en el medio donde actúan deben de ser inferiores a los 0,2 mg/l.

El tiempo mínimo de contacto entre el agua y las bacterias denitrificantes debe de ser suficiente para que se produzcan las reacciones deseadas, estimándose un tiempo mínimo de 1,5 horas a caudal medio.

3.4.1.5 Tratamiento de barros:

- **Espesamiento [LIB02]**

Proceso que consiste en eliminar parte del agua que llevan los fangos cuando salen de los tratamientos del agua para que cuando estos ingresen en las siguientes unidades de proceso posean menor volumen y mayor concentración.

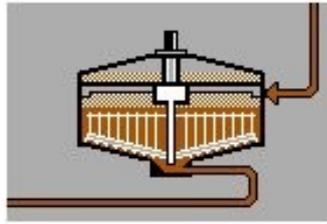
El espesamiento de barros puede llevarse a cabo a través de:

1. **Espesamiento por gravedad:**

Proceso que se realiza, previo paso por unos tamices, en decantadores estáticos circulares o rectangulares provistos de sistema de arrastre central que mueve unos peines giratorios situados en la parte inferior del tanque y cuya labor es la de liberar el agua ocluida en los flóculos de los fangos.

2. **Espesamiento por flotación:**

Proceso en el cual se concentran los lodos procedentes de la recirculación o del tratamiento biológico, para mezclarlos con agua presurizada, aire y reactivos (polielectrolito), con el fin de ayudar a la tendencia natural de flotar de este tipo de fangos, recogiendo estos en la parte superficial.



Esquema de un espesador de lodos
Ilustración 27 Espesador de lodos

- Estabilización

El proceso de estabilización (reducción) tiene como objetivo principal la conversión parcial de la materia putrescible en líquidos, sólidos disueltos, subproductos gaseosos y la destrucción de los microorganismos patógenos presentes en el lodo hasta valores que no provoquen problemas sanitarios.

La estabilización de barros puede llevarse a cabo a través de:

1 .Digestión aeróbica:

Es un método alternativo de tratar los lodos orgánicos producidos en las diversas operaciones de tratamiento. Actualmente suelen emplearse dos variantes del proceso de digestión aerobia: el sistema convencional y el sistema con oxígeno puro, aunque también se ha empleado la digestión aerobia termófila. **[LIB05]**

2. Digestión Anaeróbica:

Es uno de los tratamientos más antiguos empleados en la estabilización de lodos.

En este proceso se produce la descomposición de la materia orgánica e inorgánica en ausencia de oxígeno molecular.

Este tipo de digestión se lleva a cabo en un reactor completamente cerrado.

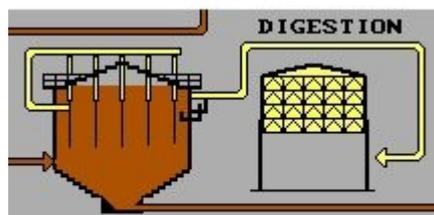
Los lodos se introducen en el reactor de forma continua o intermitente, y permanecen en su interior durante períodos de tiempo variables.

Dentro del reactor, la materia orgánica contenida en la mezcla de lodos primarios y biológicos se convierte biológicamente, bajo condiciones anaerobias, en Metano (C H_4) y Dióxido de Carbono (C O_2).

El lodo estabilizado, que se extrae del proceso continua o intermitentemente, tiene un bajo contenido en materia orgánica y patógenos, y no es putrescible.

Lagunas de Estabilización:

Compostaje: Proceso aeróbico de estabilización de un lodo realizada por los microorganismos. Generalmente requiere la dispersión o la aireación del material, y a veces la mezcla con un material de relleno para maximizar el contacto con el aire.



Esquema de un digestor

Ilustración 28: Digestor

- Secado o deshidratación
 - En muchos de los métodos de eliminación de lodos, la deshidratación preliminar es esencial para que los costos de eliminación se mantengan bajo control.



Se emplean varios métodos de deshidratación, lo que dependen del terreno disponible y los costos relacionados con una situación particular.

LECHOS DE SECADO

El proceso de deshidratación más antiguo y más sencillo es el que usa lechos rectangulares poco profundos con fondos porosos arriba de una red de drenaje subterráneo.

Los lechos se dividen en áreas convencionales con paredes bajas. El lodo se pasa a los lechos hasta que la profundidad es de 125 a 250 mm; la deshidratación tiene lugar debido al drenaje de las capas inferiores y a la evaporación de la superficie bajo la acción del sol y el viento.

La pasta se agrieta a medida que se seca, lo que permite mayor evaporación y el escape del agua de lluvia de la superficie. En buenas condiciones, el contenido de sólidos que se obtiene es casi del 25% en unas cuantas semanas; en climas templados un período más común es de 2 meses.

Se obtienen mejores resultados con la aplicación frecuente de capas de lodos poco profundas e intervalos más largos.

La remoción del lodo seco se hace manualmente en plantas pequeñas pero en otros lados se tiene que instalar una planta mecánica para el levantamiento de los lodos.

El terreno que se requiere para el lodo de agua residual es 0,25 m cuadrados por persona.

Este gran requerimiento hace difícil que los lechos de secado sean factibles a menos que se disponga de terreno a bajo costo.



En muchas circunstancias se utiliza alguna forma de deshidratado mecánico, para el cuál las necesidades de terreno son mínimas y cuyo rendimiento no es afectado por el clima.

FILTRADO DE PRESIÓN

El filtrado de presión es un proceso intermitente en el que se bombea lodo acondicionado con presión creciente en cámaras revestidas con telas de fieltro; estas cámaras retienen los sólidos pero permiten que el líquido escape por las estrías que tienen las placas metálicas de apoyo.

A medida que escapa el líquido, la pasta adyacente a la tela actúa como un filtro adicional para el resto del lodo y la pasta se deshidrata hacia el centro.

El tiempo durante el cual se somete a presión varia de 2 a 18 horas, con presiones de 600 a 850 KPa, lo que da una pasta con un contenido de sólidos del 25% al 50%. La carga de sólidos depende de la naturaleza del lodo y de la duración del ciclo de presión.

Una mejora del proceso de filtrado de presión es una prensa sin fin de operación continua que introduce el lodo acondicionado en la abertura entre dos bandas sin fin a las que se aplica presión por medio de rodillos.

La deshidratación ocurre por una combinación de drenaje por gravedad, filtrado de presión y efecto de corte.

FILTRADO AL VACIO

Este es un proceso continuo en el cuál un tambor giratorio segmentado cubierto con tela de fieltro se sumerge



parcialmente en lodo acondicionado.

Se forma un vacío de 90 KPa en los segmentos sumergidos para que el lodo se adhiera a la superficie de la tela.

A medida que gira el tambor y la capa de lodo emerge del tanque, se jala aire a través de éste por el vacío para ayudar a la deshidratación.

Un raspador quita la pasta de lodo con la ayuda de un cambio de presión positiva en el segmento de tambor correspondiente. Los sólidos en la pasta normalmente son del 20% al 25% con rendimientos de filtro aproximados de 20 kg de sólidos secos por metro cuadrado hora.

CENTRIFUGACIÓN

Las centrífugas de operación continua tienen aplicación en el deshidratado de lodos.

La mayoría son del tipo de carcasa sólida en el cual se alimenta lodo acondicionado al centro de una carcasa que gira rápidamente.

Los sólidos son lanzados a la orilla exterior de donde son removidos por un raspador-transportador. Las centrífugas son relativamente compactas pero no pueden lograr concentraciones de sólidos mayores del 20% y en muchos casos es difícil separar en forma económica sólidos mayores a un 12 ó 15% de los lodos del agua natural o residual.

Es importante observar que en todas las operaciones de deshidratado de lodos, el líquido que se separa requiere arreglos adecuados para poder eliminarlo.

El líquido de los lodos del agua residual, es altamente contaminante y se debe regresar a la planta principal de tratamiento para su estabilización.



Ilustración 29: Deshidratación de Barros (lodos)

[DE06]

CAPITULO IV

4 CALCULO DE DIMENSIONES Y OTROS FACTORES IMPORTANTES DE LOS COMPONENTES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales constan de las siguientes partes dispuestas como se indica en la Ilustración 3.

4.1 REJILLAS

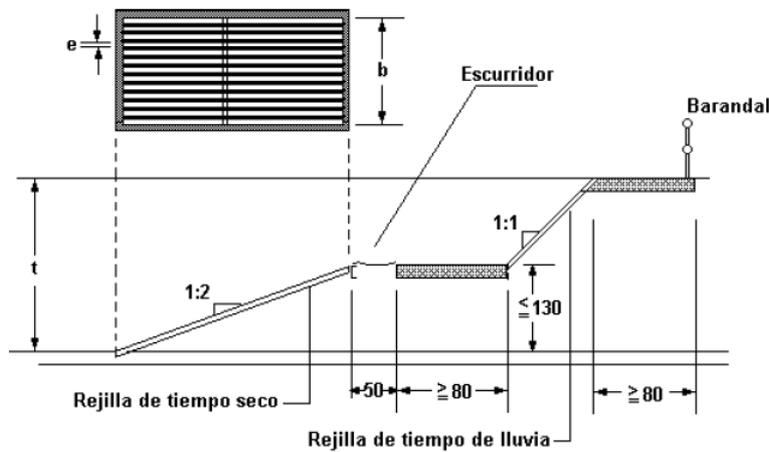


Ilustración 30: Rejillas Manuales

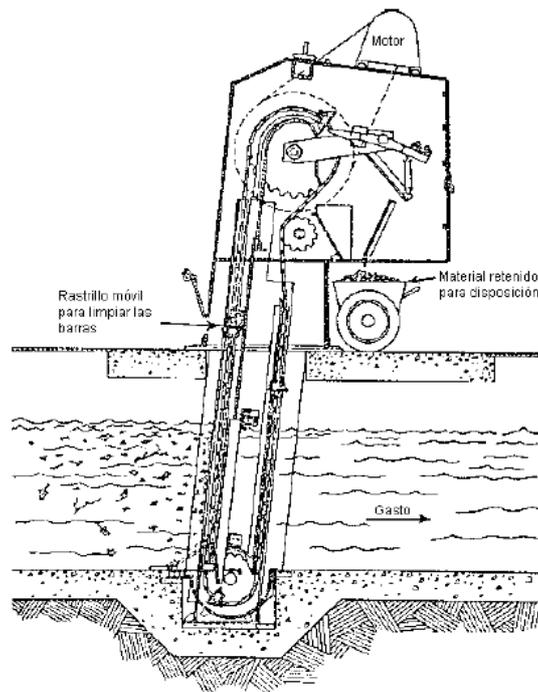


Ilustración 31: Rejillas Mecánicas

[LIB01]



4.1.1 Diseño de rejillas de limpieza manual

Un procedimiento para el diseño de las rejillas es el siguiente:

1. Con el gasto de diseño y la velocidad mínima recomendada, calcular el área libre al paso del agua ($AL = Q/v$).
2. Proponer el tirante del agua en el canal (h).
3. Calcular la suma de las separaciones entre barras ($bg = AL/h$).
4. Proponer las características del emparrillado: espesor (S) y separación entre barras (e).
5. Calcular el ancho del canal, con la expresión:

$$b = \left(\frac{bg}{e} + 1 \right) (S + e) + e$$

[LIB04] y [DE01]

donde:

b = ancho del canal, mm

bg = suma de las separaciones entre barras, mm

e = separación entre barras, mm

S = espesor de las barras, mm

6. Calcular el número de barras, $n = (bg/e) - 1$.

Se propone la construcción de dos canales con rejillas de limpieza manual, cada uno diseñado con la mitad del gasto máximo instantáneo (49 l/s).

Se consideran las siguientes condiciones de operación:

1. Velocidad mínima del agua en el canal de 0.6 m/s para evitar la sedimentación de sólidos orgánicos.
2. Velocidad máxima del paso del agua entre rejillas de 0.75 m/s, para evitar que los sólidos retenidos sean arrastrados.
3. Inclinación de las rejillas de 60° con respecto a la



horizontal.

4. Se proponen las siguientes características del emparrillado: espesor $S = 0.005$ m y separación entre barras $e = 0.025$ m

$$Q = Av \text{ [WEB32]}$$

$$0.0735 = A \times 0.6$$

$$A = 0.1225 \text{ m}^2$$

Ancho del canal = 0.60 m (propuesto)

$$A = b \times h$$

$$h = \frac{0.1225}{0.60} = 0.20 \text{ m}$$

Cálculo de b_g (suma de las separaciones entre barras)

$$600 = \left(\frac{b_g}{25} - 1\right)(5 + 25) + 25$$

$$\frac{600 - 25}{30} = \left(\frac{b_g}{25} - 1\right)(30)$$

$$b_g = 504 \text{ mm} = 0.504 \text{ m}$$

$$\text{hipotenusa} = \frac{0.20}{\sin 60} = 0.23 \text{ m}$$

$$\text{Área libre} = 0.23 \times 0.54 = 0.116 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0735}{0.116} = 0.63 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

El número de barras será:

$$n = (b_g/e) - 1$$

$$n = \frac{504}{25} - 1 = 19.16 \therefore n = 19$$

4.1.2 Diseño de rejas con limpieza mecánica

Para el dimensionamiento de estas unidades deben tenerse en cuenta

varias cuestiones:

- ✓ La distribución del líquido debe ser uniforme para permitir una acumulación uniforme de sólidos en ella.
- ✓ Las velocidades de circulación e través de las barras debe estar entre 0,6 a 1,2 m/s
- ✓ Luego de la unidad la velocidad del líquido deberá ser superior a 0,4 m/s.
- ✓ Se recomienda que la pérdida de carga a través de las rejillas con limpieza manual sea inferior a 0,8 m. **[LIB01]**

4.2 DESARENADOR

4.2.1 Desarenadores aireados

Los criterios de diseño para este tipo de desarenadores se presentan en la tabla siguiente:

Características	Valor	Típico
Dimensiones		
Profundidad, m	2.0-5.0	
Longitud, m	7.5-20.0	
Ancho, m	2.5-7.0	
Relación ancho-profundidad	1:1 a 5:1	1.5:1
Relación longitud-ancho	3:1-5:1	4:1
Tiempo mínimo de retención para gasto pico, min	2-5	3
Suministro de aire $m^3/min/m$	0.18-0.45	0.45
Cantidad de arena, $m^3/10^6 m^3$	4.0-195.0	15.0

Tabla 14: Criterios de diseño para desarenadores aireados

En el diseño de desarenadores aireados, será importante variar el gasto de suministro de aire para controlar la tasa de eliminación y la limpieza de la arena.



4.2.1 Desarenadores de vórtice

En la tabla siguiente se proporcionan los criterios de diseño para este tipo de desarenadores: [WEB04]

Características	Valor	Típico
Tiempo de retención para gasto medio, s		30
Dimensiones: Diámetro:		
Cámara superior, m	1.25-7.0	
Cámara inferior, m	0.90-1.80	
Altura, m	2.70-5.0	
Ancho, m	2.5-7.0	
Rendimientos de eliminación, %		
Malla 50 (0.30 mm)		95
Malla 70 (0.24 mm)		85

Tabla 15: Criterios de diseño para desarenadores de vórtice

1) Calculo de caudales:

Q de A.N., 80% de dotación por persona diaria:

$$Q \text{ A.N.} = 0.80 \times 250 \text{ l/p/d} \times 10,333 \text{ hab.} = 2,066,600.00 \text{ lts/día}$$

$$Q \text{ A.N.} = 2,066.60 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q \text{ med. Diario} = 2,066.60 \text{ m}^3/\text{día} \times 1 \text{ día}/86,400 \text{ seg.} = 0.024$$

Criterios de diseño para desarenadores aireados $\text{m}^3/\text{seg.}$

$$Q \text{ med. diario} = 86.40 \text{ m}^3/\text{hora} ; 1.44 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$Q \text{ máx. diaria} = 1.5 \times 86.40 \text{ m}^3/\text{hora} = 129.60 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$Q \text{ máx. horaria} = 2.4 \times 86.40 \text{ m}^3/\text{hora} = 207.36 \text{ m}^3/\text{hora}^2$$

2) Calculo de dimensiones del desarenador:

$$H = Q / (V_h \times \text{Ancho})$$

$$V_h = 0.30 \text{ m/seg. (velocidad horizontal)}$$

$$\text{Ancho (asumido)} = 0.575 \text{ mts.}$$



$$Q \text{ máx. horaria} = 0.0576 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$H = 0.0576 \text{ m}^3/\text{seg.} / (0.30 \text{ m}^3/\text{seg.} \times 0.575 \text{ mts}) = 0.33 \text{ mts}$$

(tirante de agua)

3) Calculo de la longitud del desarenador.

$$L = (V_h/V_s) \times H$$

V_h = velocidad horizontal

V_s = velocidad de sedimentación de la partícula

H = tirante de agua

L = Longitud del canal

El valor de V_s que se utilizara es para partículas de 0.21 mm de diámetro, su velocidad de sedimentación esta en el rango de 0.95 – 1.25 m/min

Para efectos de diseño se utilizara el valor 1.15 m/min = 0.019 m/seg.

$$\text{Sustituyendo } L = (0.30 \text{ m/seg.} / 0.019 \text{ m/seg.}) \times 0.33 \text{ mts}$$

$$L = 5.21 \text{ mts.}$$

[DE07]

4) La pendiente del canal desarenador se calcula de la siguiente manera:

De la formula de Manning **[LIB16]**

$$V = 1/n R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

V= velocidad (0.3m/s)

n = coeficiente de rugosidad (0.015)

RH = radio hidráulico

S = pendiente



$$RH = \text{area} / \text{perimetro mojado} = (0.575 \times 0.33) / (0.33 + 0.575 + 0.33) = 0.154$$

$$S^{1/2} = V_n RH^{2/3} RH^{2/3} = 0.154^{2/3} = 0.287$$

$$S^{1/2} = (0.3 \text{ m/s}) (0.015) (0.287)$$

$$S = 0.036\%$$

4.3 SEDIMENTADOR PRIMARIO

Diseño de sedimentadores primarios:

Suelen diseñarse sobre la base de la carga hidráulica aplicada

- La profundidad se selecciona de tal manera de proveer un tiempo de residencia hidráulico Θ_c de entre 90 a 150 minutos.
- Si son “rectangulares” deberá considerarse la velocidad de flujo longitudinal. Esta velocidad deberá calcularse sobre la base del caudal pico esperado, y deberá ser menor a unos 0,020 a 0,025 m/s
- Para prevenir cortocircuitos, la relación longitud ancho deberá ser superior a 3:1.
- En los sedimentadores “circulares”, la pendiente del fondo deberá ser de 1:12.
- La velocidad de los barredores deberá ser de hasta unos 2 m/min.

Los parámetros de diseño del sedimentador primario son:

- Carga superficial 20 a 45 [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$]
- Tiempo de residencia 60 a 120 min.
- % de remoción de sólidos suspendidos 40 a 60
- % de remoción de DBO_5 25 a 40 [**LIB08**]

4.3.1 Determinación del área mínima requerida para conseguir la clarificación

El área mínima requerida A_c para la clarificación depende de la velocidad V_s para la que las partículas en suspensión sedimentan antes de alcanzar la concentración crítica interfacial X_c .



En condiciones de caudal constante, la velocidad del clarificado que rebosa por la parte superior del sedimentador, o vertedero, no debe exceder de V_s si se desea evitar el arrastre de las partículas y la clarificación.

Por lo tanto, el área mínima requerida para la clarificación A_c puede calcularse a partir de la expresión:

$$A_c = Q_e / V_s$$

En la que Q_e es el caudal (m^3/s), V_s es la velocidad de sedimentación por zonas (m/s) y A_c el área mínima requerida para la clarificación (m^2).

El valor de la velocidad en la zona de sedimentación libre, V_s , puede calcularse a partir de la pendiente de la tangente de dicha zona de las curvas de sedimentación, El valor de t se puede leer directamente de la abscisa en el punto B. V_s en la ecuación anterior corresponde a la velocidad a la cual las partículas en suspensión sedimentan antes de alcanzar la concentración crítica X_c y viene dada por la pendiente de la tangente AB de la curva correspondiente a la concentración inicial X_0 :

$$V_s = OA / OB = H_0 / t \text{ (m/s)}$$

4.3.2 Determinación del área mínima requerida para el espesamiento del sólido.

[WEB05] Y [LIB09]

El hecho de que el área de la sección del sedimentador pueda calcularse para asegurar la clarificación de la suspensión no significa que se alcance la concentración deseada de sólido en la disolución de salida, X_u .

Generalmente el área de la sección requerida para el espesamiento suele ser mayor que la requerida para la clarificación.



El procedimiento desarrollado por Yoshioka y Dick para la determinación de la sección mínima requerida para el espesamiento se basa en las siguientes consideraciones:

En primer lugar ha de considerarse que los ensayos de sedimentación llevados a cabo en el laboratorio no corresponden a un funcionamiento en continuo.

La capacidad del sedimentador discontinuo para arrastrar los sólidos a su parte inferior, con una concentración X_i , en funcionamiento discontinuo, viene dada por:

$$GB = X_i V_i$$

En la que:

GB = caudal de sólido ($\text{kg}/\text{m}^2 \text{ s}$)

X_i = concentración de sólido en disolución (kg/m^3)

V_i = *velocidad de sedimentación en la zona para una concentración X_i (m/s).*

4.3.3 *Parámetros de diseño de tanques rectangulares y circulares*

Tipo de tanque	Valor	
	Intervalo	Típico
Rectangular:		
Profundidad, m	3-4.5	3.5
Longitud, m	15-90	25-40
Ancho, m ¹	3-25	5-10
Velocidad de las rastras, m/min	0.6-1.2	0.9
Circular:		
Profundidad, m	3-4.5	3.5
Diámetro, m	3-60	12-45
Pendiente del fondo, mm/m	6.25-16	8
Velocidad de las rastras, r/min	0.02-0.05	0.03

Tabla 16: *Parámetros de sedimentadores usados en pequeñas plantas de tratamiento: (a) rectangular y (b) circular.*

[LIB10]



4.4 CAMARAS DE FLOTACIÓN

Los parámetros de diseño de las cámaras de flotación son:

- Relación aire Sólido.
- Relación de recirculación.
- Presión de la cámara de presurización
- Tiempo de residencia en la cámara de presurización
- Tiempo de residencia en el tanque de flotación

4.4.1 Tanques de aireación

La forma rectangular permitirá la construcción adosada de tanques aprovechando paredes comunes. La capacidad total necesaria del tanque se determinará a partir del diseño del proceso biológico.

Para plantas con capacidades entre 2,000 y 40,000 m³/día, se deberán construir al menos dos tanques (para plantas de menor tamaño, también será recomendable disponer de un mínimo de dos tanques).

En el intervalo entre 40,000 y 200,000 m³/día (0.44 m³/s a 2.2 m³/s) se construirán al menos cuatro tanques para facilitar el mantenimiento y flexibilizar la operación. Las plantas de grandes dimensiones, con más de 2.2 m³/s de capacidad, deberán contar con un mínimo de seis tanques.

Para la determinación de la capacidad de los tanques de aireación, se desprecia el volumen que desplazan las conducciones de agua o de aire sumergidas en los tanques.

[LIB01]



4.5 REACTORES

4.5.1 Reactor UASB

En el diseño del reactor, intervienen los factores que siguen:

4.5.1.1 Dimensiones:

Existen parámetros que se usan como criterios para realizar el dimensionamiento del reactor anaeróbico:

- Por carga orgánica: En base a la descarga diaria de DQO y la carga volumétrica [$\text{kg DQO}/\text{m}^3_{\text{reactor}} \cdot \text{día}$] escogida para trabajar.
- Por carga hidráulica: A partir de un valor máximo de diseño de la velocidad ascendente dentro del reactor.
- Diseño por carga orgánica

4.5.1.2 Datos requeridos:

CO = Carga orgánica de diseño (8 – 20 $\text{kg DQO}/\text{m}^3 \cdot \text{día}$)

DQO_{afl} = Demanda Química de Oxígeno en el afluente [mg/l]

Q = Caudal de afluente [$\text{m}^3/\text{día}$]. Para los cálculos se emplea el caudal promedio y el caudal pico esperado. **[LIB11]**

4.5.1.3 Cálculos:

En base a la relación de la Carga Orgánica que se presenta a continuación:

$$CO = \frac{DQO_{afl} \text{ (mg/l)} \cdot Q \text{ (m}^3/\text{día)}}{V \text{ (m}^3) \cdot 1000}$$

Se despeja el valor del volumen del reactor, utilizando el más extremo de los casos (mayor caudal y mayor DQO que se pretenden manejar en el tratamiento). De aquí se tiene:



$$V \text{ (m}^3\text{)} = \frac{\text{DQO}_{\text{afl}} \text{ (mg/l)} \cdot Q \text{ (m}^3\text{/día)}}{\text{CO (kg/m}^3\text{.día)} \cdot 1000}$$

4.5.1.4 Diseño por carga hidráulica.

Datos requeridos:

VA = Velocidad ascendente de diseño (0,5 – 1,0 m/h)

Q = Caudal de afluente [m³/día]. Para los cálculos se emplea el caudal promedio y el caudal pico esperado.

Cálculos:

De la relación de la velocidad ascendente con el caudal que debe manejar el reactor, se obtiene el área transversal del mismo.

$$VA = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/h)}}{A \text{ (m}^2\text{)}}$$

donde A es el área transversal del reactor [m²], que al despejarla queda:

$$A \text{ (m}^2\text{)} = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/h)}}{VA \text{ (m/h)}}$$

Como ya se ha calculado el volumen del reactor, se puede calcular la altura del mismo de la siguiente forma:

$$V = A \text{ (m}^2\text{)} \cdot h \text{ (m)}$$

donde h es la altura del reactor [m] y se despeja como se muestra:

$$h \text{ (m)} = \frac{V \text{ (m}^3\text{)}}{A \text{ (m}^2\text{)}}$$



En el sistema biológico se introducen las aguas residuales domésticas, ya que éstas a parte de requerir tratamiento, son las que aportarán la biomasa actuante del sistema; es decir, los microorganismos que realizarán la oxidación de la materia orgánica en medio aerobio.

Dimensiones:

1) Volumen del reactor biológico

$$V = \frac{Q Y}{CSA e K}$$

donde Q es el gasto a través del sistema [m³/día], K factor de carga [día⁻¹], Y el DBO del afluente al sistema [kg/kg], CSA la concentración de sólidos de aeración en el licor mezclado [kg/kg] y e el porcentaje de materia volátil

2) Cálculo del período de retención hidráulico

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

3) Concentración de sólidos de recirculación de lodos (CSR).

$$Q CSR = (R + Q) CSA$$

$$Q = R$$

$$CSR = \frac{(Q + Q) CSA}{Q}$$

$$CSR = 2 CSA$$



4) Cálculo de la producción de lodos

$$\text{Producción de lodos} = \frac{(\text{fracción másica})(\text{flujo másico})(0,95)}{(\text{peso específico})(1 - \text{humedad})}$$

5) Cálculo de los requerimientos de oxígeno

$$RO_2 = a' B E + b' s'$$

donde RO₂ son los kg O₂ requeridos en el sistema por día [kgO₂/día], B los kg DBO agregados al sistema por día [kg/día], E la eficiencia en remoción de DBO del sistema como decimal [90-95%], a' el coeficiente que representa la fracción de DBO removida usada para suministrar energía para el crecimiento, b' el coeficiente que representa la rata de respiración endógena y s' los kg de sólidos suspendidos volátiles contenidos en el aireador.

$$s' = e (CSA)(V)$$

4.6 DIGESTORES

Para el diseño de sistemas de tratamiento de lodos, se requiere de los siguientes conceptos:

- Tiempo medio de retención celular. Se sabe que los productos finales de la respiración y oxidación que se producen durante la digestión son metano y dióxido de carbono, el metano producido se puede calcular con la ecuación:

$$V_{CH_4} = (0,3516) [(S_o - S) (1/1000) - 1,42 P_x]$$

$$q_c = (1/k_d) [1 + \{Y [(S_o - S)(Q)(1/1000)]\} / P_x]$$

donde:

V_{CH₄} es el volumen de metano [m³], S_o DBO última del



afluente [mg/l], S DBO última del efluente [mg/l], P_x masa neta de tejido celular producida diariamente [kg/día], Y el coeficiente de producción. [kg salida/kg entrada], k_d coeficiente endógeno [día⁻¹] y q_c tiempo medio de retención celular [día].

Reducción de volumen:

Se ha podido observar que conforme se lleva a cabo la digestión, recirculación y extracción se puede reducir el volumen del lodo remanente en forma casi exponencial.

Para calcular el volumen del digestor necesario simplemente se grafica el volumen del lodo remanente versus el tiempo, pudiendo calcularse éste utilizando la expresión.

$$V = [V_f - (2/3) (V_f - V_d)] t$$

donde:

V es el volumen del digestor [m³], V_f volumen de lodo crudo añadido diariamente [m³], V_d volumen de lodo digerido extraído diariamente [m³] y t tiempo de digestión [día].

4.7 ESPESADOR DE LODOS

Se crea para cubrir la necesidad de reducir la cantidad de lodos, con el fin de eliminar los inconvenientes de disposición, confinamiento y manejo de materiales peligrosos.

El proceso se lleva a cabo por gravedad específica a muy bajo costo, ya que se puede descargar con una densidad del 12 al 15% de sólidos por peso.

Facilita la transportación y la disposición.

Para diseñar el espesador de lodos primero se calcula el área de espesador:

$$A_e = \frac{M_{lo}}{T_e}$$

donde:



Ae es el área de espesamiento [m²], Mlo cantidad de lodos producidos en el sistema [kg/día] y Te la tasa de espesamiento [kg/(m²día)].

Una vez obtenida el área se determina el diámetro del espesador:

$$D = \frac{\sqrt{4 Ae}}{\pi}$$

La altura del espesador se calcula conociendo el volumen de lodos producidos por día en el o los reactores presentes en el sistema:

$$h = \frac{Ae}{VI}$$

donde:

VI es el volumen de lodos producidos por día [m³/día].

Otro parámetro importante de calcular es el tiempo de retención hidráulico de los lodos dentro del espesador:

$$Th = \frac{Ae h}{VI}$$

donde :

Th es el tiempo de retención hidráulico [h].

4.8 TRATAMIENTO QUÍMICO

4.8.1 CALCULOS ESTEQUIOMETRICOS

La estequiometría es el concepto usado para designar a la parte de la química que estudia las relaciones cuantitativas de las sustancias y sus reacciones. **[LIB17] y [LIB18]**

En su origen etimológico, se compone de dos raíces, estequio que se refiere a las partes o elementos de los compuestos y metría, que dice sobre la medida de las masas.

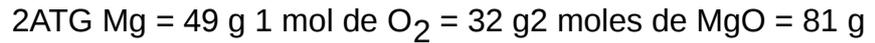
Cuando se expresa una reacción, la primera condición para los cálculos estequiométricos es que se encuentre balanceada, por



ejemplo :



La reacción anterior se lee como : 2 ATG de Magnesio reaccionan con un mol de Oxígeno y producen 2 moles de Oxído de magnesio (reacción de síntesis)



Lo que demuestra la ley de Lavoisier " la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma " , cuando reaccionan 49g más 32g y se producen 81 g .

Ejemplo 1:

¿Cuántas moles de H₂O se producirán en una reacción donde tenemos 1,57 moles de O₂, suponiendo que tenemos hidrógeno de sobra?

$$(1,57 \text{ moles de O}_2) \times \frac{2 \text{ moles de H}_2\text{O}}{1 \text{ mol de H}_2} = 3,14 \text{ moles de H}_2\text{O}$$

El cociente:

$$\frac{2 \text{ moles de H}_2\text{O}}{1 \text{ mol de H}_2}$$

es la relación estequiométrica entre el H₂O y el O₂ de la ecuación ajustada de esta reacción.



Ejemplo 2:

Calcula la masa de CO_2 producida al quemar 1,00 gramo de C_4H_{10} .

Para la reacción de combustión del butano (C_4H_{10}) la ecuación ajustada es:



Para ello antes que nada debemos calcular cuantas moles de butano tenemos en 100 gramos de la muestra:

$$(1,0 \text{ g de } \text{C}_4\text{H}_{10}) \times \frac{1 \text{ mol de } \text{C}_4\text{H}_{10}}{58,0 \text{ g de } \text{C}_4\text{H}_{10}} = 1,72 \times 10^{-2} \text{ moles de } \text{C}_4\text{H}_{10}$$

de manera que, si la relación estequiométrica entre el C_4H_{10} y el CO_2 es:

$$\frac{8 \text{ moles de } \text{CO}_2}{2 \text{ moles de } \text{C}_4\text{H}_{10}}$$

por lo tanto:

$$\frac{8 \text{ moles de } \text{CO}_2}{2 \text{ moles de } \text{C}_4\text{H}_{10}} \times 1,72 \times 10^{-2} \text{ moles de } \text{C}_4\text{H}_{10} = 6,88 \times 10^{-2} \text{ moles de } \text{CO}_2$$

Pero la pregunta pedía la determinación de la masa de CO_2 producida, por ello debemos convertir los moles de CO_2 en gramos (usando el **peso molecular** del CO_2):

$$6,88 \times 10^{-2} \text{ moles de } \text{CO}_2 \times \frac{44 \text{ g de } \text{CO}_2}{1 \text{ mol de } \text{CO}_2} = 3,03 \text{ g de } \text{CO}_2$$

De manera similar podemos determinar la masa de agua producida, la masa de oxígeno consumida, etc.

4.8.2 Convertir de Mol a Masa.

Para esto se necesita buscar el peso atómico del elemento en la Tabla Periódica⁷, luego se multiplica el número de moles por dicho peso y el resultado es la cantidad en gramos del elemento.

Número atómico	1	1,00797	1	Peso atómico
Punto de Ebullición en °C	-252,7			Valencia
Punto de fusión en °C	-259,2	H		Símbolo
Densidad (g/ml)	0,071	$1s^1$		Estructura atómica
		Hidrógeno		Nombre

Ilustración 32: Datos del elemento hidrógeno [WEB07]

Si se quiere calcular los gramos de un compuesto se suman los gramos de cada elemento del mismo, multiplicados por el número de átomos.

Ejemplo:

¿Que masa de H₂, que reacciona con exceso de O₂, produce 11.91 g de H₂O?

(Pesos Atómicos: H = 1,008, O = 16,00).



en esta reacción, 2 moles de H₂ reaccionan para dar 2 moles de H₂O. De acuerdo con la estequiometría de la reacción:

$$11,91 \text{ g de H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol de H}_2\text{O}}{18,02 \text{ g de H}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ moles de H}_2}{2 \text{ moles de H}_2\text{O}} \times \frac{2,02 \text{ g de H}_2}{1 \text{ mol de H}_2} = 1,33 \text{ g de H}_2$$

⁷ Anexo 2: Tabla Periódica de los Elementos



4.8.3 Remoción de metales

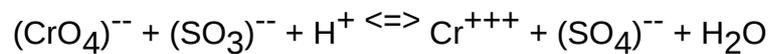
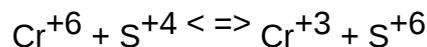
Esta se lleva a cabo mediante la Insolubilización (precipitación) o la Separación de las partículas insolubilizadas.

Precipitación

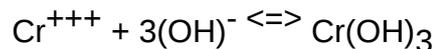
Se suelen agregar: Álcalis, Sulfuros, Carbonatos

Precipitación del cromo hexavalente:

Se utiliza sulfuro tetravalente como agente de reducción



Cuando el pH se incrementa de 8.0 a 8.5, con hidróxido de sodio o de calcio (cal común), el hidróxido de cromo precipita desde la solución.



Elevar el pH de 7.5 a 8.0 reduce la solubilidad teórica del cromo a menos de 0.1 mg/l.

También pueden emplearse: Sales Ferrosas, metabisulfito de sodio o Dióxido de azufre.

Precipitación de arsénico:

El coagulante principal es el sulfato ferroso heptahidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), por ser más económico que otros.

Se precipita empleando H_2S ó Na_2S a pH 6-7 en concentraciones menores a 0,05mg/l.

El sulfato ferroso con cloro va a formar una mezcla de cloruro férrico y sulfato férrico (caparrosa clorada):



(1mg de sulfato ferroso requiere 0.23 mg de cloro para oxidarse)

Precipitación de bario:

Se agrega SO_4^{-2} y pasa de 1,5 mg Ba/l a 0,5 mg Ba/l

Precipitación de cadmio:

Se precipita como hidróxido a pH10 si es inferior a 0,1 mg Cd/l

Precipitación de cobre:

Se precipita ajustando el pH a 9-10,3 con NaOH, se logran concentraciones inferiores a los 0,01 mg Cu/l

Precipitación de plomo:

Se insolubiliza el Pb^{+2} como carbonato, hidróxido o sulfuro

Si se emplea NaOH la mínima solubilidad se obtiene a pH 10 y se logra concentraciones de 0,5 mg Pb/l

Precipitación de manganeso:

Para precipitar manganeso, este debe estar como mangánico, se lo precipita a pH > 9,4 como óxido mangánico.

Precipitación de níquel:

Se lo precipita como hidróxido a pH = 10, pueden lograrse concentraciones de 0,01 mg/l.



Separación de mercurio:

Se lo oxida a mercúrico y se lo precipita con sulfuros, se emplea intercambio iónico que es una operación de separación basada en la transferencia de materia fluido-sólido. Implica la transferencia de uno o más iones de la fase fluida al sólido por intercambio o desplazamiento de iones de la misma carga, que se encuentran unidos por fuerzas electrostáticas a grupos funcionales superficiales. La eficacia del proceso depende del equilibrio sólido-fluido y de la velocidad de transferencia de materia.

Precipitación de zinc:

Se lo precipita como hidróxido empleando una soda cáustica

4.8.4 Proceso de coagulación Floculación

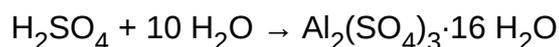
Este aglutinamiento se produce en dos etapas sucesivas, en la primera “coagulación” se produce la desestabilización de las partículas suspendidas y coloidales y en la segunda “floculación” se induce el movimiento de estas partículas desestabilizadas, para que entren en contacto entre sí y se aglutinen formando los “flocs”.

Tipos de coagulantes:

1. Coagulantes metálicos:

1. Sulfato de aluminio

El sulfato de aluminio puede obtenerse disolviendo hidróxido de aluminio en ácido sulfúrico: $2 \text{Al}(\text{OH})_3 + 3$



Cuando el pH del agua es alto (mayor de 7), el aluminio precipita arrastrando las partículas en suspensión, dejando el agua transparente.



Esta propiedad es comúnmente usada en piscinas y para tratamiento de aguas industriales para evitar formación de gérmenes y algas.

2. Cloruro férrico

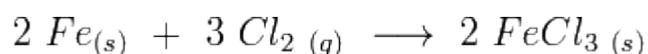
El cloruro de hierro (III) o tricloruro de hierro (tradicionalmente llamado cloruro férrico) es un compuesto químico utilizado a escala industrial perteneciente al grupo de los haluros metálicos, cuya fórmula es $FeCl_3$. También se le denomina equivocadamente percloruro de hierro e incluso percloruro férrico.

El color de los cristales de cloruro de hierro (III) dependen del ángulo de visión: cuando reflejan la luz los cristales tienen un color verde oscuro, pero cuando transmiten la luz su color es rojo purpúreo.

Por otra parte, el hexahidrato ($FeCl_3 \cdot 6 H_2O$) es de color amarillo o amarillo anaranjado. El cloruro de hierro (III) anhidro es delicuescente y forma una neblina de cloruro de hidrógeno en presencia de aire húmedo.

Se observa muy raramente en su forma natural, el mineral molisita, que puede hallarse en algunas fumarolas. El cloruro férrico en solución al 40% se utiliza como coagulante para tratamiento de aguas y efluentes, se comercializa habitualmente a granel.

Puede obtenerse al pasar cloro gaseoso sobre hierro caliente.





3. **Sulfato férrico**

El sulfato de hierro (III), sulfato férrico, Vitriolo de Marte, Pálido, geruclosas, hygroskopisches o polvo sensible de humedad es un compuesto de hierro, azufre y oxígeno.

Se diferencia del más frecuente sulfato de hierro (II) en la carga del catión, siendo éste el estado más oxidado del átomo de hierro.

Sal sólida de color amarillo, cristaliza en el sistema rómbico y es soluble en agua a temperatura ambiente.

Se usa como mordiente antes de aplicar un colorante, y como coagulante para residuos industriales

Se produce a gran escala por reacción de ácido sulfúrico con una solución caliente de sulfato ferroso, usando un agente oxidante (como ácido nítrico o peróxido de hidrógeno).

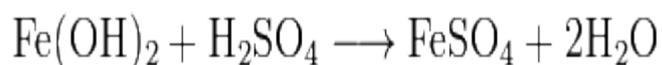
En las plantas de tratamiento de aguas residuales se usa como floculante para favorecer la sedimentación de partículas en los tanques de agua sin depurar.

4. **Sulfato ferroso**

El sulfato de hierro (II) es un compuesto químico iónico de fórmula (FeSO_4). También llamado sulfato ferroso, caparrosa verde, vitriolo verde, vitriolo de hierro, melanterita o Szomolnokita, el sulfato de hierro (II) se encuentra casi siempre en forma de sal heptahidratada, de color azul-verdoso.



En el proceso de acabado del acero antes de la galvanoplastia o el recubrimiento, la lámina o la barra de acero se pasa a través de un baño decapante de ácido sulfúrico. Este tratamiento produce grandes cantidades de sulfato de hierro(II) como producto.



Otra fuente de grandes cantidades de esta sustancia es la producción de dióxido de titanio a partir del mineral ilmenita.

Comercialmente se prepara por oxidación de la pirita, o tratando hierro con ácido sulfúrico.

El sulfato ferroso se usa para purificación de agua por floculación y para eliminar fosfatos en las plantas de depuración municipales e industriales para prevenir la eutrofización de masas de agua superficiales.

5. **Cal**

El hidróxido de calcio, también conocido como cal muerta y/o cal apagada, es un hidróxido cáustico con la fórmula $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Es un cristal incoloro o polvo blanco, obtenido al reaccionar óxido de calcio con agua. Puede también precipitarse mezclando una solución de cloruro de calcio con una de hidróxido de sodio.

Si se calienta a 512°C , el hidróxido de calcio se descompone en óxido de calcio y agua. La solución de hidróxido de calcio en agua es una base fuerte que reacciona violentamente con ácidos y ataca varios metales. Se enturbia en presencia de dióxido de carbono por la precipitación de carbonato de calcio.



Por su carácter de base poderosa, tiene usos variados como:

- En el proceso para la neutralización de ácido sobrante
- En la remineralización de agua desalada
- En la industria petrolera para la manufactura de aditivos para el petróleo crudo
- En la industria química para la manufactura de estereato de calcio
- En la industria alimenticia para el procesamiento de agua para bebidas alcohólicas y carbonatadas
- Para librar una salmuera de carbonatos de calcio y magnesio en la manufactura de sal para comida y farmacopea
- Componente para la nixtamalización del maíz para producir tortillas.
- Como rellente
- En la industria petroquímica para la manufactura de aceite sólido
- Para la manufactura de discos de freno
- Para la manufactura de ebonita
- Para la preparación de mezclas secas para pintura y decoración
- Para mezclas de pesticidas
- Como material de tratamiento de los conductos radiculares Endodoncia ó protección pulpar directa o indirecta en caso de



restauraciones coronarias dentales
[operatoria dental]

- Para la eliminación del exceso de CO₂ en las cámaras de atmósfera controlada (AC) para la conservación de frutas, verduras y flores
- Como pintura para muchas canchas de deportes como el fútbol y el tenis

6. Alúmina

La **alúmina** es el óxido de aluminio (Al₂O₃). Junto con la sílice, es el componente más importante en la constitución de las arcillas y los esmaltes, confiriéndoles resistencia y aumentando su temperatura de maduración.

El óxido de aluminio existe en la naturaleza en forma de corindón y de esmeril. Tiene la particularidad de ser mas duro que el aluminio y el punto de fusión de la alúmina son 2.000 °C (2.273,15 K) frente a los 660 °C (933,15 K) del aluminio, por lo que su soldadura debe hacerse a corriente alterna.

2. **Polielectrolitos:**

son polímeros (son macromoléculas generalmente orgánicas formadas por la unión de moléculas más pequeñas) que se separan en el agua.

Existen gran cantidad de ejemplos de polielectrolitos cargados positivamente (polietilenimina) o negativamente (ADN, poliestireno sulfonato, poliacrilamida). Los polielectrolitos que presentan electrolitos de ambas cargas se denominan polianfólitos.



4.9 CALCULO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Para la construcción de cada componente de la planta de tratamiento de agua se hará uso mezcla compuesta de los siguientes materiales para la construcción:

La Arena: Sirve para reducir las fisuras que aparecen en la mezcla, al endurecerse y dar volumen.

La Piedra: Se utiliza en la preparación de hormigones resistentes como para bases, columnas, losas, puede usarse canto rodado, que es la piedra de río o piedra partida (de cantera) o arcilla expandida.

El Cascote: Puede ser de ladrillo o de demolición de obras viejas. Se utiliza en hormigones pobres o de bajas resistencias para contra pisos y cimientos.

La Cal y El Cemento: Los dos reaccionan en contacto con el agua, sufriendo un proceso que empieza por el fragüe. Hay mezclas que como aglomerantes llevan solamente cemento (se las llama concreto) y otras donde el aglutinante principal es la cal, a la que se le puede agregar un poco de cemento para reforzarla (cal reforzada). Las cales se venden en bolsas de 25 o 30 Kg. según la marca y el cemento en bolsas de 50 Kg.

Cemento de Albañilería: Es un producto que se puede usar en reemplazo de la cal reforzada. Se vende en bolsas de 30 o 40 Kg. según la marca.

El Agua: Da plasticidad a la mezcla para que sea trabajable y provoca la reacción química que produce el fragüe.

El Hidrófugo: Es un producto químico que se agrega al agua para aumentar la impermeabilidad. Existen varios productos de este tipo como cerecita, sika, etc. que se usan según indicaciones de cada fabricante.

Los Aditivos: Se agregan al agua estos aditivos, que son de todo tipo como aceleradores de fragüe, mejoradores plásticos, retardadores de fragüe, etc.

Por ejemplo una mezcla 1:2:4 significa que cuando se van a mezclar los materiales, se debe colocar 1 balde cemento, 2 de arena y 4 de piedra, es decir, se dosifica por volumen. Como luego de apisonar las mezclas sufren



una merma se recurre al uso de unos *coeficientes de aporte* (presentados en la Tabla 17), que es un valor propio de cada material, y se usa para establecer con cierta exactitud la cantidad de materiales necesarios para a comprar para un determinado volumen de mezcla a fabricar.

A continuación se presentan los valores de los coeficientes de aporte para cada material. [WEB34]

VALORES DE LOS COEFICIENTES DE APORTE	
Arena gruesa (naturalmente húmeda)	0.63
Arena Mediana (naturalmente húmeda)	0.60
Arena gruesa seca	0.67
Arena fina seca	0.54
Cal en pasta	1.00
Cal en polvo	0.45
Canto rodado o grava	0.66
Cascote de ladrillo	0.60
Cemento	0.47
Cemento Blancos	0.37
Mármol granulado	0.52
Piedra partida	0.51
Polvo de ladrillo puro	0.56
Polvo de ladrillo de demolición	0.53
Yeso	1.40

Tabla 17: Coeficientes de aporte

**Ejemplo Uno:**

Calcular un hormigón estructural: **1:3:3**, que significa que se deben colocar 1 balde de cemento, mas 3 de arena, más 3 de piedra partida.

El *volumen aparente* de esta mezcla será $1+3+3=7$ y siempre se estima un 9% de agua, es decir, para este caso el 9% de 7 es 0.63, por lo que el volumen aparente de esta mezcla será: $7+0.63=7.63$ unidades (baldes, canastos, m³, etc).

Ahora para obtener el volumen real de la mezcla hay que recurrir a los coeficiente de aportes antes indicado y afectarlo a cada material interviniente, en este caso es:

$$\text{Cemento: } 1 \times 0.47=0.47$$

$$\text{Arena: } 3 \times 0.63=1.89$$

$$\text{Piedra: } 3 \times 0.51=1.53$$

El total es ahora: $0.47+1.89+1.53=3.89$ y se le suma el agua (0.63), lo que dá: 4.52 unidades.

Entonces, ahora para calcular los materiales por m³ de mezcla es:

1m³ de cemento pesa 1400 Kg. que dividido este volumen real (4.52) dá: 310 Kg. es decir unas 6 bolsas por m³.

3m³ de arena dividido este volumen real es:0.67 m³ de arena

Y para los 3m³ de piedra partida es también $3/4.42= 0.67$ m³.

Por lo tanto para hacer 1 m³ de hormigón 1:3:3 se deben mezclar:

309Kg. de cemento (6 bolsas)

0.67m³ de arena

0.67m³ de piedra partida.

**Ejemplo Dos:**

Calcular una mezcla para mortero **1/4:1:3:1** significa: 0.25 de cemento, 1 de cal en pasta hidratada, 3 de arena y 1 de polvo de ladrillos.

Volumen aparente: $0.25+1+3+1=5.25 + 9\%$ de agua=5.72 unidades

Volumen real: $0.25 \times 0.47 + 1 \times 1 + 3 \times 0.63 + 1 \times 0.53 = 3.54 + 0.47$ del agua= 4.012 unidades

Entonces es:

Cemento $(0.25 \times 1400)/4.012= 87$ Kg.

Cal Hidráulica $(1 \times 600)/4.012=150$ Kg. (Para 1m^3 de cal en pasta se usa unos 600Kg.)

Arena $(3/4.012)= .75$ (no hace falta el peso específico porque la arena se vende por m^3)}

Polvo ladrillo $(1/4.012)=0.25$ (idem. a la arena)

Entonces para esta mezclas es:

87 kg. de cemento,

150 Kg. de cal,

0.75 m^3 de arena y

0.25 m^3 de polvo de ladrillos.



PESOS ESPECÍFICOS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (Kg./m³)	
Arena seca	1450
Arena naturalmente húmeda	1650
Arena muy mojada	2000
Cal viva en terrones	900-1100
Cal hidráulica viva, en polvo	850-1150
Cal en pasta	1300
Cemento	1200-1400
Cemento Blanco	1100
Cemento fraguado	2700-3000
Escorias de Coque	600
Canto Rodado (Grava)	1750
Hormigón armado	2400
Hormigón de Cascotes	1800
Ladrillos Comunes	1350-1600
Ladrillos de Maquina	1580
Mampostería de Piedra	2250
Mármol	2700-2800
Mortero de Cal y Arena fraguado	1650
Mortero de Cemento, Cal y Arena fraguado	1700-1900
Nieve suelta	150
Nieve congelada	500
Papel en libros	1000
Polvo de ladrillos de demolición	1000
Porcelana	2400
Tierra arcillosa seca	1600
Tierra Húmeda	1850
Tiza	1000
Yeso en polvo	1200

Tabla 18: Pesos específicos en (Kg./m³)



MEZCLAS MÁS HABITUALES

Hormigón de Cascotes	Hormigón de Piedra	Concreto	Cal Reforzada
Para Cimientos y Contra pisos	Para Columnas, Vigas, Losas...	Carpetas, Dinteles Tomar Juntas...	Paredes de Ladrillo Común
1 CAL 1/8 CEMENTO 4 ARENA 8 CASCOTES	1 CEMENTO 3 ARENA 3 PIEDRA	1 CEMENTO 3 ARENA	1 CAL 1/2 CEMENTO 3 ARENA
1 CEM. ALBAÑIL. 4 ARENA 8 CASCOTES	1 CEMENTO 3 ARENA 3 CANTO ROD.		1 CEM. ALBAÑIL. 5 ARENA

Tabla 19: Proporciones de mezclas más habituales

4.10 CALCULO APROXIMADO DE PRECIOS

Para el cálculo aproximado de costos de construcción se tomarán en cuenta los precios que constan en las tablas 20 (Equipos y otros de alquiler) y 21 (Lista de precios de materiales utilizados en la construcción); se debe tomar en cuenta que estos precios varían de acuerdo a la oferta y demanda.

DENOMINACIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
Andamios	mes	30,00
Compactador manual	hora	2,50
Concreteira	hora	5,00
Encofrado de losa	mes	2,60
Equipo topográfico	hora	1,25
Herramienta manual	hora	0,30
Retro excavadora	hora	0,30
Soldadora eléctrica	hora	1,50
Vibrador	hora	3,75
Volqueta	hora	18,00
Cizalla	hora	0,75
Cargadora Frontal	hora	17,00

Tabla 20: Equipos y otros de alquiler



DENOMINACION	UNIDAD	PRECIO EN \$ X U
Agua	m ³	1,00
Arena	m ³	12,00
Cementina	kg	0,13
Cemento Blanco	kg	0,30
Cemento Portland	saco	7,62
Clavos 1"	kg	0,50
Clavos de 2 1/2"	kg	0,83
Clavos de 2"	Kg	0,79
Clavos de 4"	kg	1,75
Columna electrosoldada	m	2,50
Duela	u	1,50
Endurecedor	kg	0,98
Impermeabilizante	kg	1,08
Ladrillo	u	0,20
Lastre	m ³	13,00
Malla electrosoldada	m ²	2,50
Marco de ángulo (25x25x2 mm)	m	2,00
Piedra bola	m ³	12,00
Piedra laja	m ³	11,00
Pingos	m	0,65
Piola	kg	1,30
Polvo de piedra	m ³	12,00
Ripio minado	m ³	12,00
Ripio triturado	m ³	13,00
Tabla de encofrado de 20cm.	u	1,25
Tabla de encofrado de 30cm	u	1,35
Tornillos y tacos fisher	u	0,15
Tubería de cemento de 10 cm	m	2,50
Tubería de cemento de 15 cm	m	3,50
Tubería PVC desagüe 2"	u	2,52

Tabla 21: Lista de precios de materiales utilizados en la construcción



CAPITULO V

5 DESARROLLO DEL APLICATIVO

5.1 INTRODUCCIÓN

En la sección de Gestión del Proyecto se muestran las planificaciones de desarrollo del proyecto, así como el cronograma de ejecución del proyecto, de construcción de la aplicación y cumplimiento de los plazos estimados.

En la sección de Modelado del Negocio se encuentran los documentos modelo del negocio, modelos de objetos del negocio.

En la sección Análisis/Diseño se muestran tanto el modelo de análisis/diseño (diagrama de clases) como el modelo de datos (modelo entidad – relación).

En la sección Implementación se muestran los prototipos de interfaces de usuario de la aplicación.

A continuación se indican las herramientas y tecnologías que se utilizaron en el desarrollo del sistema:

ENTORNO DE DESARROLLO

Hardware:

- **Marca:** Clon
- **Modelo:** Clon
- **Procesador:** Intel Core 2 Duo 2.5 Ghz
- **Memoria RAM:** 2,5Gb
- **Disco Duro:** 120Gb



Software:

- **Sistema Operativo:** Ubuntu 11.10
- **Lenguaje de programación:** Java
- **Sistema de Gestión de Base de Datos Relacional:** Postgresql 9.1
- **Entorno de desarrollo:** Netbeans 7.0.1
- **Servidor de aplicaciones:** Jboss Application Server 6.1.0
- **Framework:** JSF 2.0
- **Ciente Rico:** RichFaces 4.0.0
- **Modelador UML:** ArgoUML 0.32.2
- **Suite Ofimática:** LibreOffice 3.4.3

ENTORNO DE PRODUCCIÓN:

Hardware:

- **Marca:** HP
- **Modelo:** ProiLant ML115
- **Procesador:** Intel Xeon Core 2 Duo
- **Memoria RAM:** 2Gb
- **Disco Duro:** 500Gb

Software:

- **Sistema Operativo:** Debian 6.0
- **Sistema de Gestión de Base de Datos:** Postgresql 9.1
- **Servidor de Aplicaciones:** Jboss Application Server 6.1.0



5.2 GESTIÓN DEL PROYECTO

5.2.1 PLAN DE DESARROLLO DE SOFTWARE

5.2.1.1 INTRODUCCIÓN

Este Plan de Desarrollo de Software es una versión preliminar preparada para ser incluida en la propuesta elaborada como respuesta al trabajo final de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Computacionales de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte.

5.2.1.1.1 PROPÓSITO

El propósito del Plan de Desarrollo de Software es proporcionar la información necesaria para controlar el proyecto. En él se describe el enfoque de desarrollo de software.

Los usuarios del Plan de Desarrollo de Software son:

- El jefe de proyecto lo utiliza para organizar la agenda y necesidades de recursos, y para realizar su seguimiento.
- Los miembros del equipo de desarrollo lo usan para entender lo qué deben hacer, cuándo deben hacerlo y que otras actividades dependen de ello.

5.2.1.1.2 ALCANCE

El Plan de Desarrollo de Software describe el plan global usado para desarrollo de *Sistema de Dimensionamiento de una Planta de Tratamiento Convencional de Aguas Residuales a partir de la Caracterización del Efluente*.



5.2.1.1.3 RESUMEN

Después de esta introducción, el resto del documento está organizado en las siguientes secciones:

Vista General del Proyecto – proporciona una descripción del propósito, alcance y objetivos del proyecto.

Organización del Proyecto – describe la estructura organizacional del equipo de desarrollo.

5.2.1.2 VISTA GENERAL DEL PROYECTO

La información que a continuación se incluye a sido extraída de las diferentes reuniones que se han celebrado con el stakeholder de la empresa desde el inicio del proyecto.

El proyecto debe proporcionar una respuesta para el desarrollo de todos los módulos implicados en el *Sistema de Dimensionamiento de una Planta de Tratamiento Convencional de Aguas Residuales a partir de la Caracterización del Efluente*. Estos módulos son los siguientes:

ANÁLISIS DE EFLUENTES:

- Límite Máximo
- Costos
- Reactivos
- Componentes

SEGURIDAD:

- Usuarios
- Grupos
- Permisos



5.2.1.2.1 SUPOSICIONES Y RESTRICCIONES

Las suposiciones y restricciones respecto del sistema, y que se derivan directamente de las entrevistas con el stakeholder de la empresa son:

- a) Debe contemplarse las implicaciones de los siguientes puntos críticos:
 - a. Sistemas seguros: protección de información, seguridad en las transmisiones de datos, etc.
 - b. Gestión de flujos de trabajo, seguridad de las transacciones e intercambio de información.
- b) La automatización de la gestión interna del registro debe ajustarse a la legislación vigente.

5.2.1.3 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

5.2.1.3.1 PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

El personal participante en el proyecto esta formado por los siguientes puestos de trabajo y personal asociado:

Jefe del Proyecto: Ing. Javier Jirón

Ingeniero de software: Egdo. Pablo Puente

5.2.1.3.2 INTERFACES EXTERNAS

La empresa definirá los participantes del proyecto que proporcionarán los requisitos del sistema.

5.2.1.3.3 CALENDARIO DEL PROYECTO

A continuación se presenta un calendario de las principales tareas del proyecto.



Disciplinas / Artefactos generados o modificados durante la fase de inicio	Comienzo	Finalización
Modelado del Negocio		
Modelado de casos de uso del negocio y modelado de objetos del negocio	30/05/2011	05/06/2011
Requisitos		
Glosario	30/05/2011	05/06/2011
Visión	06/06/2011	12/06/2011
Vista general del proyecto	13/06/2011	07/10/2011
Suposiciones y Restricciones	13/06/2011	12/09/2011
Especificaciones adicionales	26/09/2011	03/10/2011
Análisis / Diseño		
Modelado de análisis / diseño	13/06/2011	03/10/2011
Modelo de Datos	13/06/2011	03/10/2011
Implementación		
Prototipos de interfaces de usuario	04/10/2011	20/10/2011
Modelo de implementación	04/10/2011	20/10/2011
Pruebas		
Casos de pruebas funcionales	20/10/2011	26/10/2011
Despliegue		
Modelo de despliegue	26/10/2011	26/10/2011
Gestión de cambios y configuración	Durante todo el proyecto	Durante todo el proyecto
Gestión del proyecto		
Plan de Desarrollo de software en su versión 1.0 y planes de las interacciones	30/05/2011	04/10/2011
Ambiente	Durante todo el proyecto	Durante todo el proyecto

Tabla 22: Calendario del proyecto

5.3 MODELADO DEL NEGOCIO

El programa va a basar su funcionamiento en el siguiente esquema:

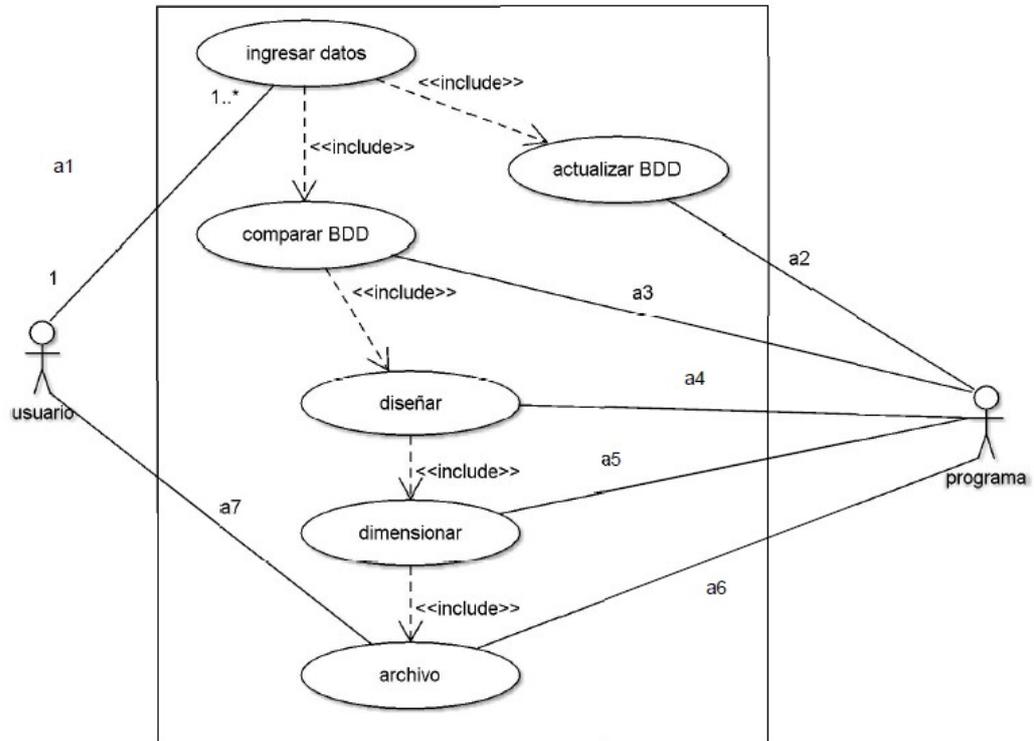


Ilustración 33: Modelo del Negocio

Como primer paso el usuario ingresará la caracterización de las aguas residuales, resultados obtenidos de un examen fisicoquímico realizado por un laboratorio, luego el programa comparará estos datos con la BDD, ingresada por el administrador, después de lo cual se realizará el diseño y el dimensionamiento y por último el programa devolverá un archivo al usuario.

El archivo que el programa devolverá como resultado, presentará un esquema de la planta propuesta y un cuadro con las medidas de los componentes de dicha planta, además de un cálculo del presupuesto estimado para la planta y un aproximado de los valores del efluente para ser comparados con los datos del afluente para evidenciar la acción de la planta.



5.4 ANÁLISIS/DISEÑO

A continuación se presentan los modelos definidos como modelo de datos y modelo de análisis/diseño (Diagrama de Clases, Modelo Relacional)

5.4.1. DIAGRAMA DE CLASES

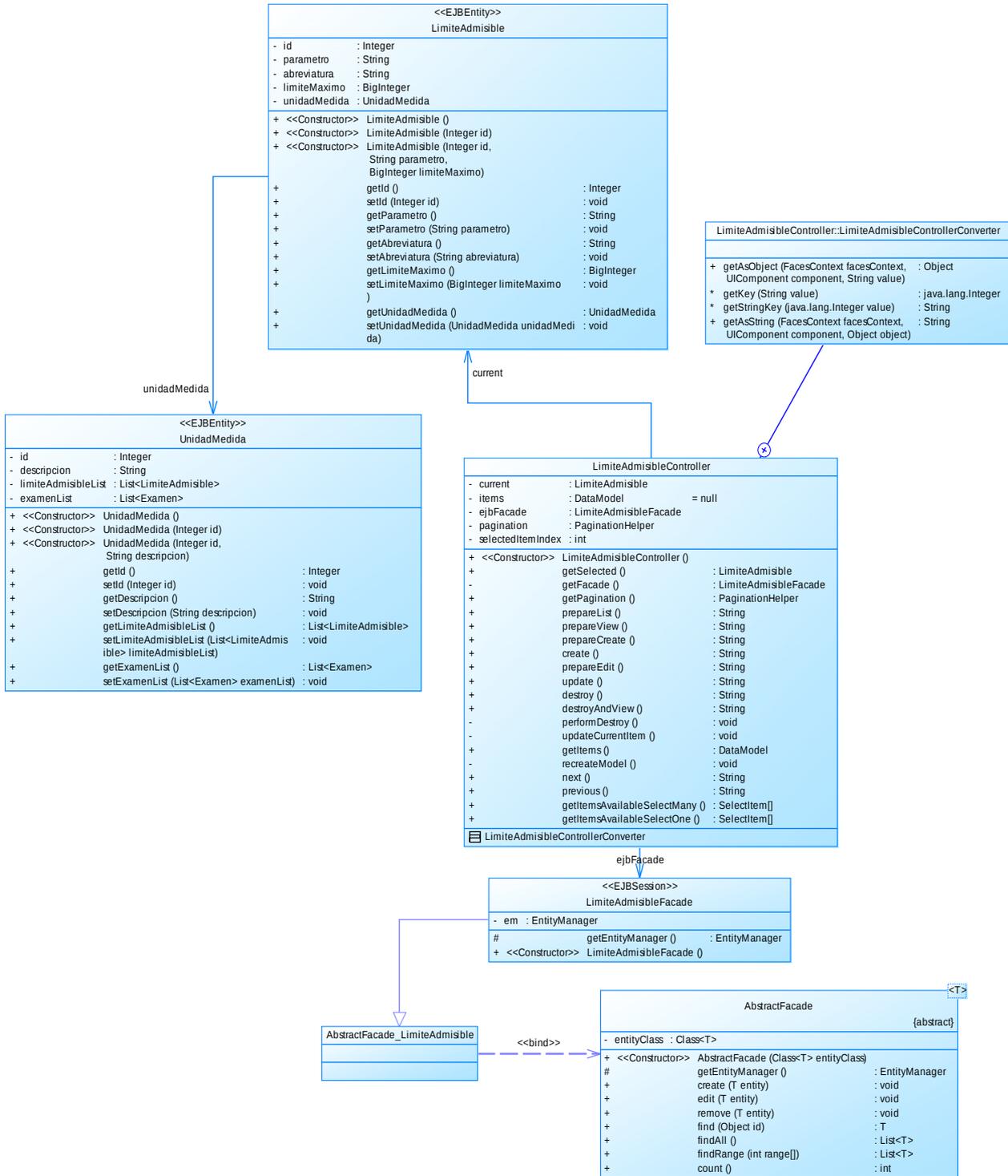


Ilustración 34: Diagrama de clases

5.4.2. MODELO ENTIDAD RELACIÓN

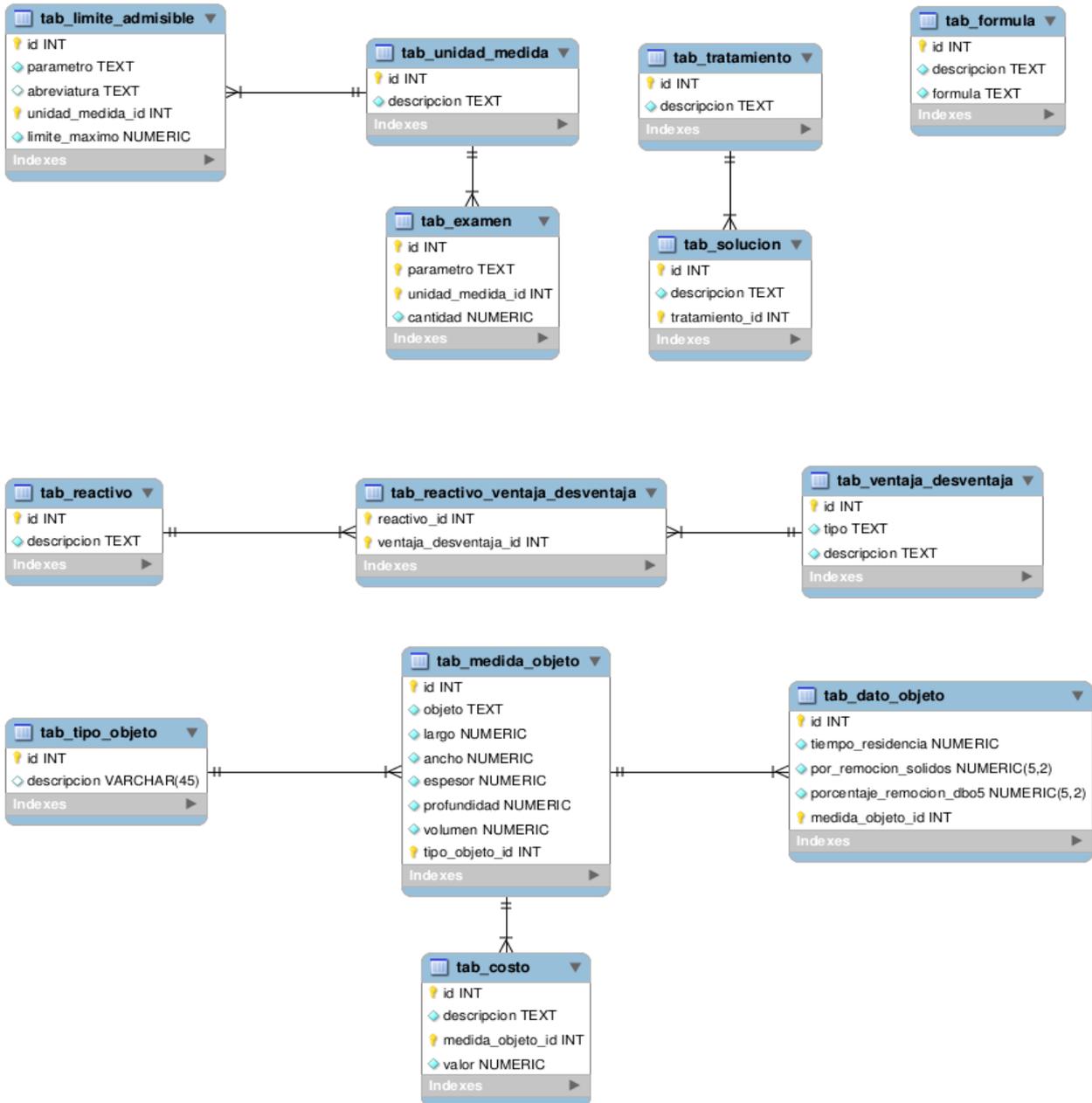


Ilustración 35: Diagrama Relacional del Módulo de Análisis de Efluentes del Proyecto

5.5 IMPLEMENTACIÓN

5.5.1 PROTOTIPOS DE INTERFACES DE USUARIO

A continuación se presentan los prototipos de interfaces gráficas de usuario diseñadas para la aplicación final:



Al ingresar al programa se desplegará una pantalla, que pide usuario y contraseña.

Ilustración 36: Ingreso

Después de ser identificado, si se tiene privilegios de administrador se ingresa al menú 1.

Ilustración 37: Menú 1



Después de ser identificado, si se tiene privilegios de usuario se ingresa al menú 2.

Bienvenido: Pablo (Usuario)

Ingrese los Datos del Análisis de Efluentes

Cliente Fecha

Nº de muestras

Caudal m/s

Temperatura °C

Parámetro	Unidad	Concentración
PH	-	7.53
Color	Pt-Co	< 5
...

Ilustración 38: Menú 2

Una vez ingresados los datos del Análisis del Efluente, se genera el Esquema propuesto como parte del Diseño de la planta de Tratamiento.

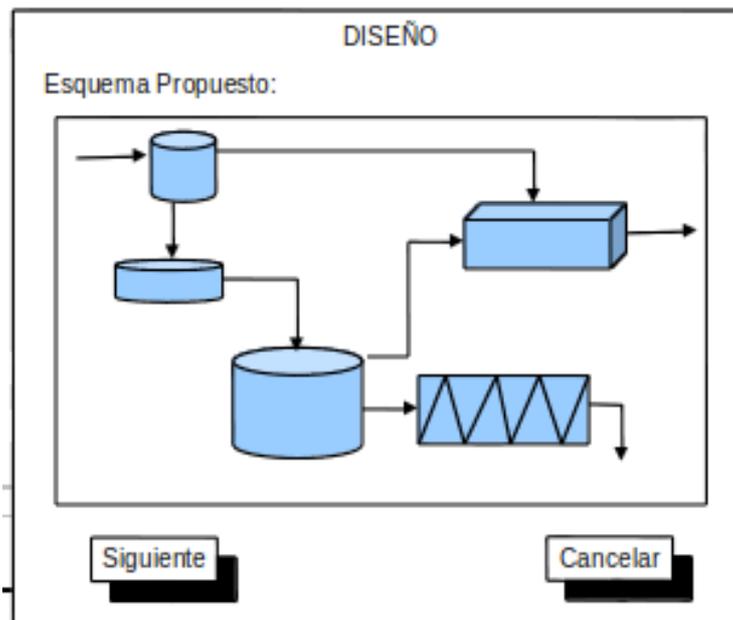


Ilustración 39: Esquema



Como parte del dimensionamiento se tiene un menú donde se selecciona la fase de tratamiento para ver las medidas principales que se han calculado para cada componente que sea parte de dicha fase.

DIMENSIONAMIENTO			
Preliminar Primario ...			
Componente	Dimensión	Valor	Unidad
Rejillas	Largo	12	m
	Ancho	2	m
	Profundidad	1.5	m
Desarenador	Volumen	8	m ³

Ilustración 40: Dimensionamiento

Como parte del costo se tendrá una tabla la que reflejará los gastos a realizarse, en la construcción (Costo de Construcción) y mantenimiento de la planta (Costos Mensuales o anuales de mantenimiento, herramientas y otros).

En esta ventana también se encontrara las opción Guardar, para guardar los resultados del análisis como archivo digital.

COSTO		
Componente	Costo \$	Concepto
Rejillas	250	Total
Mantenimiento	100	Mensual
Herramientas	50	Anual
...
TOTAL	...	-

Ilustración 41: Costo



Si se ha identificado como administrador y selecciona la opción Ingresar datos para un Análisis, ver Ilustración 36; si selecciona la opción Actualizar BDD se desplegará el Menú 3, que permite escoger la BDD a modificarse.

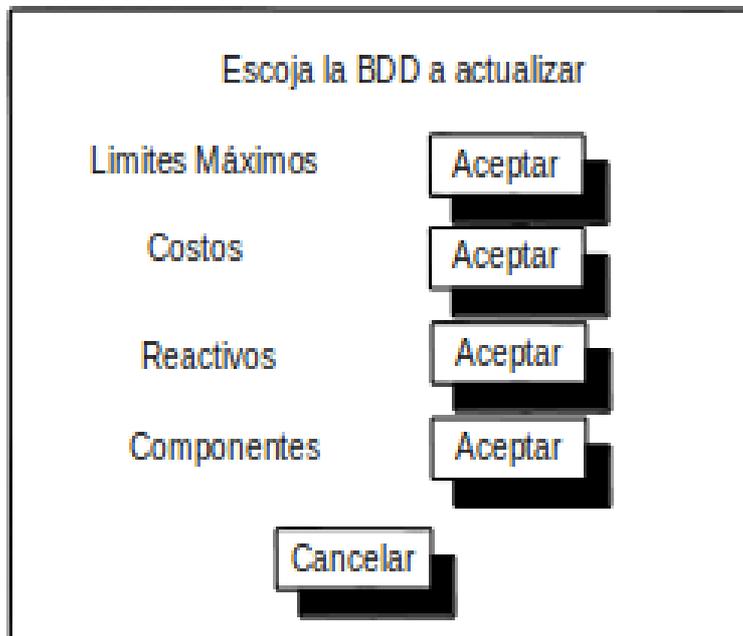


Ilustración 42: Seleccionar BDD

Una vez seleccionada la BDD se desplegará una ventana en la cual se podrán realizar las modificaciones requeridas.



Ilustración 43: Modificar BDD

5.5.2 DIAGRAMA DE COMPONENTES

Se muestra la disposición de las partes integrantes de la aplicación y las dependencias entre los distintos módulos de la aplicación.

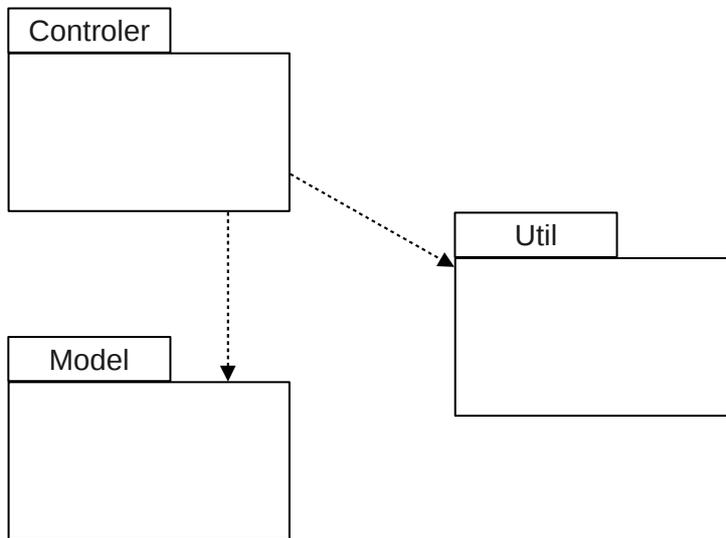


Ilustración 44: Diagrama de componentes

5.5.3 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE

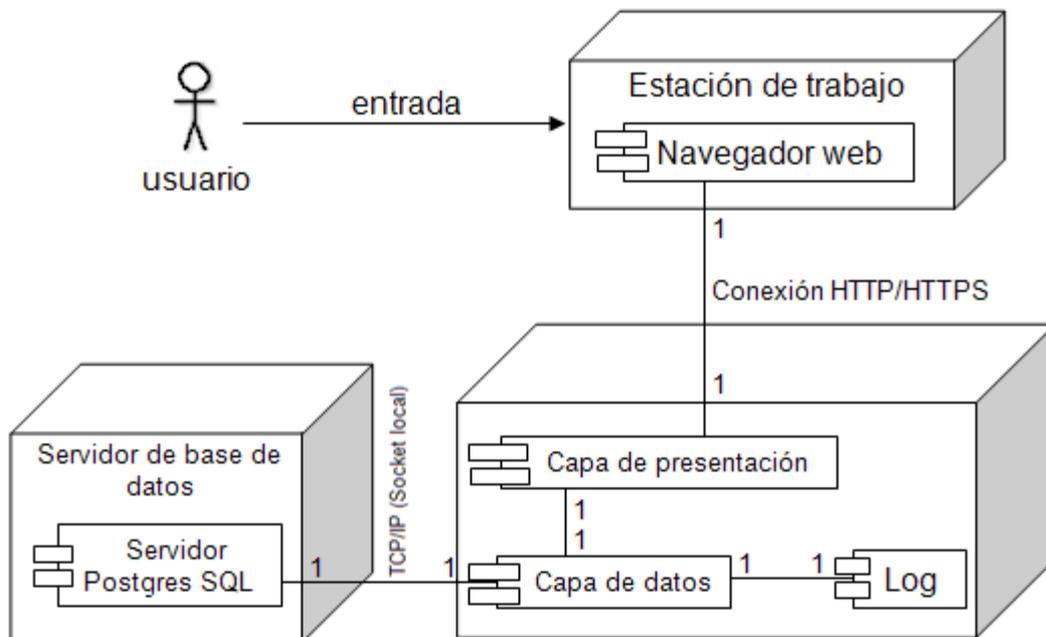


Ilustración 45: Diagrama de despliegue



5.5.4. ARQUITECTURA DE SOFTWARE

5.5.4.1. INTRODUCCIÓN

5.5.4.1.1. PROPÓSITO

Este documento tiene como propósito describir la vista general de la arquitectura de software del *Sistema de Dimensionamiento de una Planta de Tratamiento Convencional de Aguas Residuales a partir de la Caracterización del Efluente* para lo cual se utilizan vistas arquitectónicas para representar los diferentes aspectos del sistema.

5.5.4.1.2. ALCANCE

Este documento de arquitectura de software proporciona una descripción del *Sistema de Dimensionamiento de una Planta de Tratamiento Convencional de Aguas Residuales a partir de la Caracterización del Efluente*. Este documento ha sido generado directamente del análisis de los casos de uso a automatizar y del modelo de diseño.

5.5.4.2. REPRESENTACIÓN ARQUITECTÓNICA

Modelo de Caso de Uso: Describe los procesos que brindarán al negocio la funcionalidad automatizada deseada y cómo funcionan internamente, contiene el modelo de caso de uso.

Modelo de Análisis: Describe un primer bosquejo de las clases de análisis que servirán de soporte para el diseño.

Modelo de la Experiencia del Usuario: Describe las pantallas del sistema, el contenido dinámico de pantallas y como el usuario navega a través de las pantallas para ejecutar las funcionalidades del sistema.



Modelo de Diseño: Describe las partes arquitectónicas significativas del modelo de diseño, tales como su descomposición en módulos y paquetes.

En el desarrollo del sistema se ha utilizado el patrón de arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC).

5.5.4.3. OBJETIVOS ARQUITECTÓNICOS Y COACCIONES

Los principales objetivos del *Sistema de Dimensionamiento de una Planta de Tratamiento Convencional de Aguas Residuales a partir de la Caracterización del Efluente* es la automatización de los procesos de diseño y dimensionamiento de la planta de tratamiento.

Todos los requerimientos deben ser tomados en consideración durante el desarrollo de la arquitectura.

La construcción principal del diseño y de la implementación ha sido que la aplicación debe funcionar bajo una plataforma que consiste en los componentes siguientes.

Lenguaje de programación: Java

Entorno de Desarrollo: NetBeans 7.0.1

Servidor: Debian 6.0

Sistema de Gestión de Base de Datos Relacional: Postgresql 9.1

Servidor de Aplicaciones: JBoss Application Server 6.1.0

Arquitectura Tecnológica: JEE (Java Edición Empresarial) 6

5.5.4.4. VISTA DE CASOS DE USO

Nos presenta una vista de los casos de uso de la arquitectura de software. La vista de casos de uso es la entrada importante de la selección de contexto y/o los casos de uso que son el punto de una interacción. Los casos de uso del *Sistema de Dimensionamiento de*



una Planta de Tratamiento Convencional de Aguas Residuales a partir de la Caracterización del Efluente.

5.5.4.4.1. CASOS DE USO ARQUITECTÓNICAMENTE SIGNIFICATIVOS

Los casos de uso arquitectónicamente significativos son aquellos que representan las partes más críticas de la arquitectura del sistema y demuestran la funcionalidad del sistema. Además de lo ya mencionado, para el *Sistema de Dimensionamiento de una Planta de Tratamiento Convencional de Aguas Residuales a partir de la Caracterización del Efluente* los casos de uso significativos han sido priorizados en base al soporte que brindan a las metas del negocio.

Este proyecto busca desarrollar un programa que permita a sus usuarios diseñar y dimensionar plantas de tratamiento convencional de aguas residuales industriales para optimizar tiempo, dinero y mejorar la gestión ambiental de empresas, profesionales, municipios y otras entidades tanto públicas como privadas que estén dentro del área de influencia de la empresa "Jirón & Asociados", empresa dedicada al desarrollo e implementación de software en la zona norte del país, y ampliar su oferta de software.

5.5.4.5. VISTA LÓGICA

Esta sección describe la estructura lógica del negocio del sistema. Empieza con la descripción de la arquitectura y después presenta sus elementos estructurales y del comportamiento dominantes.

5.5.4.5.1. ELEMENTOS DEL MODELO ARQUITECTURALMENTE SIGNIFICATIVO

El *Sistema de Dimensionamiento de una Planta de Tratamiento Convencional de Aguas Residuales a partir de la Caracterización del*



Efluente se ha descompuesto en los siguientes módulos: Análisis de Efluentes y Seguridad.

Cada uno de los componentes del negocio se divide más a fondo en las tres capas del patrón de arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC).

Lógica de la presentación,
Lógica del negocio, y
Lógica de la integración.

- 1) Es decir la arquitectura descompone los sistemas a lo largo de dos dimensiones:
- 2) La primera dimensión está a lo largo de las líneas de la funcionalidad del sistema.
- 3) La segunda dimensión está a lo largo de las capas comúnmente reconocidas que separan tres clases de preocupaciones:
 - a) Preocupaciones de la presentación, o cómo manejar la comunicación con el usuario y controlar su acceso a los servicios y a los recursos de sistema.
 - b) Preocupaciones de negocio, o cómo organizar los elementos del sistema que realizan funciones de los servicios del negocio y del sistema, y
 - c) Preocupaciones de la integración, o cómo conectar los elementos del sistema con el mecanismo de la persistencia, otros sistemas, los dispositivos físicos, etc.

5.5.5. DIAGRAMA DE MÓDULOS Y SU RELACIÓN:

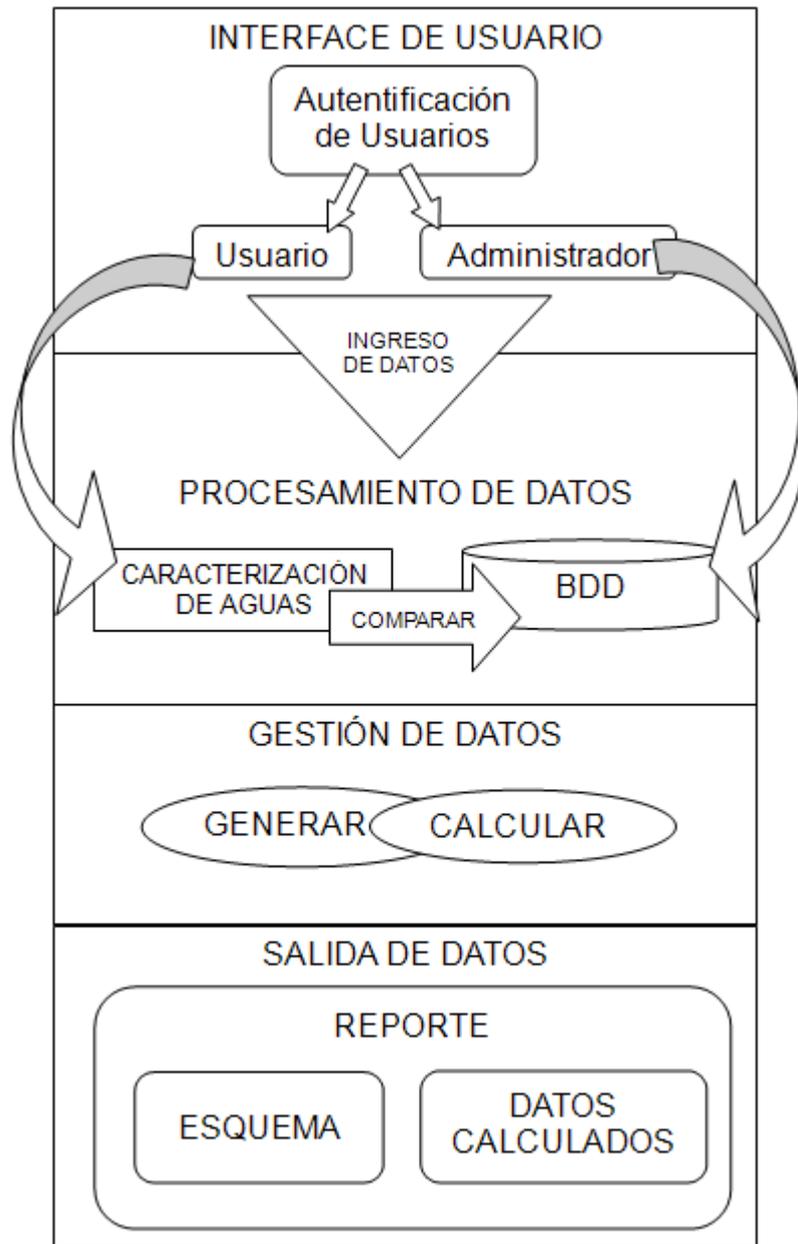


Ilustración 46: Módulos y su relación



5.6. APLICACIÓN DE DATOS REALES

5.6.1. DATOS DEL EFLUENTE

A continuación se presentan los datos principales a tomarse en cuenta del Análisis de Aguas:

PARAMETRO	UNIDAD	CONCENTRACIÓN
PH	-	3,5
DBO 5	Mg/l	2500
Temperatura	°C	38
Sólidos sedimentables	Mg/l	300
Sólidos en suspensión	Mg/l	450
Cromo hexavalente	Mg/l	5
Grasas y aceites	Mg/l	50
CAUDAL	m ³ /h	1,25

Tabla 23: Datos del Análisis de Aguas Residuales

5.6.2. RESULTADOS OBTENIDOS

5.6.2.1. Resultados esperados después del proceso

A continuación, en la tabla 24, se presentan los datos de los parámetros que se espera obtener después de que el efluente pase por la planta de tratamiento de aguas:

PARAMETRO	UNIDAD	CONCENTRACIÓN
PH	-	3,5
DBO 5	Mg/l	2500
Temperatura	°C	38
Sólidos sedimentables	Mg/l	300
Sólidos en suspensión	Mg/l	450
Cromo hexavalente	Mg/l	5
Grasas y aceites	Mg/l	50

Tabla 24: Parámetros esperados

5.6.2.2. Esquema de la Planta.

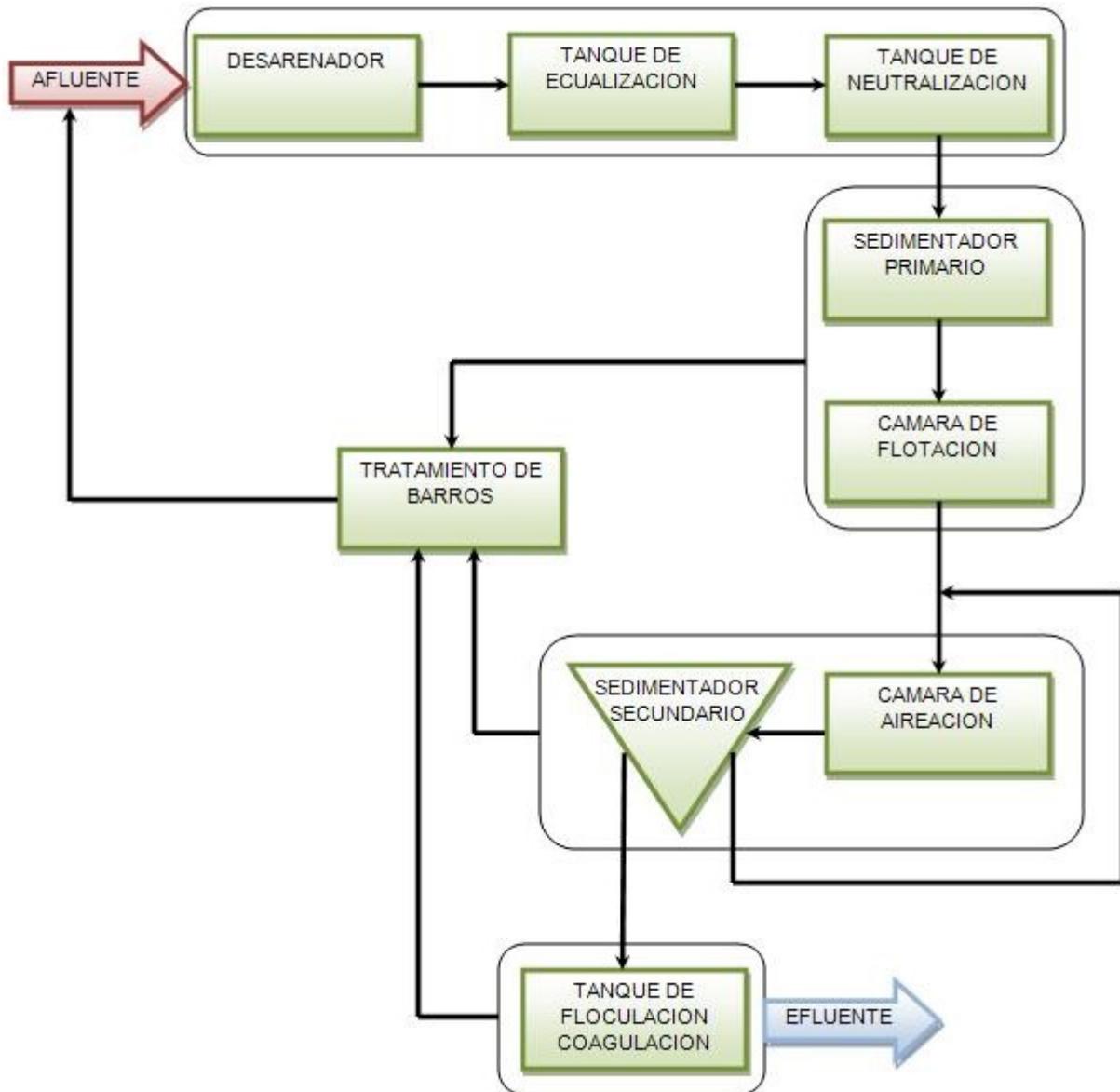


Ilustración 47: Esquema de la planta



5.6.2.3. Dimensiones.

DESARENADOR		
Profundidad	m	1
Longitud	m	6
Ancho	m	1,5
TANQUE DE ECUALIZACIÓN		
Profundidad	m	5
Radio	m	1,69
TANQUE DE NEUTRALIZACIÓN		
Profundidad	m	1
Longitud	m	4,5
Ancho	m	2
NaOH	l	2,5425
SEDIMENTADOR PRIMARIO (CIRCULAR)		
Profundidad	m	1
Radio	m	0,892
TANQUE DE FLOTACIÓN		
Altura	m	1,5
Ancho	m	2
Largo	m	10
CÁMARA DE AIREACIÓN		
Altura	m	1,5
Ancho	m	1
Largo	m	2,5
SEDIMENTADOR SECUNDARIO		
Profundidad	m	1
Radio	m	1,4105
TANQUE DE FLOCULACIÓN		
Profundidad	m	1
Radio	m	1,4105
DIGESTOR AEROBIO		
Profundidad	m	1
Ancho	m	1
Largo	m	1,5
ESPESADOR		
Profundidad	m	0,5
Radio	m	0,4886

Tabla 25: Dimensiones de los componentes de la planta de tratamiento



5.6.2.4. Costos Aproximados.

COMPONENTE	MEZCLA m ³	COSTO \$
DESARENADOR	2,4	148,32
TANQUE DE ECUALIZACIÓN	1,959	121,06
TANQUE DE NEUTRALIZACIÓN	2,2	135,96
SEDIMENTADOR PRIMARIO (CIRCULAR)	0,81	50,06
TANQUE DE FLOTACIÓN	5,6	341,08
CÁMARA DE AIREACIÓN X 2	2,6	160,68
SEDIMENTADOR SECUNDARIO	0,9071	56,06
TANQUE DE FLOCULACIÓN	0,9071	56,06
DIGESTOR AEROBIO	0,65	40,17
ESPEADOR	0,382	23,61
TOTAL	-	1133,06
MANO DE OBRA	CANTIDAD	COSTO
Trabajador x mes	1	400,00
Alquiler de herramientas y otros	TIEMPO	COSTO
Andamios	mes	30,00
Compactador manual	día	20,00
Concreteira	día	40,00
Encofrado de losa	mes	2,60
Equipo topográfico	día	10,00
Herramienta manual	día	2,40
Retroexcavadora	día	2,40
Soldadora eléctrica	día	12,00
Vibrador	día	30,00
Volqueta	día	144,00
Cizalla	día	6,00
Cargadora Frontal	día	136,00

Tabla 26: Costo aproximado de la obra



CONCLUSIONES

- Las plantas de tratamiento son de por sí sistemas relativamente complejos que requieren para su diseño y operación de un trabajo multidisciplinario.
- Si se realizan los procesos adecuados, el uso de estas plantas de tratamiento asegura una disminución considerable en los contaminantes liberados al sistema de alcantarillado público, lo que a la larga es beneficioso para el ecosistema.
- La digestión anaerobia de las aguas residuales, presenta numerosas ventajas sobre otras formas de tratamientos biológicos, entre las que se destaca la obtención de gas combustible cuyo uso puede ser una alternativa viable para las comunidades donde se implemente este sistema de tratamiento.
- Una planta anaerobia tratando efluentes con altos índices de sulfatos dentro de una ciudad, es un riesgo permanente, a menos de que se cuente con sistemas adecuados de control de olores y remoción de sulfuros.
- El empleo de reactores de segunda generación (UASB) para el tratamiento de los residuos se justifica por los grandes volúmenes de residuales generados, las cargas orgánicas superiores a los 1.000 mg DQO/L y la necesidad de obtener mayores valores de remoción de la contaminación.
- Se observa que las soluciones físico-químicas utilizadas tradicionalmente en Europa y Estados Unidos son demasiado costosas para el medio latinoamericano y que soluciones apropiadas deben ser encontradas, con costos menores de operación.
- El cálculo de las cantidades de reactivos, ayuda a estimar las cantidades adecuadas de productos químicos a ser utilizados sin la necesidad de realizar los



cálculos estequiométricos, ni aplicar formulas químicas.

- El empleo del programa propuesto facilita el trabajo para el diseño y dimensionamiento de la planta de tratamiento, ya que elimina gran cantidad de pasos que deben ser dados para realizar este proceso.
- Al darse cálculos estimados de dimensiones y costos de la planta el programa permite la toma de decisiones a niveles gerenciales, con respecto a si es viable o no la construcción de una de estas plantas dentro de las instalaciones de sus respectivas empresas.
- Para neutralizar un PH inferior a 6 se utiliza Hidróxido de sodio (NaOH) y para un PH mayor a 9 se utiliza Ácido Clorhídrico (HCl).



RECOMENDACIONES

- Hay muchos posibles proyectos de tesis en el área de tratamiento de efluentes, ya que estos se generan de casi cualquier actividad humana y en nuestro país existe un creciente interés por el tema.
- Se puede incluir el cálculo de más parámetros dentro del dimensionamiento de los componentes de la planta de tratamiento, ya que existen varios métodos para realizar los mismos entre los que están fórmulas e inclusive tablas de parámetros habituales, en esta tesis se ha utilizado ambos métodos en diferentes casos para evidenciar su factibilidad de aplicación.
- Dentro del dimensionamiento se podría ampliar la complejidad del proyecto, cambiando el esquema orientativo de la planta de tratamiento por los planos de cada componente de la misma que se realizarían en formatos compatibles con programas como autocad, entre otros.
- En el cálculo de costos se podrían insertar más variables para tener un costo más exacto, sin embargo en esta tesis se han incluido a las más representativas, que nos puedan ayudar a la toma de decisiones a nivel gerencial.



BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- [LIB01] PUENTE, M. 2001. Higiene y Seguridad en el Trabajo. 1Ra Edición. Ecuador.
- [LIB02] Tratamientos de Aguas residuales Domesticas e Industriales, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. FACULTAD DE INGENIERIA. CATEDRA INTERNACIONAL 2008. Ing. Carlos Julio Collazos
- [LIB03] ALLENDE A. I. (2001) "Diseño hidráulico de plantas de tratamiento para aguas residuales", ENPSES, Cuba, 246.
- [LIB04] Loyola Robles Adalberto, (2000) *Alternativas de Tratamiento de Aguas residuales*, IMTA, Mexico D.F., pags. 56-68.
- [LIB05] Crites, Tchobanoglous, (2000) *Capítulo 6 Tratamiento biológico y remoción de nutrientes. Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones*, Editorial McGraw Hill, Primera edición. México D.F. 2000, p345-473.
- [LIB06] O'connor J. T. Ed., environmental engineering unit operations and unit processes laboratory manual. Association of Environmental Engineering Professors 2nd. Edition 1975.
- [LIB07] Zorzópulos J., Microbiología evolutiva, Asociación Argentina de Microbiología – DAMyC, Buenos Aires, Edición 1991.
- [LIB08] Brock T. D. et al, Microbiología. Cuarta Edición – Prentice – Hall Hispanoamericana S.A., 1987.
- [LIB09] Lehninger A. L. Bioquímica – Las bases moleculares de la estructura y función celula, Ediciones Omega S. A., Barcelona 1972.
- [LIB10] Agunwamba J. C., Dispersion Number determination in waste stabilization ponds, Water, Air & Soil Poll, Vol 59, pag 3, 4, 241, 1991.
- [LIB11] Sáenz Forero R., Predicción de la calidad del efluente en lagunas de estabilización., OPS/OMS, Washington D.C. Mayo 1992.
- [LIB12] Oron G. y Shelf G., Maximizing algal yield in high-rate oxidation ponds, J. Env. Eng. Div. ASCE vol 108, NEE4, 1982.
- [LIB13] Campos J. R. y Gomes Diaz H. Potencialidade do filtro anaeróbio DAE vol 49, 1989.
- [LIB14] Christensen D. R. et al. Design and operation of an upflow anaerobic



sludge blanket reactor, JWPCF, vol 56, 1984

[LIB15] Hulshoff Pol L. y Lettinga G. New technologies for anaerobic wastewater treatment, Wat.Sci. Tech, vol 18, 1986.

[LIB16] Camp T. R. Sedimentation and design of setting tanks. Trans. ASCE vol 111, 1946.

[LIB17] Manual de Hidráulica de J.M. de Azevedo Netto y Guillermo Acosta Álvarez, 6ª Edición.

[LIB18] Química. Conceptos Y Aplicaciones, Phillips, JohnMcgraw-hill (Año: 2007, 2ª edición)

[LIB19] Conceptos Esenciales De Química General, Chang, Mcgraw-hill (Año: 2006, 4ª edición)



DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS:

- [DE01] MANUAL DE DISEÑO PARA PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ALIMENTICIAS.pdf, Lesly Da Cámara, Mario Hernández y Luiselena Paz
- [DE02] Programacion-en-Java (eBook)
- [DE03] Introducción al Sistema de Gestión de Base de Datos PostgreSQL. pdf, Reisel González Pérez, Universidad de las Ciencias Informáticas Ciudad de la Habana .
- [DE04] Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes.pdf
- [DE05]TRATAMIENTO ANAEROBIO DE AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE INDUSTRIAS CERVECERAS.pdf Jenaro Álvarez Ahedo Fernando García Pascual, BBIE_01-00_16-20_Un_asunto_claro
- [DE06] Tebbutt: “Fundamentos de control de la calidad del agua”.pdf
- [DE07]Cdw overview. pdf
- [DE08] DESARROLLO DE UN PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA EL DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TIPO LODOS ACTIVADOS MEZCLA COMPLETA. Abraham VARGAS, Raudel RAMOS, Dora Luz FLORES, José Guillermo RODRÍGUEZ

**SITIOS WEB:**

- [WEB01] <http://www.chempute.com/enviro.htm>
- [WEB02] <http://www.ambiente.gob.ec/?q=node/41&page=0,1>
- [WEB03] http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2004/arana_ve/html/sdx/arana_ve.htm
- [WEB04] <http://es.kioskea.net/contents/cs/cs3tier.php3>
- [WEB05] http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_cliente_servidor
- [WEB06] <http://www.monografias.com/trabajos24/arquitectura-cliente-servidor/arquitectura-cliente-servidor.shtml>
- [WEB07] <http://es.wikipedia.org/wiki/Par-a-par>
- [WEB08] http://www.alegsa.com.ar/Respuesta/ventajas_y_desventajas_del_modelo_clienteservidor.htm
- [WEB09] http://docs.jboss.org/jbossas/docs/Installation_And_Getting_Started_Guide/5/html_single/index.html
- [WEB10] <http://www.proactiva-calidad.com/java/arquitectura/index.html>
- [WEB11] http://www.postgresql.org/es/sobre_postgresql
- [WEB12] http://es.wikipedia.org/wiki/JavaServer_Faces
- [WEB13] <http://openfaces.org/>
- [WEB14] http://netbeans.org/index_es.html
- [WEB15] <http://www.scrum.org>
- [WEB16] http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales
- [WEB17] http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/323101/323101_tubo.htm
- [WEB18] <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/tratagua/lenta/lenta1.html>
- [WEB19] <http://www.egli.it/es-page7.html>
- [WEB20] http://www.bio-tec.net/es.php?id_cont=12
- [WEB21] http://www.inta.gov.ar/rafaela/actividad/grupos_trabajo/calidad_leche_agroindustria/gestion_efluentes/gestion_efluentes_sistema_lagunas.htm
- [WEB22] <http://tierra.rediris.es/hidrored/sensibilizacion/datos/agua/control/tratamiento.htm>
- [WEB23] http://www.pastocity.com/tecnologia_ambiental.htm



- [WEB24] http://www.sedacaj.com.pe/n-prensa/lote-la_victoria-ptar-caj.html
- [WEB25] <http://www.clasificadosonline.com.co/bogota/plomeria/tratamiento-agua-residual/490113>
- [WEB26] http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2004/arana_ve/html/sdx/arana_ve.html
- [WEB27] http://www.hellopro.es/VITAQUA_S_A_-7064-noprofil-1001597-14998-0-1-1-fr-societe.html
- [WEB28] http://centros5.pntic.mec.es/~recesvin/dpt_ciencias/DEPURADORA/secundario.htm
- [WEB29] http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/313101/313101_tubo.htm
- [WEB30] <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/tratamiento-biologico-aguas-residuales-t1481/124-p0.htm>
- [WEB31] <http://civilgeeks.com/2010/09/29/tratamiento-terciario-de-aguas-residuales/>
- [WEB32] <http://www.monografias.com/trabajos82/sedimentacion-y-espesamiento-minerales/sedimentacion-y-espesamiento-minerales.shtml>
- [WEB33] <http://www.univo.edu.sv> Cálculos desarenador
- [WEB34] <http://www.portalplanetasedna.com.ar/mezclas.htm>



ANEXO 1

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

TITULO I

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO

Capítulo primero Principios fundamentales

Art. 3.- Son deberes primordiales del Estado:

1. Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes.

Capítulo segundo Derechos del buen vivir

Sección primera Agua y alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Sección segunda Ambiente sano

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Sección séptima Salud

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Capítulo sexto

Derechos de libertad

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

2. El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo,



empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

TÍTULO V

ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO

Capítulo cuarto Régimen de competencias

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

TÍTULO VI

RÉGIMEN DE DESARROLLO

Capítulo primero Principios generales

Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

Capítulo tercero Soberanía alimentaria

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado:

4. Promover políticas redistributivas que permitan el acceso del campesinado a la tierra, al agua y otros recursos productivos.

Art. 282.- El Estado normará el uso y acceso a la tierra que deberá cumplir



la función social y ambiental. Un fondo nacional de tierra, establecido por ley, regulará el acceso equitativo de campesinos y campesinas a la tierra.

Se prohíbe el latifundio y la concentración de la tierra, así como el acaparamiento o privatización del agua y sus fuentes. El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

Capítulo quinto Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas

Art. 313.- El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social.

Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.

Art. 314.- El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley.

El Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. El Estado dispondrá que los precios y tarifas de los servicios públicos sean equitativos, y establecerá su control y regulación.

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para



la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

Capítulo sexto Trabajo y producción

Sección tercera

Formas de trabajo y su retribución

Art. 326.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

15. Se prohíbe la paralización de los servicios públicos de salud y saneamiento ambiental, educación, justicia, bomberos, seguridad social, energía eléctrica, agua potable y alcantarillado, producción hidrocarburífera, procesamiento, transporte y distribución de combustibles, transportación pública, correos y telecomunicaciones. La ley establecerá límites que aseguren el funcionamiento de dichos servicios.

Sección cuarta Recursos naturales

Art. 408.- Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del



Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico.

Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución. El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota.

El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

Sección sexta

Agua

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.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

Sección séptima Biosfera, ecología urbana y energías alternativas

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de



energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías.

TÍTULO VIII RELACIONES INTERNACIONALES

Capítulo segundo Tratados e instrumentos internacionales

Art. 419.- La ratificación o denuncia de los tratados internacionales requerirá la aprobación previa de la Asamblea Nacional en los casos que:

8. Comprometan el patrimonio natural y en especial el agua, la biodiversidad y su patrimonio genético.

Capítulo tercero Integración latinoamericana

2. Promover estrategias conjuntas de manejo sustentable del patrimonio natural, en especial la regulación de la actividad extractiva; la cooperación y complementación energética sustentable; la conservación de la biodiversidad, los ecosistemas y el agua; la investigación, el desarrollo científico y el intercambio de conocimiento y tecnología; y la implementación de estrategias coordinadas de soberanía alimentaria.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

PRIMERA.- El órgano legislativo, en el plazo máximo de ciento veinte días contados desde la entrada en vigencia de esta Constitución aprobará la ley que



desarrolle el régimen de soberanía alimentaria, la ley electoral, la ley reguladora de la Función Judicial, del Consejo de la Judicatura y la que regula el Consejo de Participación Ciudadana y Control Social.

En el plazo máximo de trescientos sesenta días, se aprobarán las siguientes leyes:

2. La ley que regule los recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, que incluirá los permisos de uso y aprovechamiento, actuales y futuros, sus plazos, condiciones, mecanismos de revisión y auditoría, para asegurar la formalización y la distribución equitativa de este patrimonio.



ANEXO 2

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

Período	Grupo	Número atómico																Peso atómico															
	1	Punto de Ebullición en °C																Valencia															
1	1	Punto de fusión en °C																Símbolo															
		Densidad (g/ml)																Estructura atómica															
																		Nombre															

1	2											13	14	15	16	17	18
H	He											B	C	N	O	F	Ne
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar
Na	Mg											Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub		Uuq		Uuh		Uuo

Lantánidos	6	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Actínidos	7	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Notas:
 Metales
 Metaloides
 No metales
 Gases nobles
 (1) Base en peso atómico carbono de 12 () indica el más estable o el de isotopo más conocido.