



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**SISTEMA ADMINISTRATIVO PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE  
AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE UN SOFTWARE CREADO EN  
*MICROSOFT ACCESS***

**Güisel Alejandra García Pérez**

Asesorado por el Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay

**Guatemala, enero de 2012**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA ADMINISTRATIVO PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE  
AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE UN SOFTWARE CREADO EN  
*MICROSOFT ACCESS***

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**GÜISEL ALEJANDRA GARCÍA PÉREZ**

ASESORADO POR EL ING. LEONEL ESTUARDO GODÍNEZ ALQUIJAY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ENERO 2012.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	B.r. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:.

**SISTEMA ADMINISTRATIVO PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE  
AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE UN SOFTWARE CREADO EN  
MICROSOFT ACCESS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 04 de mayo de 2009.



**Güisel Alejandra García Pérez**

Guatemala, mayo de 2010

Ingeniero  
Cesar Urquizu  
Director de Escuela Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

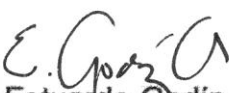
Respetable Ingeniero Urquizu:

A través de la presente me dirijo a usted para informarle que procedí a la revisión del trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, titulado: **"SISTEMA ADMINISTRATIVO PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE UN SOFTWARE CREADO EN MICROSOFT ACCESS"** realizado por el estudiante **Güisel Alejandra García Pérez**, identificado con el carné universitario No. **2004-12749**

El trabajo final fue revisado en su totalidad y cumple con los objetivos y requisitos necesarios para el trabajo de graduación, por lo que en calidad de Asesor doy dictamen de aprobación para que pueda ser presentado en su examen general publico, previo a optar el título de Ingeniero Industrial en grado de licenciado.

Sin otro particular me es grato suscribirme a usted,

Atentamente.

  
Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay  
Asesor  
No. de Colegiado 6030

**LEONEL ESTUARDO GODÍNEZ ALQUIJAY**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Colegiado No. 6030

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.048.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **SISTEMA ADMINISTRATIVO PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE UN SOFTWARE CREADO EN MICROSOFT ACCESS**, presentado por la estudiante universitaria **Güisel Alejandra García Pérez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala marzo de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **SISTEMA ADMINISTRATIVO PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE UN SOFTWARE CREADO EN MICROSOFT ACCESS**, presentado por la estudiante universitaria **Güisel Alejandra García Pérez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
**DIRECTOR**  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2012.

/mgp



DTG. 031.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **SISTEMA ADMINISTRATIVO PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES POR MEDIO DE UN SOFTWARE CREADO EN MICROSOFT ACCESS**, presentado por la estudiante universitaria **Güisel Alejandra García Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 24 de enero de 2012.



/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por darme la vida y permitirme culminar esta meta tan importante en mi vida.

### **Mis padres**

Erbin Dagoberto García Girón y Patricia Pérez de García, por ser ellos mi guía, el mejor ejemplo a seguir y ser la luz que me necesito para ser mejor cada día, ser las personas que me han apoyado y sacrificado todo, quererme y creer en mí, este triunfo es para los dos.

### **Mis hermanas**

Súa y Alicia García por estar siempre a mi lado y el apoyarme incondicionalmente.

### **Mis amigos**

Por compartir conmigo los mejores momentos tanto en mi vida en la universidad como fuera de ella, pero sobre todo por estar ahí en los momentos que más los necesité.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTADO DE SIMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Breve historia.....	1
1.1.2. Organización.....	2
1.1.2.1. Misión.....	2
1.1.2.2. Visión.....	2
1.1.2.3. Valores.....	3
1.1.2.4. Políticas de calidad.....	3
1.1.2.5. Políticas de seguridad.....	3
1.2. Base de datos en <i>Microsoft Access</i> .....	4
1.2.1. Definición.....	4
1.2.2. Utilización.....	4
1.3. Tipo de objetos de la base de datos de <i>Microsoft Access</i> .....	5
1.3.1. Tablas.....	5
1.3.1.1. Almacenamiento y administración de datos.....	5
1.3.1.2. Creación.....	5
1.3.1.3. Vista.....	5
1.3.1.4. Relación.....	6

1.3.2.	Consultas.....	6
1.3.2.1.	Creación de una consulta .....	6
1.3.2.2.	Obtención de respuestas a preguntas .....	7
1.3.3.	Formularios.....	8
1.3.3.1.	Uso de formularios .....	8
1.3.3.2.	Datos de aspectos agradables.....	8
1.3.3.3.	Diálogos personalizados .....	8
1.3.3.4.	Creación de formularios .....	9
1.3.4.	Informes.....	9
1.3.4.1.	Utilidad de los informes.....	9
1.3.4.2.	Páginas de acceso a datos .....	9
1.3.4.3.	Gráfico dinámico o tabla dinámica .....	9
1.3.4.4.	Presentación de informes .....	10
1.3.4.5.	Cálculos totales.....	11
1.3.4.6.	Creación de informes .....	11
1.3.4.4.	Personalizar un informe .....	11
1.3.5.	Macros.....	12
1.3.5.1.	Grupo de macros .....	12
1.3.5.2.	Acciones adicionales.....	12
1.3.4.3.	Argumentación de acción.....	13
1.3.6.	Módulos .....	13
1.3.6.1.	Módulos de clases .....	13
1.3.6.2.	Módulos estándar .....	14
1.3.7.	Relaciones.....	14
1.3.7.1.	Relaciones de una base de datos.....	14
1.3.7.2.	Funcionamiento de una base de datos .....	14
1.3.7.3.	Tipos .....	15
1.3.7.3.1.	Uno a uno.....	15
1.3.7.3.2.	Varios a varios .....	15

1.3.7.4.	Definición de relaciones .....	15
1.3.8.	Diseño de una base de datos .....	16
1.3.8.1.	Finalidad de la base de datos.....	16
1.3.8.2.	Campos necesarios para una base de datos ....	17
1.3.8.3.	Determinación de las relaciones de las tablas.....	17
1.3.9.	Gráficos.....	17
1.3.9.1.	Por medio de formulas o informe .....	17
1.3.8.2.	Por una página de acceso a datos .....	18
1.3.8.3.	Visualización de un gráfico dinámico de una hoja de datos formulario .....	18
1.3.10.	Análisis de resultados .....	18
1.3.10.1.	Referencia cruzada .....	18
1.3.10.2.	Visualización de una hoja de datos .....	19
1.3.10.3.	Exportación de tablas, consultas, vistas, hojas de datos, formularios o informes.....	19
1.4.	Planta de tratamientos de aguas residuales.....	20
1.4.1.	Funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residual.....	20
1.4.2.	Tratamiento del agua residual.....	21
1.4.2.1.	Etapas del tratamiento del agua residual .....	21
1.4.2.1.1.	Etapa preliminar .....	21
1.4.2.1.2.	Etapa primaria .....	22
1.4.2.1.3.	Etapa secundaria.....	23
1.4.2.1.4.	Etapa terciaria .....	24
1.4.2.2.	Párametros para cuidar .....	25
1.4.2.3.	Tipos de indicadores .....	27
1.4.2.3.1.	Demanda Química de Oxígeno DQO .....	27

1.4.2.3.2.	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO .....	27
1.4.2.3.3.	Potencial de Hidrógeno pH .....	28
1.4.2.3.4.	Sólidos sedimentales .....	30
1.4.3.	Maquinaria y equipo para una planta de tratamientos .....	30
1.4.3.1.	Tipo de maquinaria y equipo .....	30
1.4.2.1.1.	Manual .....	30
1.4.2.1.2.	Automática .....	40
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....	45
2.1.	Funcionamiento actual de la planta de tratamientos de aguas residuales .....	45
2.1.1.	Funcionamiento manual .....	46
2.2.2.	Funcionamiento automatizado.....	48
2.2.	Descripción de la maquinaria y equipo.....	50
2.2.1.	Tipo de maquinaria y equipo .....	50
2.2.1.1.	Manual .....	50
2.2.1.2.	Automática .....	56
2.2.2.	Mantenimiento de la maquinaria y equipo .....	59
2.3.	Descripción de los procesos por medio de diagramas de operación.....	60
2.3.1.	Tratamiento de agua residual .....	62
2.3.2.	Manejo de sólidos, arenas y lodos para hacern composta .....	63
2.3.3.	Tratamiento químico del agua .....	64
2.4.	Tratamiento del agua residual.....	65
2.4.1.	Tipos de indicadores.....	65
2.4.2.	Análisis e interpretación de las pruebas de laboratorio .....	66
2.4.2.1.	Potencial de hidrógeno pH y temperatura.....	66

2.4.2.1.1.	Tabulación de resultados y análisis por medios gráficos .....	68
2.4.2.2.	Demanda química de oxígeno DQO .....	70
2.4.2.2.1.	Tabulación de resultados y análisis por medios gráficos .....	72
2.4.2.3.	Sólidos sedimentales .....	74
2.4.2.3.1.	Tabulación de resultados y análisis por medios gráficos .....	76
2.4.2.4.	Mantenimiento .....	78
2.4.2.4.1.	Tabulación de resultados y análisis por medios gráficos .....	80
2.4.2.5.	Especificaciones de equipo .....	81
2.5.	Tipos de inventarios .....	81
2.5.1.	Sustancias químicas .....	81
2.5.2.	Equipo de cristalería .....	83
2.5.3.	Materias primas .....	84
2.6.	Generación y disposición de residuos en planta de tratamiento.....	85
2.6.1.	Líquidos .....	85
2.6.2.	Residuos sólidos.....	85
2.6.2.1.	Planta .....	85
2.6.2.2.	Cafetería.....	86
2.6.3.	Gaseoso.....	87
2.6.3.1.	Quema de gas metano.....	88
2.7.	Medidas de seguridad laboral.....	88
2.7.1.	Medidas y programas de seguridad en la planta .....	89
2.7.1.1.	Medidas.....	89
2.7.1.2.	Programas.....	90
2.7.1.2.1.	Preventivos.....	90
2.7.1.2.1.	Correctivos .....	91

2.7.2.	Ropa y equipo de protección para los operarios .....	91
2.8.	Manejo actual de la información.....	92
2.8.1.	Reporte generados semanalmente .....	93
2.9.	Impactos ambientales .....	94
2.9.1.	Descargas de aguas residuales .....	94
2.9.2.	Desechos sólidos.....	94
3.	PROPUESTA DE UN SISTEMA ADMINISTRATIVO .....	97
3.1.	Elaboración de una base de datos para los análisis de las aguas.....	97
3.1.1.	Informes de muestras .....	99
3.1.1.1.	Cálculos e interpretación.....	101
3.1.1.1.1.	Demanda Química de Oxígeno DQO .....	105
3.1.1.1.2.	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO .....	107
3.1.1.1.3.	Potencial de Hidrógeno pH .....	110
3.1.1.1.4.	Sólidos sedimentales.....	112
3.1.1.2.	Gráficos.....	114
3.1.1.3.	Tablas .....	114
3.1.1.4.	Relación de los resultados .....	115
3.2.	Elaboración de un manual técnico para maquinaria y equipo .....	115
3.2.1.	Descripción de la maquinaria y equipo .....	116
3.2.2.	Programa de mantenimiento .....	117
3.2.2.1.	Frecuencia de mantenimiento de la maquinaria y equipo.....	118
3.2.2.2.	Acciones correctivas .....	119
3.2.2.3.	Acciones preventivas .....	120

3.3.	Elaboración de una base de datos para los procesos de la planta de tratamiento .....	121
3.3.1.	Tratamiento de agua residual .....	122
3.3.2.	Manejo de sólidos, arenas y lodos para hacer compost.....	123
3.3.3.	Tratamiento químico del agua.....	124
3.3.4.	Pruebas.....	125
3.3.4.1.	Demanda química de oxígeno DQO .....	126
3.3.4.2.	Demanda bioquímica de oxígeno DBO .....	127
3.3.4.3.	Potencial de hidrógeno pH .....	128
3.3.4.4.	Sólidos sedimentales .....	129
3.3.4.5.	Mantenimiento y limpieza .....	130
3.3.4.6.	Especificaciones de equipo .....	131
3.4.	Creación de una base de datos para seguridad industrial.....	132
3.4.1.	Equipo de protección .....	133
3.4.2.	Programa de seguridad.....	134
3.4.3.	Acciones correctivas y preventivas .....	135
3.5.	Consultas.....	136
3.5.1.	Medio ambiente .....	137
3.5.2.	Agua y energía.....	138
3.5.3.	Información relacionada.....	139
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA .....	141
4.1.	Desarrollo de un manual de procesos .....	141
4.1.1.	Información básica .....	142
4.1.1.1.	Definiciones.....	142
4.1.1.2.	Interpretaciones.....	143
4.1.2.	Procedimiento de los registros de base de datos .....	143
4.1.2.1.	Tablas.....	143



4.1.2.2.	Consultas .....	143
4.1.2.3.	Formularios .....	144
4.1.2.4.	Informes .....	144
4.1.2.5.	Macros .....	145
4.1.2.6.	Módulos .....	145
4.1.2.7.	Relaciones .....	145
4.1.2.8.	Diseño de una base de datos .....	145
4.1.2.9.	Gráficos.....	146
4.1.2.10.	Análisis de resultados .....	146
4.1.3.	Funcionamiento del sistema administrativo .....	147
4.2.	Capacitación .....	147
4.2.1.	Recurso humano .....	147
4.2.1.1.	Jefe de calidad.....	147
4.2.1.2.	Supervisores .....	148
4.2.1.3.	Operarios .....	148
4.2.2.	Taller de capacitación a jefes y supervisores .....	149
4.2.3.	Taller grupal con los operadores .....	150
5.	MEJORA CONTINUA DEL SISTEMA .....	153
5.1.	Revisión periódica del <i>software</i> administrativo.....	153
5.2.	Mejora del sistema admistrativo.....	154
5.2.1.	Acciones preventivas.....	154
5.2.2.	Acciones correctivas.....	155
5.3.	Auditoria interna del sistema .....	155
5.3.1.	Jefe de calidad .....	156
5.3.2.	Supervisores.....	156

CONCLUSIONES .....	159
RECOMENDACIONES .....	161
BIBLIOGRAFÍA.....	163
APENDICE.....	165



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Escala de pH .....	29
2.	Trampa de grasas # 1 y caja de cribas.....	32
3.	Funcionamiento de las rejillas en la retención de residuos sólidos .....	32
4.	Desarenador de flujo horizontal.....	33
5.	Funcionamiento interno del desarenador de flujo horizontal .....	34
6.	Tamiz.....	35
7.	Reactor UASB .....	36
8.	Funcionamiento interno del reactor UASB .....	37
9.	Clarificador .....	39
10.	Funcionamiento interno del clarificador .....	39
11.	Tanques de homogenización .....	41
12.	Tanque de igualación .....	43
13.	Reporte diario de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales .....	46
14.	Reporte diario de limpieza de la planta de tratamiento de aguas residuales .....	47
15.	Panel <i>view</i> .....	49
16.	Panel de control del tanque de igualación y del reactor UASB .....	49
17.	Especificaciones de la caja de cribas .....	51
18.	Especificaciones del desarenador .....	52
19.	Especificaciones del tamiz .....	53
20.	Especificaciones del reactor UASB .....	54
21.	Especificaciones del clarificador.....	55

22.	Especificaciones de los tanques de homogenización .....	57
23.	Especificaciones del tanque de igualación.....	58
24.	Bomba de succión.....	58
25.	Especificaciones del agitador.....	59
26.	Motor reductor del agitador .....	59
27.	Electrodo.....	67
28.	Potenciómetro.....	67
29.	Indicadores sobre las medidas obtenidas con el Potenciómetro.....	68
30.	Datos tabulados de pH.....	69
31.	Gráfico de pH promedios .....	70
32.	Pasos a seguir para realizar análisis de DQO.....	71
33.	<i>Kit Test</i> Cubeta de DQO .....	72
34.	Partes importantes del fotómetro .....	72
35.	Datos tabulados de DQO .....	73
36.	Gráfico de resultados de DQO .....	75
37.	Cono <i>Imhoff</i> y soporte con agarradores redondos.....	76
38.	Datos tabulados de sólidos sedimentales .....	77
39.	Gráfico de solidos sedimentales .....	78
40.	Reporte diario de mantenimiento de la planta de tratamientos de aguas residuales .....	80
41.	Herramientas.....	81
42.	Inventario de sustancias químicas .....	82
43.	Inventario de cristalería.....	83
44.	Inventario de materias primas.....	84
45.	Volcán de compostaje con residuo de planta.....	86
46.	Volcán de compostaje con residuo de cafetería.....	87
47.	Piezómetro .....	87
48.	Quemador de gas .....	88
49.	Programa preventivos de seguridad .....	90

50.	Equipo de proteccion personal .....	92
51.	Gráfico de datos promedios de 7 baches de DQO en la entrada y la salida.....	93
52.	Relaciones del sistema administrativo.....	98
53.	Relación uno a uno del sistema administrativo .....	99
54.	Consulta de la tabla.....	100
55.	Informe de la consulta .....	101
56.	Pantalla en <i>Visual Basic</i> .....	102
57.	Explicación de la programación.....	102
58.	Formulario de DQO .....	106
59.	Tabla dinámica .....	107
60.	Consulta de los datos de DQO.....	108
61.	Vista gráfico dinámico .....	109
62.	Gráfico dinámico DBO.....	109
63.	Formulario pH.....	110
64.	Consulta pH.....	111
65.	Gráfica pH .....	112
66.	Formulario de sólido .....	113
67.	Tabla de sólidos .....	114
68.	Relación de los resultados con la producción .....	115
69.	Base de datos de maquinaria y equipo .....	116
70.	Descripción de la maquinaria y equipo.....	117
71.	Programa de mantenimiento .....	118
72.	Frecuencia de mantenimiento .....	119
73.	Acciones correctivas de mantenimiento .....	120
74.	Acciones preventivas de mantenimiento .....	121
75.	Base de datos de los procesos de la PTAR .....	122
76.	Tratamiento de agua residual.....	123
77.	Manejo de sólidos, arenas y lodos para hacer compost.....	124

78.	Tratamiento químico del agua.....	125
79.	Formulario prueba.....	126
80.	Prueba DQO .....	127
81.	Prueba DBO.....	128
82.	Prueba pH.....	129
83.	Prueba de sólidos sedimentales .....	130
84.	Mantenimiento y limpieza.....	131
85.	Especificaciones de equipo .....	132
86.	Base de datos para seguridad industrial .....	133
87.	Equipo de protección .....	134
88.	Programas de seguridad.....	136
89.	Consulta.....	137
90.	Medio ambiente.....	138
91.	Agua y energía.....	139
92.	Información relacionada.....	140
93.	Cronograma de implementación .....	151

## TABLAS

I.	Niveles de tratamiento.....	24
II.	Modelo de reducción progresiva de cargas de demanda bioquímica de oxígeno para descargas al alcantarillado público.....	25
III.	Límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales al alcantarillado público.....	26

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxígeno
<b>pH</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>PTAR</b>	Planta de tratamiento de aguas residuales
<b>UASB</b>	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>





## GLOSARIO

<b>Acción</b>	Es el componente básico de una macro donde la instrucción independiente se puede combinar con otras acciones para automatizar tareas.
<b>Acidogénesis</b>	Representa la segunda etapa en las cuatro que tiene de la digestión anaeróbica, en donde una reacción biológica de los monómeros simples se convierten en volátiles, es decir, ácidos grasos.
<b>Afluente</b>	Incorporación de caudal aportado por uno o más cauces hacia otro de mayor envergadura.
<b>Basicidad</b>	También conocida como alcalinidad, es la capacidad de mantener el pH estable frente a la adición de un ácido o una base.
<b>Campo</b>	Es la unidad básica de una base de datos.
<b>Clave externa</b>	Uno o más campos de tabla que hacen referencia al campo o campos de clave principal de otra tabla. Una clave externa indica cómo están relacionadas las tablas.

<b>Clave principal</b>	Uno o más campos cuyos valores identifican de manera exclusiva cada registro de una tabla. Se utiliza para relacionar una tabla con claves externas de otras tablas.
<b>Condición</b>	Parte del criterio que debe cumplir un campo cuando se realiza una búsqueda o se aplica un filtro. Algunas condiciones se deben utilizar con un valor.
<b>Cono <i>Imhoff</i></b>	Es un recipiente cónico de vidrio o plástico rígido en donde se coloca una muestra de agua y sirve para medir la cantidad de sólidos depositados en el mismo.
<b>Consulta</b>	Pregunta sobre los datos almacenados en las tablas o solicitud para llevar a cabo una acción en los datos. Puede unir datos de varias tablas para servir como origen de datos de un formulario, informe o página de acceso a datos.
<b>Efluente</b>	Descarga de una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado hacia la red pública o cuerpo receptor.

<b>Eutrofización</b>	Desarrollo incontrolado y acelerado de la vegetación acuática que agota el oxígeno, y mata la fauna existente en la zona.
<b>Expresión</b>	Las expresiones pueden realizar cálculos, manipular caracteres o probar datos.
<b>Floculación</b>	Es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.
<b>Grupo de macros</b>	Colección de macros relacionadas que se almacenan juntas bajo un único nombre de macro. A menudo, se hace referencia a la colección simplemente como una macro.
<b>Índice único</b>	Índice que se define al establecer la propiedad indexado de un campo sin duplicados. Un índice único no permite entradas duplicadas en el campo indizado.
<b>Microbios aerobios</b>	Microbios que necesitan de oxígeno para vivir.
<b>Microbios anaerobios</b>	Microbios que no necesitan de oxígeno para vivir.

<b>Microbios facultativos</b>	Microbios que pueden sobrevivir con o sin oxígeno.
<b>Módulo de formulario</b>	Módulo que incluye código para todos los procedimientos de un evento liberado por los eventos que suceden en un formulario específico.
<b>Módulo de informe</b>	Módulo que incluye código para todos los procedimientos de un evento liberado por los eventos que tienen lugar en un informe específico.
<b>Origen de registros</b>	En una base de datos de <i>Microsoft Access</i> , puede ser una tabla, una consulta, una instrucción SQL o un procedimiento almacenado.
<b>Páginas de acceso a datos</b>	En una página de acceso a datos puede ver, agregar, editar, manipular lo almacenado en la base de datos; se pueden incluir también datos de otros orígenes como tablas en <i>Microsoft Excel</i> .
<b>Procedimiento de evento</b>	Procedimiento que se ejecuta automáticamente en respuesta a un suceso iniciado por un usuario o código de programa o el sistema desencadena.

<b>Registro</b>	Es el conjunto de información que se requiere a una misma persona u objeto.
<b>Tipo de datos de campo</b>	Característica de un campo que determina el tipo de datos que pueden almacenar.
<b>Vista de diseño</b>	Ventana que muestra el diseño de estos objetos de base de datos: tablas, consultas, formularios, informes, macros y páginas de acceso a datos. Se puede crear objetos de base de datos nuevos y modificar el diseño de otros existentes.
<b>Vista de hoja de datos</b>	Ventana que muestra datos de una tabla, formulario, consulta, vista o procedimiento almacenado con formato de filas y columnas. Se puede editar campos, buscar y agregar o eliminar datos.



## RESUMEN

La propuesta de un sistema administrativo por medio de un *software* en *Microsoft Access* para un planta de tratamiento de aguas residuales, pretende tener un mayor control del mantenimiento de la maquinaria y equipo. Busca contar con programas de seguridad en caso de emergencias, la realización de informes semanales de los resultados de las muestras obtenidas, un control de todos los residuos generados en la planta de tratamientos sin olvidar todos los aspectos ambientales que intervienen en el mismo.

Está constituido por cinco capítulos: el primero de ellos brinda datos y referencias del tratamiento de aguas residuales, así como una breve reseña histórica del inicio de la industria de los cereales CASA.

Se describen todos los elementos que intervienen en el actual proceso de tratamiento de aguas, la forma de llevar los reportes diarios, la descripción de la maquinaria y equipo, los análisis de pH, demanda química de oxígeno, los sólidos sedimentales, entre otros. A la vez, se detalla el proceso del tratamiento del agua residual, el tratamiento químico del agua y el manejo de los sólidos, arenas y lodos para la elaboración de composta.

Posteriormente, se presenta la propuesta del sistema administrativo para la planta de tratamientos, por medio de una elaboración de una base de datos para los análisis de aguas, la maquinaria y equipo, los procesos de la planta de tratamientos, seguridad industrial y consultas de medio ambiente. Toda esta propuesta es resumida en un manual, por medio de distintas técnicas de trabajo



en grupo, el cual será presentado a todas las personas involucradas en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

La implementación de un sistema administrativo en una planta de tratamiento es garantizar la continuidad de un mejor control y evitar que la misma pare por falta de limpieza, mantenimiento, inventario e inclusive, por algún tipo de accidente por falta de seguridad. Se deben realizar un debido control y auditoría de las mismas con el fin de que siempre se encuentren actualizadas y acordes con los procesos que se realizan en la planta de tratamiento de aguas residuales.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar e implementar un sistema administrativo para una planta de tratamientos de aguas residuales por medio de un *software* en *Microsoft Access*.

## Específicos

1. Crear una base de datos en donde se pueda visualizar la parte administrativa de la planta de tratamiento.
2. Definir todos los procesos que son utilizados en la planta de tratamientos, mediante el análisis de operaciones y muestras que intervienen en el tratamiento del agua residual.
3. Crear y establecer tablas de almacenamiento de información, para tener un mayor control de los inventarios, los resultados de las muestras, la generación de residuos, entre otros.

4. Desarrollar gráficos de control donde representen semanalmente el funcionamiento y rendimiento de la planta.
5. Establecer un cronograma general, en donde se pueda visualizar la frecuencia del mantenimiento que se le da a la maquinaria y al equipo.
6. Desarrollar programas correctivos y preventivos de seguridad dentro de la planta para prevenir algún tipo de emergencia.
7. Elaborar una guía de consulta técnica, con descripción clara de procedimientos que sirva de referencia para la futura utilización del sistema administrativo.

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de aguas residuales es un proceso que a su vez incorpora procesos físicos, químicos y biológicos, los cuales tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua efluente del uso humano.

La falta de control de mantenimiento en máquinas y equipo; el no contar con un programa de seguridad directamente para la planta, con un formato estandarizado, la escasez periódica en los inventarios de productos químicos, el no saber cuánto y cuándo solicitar, llevan a la necesidad de proponer un sistema administrativo para la planta de tratamientos.

Con este sistema administrativo se presentaran las siguientes ventajas: una adecuada planificación de la compra de los químicos, el control de inventarios, una planificación del mantenimiento, una estandarización de todos los procedimientos, programas de seguridad y una base de datos donde se tendrá información relacionada con una planta de tratamientos.

El siguiente trabajo de graduación presenta una propuesta de un sistema administrativo, en donde el primer capítulo aborda información de la empresa, información básica de registros de base de datos para *Microsoft Access* e información de una planta de tratamientos de aguas residuales. En el segundo capítulo se desarrollara la situación actual de la planta, el funcionamiento, los procesos, los tipos de análisis e interpretación de las pruebas de laboratorio, entre otros aspectos. En el tercer capítulo, se enseña la propuesta del sistema administrativo por medio de una base de datos en *Microsoft Access*,

posteriormente en el cuarto capítulo la implementación del sistema por medio de capacitaciones a todo el recurso humano y el desarrollo de un manual de procesos. Por último, en el quinto capítulo, la mejora continua del sistema con acciones preventivas y correctivas para el sistema.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. La empresa**

Los cereales CASA es una empresa que da lo mejor de sus productos a sus consumidores. Son alimentos que brindan salud, nutrición y felicidad a todas las personas alrededor del mundo.

### **1.1.1. Breve historia**

Desde la antigüedad, los cereales han sido considerados un alimento básico para el hombre. La humanidad ha aprovechado probablemente el fruto de las semillas durante más de diez mil años.

Por un experimento fallido en un laboratorio, se llega a descubrir una forma de cereales de copos de maíz. Los cereales CASA se empiezan a comercializar en Londres, Italia y Canadá. Años más tarde, se inauguran las nuevas compañías subsidiarias en el Reino Unido y Australia, la cual se encuentra en las mayores fundaciones privadas del mundo en términos de producción total.

Los profesionales de la fundación se encargan de evaluar y analizar los programas y las propuestas en campos tan variados como la salud, la educación y la agricultura. Algunas de las prioridades que se destacan en este campo son:

- La juventud
- Los servicios sanitarios comunitarios
- El sistema de alimentación

Se introduce el primer cereal con el alto nivel de proteínas, con siete vitaminas y hierro.

A nivel mundial se llegan a determinar cuatro nuevos objetivos en la compañía:

- Beneficio y crecimiento
- Inversión en las personas
- Calidad total
- Responsabilidad social

En la actualidad existe una distribución en más de 180 países a nivel mundial de los cereales CASA.

### **1.1.2. Organización**

Es una organización establecida con metas claras y fines definidos, que busca la comercialización de sus productos con la más alta calidad.

#### **1.1.2.1 Misión**

Impulsar el crecimiento sostenido a través del poder de la gente y de las marcas, para así satisfacer mejor las necesidades de los consumidores, clientes y comunidades.

### **1.1.2.2 Visión**

Ser la compañía de alimentos de elección, ofreciendo productos de calidad que satisfagan las necesidades de los clientes.

### **1.1.2.3. Valores**

Los valores son la base de la identidad corporativa. Son los comportamientos que se comparten con integridad, con respeto hacia los demás; se asume la responsabilidad de los resultados porque se tiene humildad, las ansias de aprender y la pasión por el éxito.

### **1.1.2.4. Políticas de calidad**

Es política de cereales CASA que todos los productos cumplan enteramente con las regulaciones locales aplicables y con los más altos estándares de calidad para que los productos sean inocuos, de valor superior y que consistentemente satisfagan a sus consumidores así como las preferencias, requerimientos y necesidades de los clientes.

### **1.1.2.5. Políticas de seguridad**

Las operaciones de los cereales CASA se llevan a cabo en un ambiente de trabajo seguro y saludable, con apego al cumplimiento de regulaciones gubernamentales y lineamientos corporativos.

Para cereales CASA, la seguridad y salud en el trabajo no son negociables. Son una condición de empleo que garantiza la continuidad y el



éxito del negocio, apoyadas en instalaciones y equipos seguros, entrenamiento, comunicación permanente, evaluaciones continuas y una participación activa con responsabilidades compartida entre empleados y proveedores.

Así se identifican y controlan riesgos oportunamente, se evitan lesiones al personal, daños a las operaciones e instalaciones en un proceso de mejora continua, creando así una cultura de seguridad y salud en el trabajo entre todo el personal.

## **1.2. Base de datos en *Microsoft Access***

*Microsoft Access* es un sistema de administración de bases de datos que tienen relación entre sí. En términos propios hay tres conceptos claves dentro de las bases de datos que son los campos, los registros y los datos.

### **1.2.1. Definición**

Es un conjunto de datos que están organizados para un uso determinado.

### **1.2.2. Utilización**

Recopila toda la información relativa a un asunto o propósito particular y se crea una tabla para su almacenamiento.

### **1.3. Tipos de objetos de la base de datos de *Microsoft Access***

Entre los tipos de la objetos de base de datos de *Microsoft Access* podemos mencionar los siguientes: tablas, consultas, formularios, informes, macros, modulo, relaciones y gráficos.

#### **1.3.1. Tablas**

Una tabla de datos es un objeto que se define y se utiliza para almacenar los datos. Contiene información sobre un tema o asunto particular, como puede ser clientes o pedidos, entre otras cosas.

##### **1.3.1.1. Almacenamiento y administración de datos**

Al usar una tabla independiente para cada tema, los datos se almacenan solo una vez. Esto tiene como resultado una base de datos más eficaz y menos errores de entrada de datos. Las tablas organizan datos en columnas y filas.

##### **1.3.1.2. Creación**

Para almacenar los datos, se debe crear una tabla para cada tipo de información a la que se desee dar seguimiento. Para reunir los datos de varias tablas en una consulta, formulario, informe o página de acceso de datos se deben definir las relaciones entre ellas.

##### **1.3.1.3. Vista**

En la vista de diseño de la tabla, se puede crear una tabla entera desde el principio, agregar, eliminar o personalizar los campos en una tabla existente. Si se desea hacer un seguimiento de otros datos de una tabla, se deben agregar más campos.

Se utiliza un campo único, denominado clave principal, para identificar los registros de la tabla. La clave principal de una tabla se utiliza para referirse a los registros relacionados de otras tablas.

Las propiedades de los campos son un conjunto de características que proporcionan control adicional sobre cómo se almacenan, escriben o muestran los datos de un campo. Las propiedades disponibles dependen del tipo de datos de un campo.

#### **1.3.1.4. Relación**

Un campo común relaciona dos o más tablas de manera que *Microsoft Access* pueda combinar los datos de las dos o más tablas para ver, modificar o imprimir. En una tabla el campo es una clave principal que se establece en la vista de diseño de la tabla. Ese mismo campo también existe en la tabla relacionada como una clave externa.

#### **1.3.2. Consultas**

Una consulta es un objeto que proporciona una visión personal de los datos almacenados en las tablas ya creadas.

##### **1.3.2.1. Creación de una consulta**

Una consulta se debe crear para buscar y recuperar tan solo los datos que cumplen las condiciones específicas, incluyendo datos de varias tablas. Una consulta puede también actualizar o eliminar varios registros al mismo tiempo, y realizar cálculos predefinidos o personalizados en los datos.

### 1.3.2.2. Obtención de respuestas a preguntas

Se utilizan consultas para ver, modificar y analizar datos de formas diferentes. También pueden utilizarse como el origen de registros para formularios, informes y páginas de acceso a datos.

Existen varios tipos de consultas:

- **Consulta de selección:** este tipo de consulta se obtienen los datos de una o más tablas; se muestra los resultados en una hoja de datos en la que se pueden actualizar los registros. También se puede utilizar una consulta de selección para agrupar los registros y calcular sumas, cuentas, promedios y otros tipos de totales.
- **Consulta de parámetros:** una consulta de parámetros es una consulta que, cuando se ejecuta, muestra un cuadro de diálogo propio que solicita información para recuperar registros o un valor que desea insertar en un campo. Puede diseñar la consulta para que solicite más de un dato. También son útiles cuando se emplean como base para formularios, informes y páginas de acceso a datos.
- **Consulta de tablas de referencia cruzadas:** se utilizan para calcular y reestructurar datos de manera que su análisis sea más sencillo. Las consultas de referencia cruzadas calculan una suma, una media, un recuento u otro tipo de totales de datos.
- **Consulta de acción:** es una consulta que realiza cambios o desplazamientos de muchos registros en una sola operación. En este grupo se incluye la consulta de eliminación, la consulta de actualización,

la consulta de datos anexados, la consulta de creación de tablas, entre otras.

### **1.3.3. Formularios**

Un formulario está diseñado para la introducción, visualización y modificación de los datos de las tablas.

#### **1.3.3.1. Uso de formularios**

Al abrir un formulario se recuperan los datos de una o más tablas y se visualizan en la pantalla con el diseño elegido.

Un formulario sitúa en enfoque en un registro cada vez, pero puede mostrar los campos de más de una tabla y también mostrar imágenes y otros objetos.

#### **1.3.3.2. Datos de aspectos agradables**

Un formulario es un tipo de objeto de base de datos que se utiliza, fundamentalmente, para introducir o mostrar datos en una base de datos. También puede usar un formulario como panel de control que abra otros formularios e informes en la base de datos, o como un cuadro de diálogo personalizado que acepta los datos del usuario y realiza la acción basada en la entrada.

#### **1.3.3.3. Diálogos personalizados**

La mayoría de los formularios están enlazados a una o varias tablas y consulta de la base de datos. El origen de los registros de un formulario hace referencia a los campos de las tablas y consulta base.

Un formulario dependiente almacena o recupera los datos del origen de registro base. Otra información del formulario como el título, la fecha y el número de páginas, se almacena en el diseño del formulario.

#### **1.3.3.4. Creación de formularios**

Para crear rápidamente un formulario, se debe utilizar el comando autoformulario o un asistente. La función autoformulario crea un formulario que muestra todos los campos y registros de la tabla o consulta base. El asistente hace preguntas y crea un informe basándose en las respuestas que obtiene.

#### **1.3.4. Informes**

Un informe está diseñado para dar formato, calcular, imprimir y resumir datos seleccionados de una tabla. Generalmente, se utiliza para presentar los datos de forma impresa.

##### **1.3.4.1. Utilidad de los informes**

Se pueden utilizar para crear etiquetas postales, para mostrar totales en un gráfico o para calcular totales en una operación.

##### **1.3.4.2. Páginas de acceso a datos**

Para que los datos estén disponibles en Internet con el fin de hacer informes, escribir datos o analizar datos de manera interactiva, se debe utilizar una página de acceso a datos de *Microsoft Access*.

##### **1.3.4.3. Gráfico dinámico o tabla dinámica**

En la vista de la tabla dinámica o de un gráfico dinámico, se puede personalizar un informe de las siguientes maneras:

- **Agregar, mover o quitar campos:** se pueden agregar campos a las áreas de filtros, filas, columnas y detalles en la vista de la tabla dinámica, y a las áreas de filtros, categorías, series y datos en la vista de gráfico dinámico.
- **Filtrar registros:** se puede filtrar los datos mostrados en la vista agregando o moviendo un campo al área de filtros. También puede filtrar un campo en el área de filas y columnas.
- **Ordenar registros:** se puede ordenar los elementos de los campos de fila y columna en orden ascendente o descendente. También puede ordenar los elementos en un orden personalizado en la vista de tabla dinámica.
- **Agrupar registros:** se puede agrupar por intervalos los elementos en los campos de fila o columna, o crear grupos personalizados.
- **Dar formato a los elementos y cambiar títulos:** En la vista de tabla dinámica, se puede cambiar la configuración de la fuente, alineación, color de fondo y formato de número de un campo. También se puede cambiar los títulos de los campos y grupos personalizados.

#### 1.3.4.4. Presentación de los informes

Un informe es el método eficaz de presentar los datos en formato impreso. Dado que tiene el control sobre el tamaño y aspecto de todo el informe, puede mostrar la información en la manera que desee verla. Se pueden crear etiquetas postales, mostrar totales en un gráfico y agrupar registros en categorías.

#### **1.3.4.5. Cálculos totales**

La mayoría de los informes están enlazados a una o más tablas y consultas de la base de datos. El origen de registros de un informe hace referencia a los campos de las tablas y consultas base. Un informe dependiente obtiene los datos del origen de registros base.

El vínculo entre un formulario y su origen de registros se crea mediante objetos gráficos denominados controles. Los controles pueden ser cuadros de edición que muestren nombres y números, etiquetas que muestran títulos, o líneas decorativas que organicen los datos gráficamente y mejoren la presentación del informe.

#### **1.3.4.6. Creación de informes**

Los asistentes permiten crear distintos tipos de informes con rapidez. Se debe utilizar el sistema si lo que se desea crear son etiquetas postales; el asistente para gráficos, si desea crear gráficos o el asistente para informes, si desea crear un informe estándar.

#### **1.3.4.7. Personalizar un informe**

Se puede personalizar un informe de las siguientes formas:

- **Origen del registro:** puede cambiar las tablas y consultas en que está basado un informe.
- **Ordenar y agrupar datos:** se pueden ordenar los datos de orden ascendente o descendente. También puede agrupar los registros de uno o más campos, y mostrar subtotales y totales en un informe.



- **Ventana informe:** se puede agregar o quitar los botones maximizar, cambiar el texto de la barra de título y otros elementos de la ventana informe.
- **Secciones:** se puede agregar, quitar, ocultar o cambiar de tamaño los encabezados, pies y las secciones de detalles de un uniforme. También puede establecer propiedades de sección para controlar la presentación de un informe y el resultado que se obtiene al imprimirlo.

### **1.3.5. Macros**

Un macro es un conjunto de una o más acciones en donde cada una realiza una operación determinada. Los macros pueden ayudar a automatizar las tareas comunes.

#### **1.3.5.1. Grupo de macros**

Cuando se tiene muchos macros, el reunir los que estén relacionados en grupos de macros pueden simplificar la administración de la base de datos. Cada macro puede llevar a cabo la acción de abrir formulario, desplazar tamaño, u otra acción.

#### **1.3.5.2. Acciones condicionales**

En algunos casos, puede desear llevar a cabo una acción o serie de acciones en una macro solamente si se cumple una condición concreta.

Una condición es una expresión lógica que se está evaluando como verdadero/falso o si/no. La macro sigue trayectorias diferentes dependen de su condición de verdadera o falsa.

Cuando se ejecuta la macro se evalúa la primera expresión condicional y si se cumple la condición, se llevan a cabo una o más operaciones y si no se cumplen se omite la operación.

### **1.3.5.3. Argumentación de acción**

Los argumentos de acción son datos adicionales necesarios para algunas acciones de macro, donde el objeto se verá afectado por la acción o las condiciones especiales en las que la acción se ejecuta.

Se deben establecer los argumentos de la acción en el orden en el que estén listados, porque las opciones de un argumento pueden determinar las opciones de los argumentos que le siguen.

### **1.3.6. Módulos**

Un módulo contiene procedimientos personales que se codifican utilizando *Visual Basic*. Realmente, se trata de programación junto con *Microsoft Access*.

#### **1.3.6.1. Módulos de clases**

Los módulos de formularios y los de informes son módulos de clases que están asociados con un formulario o informe determinado. Estos módulos contienen a menudo procedimientos de evento que se ejecutan en respuesta a un evento en un formulario o informe. Puede usar los procedimientos de eventos para controlar el comportamiento de los formularios e informes y su respuesta a acciones de los usuarios.

### **1.3.6.2. Módulos estándar**

Los módulos estándar contienen procedimientos generales que no están asociados a ningún otro objeto y procedimientos usados con frecuencia que pueden ser ejecutados desde cualquier parte de la base de datos.

Las principales diferencias entre un módulo estándar y un módulo clase es que no están asociados a un objeto determinado como el alcance y la duración. El valor de las variables y constantes declaradas o existentes en un módulo de clase sin un objeto asociado están disponibles para su uso solo cuando el código se está ejecutando y solo desde ese objeto.

### **1.3.7. Relaciones**

Una relación es la asociación que se establece entre campos comunes en dos tablas. Una relación puede ser uno a uno, uno a varios y varios a varios.

#### **1.3.7.1. Relaciones de una base de datos**

Una vez creadas las tablas diferentes para cada tema de la base de datos de *Microsoft Access* se necesita una forma de indicarle cómo debe volver a combinar esa información. Lo primero que se debe hacer es definir las relaciones.

Una vez realizada esta operación, se puede crear consultas, formularios e informes para mostrar información de varias tablas a la vez.

#### **1.3.7.2. Funcionamiento de una base de datos**

Los campos de las tablas deben coordinarse de modo que muestren información acerca de algún tipo de ejecución. Esta coordinación se lleva a

cabo mediante las relaciones de tablas. Una relación hace coincidir los datos de los campos clave, en la mayoría de los casos estos campos son la clave principal de una tabla, que proporciona un identificador único para cada registro y una clave externa de la otra tabla.

### **1.3.7.3. Tipos**

Los tipos de relaciones se pueden encontrar son la relación uno a uno y la relación varios a varios.

#### **1.3.7.3.1. Uno a uno**

La relación uno a uno es el tipo más común. En este tipo, el registro de una tabla puede tener registros compatibles en otra tabla, pero un registro de esta tabla solo tiene un registro de la tabla anterior.

#### **1.3.7.3.2. Varios a varios**

Una relación de varios a varios no es sino dos relaciones de uno a varios con una tercera tabla. Un registro de una tabla puede tener muchos registros coincidentes en otra tabla y viceversa. Este tipo de relación solo es posible si se define una tercera tabla cuyos valores se identifican de manera exclusiva en cada registro de una tabla.

### **1.3.7.4. Definición de relaciones**

El tipo de relación que se crea en *Microsoft Access* depende de cómo están definidos los campos relacionados. Se puede crear una relación uno a uno si ambos campos relacionados son claves principales y una relación de varios a varios con una tercera tabla cuya clave principal consta de dos campos de claves externas de las otras dos tablas.

También se puede crear una relación entre una tabla y los elementos que contiene. Esto es útil en situaciones en que se deba realizar una búsqueda dentro de la misma tabla.

### **1.3.8. Diseño de una base de datos**

Un buen diseño de base de datos garantiza su fácil mantenimiento. Los datos se almacenan en tablas y cada tabla contiene datos acerca de un tema, por lo tanto, cuando se actualiza una parte de los datos se hace en un solo lugar, pero ese cambio aparece automáticamente en toda la base de datos.

Una base de datos bien diseñada suele contener distintos tipos de consultas que muestran la información necesaria y pueden mostrar subconjuntos de datos o combinaciones de datos de tablas diferentes.

#### **1.3.8.1. Finalidad de la base de datos**

Para diseñar una base de datos se debe determinar la finalidad y cómo se va a utilizar. Se deben realizar bocetos de los informes que desea que se generen en la base de datos y se debe reunir todos los formularios que se utilizan actualmente para registrar los datos.

En cuanto se determine la finalidad de la base de datos, comenzarán a surgir ideas acerca de la información que desea obtener de ella. Entonces ya puede determinar qué hechos necesita almacenar en la base de datos y a qué tema corresponde cada hecho. Estos hechos se corresponden con los campos de la base de datos y los temas a los que pertenecen los hechos son las tablas.

### **1.3.8.2. Campos necesarios para una base de datos**

Cada campo es un hecho de un tema determinado. Para determinar que campos son necesarios, se debe tener presente que se debe incluir toda la información que se necesite ordenándola en partes lógicas y deben ser lo más pequeñas posible. No se deben incluir datos derivados ni calculados, ni campos que sean similares entre sí.

### **1.3.8.3. Determinación de las relaciones de las tablas**

Cuando se divide la información en tablas y se identifican los campos de clave principal, se necesita una forma de indicar a *Microsoft Access* cómo volver a reunir toda la información relacionada de un modo significativo. Para ello se definen relaciones entre varias tablas. Puede ser útil ver las relaciones de una base de datos existentes bien diseñada.

## **1.3.9. Gráficos**

Los gráficos son visualmente atractivos y facilitan a los usuarios la interpretación de comparaciones, modelos y tendencias en los datos. Se pueden obtener por medio de una fórmula o informe, por una página de acceso de datos o por una visualización dinámica de una hoja o formulario.

### **1.3.9.1. Por medio de fórmula o informe**

En un formulario o informe se puede utilizar un gráfico vinculado a los datos de las tablas, consultas u otros orígenes de registro disponibles. Los gráficos pueden ser globales o pueden estar asociados a registros.

### **1.3.9.2. Por una página de acceso a datos**

Un gráfico con datos de una tabla almacenada y cuando se actualiza la tabla, se hace de manera que siempre se pueda ver la información más reciente.

También puede crearse un gráfico en una página con datos de tablas o consultas de un componente de hoja de cálculo o de una lista de tablas dinámicas. Puede modificarse un gráfico en una página que se ha publicado como un gráfico interactivo de *Microsoft Excel*.

### **1.3.9.3. Visualización de un gráfico dinámico de una hoja de datos formulario**

En una base de *Microsoft Access* o en un proyecto de *Microsoft Access*, en una hoja de datos o en un formulario que contenga cifras, se pueden mostrar como un gráfico interactivo dinámico en la vista de gráfico dinámico.

## **1.3.10. Análisis de resultados**

*Microsoft Access* ofrece varias técnicas que ayudan a analizar los datos. Se puede realizar por medio de referencia cruzada, por medio de una visualización de una hoja de datos y por medio de tablas, consultas, hojas de datos, formularios o informes

### **1.3.10.1. Referencia cruzada**

Se puede utilizar una consulta de tablas de referencia cruzada para calcular y reestructurar los datos con el fin de facilitar el análisis. Las consultas

de referencia cruzadas calculan una suma, un promedio, un recuento u otro tipo de totales de datos agrupados en dos tipos de información.

### **1.3.10.2. Visualización de una hoja de datos**

*Microsoft Access* incluye una vista de tabla dinámica para las hojas de datos y los formularios. En esta vista, se puede generar un informe interactivo utilizando los campos base de la hoja de datos o del formulario, lo cual puede realizar lo mismo que en una lista de tablas dinámicas.

Se pueden agregar campos a la vista, mover o quitar campos, así como filtrar, ordenar y agrupar los datos.

### **1.3.10.3. Exportación de tablas, consultas, vistas, hojas de datos, formularios o informes**

Se puede exportar un objeto de una base de datos de varias formas:

- Si se va a exportar únicamente los datos de una tabla, consulta, hoja de datos o formularios. Estos archivos se guardan en un archivo denominado “<nombredearchivo>.xml”.
- Si se va exportar únicamente el esquema de una tabla, consulta, hoja de datos, formulario o informe. Estos archivos se guardarán como “<nombredearchivo>.xsd”.



## **1.4. Planta de tratamientos de aguas residuales**

Una planta de tratamiento de aguas residuales es una estructura que está construida para tratar el agua residual antes de ser descargada al medio ambiente.

Las aguas residuales son aquellas provenientes de procesos post-industriales, es decir, todas aquellas aguas que han sido utilizadas en los diferentes sistemas de fabricación, producción o fabricación industrial y para ser desechadas necesitan ser tratadas previamente, de tal manera que puedan ser adecuadas para su ubicación en las respectivas redes de vertido o depuradoras o sistemas naturales, tales como lagos, ríos, etc.

### **1.4.1. Funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residual**

El funcionamiento de una planta de aguas residuales es tratar las aguas residuales que a su vez, incorpora procesos físicos, químicos biológicos, los cuales tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua efluente del uso humano.

El objetivo del tratamiento es producir agua nuevamente limpia (o fluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido. Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industrias esto puede ser tratado dentro del sitio en el cual es generado o recogido y llevado mediante una red de tuberías municipales.

## **1.4.2. Tratamientos del agua residual**

El tratamiento de aguas residuales es alcanzado por la separación física inicial de sólidos de la corriente de aguas domésticas o industriales, seguido por la conversión progresiva de materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas.

Una vez que la masa biológica es separada o removida, el agua tratada experimenta una desinfección adicional mediante procesos físicos o químicos. Este fluente final puede ser descargado o reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural u otro ambiente. Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

### **1.4.2.1. Etapas del tratamiento del agua residual**

Las fases del tratamiento de aguas residuales se pueden dividir en cuatro etapas: pretratamiento o preliminar, primaria, secundaria y terciaria. Algunos autores llaman a las etapas preliminar y primaria unidas como etapa primaria.

#### **1.4.2.1.1. Etapa preliminar**

La etapa preliminar debe cumplir dos funciones:

- Medir y regular el caudal de agua que ingresa a la planta.
- Extraer los sólidos flotantes grandes o residuos sólidos, las arenas y las grasas.

La planta está diseñada para tratar un volumen de agua constante, lo cual debe adaptarse al agua servida producida dentro de la planta de

producción; a causa de ello, se debe instalar un sistema de regulación de forma que el caudal que ingrese al sistema de tratamiento sea uniforme.

Para que el proceso pueda efectuarse normalmente, la maquinaria y equipo de esta función son las rejillas, el tamiz, las trampas de grasas y el desarenador.

En la etapa preliminar también se puede realizar la preaireación, cuyas funciones son:

- Eliminar los compuestos volátiles presentes en el agua servida, que se caracterizan por ser malolientes.
- Aumentar el contenido de oxígeno del agua, lo que ayuda a la disminución de la producción de malos olores en las etapas siguientes del proceso de tratamiento.

#### **1.4.2.1.2. Etapa primaria**

La etapa primaria tiene como objetivo eliminar los sólidos en suspensión por medio de un proceso de sedimentación simple por gravedad o asistida por coagulantes y floculantes.

La maquinaria y equipo encargados de esta función son los tanques de sedimentación primarios o clarificadores. Habitualmente están diseñados para suprimir aquellas partículas que tienen tasas de sedimentación de 0,3 a 0,7 mm/s. En esta etapa se elimina alrededor del 60 al 70% de los sólidos en suspensión.

#### **1.4.2.1.3. Etapa secundaria**

La etapa secundaria tiene como objetivo eliminar la materia orgánica en disolución y en estado coloidal mediante un proceso de oxidación seguido de sedimentación. Este proceso biológico es un proceso natural controlado en el cual participan los microorganismos presentes en el agua residual, y que se desarrollan en un reactor UASB.

Estos microorganismos, principalmente bacterias, se alimentan de los sólidos en suspensión y estado coloidal produciendo en su degradación en anhídrido carbónico y agua, originándose una biomasa bacteriana.

En el decantador secundario, hay un flujo tranquilo de agua, de forma que la biomasa, es decir, los flóculos bacterianos producidos en el reactor, sedimentan. El sedimento que se produce y que, como se dijo, está formado fundamentalmente por bacterias, se denomina fango activo.

Los microorganismos del reactor aireado pueden estar en suspensión en el agua (procesos de crecimiento suspendido o fangos activados), adheridos a un medio de suspensión (procesos de crecimiento adherido) o distribuidos en un sistema mixto (procesos de crecimiento mixto).

Las estructuras usadas para el tratamiento secundario incluyen filtros de arena intermitentes, filtros percoladores, contactores biológicos rotativos, lechos fluidizados, estanques de fangos activos, lagunas de estabilización u oxidación y sistemas de digestión de fangos.

#### 1.4.2.1.4. Etapa terciaria

Tiene como objetivo suprimir algunos contaminantes específicos presentes en el agua residual, tales como los fosfatos que provienen del uso de detergentes domésticos e industriales y cuya descarga en curso de agua favorece la eutrofización, es decir, un desarrollo incontrolado y acelerado de la vegetación acuática que agota el oxígeno.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los niveles de tratamiento de agua residual que se deben realizar para el tratamiento de agua.

Tabla I. Niveles de tratamiento

Nivel de tratamiento	Descripción
Preliminar	Remoción de constituyentes que puedan causar problemas operacionales o de mantenimiento en los procesos de tratamiento y sistemas auxiliares
Primario	Remoción de parte de sólidos y de materia orgánica suspendidos.
Primario avanzado	Remoción intensiva de sólidos suspendidos y materia orgánica, en general llevada a cabo mediante la adición de insumos químicos o filtración
Secundario	Remoción de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos. Se incluye la desinfección.
Secundario con remoción	Remoción de compuestos orgánicos biodegradables, sólidos suspendidos y nutrientes.
Terciario	Remoción de sólidos suspendidos residuales, en general por filtración en medio granular. Se incluye la desinfección y la remoción de nutrientes
Avanzado	Remoción de materiales disueltos o en suspensión que permanecen después del tratamiento biológico convencional. Se aplica cuando se requiere reutilizar el agua tratada o para el control de eutrofización en fuentes receptoras.

Fuente: elaboración propia

### 1.4.2.2. Parámetros a cuidar

Los parámetros que se deben analizar para determinar la calidad del agua de salida, se encuentran estrictamente relacionados con el grado de contaminación del medio ambiente y se constituye en el primer paso para establecer y ser evaluados los sistemas de tratamientos más adecuados para cada caso.

A estos hechos se suma la entrada en vigencia del Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, en donde se establecen los valores máximos permisibles.

Tabla II. **Modelo de reducción progresiva de cargas de demanda bioquímica de oxígeno para descargas al alcantarillado público**

ETAPA	UNO				
Fecha máxima de cumplimiento	02/05/2011				
Carga, kg/día	3 000 ≤ EG ≤ 6 000	6 000 ≤ EG ≤ 12 000	12 000 ≤ EG ≤ 25 000	25 000 ≤ EG ≤ 50 000	50 000 ≤ EG ≤ 250 000
Reducción porcentual	10	20	30	35	50
ETAPA	DOS				
Fecha máxima de cumplimiento	02/05/2015				
Carga, kg/día	3 000 ≤ EG ≤ 5 500	5 500 ≤ EG ≤ 10 000	10 000 ≤ EG ≤ 30 000	30 000 ≤ EG ≤ 50 000	50 000 ≤ EG ≤ 125 000
Reducción porcentual	10	20	40	45	50
ETAPA	TRES				
Fecha máxima de cumplimiento	02/05/2020				
Carga, kg/día	3 000 ≤ EG ≤ 5 000	5 000 ≤ EG ≤ 10 000	10 000 ≤ EG ≤ 30 000	30 000 ≤ EG ≤ 65 000	
Reducción porcentual	50	70	85	90	

<b>ETAPA</b>	<b>CUATRO</b>	
Fecha máxima de cumplimiento	02/05/2024	
Carga, kg/día	3 000 ≤ EG ≤ 4 000	4 000 ≤ EG ≤ 7 000
Reducción porcentual	40	60

EG = Carga del ante generador correspondiente, en kilogramos por día

Fuente: Artículo 26. Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos

Tabla III. **Límites máximos permisibles de descarga de aguas residuales al alcantarillado público.**

Parámetros	Dimensionales	Valores Iniciales	Fechas máximas de cumplimiento			
			02/05/2011	02/05/2012	02/05/2020	02/05/2024
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados celsius	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1 500	200	100	60	60
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3 500	1 500	700	400	200
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1 400	180	150	80	40
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	40	20	10
Potencial de hidrógeno		6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1 x 10 <sup>8</sup>	< 1 x 10 <sup>6</sup>	< 1 x 10 <sup>5</sup>	< 1 x 10 <sup>4</sup>	< 1 x 10 <sup>4</sup>
Color	Unidades platino cobalto	1 500	1 300	1 000	750	500

Fuente: Artículo 28. Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos

### **1.4.2.3. Tipos de indicadores**

Los tipos de indicadores que muestran la estabilidad de una planta de tratamiento de aguas residuales es la demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, el potencial de hidrógeno, los sólidos sedimentales, entre otros.

#### **1.4.2.3.1. Demanda Química de Oxígeno DQO**

La demanda química de oxígeno se utiliza para medir la materia orgánica en aguas residuales. La medida da un dato sobre la cantidad de oxígeno requerida para degradar la materia orgánica presente en una muestra por la vía química.

La demanda química de oxígeno es útil como parámetro de concentración orgánica en aguas residuales industriales o municipales tóxicas para la vida biológica. Los resultados están sujetos a error cuando se usan simientes bacteriales no aclimatadas adecuadamente al residuo.

#### **1.4.2.3.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO**

La demanda bioquímica de oxígeno es el indicador de polución más utilizado y aplicable a las aguas residuales y superficiales. Supone esta determinación, la medida del oxígeno utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de materia orgánica.



En otras palabras, es la medida que indica la cantidad aproximada de oxígeno y la velocidad que se requerirá para estabilizar, biológicamente, la materia orgánica presente.

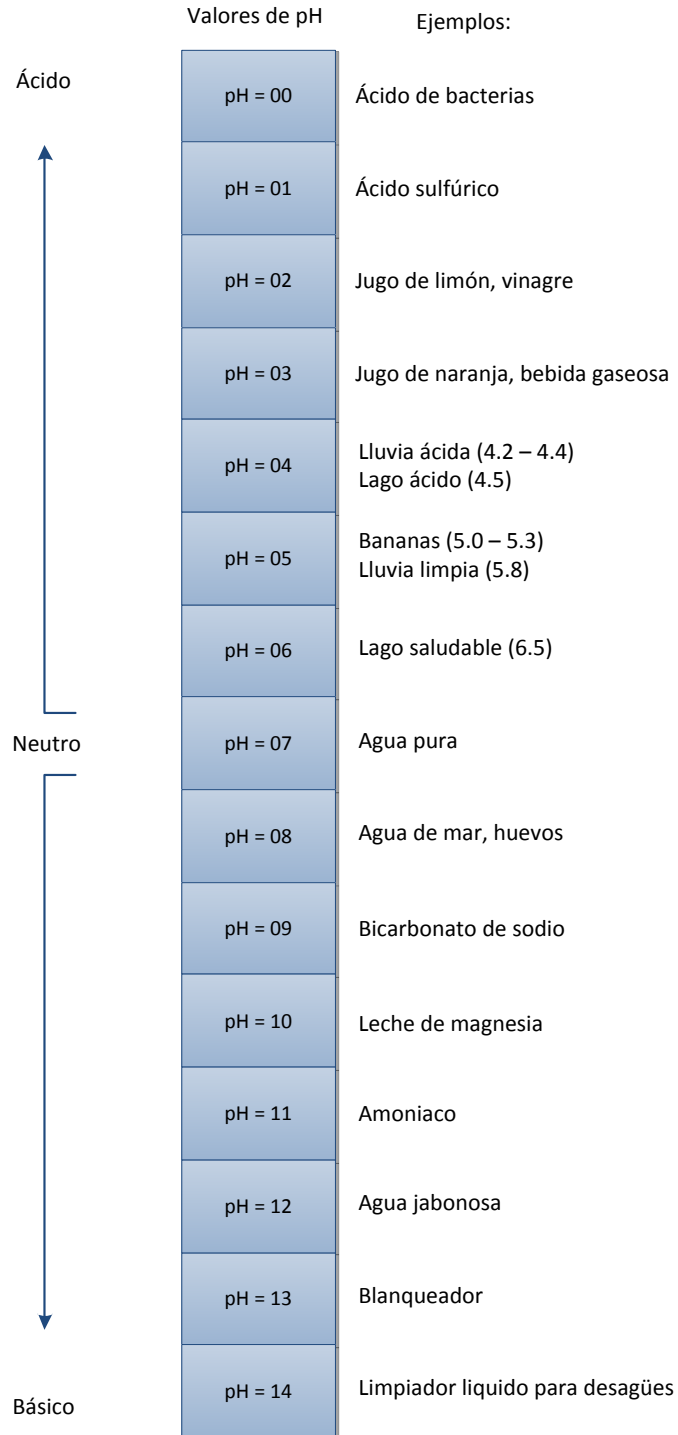
#### **1.4.2.3.3. Potencial de Hidrógeno pH**

El potencial de hidrógeno pH es la medida de concentración de ion de hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrógeno. En otras palabras, se puede decir que es una escala numérica utilizada para medir la acidez y basicidad de una sustancia.

En el caso de las aguas con pH menor de 6, en el tratamiento biológico favorecen al crecimiento de hongos sobre las bacterias. A pH bajo, el poder bactericida del cloro es mayor porque predomina el ácido hypochloruro (HClO); a pH alto la forma predominante del nitrógeno amoniacal es la forma gaseosa no iónica (NH<sub>3</sub>) la cual es tóxica pero también es removible mediante arrastre con aire, especialmente a pH de 10.5 a 11.

El valor de pH adecuado para diferentes procesos de tratamiento de aguas y para la existencia de la mayoría de la vida biológica puede ser restrictivo y cíclico pero, generalmente, es de 6.5 a 8.5; Para descargas efluentes de tratamiento secundario se estipula un pH de 6.0 a 9.0 y para desnitrificación de 6.5 a 7.5.

Figura 1. **Escala de pH**



Fuente: elaboración propia

#### **1.4.2.3.4. Sólidos sedimentales**

El contenido de los sólidos de un agua afecta directamente la cantidad de lodos que se producen en el sistema de tratamiento o disposición. Los sólidos sedimentales son el grupo de sólidos cuyos tamaños de partícula corresponde a 10 micras o más y que pueden sedimentar.

Los sólidos sedimentales son una medida del volumen de sólidos asentados al fondo del cono *Imhoff*, en un período de una hora y representa la cantidad de lodo removible por sedimentación simple, se expresa comúnmente en mL/L.

#### **1.4.3. Maquinaria y equipo para una planta de tratamientos**

Para una planta de tratamientos de aguas residuales es muy importante contar con toda la maquinaria y equipo necesario para su adecuada operación. Previo a un diseño adecuado de las necesidades de la planta, se determinó cuál es la mejor opción a la hora de realizar cualquier instalación.

##### **1.4.3.1. Tipo de maquinaria y equipo**

El tipo de maquinaria y equipo se puede encontrar en una planta de tratamiento de aguas residuales, se divide en manual y automático.

##### **2.2.1. Manual**

El tipo de maquinaria y equipo manuales que se pueden mencionar son la caja de cribas, el desarenador, el tamiz, el reactor UASB y el clarificador.

- **Caja de cribas**

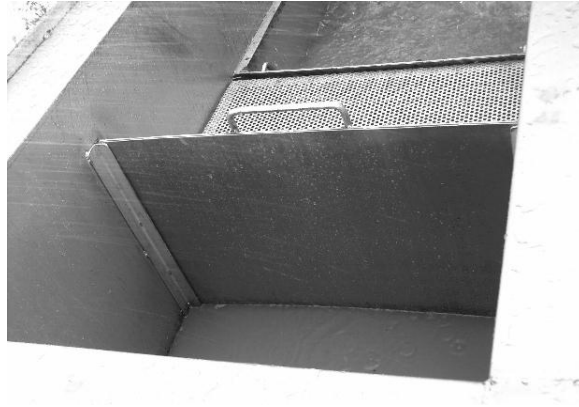
El cribado es la operación utilizada para separar material grueso del agua, mediante el paso, por ella, por una criba o rejilla. La criba puede ser de cualquier material agujerado ordenadamente, por ejemplo, una plancha o lámina metálica, de madera o de concreto, con agujeros redondos, cuadrados o de cualquier forma geométrica.

De acuerdo con los métodos de limpieza, las rejillas o cribas son de limpieza manual o mecánica. Según el tamaño de las aberturas se clasifican como rejillas gruesas o finas. Las gruesas son aquellas con aberturas iguales o mayores a 0.64 cm., mientras que las finas tienen aberturas menores a 0.64 cm.

En el tratamiento de aguas residuales se usan rejillas gruesas, principalmente de barras o varillas de acero, para proteger bombas, válvulas, tuberías y equipos, etc., del entaponamiento o de la interferencia causada por trapos, tarros y objetos grandes. Las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales pueden o no requerir rejillas, según la característica de los residuos. Las partículas suspendidas mayores que 0.64 cm pueden removerse más económicamente mediante el cribado que por cualquier otra operación unitaria.

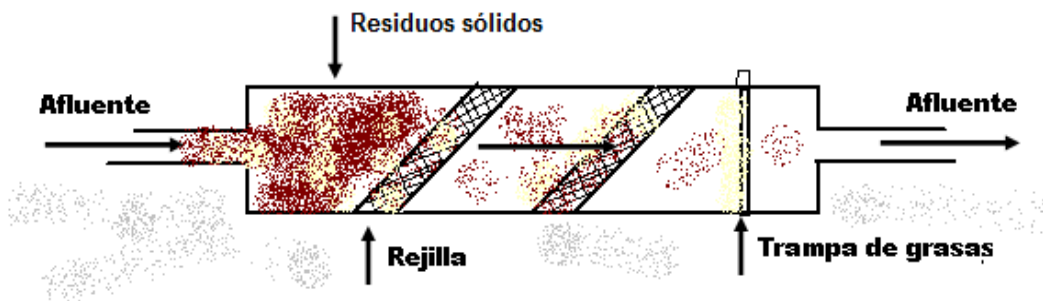
El canal de acceso a la rejilla debe diseñarse para prevenir la acumulación de arena u otro material pesado, antes y después de la rejilla. El canal debe, preferiblemente, ser horizontal, recto y perpendicular a la rejilla, para promover una distribución uniforme de los sólidos retenidos por ella. A medida que el material se acumula por la rejilla, esta se va taponando y la pérdida de energía, consecuentemente, aumenta. El diseño estructural debe ser el adecuado para impedir la rotura de la rejilla cuanto está taponada.

Figura 2. **Trampa de grasa # 1 y Caja de cribas**



Fuente: cereales CASA

Figura 3. **Funcionamiento de las rejillas en la retención de residuos sólidos.**



Fuente: elaboración propia

- **Desarenador**

Los desarenadores o también llamados decantadores, se utilizan en un tratamiento de aguas residuales para remover arena, grasas, partículas u otro material sólido pesado que tenga velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos. Estos protegen el equipo mecánico del desgaste anormal y reducen la formación de depósitos pesados en tuberías, canales y conductos.

El agua residual del desarenador de flujo horizontal pasa a lo largo del tanque en dirección longitudinal. La velocidad horizontal del agua residual se controla mediante las dimensiones de la unidad de un vertedero de sección especial a la salida.

Figura 4. **Desarenador de flujo horizontal**

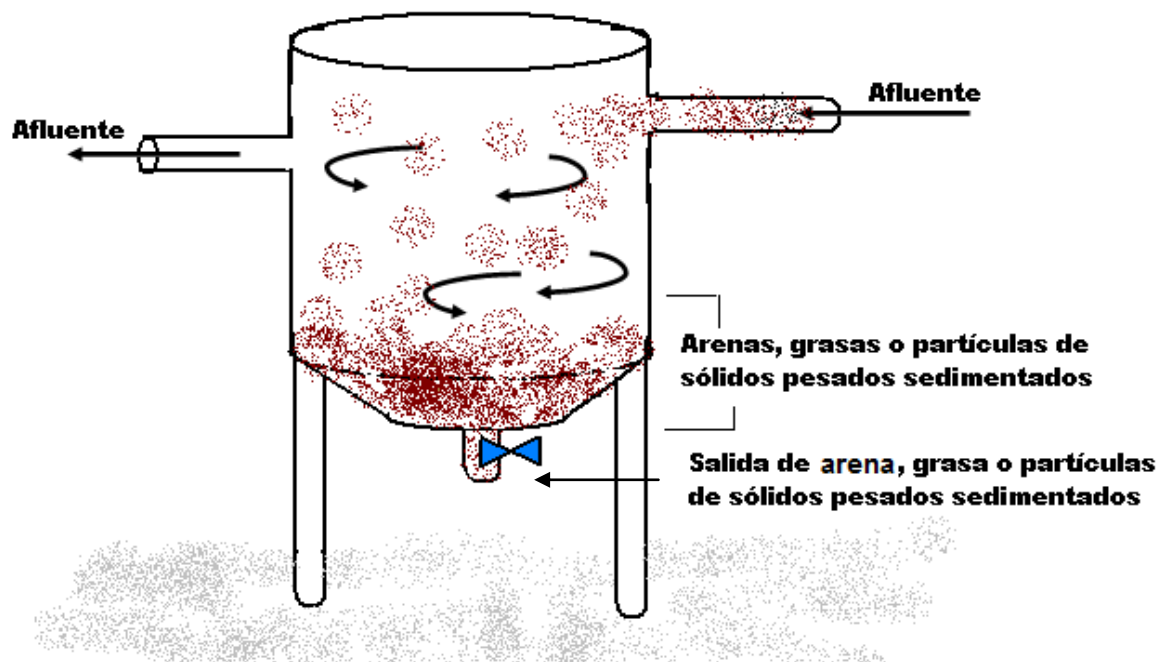


Fuente: cereales CASA

En la figura No. 5 se puede ver el funcionamiento interno del desarenador de flujo horizontal. En la parte superior derecha entra el afluente

horizontalmente con arenas, grasas o partículas sólidas los cuales por la gravedad y su peso, se sedimentan en la parte inferior del desarenador. Esta sedimentación se reutiliza para realizar compostaje. Luego de este proceso, el afluente sale horizontalmente por la parte superior izquierda con una menor cantidad de arena o partículas sólidas que pueden tapan alguna de las tuberías dentro del proceso.

Figura 5. **Funcionamiento interno del desarenador de flujo horizontal**



Fuente: elaboración propia

- **Tamiz**

El cribado en un tamiz es una operación que se debe considerar en una planta de tratamiento de aguas. Su objetivo es interceptar los cuerpos gruesos antes de que dañen o vuelvan más lentos los procesos depurativos. La

captación de los cuerpos se realiza a través de cribas o rejillas metálicas con abertura entre hilos de 0.5 mm. La limpieza de las cribas puede ser manual en el caso de plantas pequeñas o bien mecánicas.

Figura 6. **Tamiz**



Fuente: cereales CASA

- **Reactor UASB**

Los reactores UASB son un tipo de birreactor tubular que entra por la parte inferior del reactor, atraviesa todo el perfil longitudinal y sale por la parte superior. Son reactores anaeróbicos 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 anaeróbicas provoca la recirculación interna, lo que ayuda en la formación y mantenimiento de las partículas biológicas, sobre las cuales se adhieren algunas de gas. El gas libre y el adherido a gránulos, se retienen en el colector de gas en la parte alta del reactor. El líquido que se 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 baffle en la parte alta del manto de fangos.

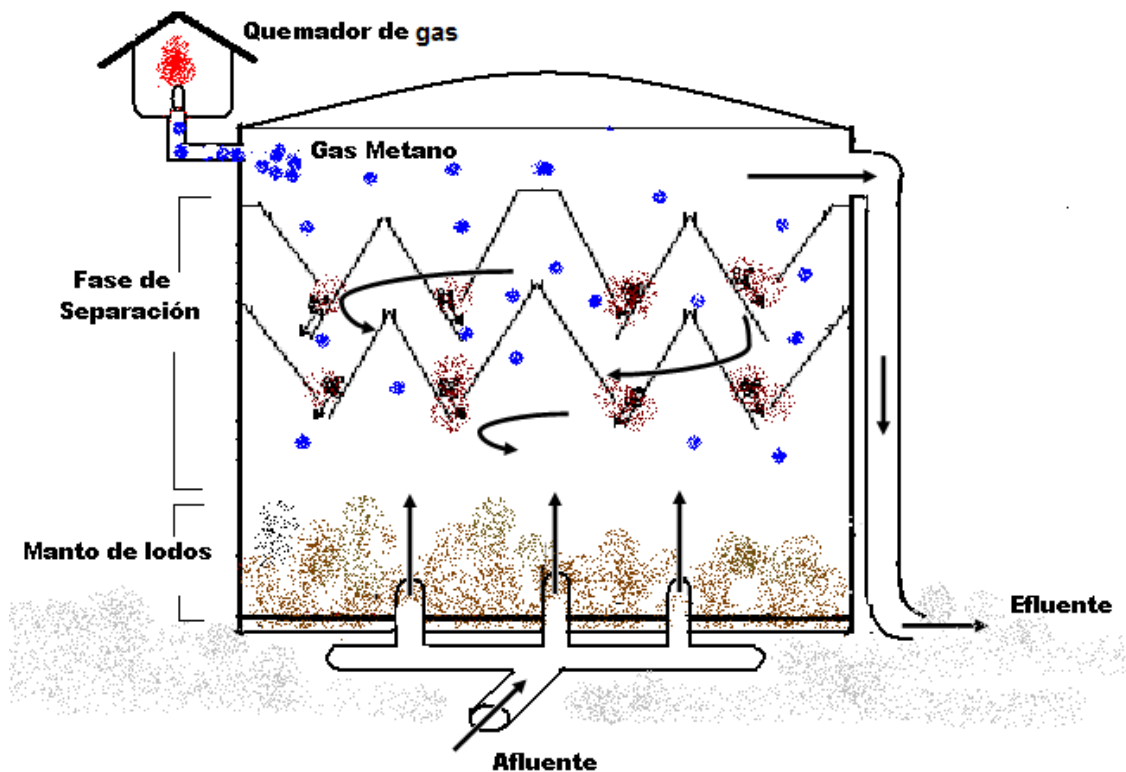
Figura 7. **Reactor UASB**



Fuente: cereales CASA

En la figura No. 8 se puede ver el funcionamiento interno del reactor UASB, en donde el agua afluyente ingresa por la parte inferior del reactor, pasa por el manto de lodos e inicia su fase de separación de lodos y gases. Las láminas internas que componen el reactor UASB ayudan a retener todos los sólidos en suspensión, sedimentándolos en la parte inferior del reactor. Luego de su fase de separación el afluyente se convierte en efluente y sale por la parte superior del reactor. Todo el gas metano generado dentro del reactor, es quemado en la parte superior del reactor en su quemador de gas.

Figura 8. **Funcionamiento interno del reactor UASB**



Fuente: elaboración propia

- **Clarificador**

Es un equipo que por un procedimiento físico separa los sólidos del agua, después de la floculación, estos sólidos reposan en las placas inclinadas que tienen internamente el clarificador y por gravedad resbalan en el fondo donde se forman los lodos sedimentales. Su construcción es acero al carbón con recubrimiento epóxido interno u externo. Su capacidad va de 10 a 2 000 galones por minuto (gpm).

El clarificador está diseñado para poder obtener las reducciones en sólidos en suspensión. Tienen unas placas inclinadas a 45° con respecto a la horizontal y lo que logra es que cuando los sólidos suban a estas placas, reboten y por gravedad caigan al fondo del clarificador. Lo único que sube en la tubería de salida es el agua pre-tratada.

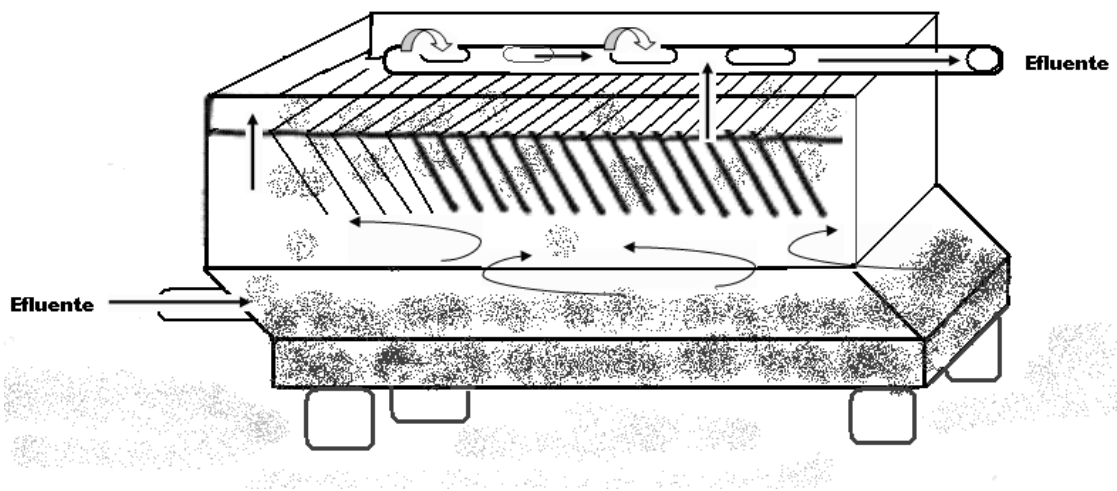
En la figura No. 10 se ve el funcionamiento del clarificador, en donde el agua efluente entra por la parte inferior del equipo y sale por el rebalse en el tubo en la parte superior. Las placas colocadas transversalmente sirven para la retención de las últimas arenas y lodos que durante el proceso no se eliminaron y se solidifican en la parte inferior del clarificador.

Figura 9. Clarificador



Fuente: cereales CASA

Figura 10. Funcionamiento interno del clarificador



Fuente: elaboración propia

### 2.2.2. Automática

El tipo de maquinaria y equipo automático se puede mencionar se refiere a los tanques de homogenización y el tanque de igualación.

- **Tanque de homogenización**

Los tanques de homogenización y aireación se han diseñado para amortiguar por laminación las variaciones del caudal, debido al flujo inconstante de los efluentes de las distintas etapas. Con ello se logra un fluente lo suficiente uniforme en cuanto a características y caudal a partir de unos residuos discontinuos y variables en calidad y cantidad. Se produce por una parte una igualación de caudales que tienen como efecto secundario una disminución en la concentración de contaminantes al reducirse los picos máximos de concentración de cromo y sulfuro y por las reacciones que se dan durante el periodo de retención. Además de lograr una regulación de los caudales vertidos, el tanque de homogenización actúa como depósito tapón regulador y neutralizador del pH. El aire es necesario para la aireación y oxidación del sulfuro y sulfato, está la mezcla y la homogeniza en los efluentes.

Dentro de los tanques de homogenización existen reacciones químicas las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Oxidación  
$$\text{COHNS} + \text{O}_2 + \text{bacterias} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{energía}$$
- Síntesis  
$$\text{COHNS} + \text{O}_2 + \text{bacterias} + \text{energía} \rightarrow \text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$$
- Respiración endógena  
$$\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 5\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$$

En donde:

- COHNS: son los desechos orgánicos
- C5H7NO2: son los tejidos celular

Figura 11. **Tanques de homogenización**



Fuente: cereales CASA

- **Tanque de igualación**

En un tanque de igualación se realizan tres operaciones importantes, la primera es estandarizar o neutralizar el agua residual, la segunda homogenizar el agua residual por medio del agitador y la tercera es bombear el agua residual al tanque reactor.

Para la primera operación se realiza automáticamente por medio de una bomba dosificadora con un caudal máximo de 20 l/h a una presión de 5 bar y un sensor de pH el cual indica el pH del agua residual. La bomba dosificadora suministra la cantidad necesaria de soda cáustica, para que el agua residual se encuentre con un pH entre 7 – 8. También el tanque de igualación cuenta con una sonda auto-limpiante, para aguas sucias y un depósito para el almacenamiento del reactivo de soda cáustica de 500 litros.

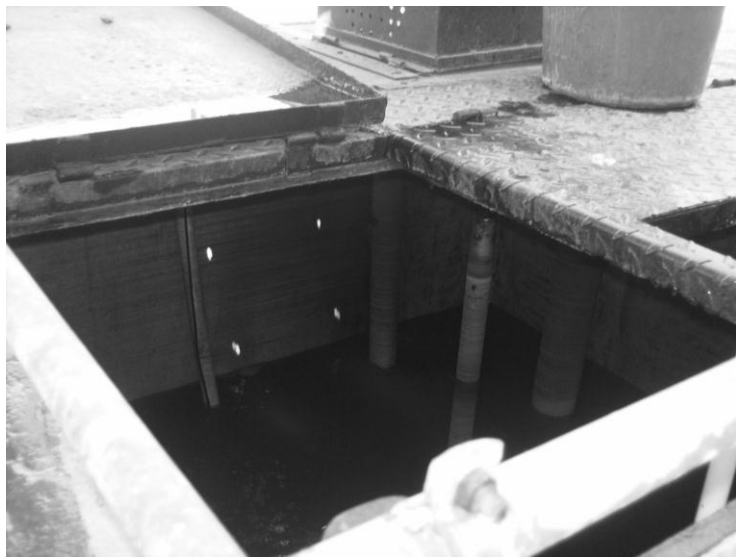
En la segunda operación tiene como objetivo homogenizar el agua residual contenida en este tanque para que la neutralización sea correcta.

La tercera operación se realiza automáticamente por medio de dos bombas sumergibles y un sensor de nivel; cuando este alcanza el nivel mínimo y el pH está por debajo o fuera del intervalo requerido, la bomba se apaga; cuando alcanza el valor máximo y el pH se encuentra entre los parámetros requeridos, se enciende.

El aire necesario para la aireación y oxidación del sulfuro y sulfato, la mezcla y homogenización de los efluentes, la aporta un equipo soplante que proporciona un caudal de aire de unos 1 000 m<sup>3</sup>/h, con una presión de trabajo de 0,400 bar y una potencia instalada de 18.5 Kw.

El sistema de aireación está compuesto por un sistema de 100 difusores para asumir un caudal de aire de 1 000 m<sup>3</sup>/h y con un rendimiento de transferencia entre 5.6 y 6.6 % por metro de lámina de agua.

Figura 12. **Tanque de igualación**



Fuente: cereales CASA

Como bien se mencionó en este capítulo, la etapa terciaria en el tratamiento de aguas residuales tiene como objetivo suprimir algunos contaminantes específicos presentes en el agua residual tales como los fosfatos que provienen del uso de detergentes domésticos e industriales y cuya descarga en curso de agua favorece la eutrofización, es decir, un desarrollo incontrolado y acelerado de la vegetación acuática que agota el oxígeno, y mata la fauna existente en la zona. No todas las plantas tienen esta etapa ya que dependerá de la composición del agua residual y el destino que se le dará



El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.)

## **2. SITUACION ACTUAL**

### **2.1. Funcionamiento actual de la planta de tratamiento de aguas residuales**

Todo sistema de tratamiento de aguas residuales debe estar diseñado de tal manera que, cuando se opere adecuadamente produzca en forma continua el caudal y calidad de efluente requerido.

Si existen equipos, estos han de funcionar satisfactoriamente dentro de cualquier rango posible de operación, igualmente, el operador debe estar en capacidad de ajustar la operación a los requerimientos de cada momento. Tiene que contar con equipos de laboratorio que permitan determinar las características esenciales de operación, hacer los ajustes requeridos y controlar la calidad del efluente.

El sistema de tratamientos debe estar en capacidad de operar continuamente, aun en los casos en que sea necesario sacar de operación un equipo para su mantenimiento o reparación.

El alcance que se quiere tener en la planta de tratamiento es tratar al 100% del agua que sale de la planta de producción manteniendo el reactor con las variables de control dentro del rango adecuado para que las bacterias vivan, crezcan y se reproduzcan en las mejores condiciones, logrando así aumentar la eficiencia del reactor.

### 2.1.1. Funcionamiento manual

El funcionamiento manual de la planta de tratamientos abarca desde la toma de muestras hasta las limpiezas que se deben realizar constantemente. Todos estos procedimientos se han de realizar con una frecuencia diaria.

Los resultados obtenidos de las muestras son los indicadores que muestran la estabilidad de la planta y las acciones correctivas que se deben realizar si los mismos estuvieran fuera de los estándares establecidos. Para ello se cuenta con un formato diario que se debe llenar con todos los resultados de los análisis de las muestras como por ejemplo: análisis de DQO, sólidos sedimentales, pH, entre otros.

Figura 13. Reporte diario de operación de la planta de tratamientos de aguas residuales

**Cereales CASA**      DIA Y FECHA

**Reporte diario de operaciones de la planta de tratamientos**

Nombre del Operario    Turno 1 \_\_\_\_\_ Turno 2 \_\_\_\_\_

Sólidos de Sedimentación	Arriba (ml/L)	Abajo (ml/L)	Turno
Válvula 1			
Válvula 2			
Válvula 3			
Válvula 4			

Residuos de Compostaje	Peso de bote (kg)	Tipos de Residuos	Montaña que se utilizó

Prueba de DQO	Entrada Reactor (mg/L)	Salida Reactor (mg/L)	Turno

Prueba de pH	Salida Reactor	Turno

pH Reactor UASB	Resultado Turno 1	Resultado Turno 2
Válvula 1		
Válvula 2		
Válvula 3		
Válvula 4		
Válvula 5		

Control de Quema de Gas	Nivel de Gas	Tiempo de quema de gas	Color de la llama

Mover Compostaje	Montaña No.	Comentario

Recomendaciones

Actividad	Condición	Acción correctiva
pH dentro del reactor	mayor que 6.5	Parar la alimentación de agua al reactor y avisar a tu supervisor

Fuente: elaboración propia

Algunas de las limpiezas se deben realizar una vez al día, otras dos veces al día y hay otras limpiezas que se realizan semanalmente. Esta variación con las limpiezas se debe a la necesidad de mantener limpias ciertas áreas que se tienden a ensuciar con mayor frecuencia por los residuos sólidos que se generan en el proceso.

De igual manera cuentan con un formato diario de limpieza que se debe llenar por los operarios, el supervisor de la planta debe realizar la inspección final para revisar que las áreas estén totalmente limpias.

Figura 14. **Reporte diario de limpieza de la planta de tratamientos de aguas residuales**

**Cereales CASA**      DIA Y FECHA

**Reporte diario de limpieza de la planta de tratamientos**

Nombre del Operario      Turno 1 \_\_\_\_\_      Turno 2 \_\_\_\_\_

Limpieza Diaria	Turno 1	Turno 2	Hora que se realizo	Comentarios
Caja de Cribas				
Trampa de grasa 1				
Desarenador				
Tarniz				
Trampa de grasa 2				
Cheque de Recirculacion				
Cheque de bomba 1				
Cheque de bomba 2				

Limpieza Semanal	Turno 1	Turno 2	Actividad realizada	Hora que se realizo	Comentarios
Clarificador					
Canaletas de domos					

Recordatorios

Actividad	Accion correctiva
Cheque de Recirculacion	Se debe de limpiar en el turno 1
Cheque de bomba 1	Se debe de limpiar en el turno 2
Cheque de bomba 2	Se debe de limpiar en el turno 2

Revision de pozos	Turno 1	Turno 2

**Material de trabajo**

Material	Escribir si hace falta algun material (DQO, SODA, Equipo de Limpieza)

Fuente: elaboración propia

### **2.1.2. Funcionamiento automatizado**

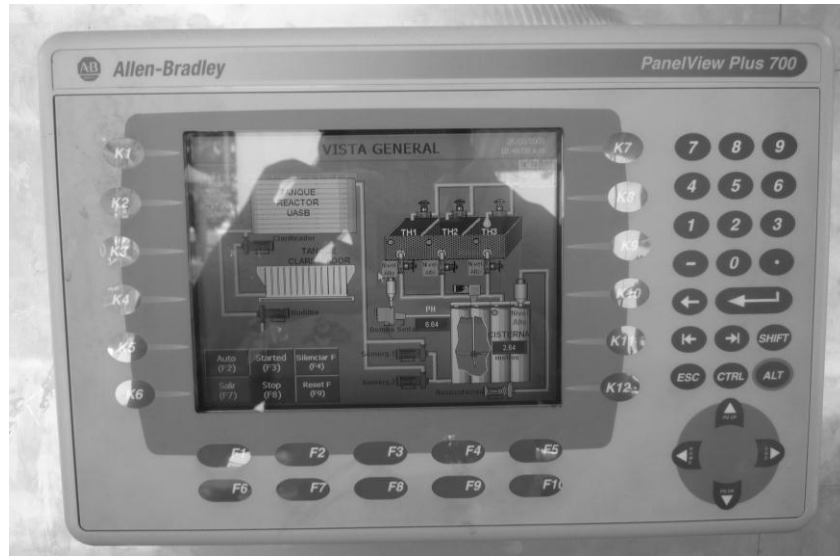
La planta de tratamientos cuenta con un panel *view* y un panel de campo en donde se maneja el funcionamiento de la planta por un medio automatizado.

El panel *view* cuenta con un teclado incorporado a través del cual se podrá controlar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales. Cada botón en la pantalla está indicado con el nombre de la tecla que lo opera en paréntesis. El panel *view* que se encuentra en la planta no es táctil por lo que el teclado es el único medio de operación.

Desde la pantalla principal se puede tener acceso a distintas pantallas de operación. Por ejemplo la vista general del todo el proceso de la planta, el poder cambiar de un sistema automático a un sistema manual, obtener los parámetros de operación, visualizar por medio gráficos dichos parámetros y una pantalla en donde se pueden modificar los parámetros de operación del sistema.

El panel de campo controla, la bomba del clarificador final, las bombas que se encuentran en el tanque de registro, la bomba de succión y el agitador que se encuentra en el tanque de igualación. Por medio de este panel se puede apagar o encender dichas bombas. También en este panel hay un medidor de pH.

Figura 15. **Panel view**



Fuente: cereales CASA

Figura 16. **Panel de control del tanque de igualación y del reactor UASB**



Fuente: cereales CASA

## **2.2. Descripción de la maquinaria y equipo**

En la descripción de la maquinaria y equipo lo que se quiere lograr es tener toda la información característica con que cuenta la planta de tratamiento para su funcionamiento. Esto servirá de referencia para tener una información concreta de la planta para poder resolver problemas futuros.

### **2.2.3. Tipo de maquinaria y equipo**

El tipo de maquinaria y equipo que se puede encontrar en una planta de tratamientos de aguas residuales se puede dividir en manual y automático. Hay desde tanques tolvas hasta tanques totalmente automatizados.

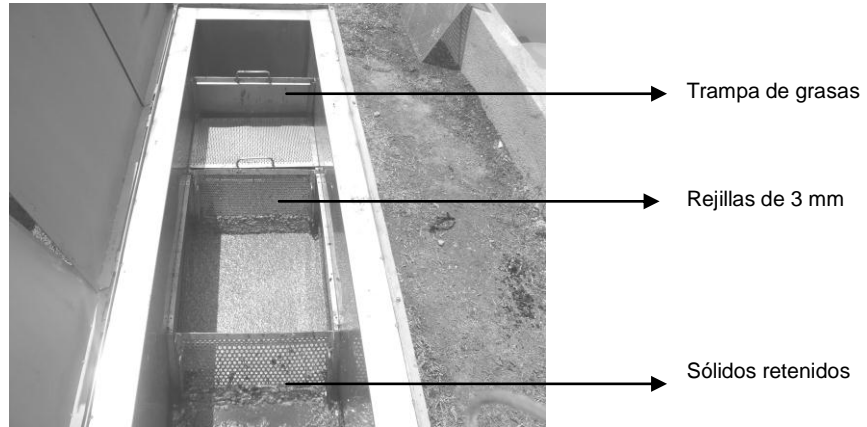
#### **2.2.3.1. Manual**

Como parte del tipo de maquinaria y equipo manual que se puede mencionar están la caja de cribas, el desarenador, el tamiz, el reactor UASB y el clarificador.

- **Caja de cribas**

La caja de cribas es la encargada de remover todos los sólidos retenidos de tamaño grande y las grasas que contienen las aguas residuales. Los sólidos retenidos y las grasas deben ser recolectados ya que se acumularán en las cribas. Cuentan con una sección de persiana para cribado con lámina de 1.5 mm de grosor y de 3 mm de diámetro el agujero.

Figura 17. **Especificaciones de la caja de cribas**



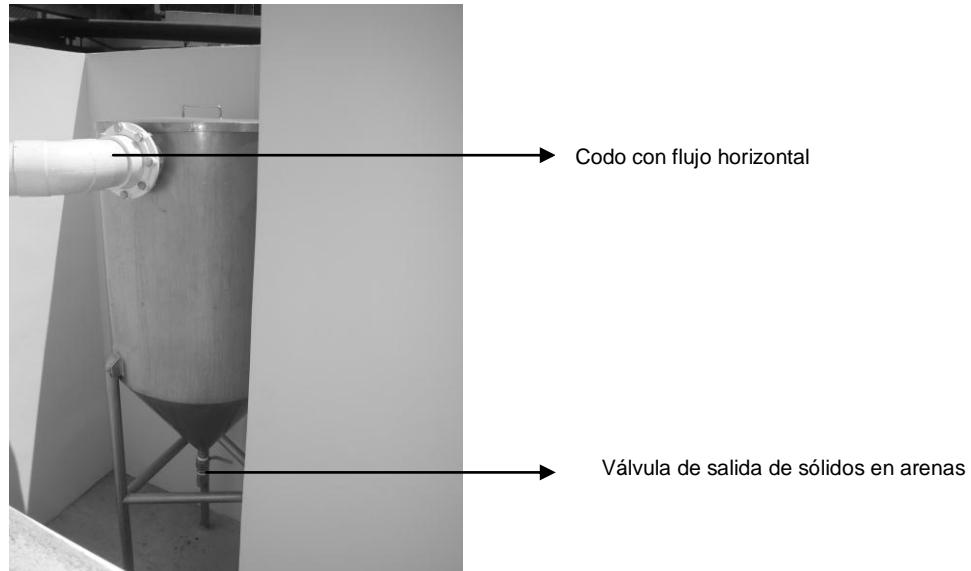
Fuente: cereales CASA

- **Desarenador**

El desarenador es un tanque tolva que se encarga de remover todas las arenas que contienen las aguas residuales. Las arenas deben ser recolectadas ya que se acumularán en el fondo del tanque.



Figura 18. **Especificaciones del desarenador**



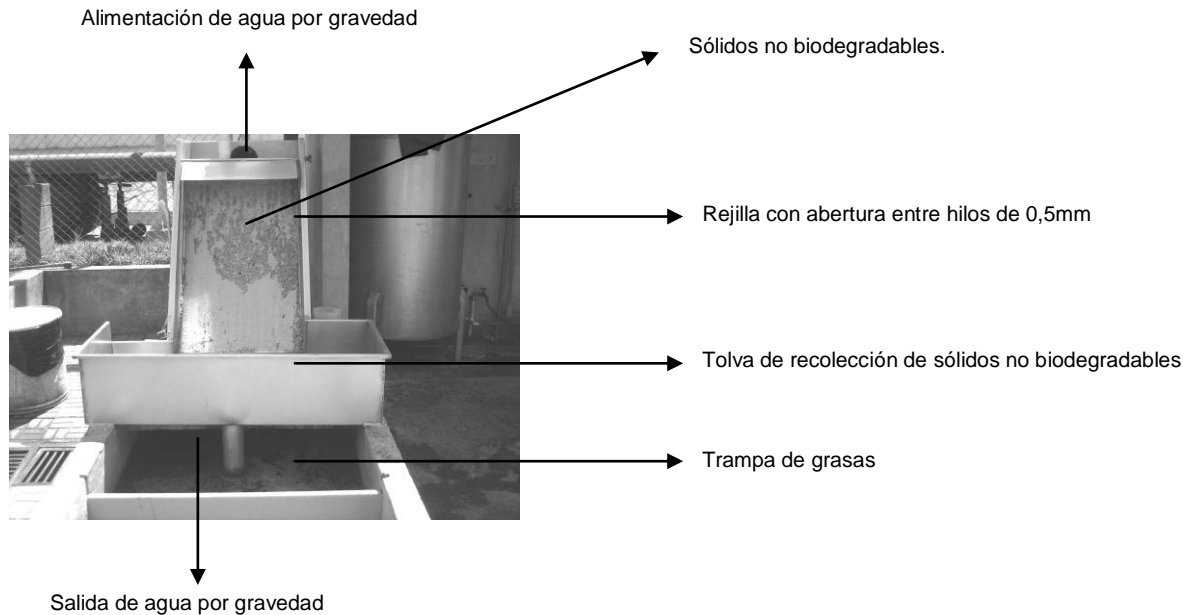
Fuente: cereales CASA

- **Tamiz**

Su alimentación se hace por medio de gravedad, desde la tubería que conduce el agua desde la planta hasta la planta de tratamiento de aguas residuales. Al tamiz le llega la totalidad de las aguas residuales que será tratada. Su salida también se realiza por gravedad, la cual entra directamente a la trampa de grasas. A la rejilla estática está unida una tolva de recolección de sólidos.

El caudal de diseño es de 3.1 l/s y el caudal pico que soporta es de 4.6 l/s. La abertura entre hilos de la rejilla estática es de 0.50 mm. El objetivo principal del tamiz está diseñado para facilitar la separación de sólidos no biodegradables

Figura 19. **Especificaciones del Tamiz**



Fuente: cereales CASA

- **Reactor UASB**

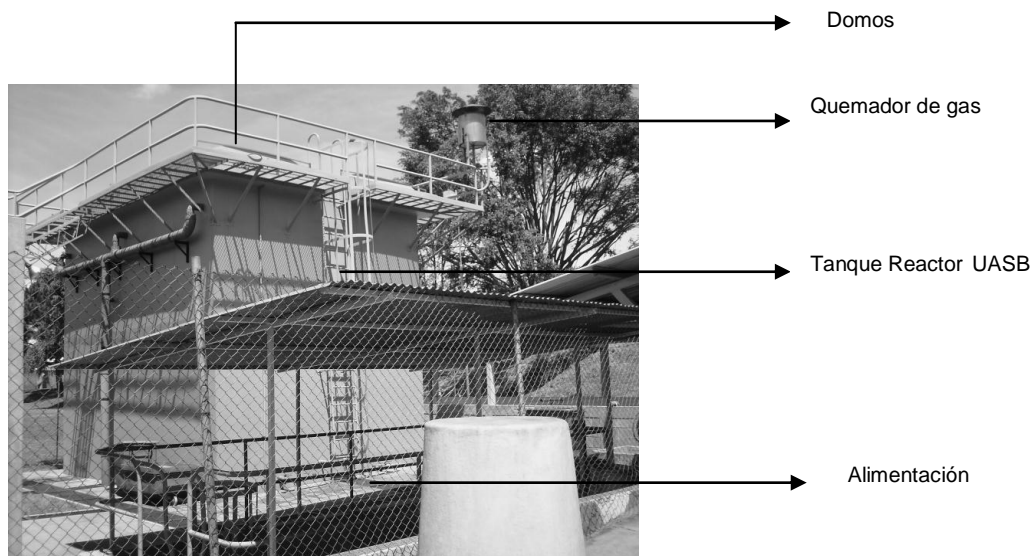
El reactor está totalmente cubierto para evitar problemas de malos olores, este cuenta con separadores de gas, sólidos y líquidos internos. Los separadores están fabricados en láminas planas con resinas resistentes a ácidos. Tienen un área total de las placas de 52.44 m<sup>2</sup> y están soportadas por unas vigas fabricadas de acero inoxidable.

La parte superior del reactor está dividida en cuatro compartimientos iguales, sobre cada uno de ellos está colocada una cubierta anidada dentro de un sello hidráulico. Esto sirve con un sistema de recolección de gas y algunas ocasiones son llamados domos.

El reactor cuenta con un sistema de manejo de biogás: controlador de presión, trampa de llamas, sistema para atrapar y drenar condensados. Así mismo, el reactor cuenta con un sistema de muestreo de purgas de lodos.

El reactor es alimentado por una de las caras laterales, a través de dos pasamuros de PVC, situado a 1.0 m de cada pared vertical. Los pasamuros tienen un diámetro de dos pulgadas y se conectan interiormente con dos flautas de 5.8 m de largo. Se tienen un total de 36 puntos de alimentación en la parte baja del reactor,  $0.728 \text{ m}^2$  por cada punto de alimentación.

Figura 20. **Especificaciones de reactor UASB**



Fuente: cereales CASA

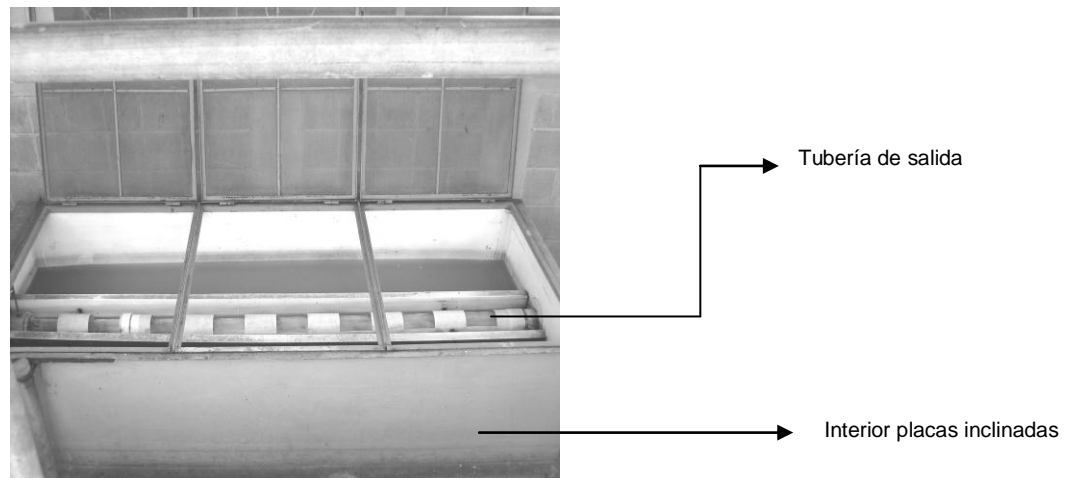
- **Clarificador**

Es un sedimentador de tipo lamellas. Este clarificador tiene 21 placas inclinadas a  $45^\circ$  respecto de la horizontal. Consta de  $21 \text{ m}^2$  netos de área de sedimentación.

El largo de la zona de sedimentación es de 2.58 m y su área es de 2.58 m<sup>2</sup>. La alimentación se hace a través de un tubo ubicado en el centro a 0.25m por debajo del borde inferior de las placas inclinadas. Este tubo de alimentación cuenta con orificio de ½'', espaciados cinco centímetros entre su centro, colocados en posición vertical, mirando hacia el fondo del sedimentador. Para la recolección del agua clarificada ha colocado un tubo de PVC en la parte superior del clarificador, el tubo tendrá como vertederos de salida cortes perpendiculares al eje del tubo y hasta el punto medio de este separados entre sí. Son un total de ocho vertederos.

Se tiene unos 25 orificios a cada lado del tubo recolector de lodos en el fondo del clarificador.

Figura 21. **Especificaciones del clarificador**



Fuente: cereales CASA

### 2.2.3.2. Automática

El tipo de maquinaria y equipo automático que se puede mencionar son los tanques de homogenización y el tanque de igualación.

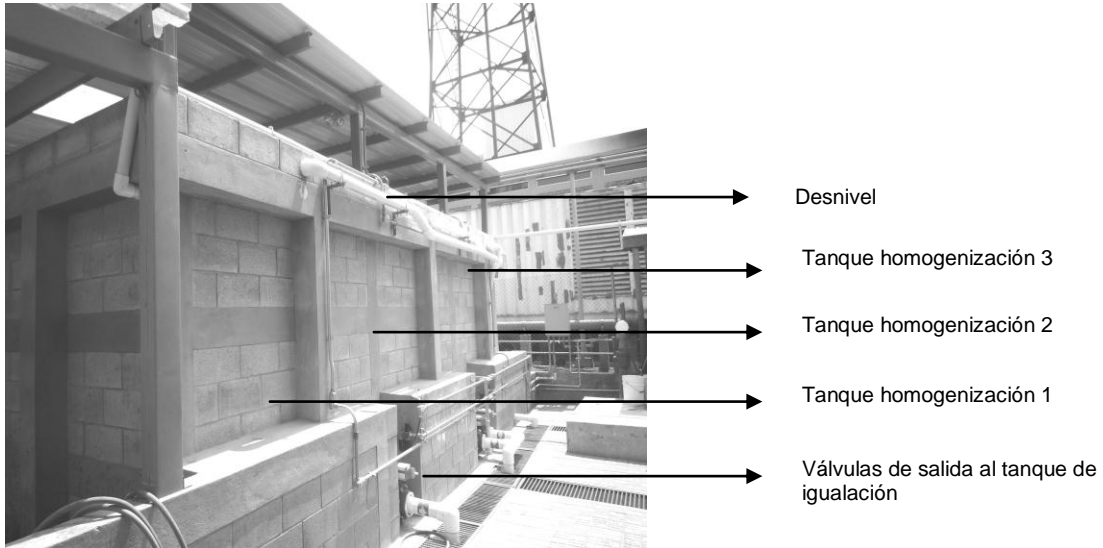
- **Tanque de homogenización**

Los tanques de homogenización están diseñadas para que el agua residual sea retenida por ocho horas, estas tienen como objetivo que la reacción de acidogénesis se lleve a cabo en esta etapa y no dentro del reactor. Tienen una capacidad de 36 m<sup>3</sup> para tratar agua residual.

Los tanques de homogenización siguen un proceso en forma de ciclo, es decir:

- Mientras que el tanque 1 está reposando, el tanque 2 está llenando y el tanque 3 está vaciando.
- Si el tanque 3 llega a su nivel bajo, el tanque 1 tiene sus ocho horas de reposo y el tanque 2 llegó a su nivel máximo.
  - El tanque 1 empieza su proceso de vaciado, el tanque 2 inicia sus ocho horas de reposo y el tanque 3 inicia su proceso de llenado.
- Si el tanque 1 llega a su nivel bajo, el tanque 2 tiene sus ocho horas de reposo y el tanque 3 llegó a su nivel alto.
- El tanque 1 empieza su proceso de llenado, el tanque 2 inicia su proceso de vaciado y el tanque 3 inicia sus ocho horas de reposo.

Figura 22. **Especificaciones de los tanques de homogenización**



Fuente: cereales CASA

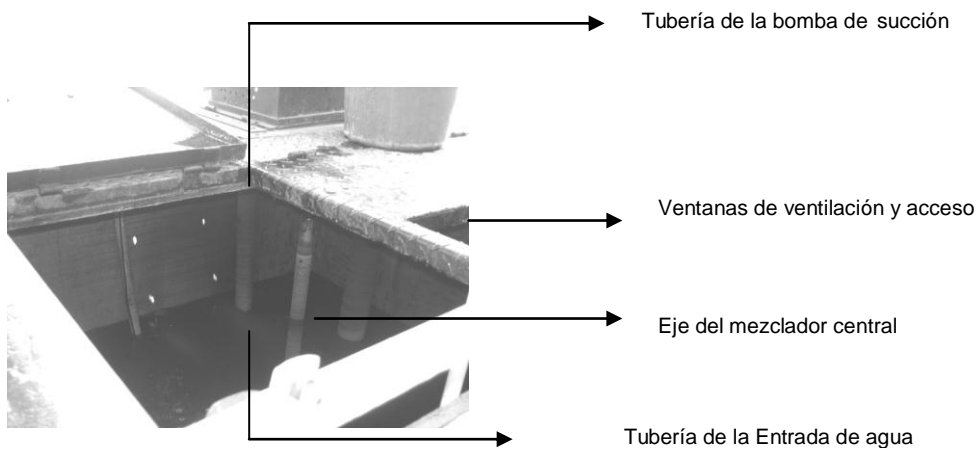
- **Tanque de igualación**

El tanque de igualación tiene una forma cuadrada y su fondo tiene forma de tronco piramidal. En el fondo de este tanque se encuentra la bomba de succión y el agitador central. El tanque posee cuatro ventanas superiores de ventilación y acceso. En este tanque se deben realizar pruebas de pH para que el agua que entre al reactor UASB tengan un pH adecuado. Para la neutralización se usa una solución de soda cáustica la cual se encuentra en el tanque contenedor de neutralizante.

El objetivo principal del tanque de igualación es la estandarización o neutralización del flujo que alimentará el sistema del tanque reactor UASB para mantenerla homogénea por medio del mezclador.

El mezclador tiene un eje agitador que mueve el disco por medio de un motor reductor y es lo que hace que se muevan las aspas y mezcle lo que se encuentra en el tanque de igualación. Lo más utilizado es para mezclar la solución de soda cáustica que entra en el tanque de igualación y así lograr que el pH en todo el tanque sea homogéneo.

Figura 23. **Especificaciones del tanque de igualación**



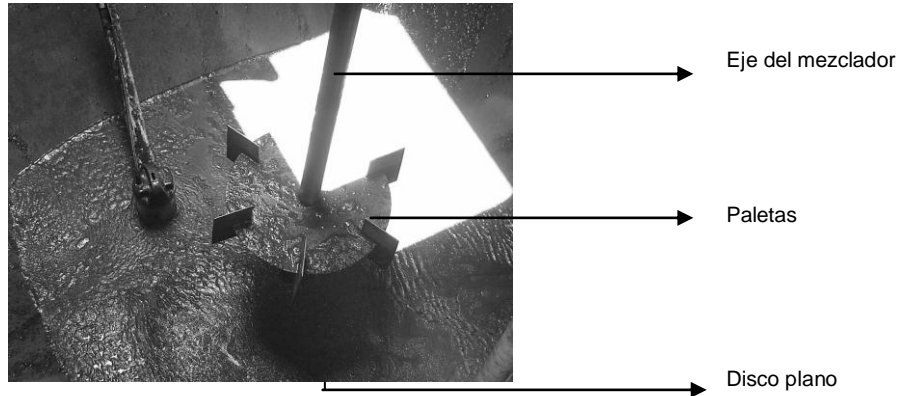
Fuente: cereales CASA

Figura 24. **Bomba de succión**



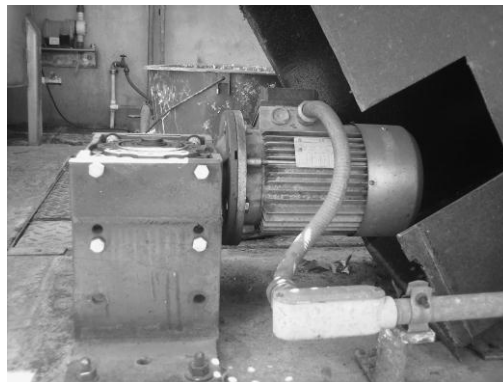
Fuente: cereales CASA

Figura 25. **Especificaciones del agitador**



Fuente: cereales CASA

Figura 26. **Motor reductor del agitador**



Fuente: cereales CASA

#### **2.2.4. Mantenimiento de la maquinaria y equipo**

El mantenimiento se define como el arte de mantener los equipos de la planta, la estructura y todos los accesorios en condiciones adecuadas para prestar los servicios para los cuales fueron propuestos, lo cual es esencial para lograr la operación eficiente del sistema de tratamiento.



El mantenimiento preventivo que se realiza en la planta es por medio de un mantenimiento programado para poder prevenir las fallas o eventuales salidas del servicio de un componente del sistema de la planta de tratamiento. Lo esencial que se quiere lograr con este mantenimiento es reducir las fallas no programadas, eliminar las de emergencias y reducir los costos de operación y mantenimiento.

Esto se logra con tener en buen aseo la planta y laboratorios. Hay que asegurarse que todos los equipos estén lubricados adecuadamente, asegurarse que la operación de cualquier equipo esté a la temperatura adecuada, entre otras cosas.

El mantenimiento correctivo que se tiene en la planta es por una actividad de emergencia que surge para reparar un equipo o estructura que ha causado una falla en el sistema de tratamiento. El control de tiempo de operación de un equipo o componente del sistema de tratamiento, así como de un rendimiento, ayuda a controlar este tipo de mantenimiento ante una posible falla.

### **2.3. Descripción de los procesos por medio de diagramas de operación**

Para tener una idea más clara de los procedimientos que se llevan a cabo en la planta de tratamientos se realizará una descripción de los procesos por medio de un diagrama de operación. Se mencionarán los diagramas de tratamiento de agua residual, manejo de sólidos, arenas y lodos para hacer composta y tratamiento químico del agua.

La planta de tratamiento de aguas residuales de los Cereales CASA está diseñada con el propósito de eliminar toda la contaminación química que pueda

ser nociva para los seres humanos de manera que el agua sea dispuesta en el ambiente de forma segura. El proceso está optimizado de manera que la planta no produce olores ofensivos hacia el exterior de la planta.

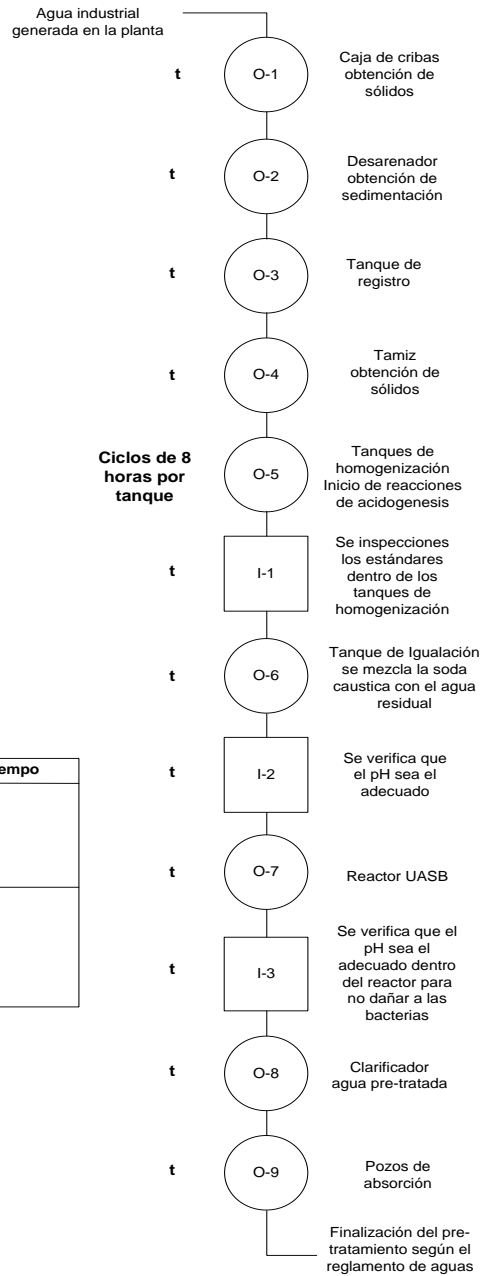
Esta planta de agua residual puede eliminar al menos un 90% de la materia orgánica y de los microorganismos patógenos presentes en ella. La etapa preliminar elimina el 60% de los sólidos suspendidos y un 35% de la DBO. La etapa secundaria elimina un 30% de los sólidos suspendidos y un 55% de DBO.

Esta planta de tratamiento de agua residual está diseñada para tratar un volumen de agua variable, lo cual debe adaptarse al flujo de agua residual producida dentro de la planta de producción de cereales. Es necesario filtrar el agua residual por medio de rejillas para la eliminación de sólidos y grasas.

Los objetivos que tiene esta planta de tratamiento son la eliminación de los sólidos en suspensión por medio de un proceso de sedimentación simple por gravedad, la eliminación de materia orgánica en disolución y en estado coloidal mediante un proceso de oxidación de naturaleza biológica seguido de sedimentación y suprimir los contaminantes como los fosfatos.

## 2.3.1. Tratamiento de agua residual

Diagrama de Operaciones	
<b>Empresa:</b> Cereales CASA	<b>Fecha:</b> Año 2011
<b>Departamento:</b> Calidad	<b>No. páginas:</b> 1/1
<b>Proceso:</b> Tratamiento de aguas residuales	<b>Nombre analista:</b> Güisel García
<b>Diagrama:</b> Actual	



Ciclos de 8 horas por tanque

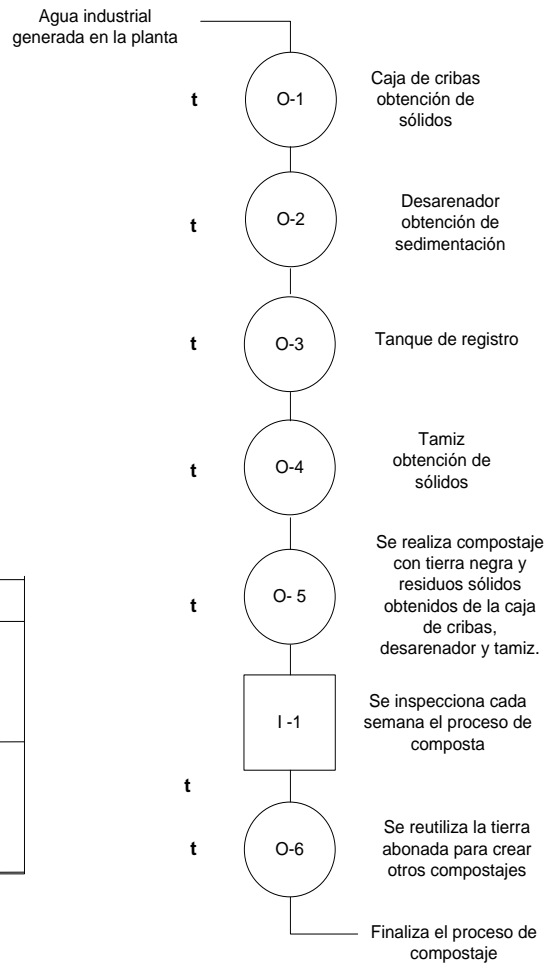
Resumen

Actividad	Símbolo	Número	Tiempo
Operación	○	9	t
Inspección	□	3	t

Fuente: elaboración propia

### 2.3.2. Manejo de sólidos, arenas y lodos para hacer composta

Diagrama de Operaciones	
<b>Empresa:</b> Cereales CASA <b>Departamento:</b> Calidad <b>Proceso:</b> Manejos de sólidos, arenas y lodos <b>Diagrama:</b> Actual	<b>Fecha:</b> Año 2011 <b>No. páginas:</b> 1/1 <b>Nombre analista:</b> Güisel García



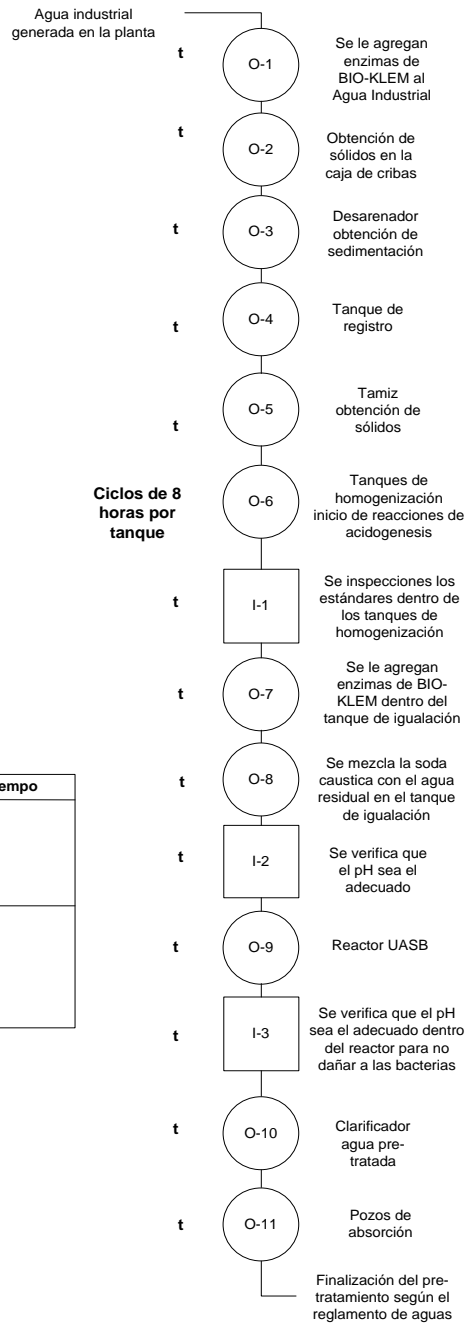
**Resumen**

Actividad	Símbolo	Número	Tiempo
Operación	○	6	t
Inspección	□	1	t

Fuente: elaboración propia

### 2.3.3. Tratamiento químico del agua

Diagrama de Operaciones	
<b>Empresa:</b> Cereales CASA <b>Departamento:</b> Calidad <b>Proceso:</b> Tratamiento químico del agua <b>Diagrama:</b> Actual	<b>Fecha:</b> Año 2011 <b>No. páginas:</b> 1/1 <b>Nombre analista:</b> Güisel García



Resumen			
Actividad	Símbolo	Número	Tiempo
Operación	○	11	t
Inspección	□	3	t

Fuente: elaboración propia

## **2.4. Tratamiento del agua residual**

En todos los sistemas de aguas habitan microbios que llevan a cabo la función de rompimiento y digestión de materia orgánica. Estos microbios viven en drenajes de la planta de tratamientos de aguas residuales y agarradas a los tanques, dirigen sólidos y descomponen varios compuesto. Algunos tratamientos de agua dependientes de este tipo de procesos microbiológicos son excepcionalmente eficientes. La clave para entender es que algunos tratamientos necesitan microorganismos para poder vivir.

En cualquier tratamiento de agua existe una variedad de microbios aerobios, anaerobios y facultativos. Cada uno lleva a cabo funciones específicas en sus partes respectivas del sistema. Cada especie tiene tolerancias a mínimos y máximos ecológicos referentes a condiciones tales como: pH, temperatura, niveles de oxígeno disuelto y nutrientes. Todos los microbios requieren de condiciones óptimas para proliferar e infundir el sistema con números suficientes de microbios para maximizar la eficiencia del tratamiento de agua.

### **2.4.1. Tipos de indicadores**

Los tipos de indicadores de una planta de tratamiento de agua residuales muestran la estabilidad de planta, la eficiencia que se puede obtener si el funcionamiento del mismo es el indicado.

Entre los problemas más frecuentes que se pueden presentar con los indicadores en la planta de tratamiento están las sobrecargas de DQO-DBO, la clarificación del agua que es pobre, los organismos refractarios que son muy pocos, la variación en las fuentes de carbono recibidas, la presencia de aceites

y grasas, los olores que se perciben en todo el proceso son muy fuertes y hasta cierto punto los efluentes llevan en ellos compuestos tóxicos que no son permisibles.

## **2.4.2. Análisis e interpretación de las pruebas de laboratorio**

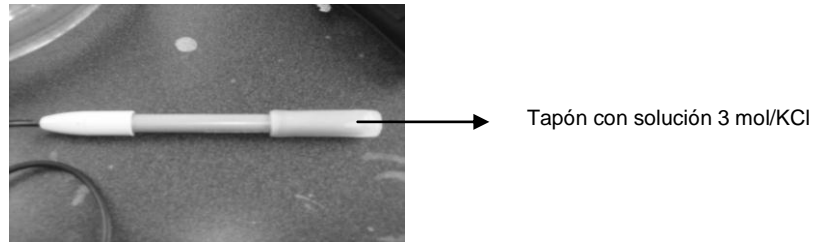
Los análisis deben de ser aplicados a todas las muestras obtenidas de agua que de la planta de tratamiento. Esto ayudará a tener una idea más clara del funcionamiento de la planta y si se está cumpliendo con todas las normativas establecidas.

### **2.4.2.1. Potencial de hidrógeno pH y temperatura**

En este análisis el objetivo principal es determinar el pH y la temperatura del agua que sale de la planta de tratamiento de agua residual y el pH dentro del reactor UASB, esto sirve para establecer los lineamientos que se deben seguir para que las personas encargadas de realizar las pruebas de pH y temperatura las realicen correctamente. Por medio de este análisis se tendrá el control de la calidad del agua que sale de la planta y la estabilidad dentro del reactor. Se debe tomar en cuenta lo siguiente para realizar este análisis:

- El electrodo debe estar sumergido en una solución de 3 mol/KCl todo el tiempo para que el electrodo no se dañe.

Figura 27. **Electrodo**



Fuente: cereales CASA

- Para realizar el procedimiento se deben conocer los componentes que se utilizarán en el potenciómetro.

Figura 28. **Potenciómetro**

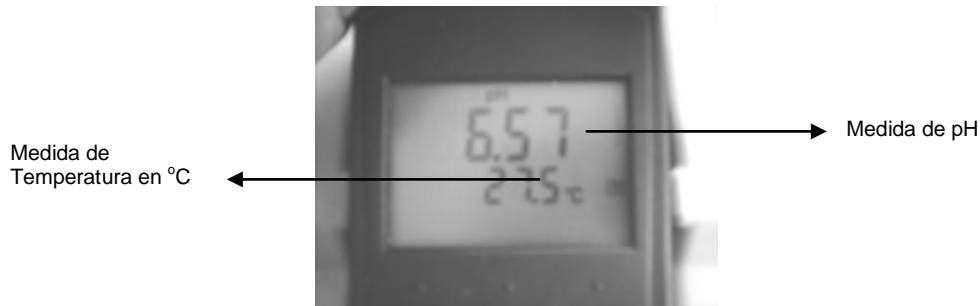


Fuente: cereales CASA

- Es importante saber cómo leer las medidas en la pantalla por lo que la medida que se encuentra en la parte superior es el valor del pH y la que se encuentra en la parte inferior es la temperatura en °C.



Figura 29. **Indicadores sobre las medidas obtenidas con el potenciómetro**



Fuente: cereales CASA

El pH dentro del reactor UASB debe controlarse manteniéndolo entre 6.5 a 7.5, Para ingresar agua residual al reactor UASB el pH debe mantenerse controlado entre un rango de siete a ocho en el tanque de igualación. Si esta ingresa más bajo puede causar dificultades y disminuir el pH del reactor el cual también es una variable que se debe de mantener controlada.

#### **2.4.2.1.1. Tabulación de resultados y análisis por medios gráficos**

Para la tabulación y análisis de resultados se tomarán datos de un mes de 2011. Los datos de pH dentro del reactor UASB se muestrea una vez al día y se toma una muestra de cada válvula. Esto sirve para tener una idea clara del comportamiento de pH dentro del reactor y ver si el tratamiento de agua residual está funcionando eficientemente.

Figura 30. Datos tabulados de pH

Cereales CASA						
PH reactor UASB						
<b>Encargado de la realización</b>	Operario de la PTAR					
<b>Frecuencia de la prueba</b>	Diario					
<b>Año</b>	2011					
<b>Mes</b>						
<b>Parámetro por alcanzar</b>	7					

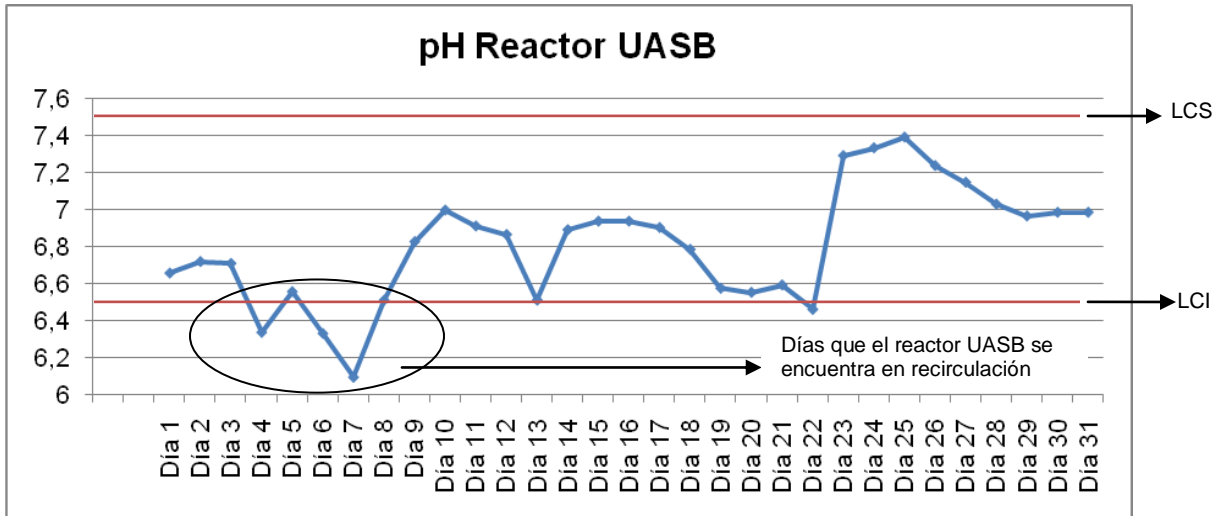
  

FECHA	pH Válvula 1	pH Válvula 2	pH Válvula 3	pH Válvula 4	pH Válvula 5	pH Válvula
<b>Día 1</b>	6,63	6,71	6,61	6,67	6,65	<b>6,654</b>
<b>Día 2</b>	6,70	6,78	6,75	6,67	6,68	<b>6,716</b>
<b>Día 3</b>	6,69	6,77	6,71	6,69	6,67	<b>6,706</b>
<b>Día 4</b>	6,34	6,33	6,31	6,33	6,36	<b>6,334</b>
<b>Día 5</b>	6,58	6,56	6,52	6,54	6,57	<b>6,554</b>
<b>Día 6</b>	6,33	6,35	6,29	6,33	6,34	<b>6,328</b>
<b>Día 7</b>	6,05	6,00	6,09	6,15	6,17	<b>6,092</b>
<b>Día 8</b>	6,48	6,48	6,55	6,52	6,51	<b>6,508</b>
<b>Día 9</b>	7,00	6,87	6,81	6,58	6,86	<b>6,824</b>

Fuente: elaboración propia

Se realiza un promedio con los datos de las cinco válvulas por día y se tiene un dato puntual de pH dentro del reactor UASB. Los datos se deben mantener dentro de los límites permisibles para no desestabilizar el reactor. Si esto pasara, se tendría que recircular el agua que entra al reactor, aproximadamente por una semana, hasta alcanzar un pH aceptable.

Figura 31. Gráfico de pH promedios



Fuente: elaboración propia

#### 2.4.2.2. Demanda química de oxígeno DQO

La demanda química de oxígeno es un indicador que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medio químico que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación del agua y se expresa en  $\text{mgO}_2/\text{litro}$ .

El análisis aplica a todas las muestras que se tomen al agua que ingresa al reactor UASB y que sale de la planta de tratamientos para poder definir la eficiencia respecto a la demanda química de oxígeno.

El fotómetro es el equipo que se utiliza para realizar esta prueba. Este se enciende levantando el compartimiento que se encuentra en la parte superior, que al encenderse realiza un proceso de *Auto-Check* para verificar que todo se encuentre correctamente dentro del fotómetro.

El *kit* para la demanda de oxígeno cuenta con etiquetas por lo que cada tubo que sea utilizado se etiqueta con la fecha de la prueba.

Figura 32. Pasos que se debe seguir para realizar el análisis DQO



## DQO (exento de Hg)

Demanda Química de Oxígeno

09773

Test en cubetas

Intervalo de medida: 100–1500 mg/l de DQO y O<sub>2</sub>

→

Intervalo de medición

<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 	<p>4</p> 	<p>5</p> 
<p>Poner en suspensión el sedimento del fondo de la cubeta mediante agitación por balanceo.</p>	<p>Añadir 2,0 ml de la muestra con la pipeta cuidadosamente en una cubeta de reacción, cerrar firmemente con tapa roscada y mezclar intensamente. ¡Atención, la cubeta se calienta mucho!</p>	<p>Calentar la cubeta de reacción en el termorreactor durante 2 horas a 148°C.</p>	<p>Sacar la cubeta del termorreactor, dejarla enfriar en el soporte de cubetas redondas.</p>	<p>Después de enfriar durante unos 10 minutos, agitar otra vez la cubeta por balanceo.</p>

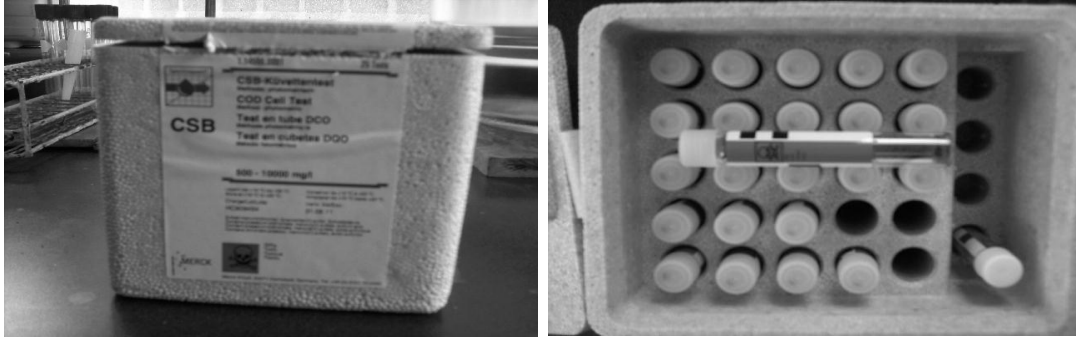
  

<p>6</p> 	<p>7</p> 
<p>Volver a colocar la cubeta en el soporte y dejar enfriar hasta temperatura ambiente (¡muy importante!).</p>	<p>Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas. Hacer coincidir la raya de marcado de la cubeta con la marca de fotómetro.</p>

Fuente: cereales CASA

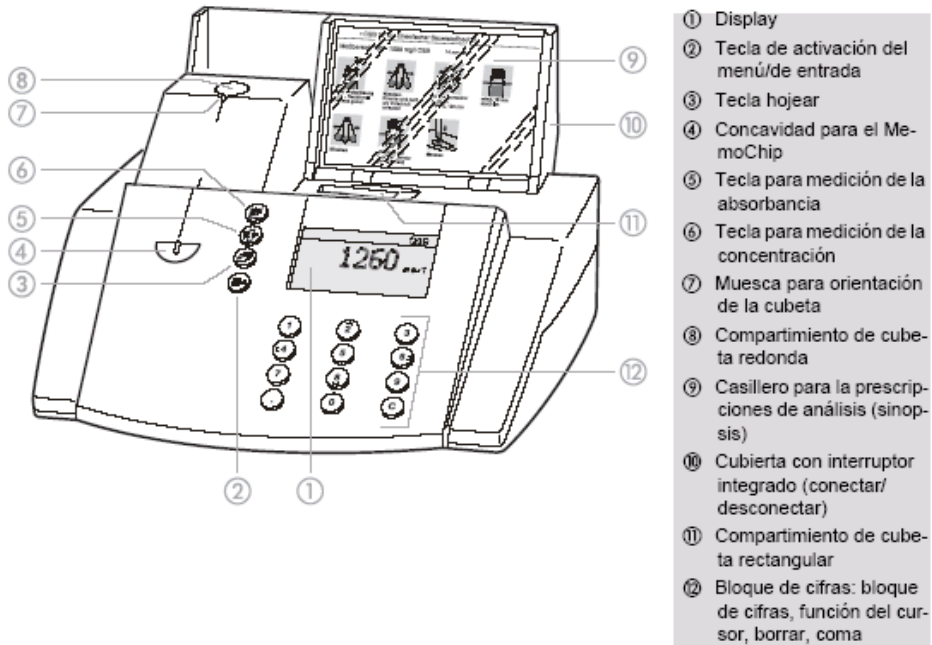
71

Figura 33. **Kit de Test cubeta para DQO**



Fuente: cereales CASA

Figura 34. **Partes importantes del fotómetro**



Fuente: cereales CASA

### 2.4.2.2.1. Tabulación de resultados y análisis por medios gráficos

Para la tabulación y análisis de resultados se tomarán datos de un mes del 2009. Los datos de DQO se toman una vez al día y se toma una muestra del agua residual que entra de la planta industrial a la planta de tratamiento y se toma otra muestra del agua residual que ya sufrió un post-tratamiento en la planta. También a esta última muestra se le determina el pH para determinar si el tratamiento de agua residual está funcionando eficientemente.

Figura 35. Datos tabulados de DQO

<b>Cereales CASA</b>			
Demanda química de oxígeno			
<b>Encargado de la realización</b>	Operario de la PTAR		
<b>Frecuencia de la prueba</b>	Diario		
<b>Año</b>	2011		
<b>Mes</b>			

<b>FECHA</b>	<b>Entrada UASB (mg/l)</b>	<b>Salida UASB (mg/l)</b>	<b>pH salida</b>
Día 1	11,915	495	7.03
Día 2	10 500	350	7.14
Día 3	4 650	980	6.98
Día 4	4 520	875	6.93
Día 5	2 545	1 793	6.73
Día 6	2 475	850	6.87
Día 7	2 495	175	6.91

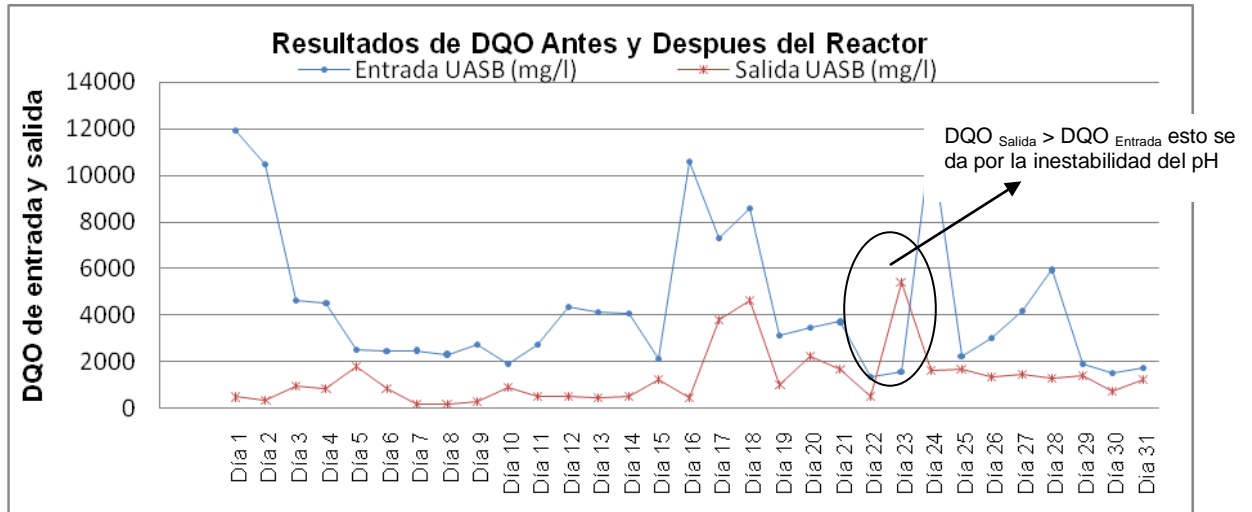
Día 8	2 325	190	7.04
Día 9	2 755	295	7.01
Día 10	1 890	900	6.73
Día 11	2 755	520	6.83
Día 12	4 380	505	6.83

Fuente: elaboración propia

El DQO es un factor importante cuando se arranca una planta de tratamiento de agua residual, debido a que las bacterias no están acostumbradas a recibir cargas muy grandes. Durante este arranque se trabajarán solamente DQO debajo de 6 000 mg/L.

Las muestras de DQO se deben tomar a la entrada del clarificador y a la salida del reactor UASB. Esto servirá para darnos cuenta si el proceso de tratamiento durante el día ha sido eficiente, es decir, el DQO de salida debe ser menor al DQO de entrada. En algunas ocasiones, el DQO de salida es mayor que el DQO de entrada, esto se debe a factores como la inestabilidad del pH en el proceso.

Figura 36. Gráfico de resultados de DQO



Fuente: elaboración propia

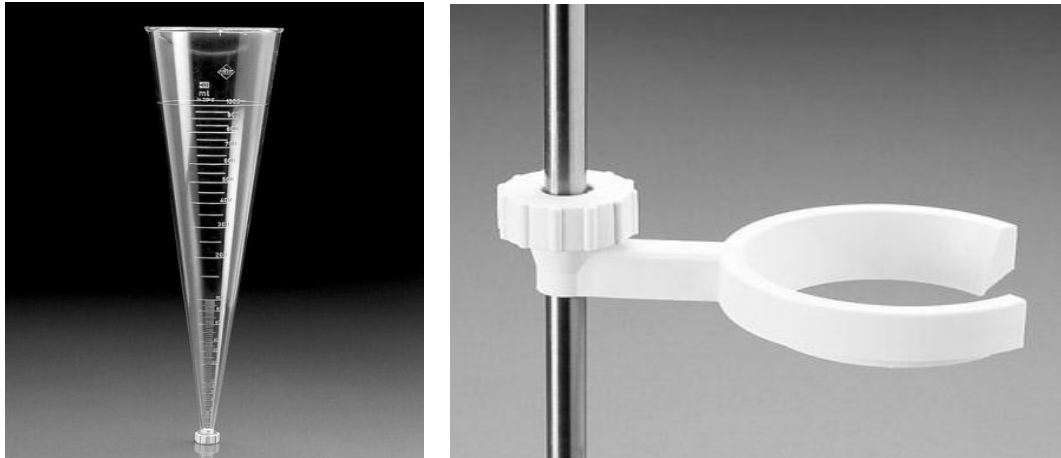
### 2.4.2.3. Sólidos sedimentales

El objetivo principal de este análisis es poder determinar los sólidos sedimentales dentro del reactor para poder analizar la cantidad de lodos sedimentables que contiene el reactor UASB. Es decir, por medio de esta prueba se tendrá un control de la cantidad y calidad de los lodos que se encuentran dentro del reactor.

Para realizar este análisis se necesita un cono *imhoff* de 1 L y con las medidas de ml. Los conos se colocan en un soporte con agarradores redondos, estos se deben colocar bien rectos en el soporte, para que cuando los sólidos sedimenten lo hagan de forma homogénea en el fondo y se pueda tomar la medida correcta.



Figura 37. **Cono Imhoff y soporte con agarradores redondos**



Fuente: cereales CASA

#### **2.4.2.3.1. Tabulación de resultados y análisis por medios gráfico**

Para la tabulación y análisis de resultados se tomarán datos de un mes de 2009. Los datos de sólidos sedimentales se toman una vez al día, se muestrea un litro de agua residual del reactor y se coloca dentro del cono Imhoff. Esto ayuda a tener una idea clara de la sedimentación de los lodos ubicados dentro del reactor UASB.

Figura 38. **Datos tabulados de sólidos sedimentales**

Cereales CASA		
Sólidos sedimentales		
<b>Encargado de la realización</b>	Operario de la PTAR	
<b>Frecuencia de la prueba</b>	Diario	
<b>Año</b>	2011	
<b>Mes</b>		

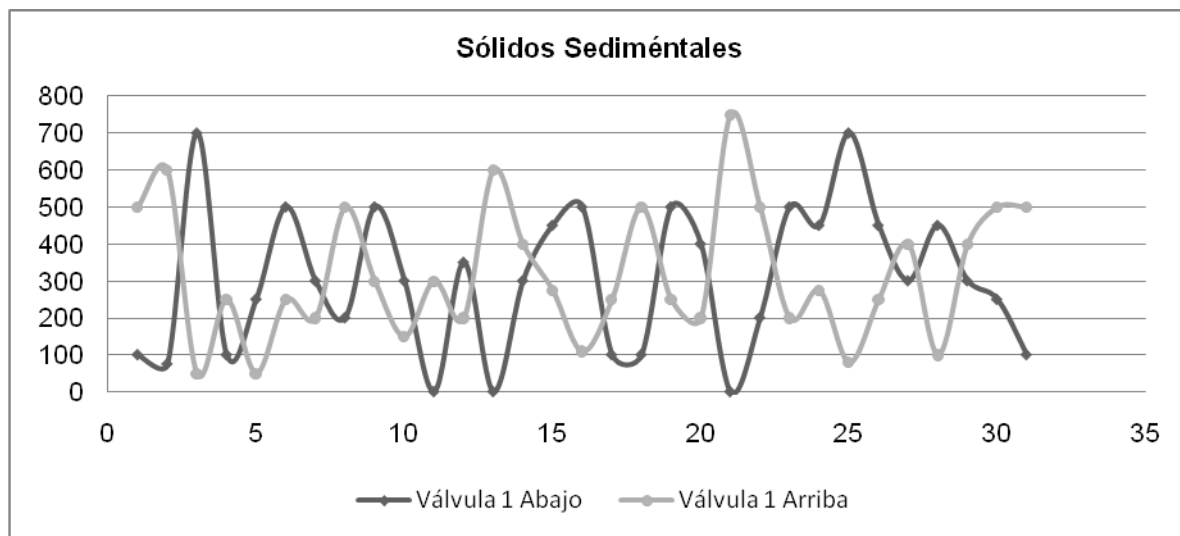
FECHA	Válvula 1	
	Abajo	Arriba
Día 1	100	500
Día 2	75	600
Día 3	700	50
Día 4	100	250
Día 5	250	50
Día 6	500	250
Día 7	300	200
Día 8	200	500
Día 9	500	300
Día 10	300	150
Día 11	0	300
Día 12	350	200

Fuente: elaboración propia

Para la interpretación correcta del gráfico de los resultados obtenidos en los análisis de sólidos sedimentales no son tan difíciles de entender. En el cono *imhoff* de 1 L se necesita que exista una mayor sedimentación de los lodos en

la parte de arriba, ya que esto indica la cantidad de bacterias vivas dentro del reactor. En cambio en la parte de abajo se sedimentan bacterias que ya no son tan eficientes.

Figura 39. **Gráfico de sólidos sedimentales**



Fuente: elaboración propia

#### 2.4.2.4. Mantenimiento

El objetivo principal de este punto es establecer todos los lineamientos que se deben seguir para que las personas encargadas de supervisar el funcionamiento y mantenimiento de las mismas puedan verificar y/o chequear los procesos especificados.

Es responsabilidad del operario realizar todas las operaciones en la planta de tratamiento así como también será el encargado del mantenimiento de la misma. El supervisor es el encargado de velar que los procedimientos se

cumplan y de asignar los recursos necesarios para las operaciones y mantenimiento de la planta.

En la caja de cribas y en el tamiz son los encargados de remover todos los sólidos no biodegradables y grasas que contienen las aguas residuales. Los sólidos se acumulan en la rejilla, por lo cual el operario tendrá que remover los sólidos por lo menos cada 30 – 45 minutos.

En el tanque de igualación el operario deberá mantener un registro por hora del pH en la entrada y salida del tanque y deberá agregar la cantidad necesaria de soda cáustica según el promedio de pH para neutralizar el agua. También debe verificar que el mezclador funcione, ya que es el encargado de homogenizar el agua del tanque.

En el reactor UASB el operario deberá llevar un control de manto de lodos, para esto debe mantener un control de pH de los lodos por lo que el operario, una vez en cada turno, tendrá que tomar una muestra de lodos y encontrar el pH. Para tomar estas muestras se debe sacar el agua de las tuberías por 2 – 2.5 min y luego tomar las muestras.

En el clarificador el operario deberá recircular por lo menos una vez en el turno en períodos de quince a treinta minutos, los lodos acumulados en la parte inferior del tanque clarificador y verificar el ingreso de efluente hacia el inferior del tanque del reactor USAB.

### 2.4.2.4.1. Tabulación de resultados y análisis por medios gráficos

La tabulación de resultados del mantenimiento de la planta de tratamientos no es algo numérico, sino se ve con la eficiencia que se tiene en el cumplimiento del mismo. Se cuenta con un reporte diario que los operarios tienen que llenar con los mantenimientos realizados en el día y el supervisor de la planta tiene que realizar una inspección para verificar que los mismos se hayan realizado correctamente.

Figura 40. Reporte diario de mantenimiento de la planta de tratamientos de aguas residuales

**Cereales CASA**      DIA Y FECHA

**Reporte diario de mantenimiento de la planta de tratamientos**

Nombre del Operario      Turno 1 \_\_\_\_\_      Turno 2 \_\_\_\_\_

MANTENIMIENTO	Turno 1	Turno 2	Hora que se realizo	Comentarios
Caja de Cribas				
Trampa de grasa 1				
Desarenador				
Tamiz				
Trampa de grasa 2				

MANTENIMIENTO SEMANAL	Turno 1	Turno 2	Actividad realizada	Hora que se realizo	Comentarios
Clarificador					
Canaletas de domos					

Recordatorios	
Actividad	Accion correctiva

Revision de pozos	Turno 1	Turno 2

Material de trabajo	
Material	Escribir si hace falta algun material

Fuente: elaboración propia

#### **2.4.2.5. Especificaciones de equipo**

El equipo que se necesita para realizar este tipo de mantenimiento son herramientas comunes como un martillo, destornilladores, cangrejo, cuchillas, alicates, entre otras.

Figura 41. **Herramientas PTAR**



Fuente: cereales CASA

### **2.5. Tipos de inventario**

Los tipos de inventarios que se manejan en la planta de tratamientos de aguas residuales son de sustancias químicas, equipo de cristalería y materias primas.

#### **2.5.1. Sustancias químicas**

El inventario de sustancias químicas ayuda a tener un mejor control de la existencia de estas sustancias y la disponibilidad que se tiene en usar grandes cantidades para un análisis. También permite tener un mejor control en la realización de pedidos por faltas de alguna sustancia química.

Cada sustancia química de la planta de tratamientos cuenta con su ficha técnica y su ficha de seguridad que proporciona información de qué hacer en un caso de emergencia.

Figura 42. **Inventario de sustancias químicas**

<b>Cereales CASA</b>			
Inventario de sustancias químicas			
<b>Encargado</b>		Supervisor PTAR	
<b>Frecuencia de inspección</b>		Mensual	
<b>Año</b>		2011	
<b>Mes</b>			

NO.	Sustancia química	Cantidad	Existencia
1	Dicromato de potasio	500 (g)	50%
2	Hidróxido de potasio (en lentejas)	1 000(g)	75%
3	Hidróxido de sodio (en lentejas)	500 (g)	10%
4	Sulfato de plata	25 (g)	10%
5	Fosfato de potasio	500 (g)	60%
6	Solución indicado de ferroína	1 000 (ml)	80%
7	Sal de sodio	10 (g)	100%
8	Fenolftaleina	1 000 (g)	70%
9	Tampon nutritivo DBO	24 unidades	100%
10	Acetato de sodio	1 000 (g)	50%
11	Silica gel (con indicador de humedad) (Gel azul)	1000(g)	80%

Fuente: elaboración propia

### 2.5.2. Equipo de cristalería

El inventario de cristalería da una mejor visión de la cristalería disponible que se tiene para utilizarla en cualquier análisis o prueba que se fuera a realizar con una muestra de agua de la planta de tratamientos.

También en la parte inferior del inventario aparecen los equipos de laboratorio que se utilizan con mayor frecuencia en la realización de análisis o pruebas y la frecuencia en el mantenimiento del equipo.

Figura 43. **Inventario de cristalería**

<b>Cereales CASA</b>				
Inventario de cristalería				
<b>Encargado</b>	Supervisor PTAR			
<b>Frecuencia de inspección</b>	Mensual			
<b>Año</b>	2011			
<b>Mes</b>				

<b>Cantidad</b>	<b>Nombre</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Existencia</b>	<b>Existencia</b>
2	Cubetas	10 mm		
2	Cubetas	20 mm		
2	Cubetas	50 mm		
1	Bureta	50 ml		
1	Bureta	25 ml		
1	Pipeta	100 ml		

Fuente: elaboración propia



### 2.5.3. Materias primas

En el inventario de materias primas se lleva el control de las enzimas que se utilizan como tratamiento químico que se le vierte al agua al inicio del tratamiento de aguas residuales, así como la soda caustica que se utiliza para neutralizar el agua en el tanque de igualación, entre otras.

Figura 44. **Inventario de materia prima**

<b>Cereales CASA</b>				
Inventario de materia prima				
<b>Encargado</b>		Supervisor PTAR		
<b>Frecuencia de inspección</b>		Mensual		
<b>Año</b>		2011		
<b>Mes</b>				

<b>NO.</b>	<b>Materia prima</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Existencia</b>	<b>Existencia</b>
1	Concentrado para 12 Litros de solución de Micronutrientes	3 (l)		
2	Mikrobiologie, Brila broth (Brilliant-green bile lactose broth for microbiology)	1 500 (g)		
3	Potato Dextrose Angar	500 (g)		
4	Standar Methods Angar	500 (g)		
5	Endo Angar	500 (g)		
6	Peroxidase Control 0.5% Active Oats	500 (g)		

Fuente: elaboración propia

## **2.6. Generación y disposición de residuos en planta de tratamiento**

En una planta de tratamientos la generación de residuos es algo muy frecuente. Se generan residuos líquidos, sólidos y gaseosos.

### **2.6.1. Líquidos**

Son todos aquellos residuos que se obtienen al final de cada prueba que se realiza con una muestra de agua de la planta de tratamientos. A esta muestra se le adicionó cierta cantidad de sustancia química y puede ser tóxico para el ser humano.

La disposición que se le da a este tipo de residuos es por medio de una empresa encargada en destruir y tratar estas muestras, siempre cumpliendo con las normativas de ley. Como residuos líquidos está el *kit* de DQO que contiene sustancias como dicromato de potasio, mercurio (II), sulfato y ácido sulfúrico, pruebas de sulfato, pruebas de nitrógeno total, entre otras.

### **2.6.2. Residuos sólidos**

Los residuos sólidos que se generan son sólidos biodegradables. En este caso se obtienen residuos sólidos en la planta de tratamiento y en la cafetería.

#### **2.6.2.1. Planta**

Estos residuos sólidos se pueden ubicar en la caja de cribas y en el tamiz, que son los encargados de remover los sólidos biodegradables y las grasas que contienen las aguas residuales.

Estos residuos sólidos son utilizados para realizar compostaje. El compostaje es una forma de procesar sólidos para hacer abono orgánico. Se utiliza para hacer el compostaje: arena negra y cal.

Se van formando capas de tierra con capas de residuos sólidos hasta formar un volcán de compostaje. Los volcanes de compostaje se deben mover una vez a la semana para ayudar a la descomposición de los sólidos. Aproximadamente, alrededor de cuatro semanas son las que necesita el volcán de compostaje para terminar de descomponer los sólidos.

Figura 45. **Volcán de compostaje con residuo de planta**



Fuente: cereales CASA

#### **2.6.2.2. Cafetería**

Los residuos sólidos son todos los desechos sólidos biodegradables que se generan en la cafetería. Estos pueden ser cascara de vegetales, frutas en mal estado, residuos de comida, huesos de pollo, papel, entre otros.

La realización del volcán de compostaje se realiza de la misma manera que se hace el volcán de compostaje con residuo de planta.

Figura 46. **Volcán de compostaje con residuo de cafetería**

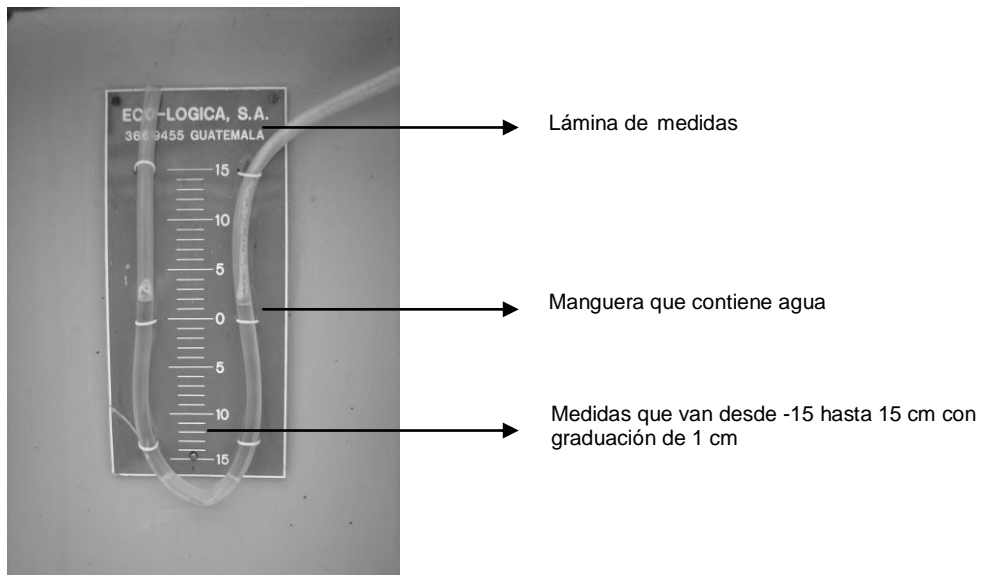


Fuente: cereales CASA

### 2.6.3. Gaseoso

El piezómetro es un aparato que sirve para medir el nivel de presión de gas que se encuentra acumulado dentro del reactor UASB, este es un indicador para saber si se debe quemar gas o no. El gas que se genera es un gas metano.

Figura 47. **Piezómetro**



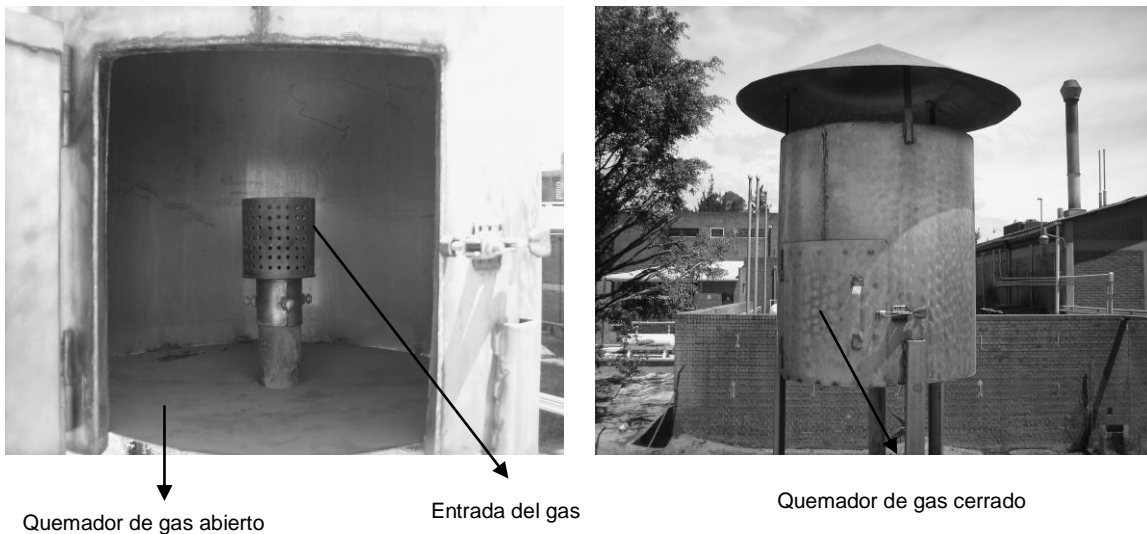
Fuente: cereales CASA

### 2.6.3.1. Quema de gas metano

El quemador de gas se encuentra ubicado en la parte superior del tanque reactor UASB, a éste se le envía el gas para quemar por medio de una tubería.

El operario deberá inspeccionar si hay gas para quemar, para esto se debe mantener una inspección constante del piezómetro, el cual indica la presión del gas dentro del reactor. Si existiera presencia de gas, el operario tendría que subir al reactor, abrir el quemador de gas y encender con un fosforo en la entrada de gas. Poco a poco el gas se irá evaporando.

Figura 48. Quemador de gas



Fuente: cereales CASA

## 2.7. Medidas de seguridad laboral

Para Cereales CASA la seguridad y la salud en el trabajo no son negociables. Son una condición de empleo que garantiza la continuidad y el

éxito de la empresa, apoyadas en instalaciones y equipos seguros, entrenamiento, comunicación permanente, evaluaciones continuas y una participación activa con responsabilidad entre empleados y proveedores. En caso de emergencia se debe realizar lo siguiente:

- Se debe reportar el suceso al supervisor
- No se debe mover a la persona lastimada
- Se debe llamar a una ayuda profesional para mejorar la asistencia
- Se debe llevar a la persona accidentada a un centro asistencial

### **2.7.1. Medidas y programas de seguridad en la planta**

Para la planta de tratamientos de aguas residuales hay ciertas medidas y programas de seguridad que se deben seguir para que no exista ningún tipo de accidente que pueda afectar o poner en riesgo la vida del operario.

#### **2.7.1.1. Medidas**

Las medidas de seguridad con que la planta de tratamientos cuenta se pueden agrupar en cuatro puntos importantes:

- El uso obligatorio del equipo de protección personal
- No se debe operar maquinaria si no se está capacitado
- Está prohibido el uso de accesorios en la planta
- Está prohibido el ingreso de comida, bebidas, etc.

### 2.7.1.2. Programas

En la planta de tratamiento de aguas residuales se cuenta con programas preventivos y correctivos de seguridad. Esto se realiza con la idea de tener un lineamiento y capacitar al operario sobre qué hacer en caso de emergencia.

#### 2.7.1.2.1. Preventivos

En los programas preventivos de seguridad se tienen programas como bloqueo de energía, trabajo en alturas, guardas en maquinaria, prácticas eléctricas y espacios confinados.

Figura 49. **Programas preventivos de seguridad**

Programa	Descripción
<b>Bloqueo de energías</b>	Se refiere al cierre con candado y etiqueta de fuentes de energía eléctrica, hidráulica y neumática.
<b>Trabajo en alturas</b>	Se requiere el uso de arnés en trabajos que se realicen <ul style="list-style-type: none"><li>• A alturas <math>\geq 1.8</math> metros del piso.</li><li>• A distancias <math>&lt; 1.8</math> metros de la orilla del techo.</li></ul> Una caída puede ocasionar lesiones serias o la muerte.
<b>Guardas en maquinaria</b>	Las guardas en máquinas sirven para aislar partes en movimiento que tienen el potencial de causar lesiones. Como por ejemplo: cortaduras, amputaciones, fracturas, etc.
<b>Prácticas eléctricas</b>	Se deben realizar trabajos eléctricos solo si se está capacitado. Se debe mantener siempre distancia de las líneas eléctricas.
<b>Espacios confinados</b>	Un espacio confinado es un recinto lo suficientemente grande para que un empleado pueda ingresar. Es un lugar que tiene limitadas y restringidas las entradas y salidas.

Fuente: elaboración propia

#### 2.7.1.2.2. Correctivos

En el programa de correctivos de seguridad se tiene el caso de que hacer en un incendio o el qué hacer en el caso de una intoxicación por sustancias químicas, entre otras.

En lo que respecta a las acciones correctivas que se pueden realizar en caso de intoxicación por medio de sustancias químicas, resulta útil la información que proporciona la ficha de seguridad de cada componente químico.

Las acciones que se deben realizar en caso de incendio, se enlistan de la siguiente manera:

- Tratar de conservar la calma y avisar de inmediato a los bomberos y servicios de emergencia.
- Proporcionar los datos precisos sobre el incendio (origen o causa, ubicación y características de las zonas afectadas).
- Si el incendio es de poca magnitud, se puede apagar con un extintor.
- No se le debe dar la espalda al fuego.
- Se debe cubrir la boca y la nariz con una tela húmeda para no respirar el humo.

#### 2.7.2. Ropa y equipo de protección para los operarios

El equipo de protección que utilizan los operarios en la planta de tratamientos de aguas residuales es el siguiente:

- **Casco:** los protege de impactos, penetración de objetos, contacto eléctrico y quemaduras



- **Lentes:** los protege del polvo, químicos o bien impactos frontales
- **Tapones auditivos:** los protege de pérdida auditiva y penetración de objetos
- **Zapatos de seguridad:** los protege de penetración de objetos y aplastamiento del pie
- **Guantes:** los protege de quemaduras, cortaduras o contacto con cualquier químico
- **Cofia:** protege al producto de la contaminación

Figura 50. **Equipo de protección personal**



Fuente: cereales CASA

## 2.8. Manejo actual de la información

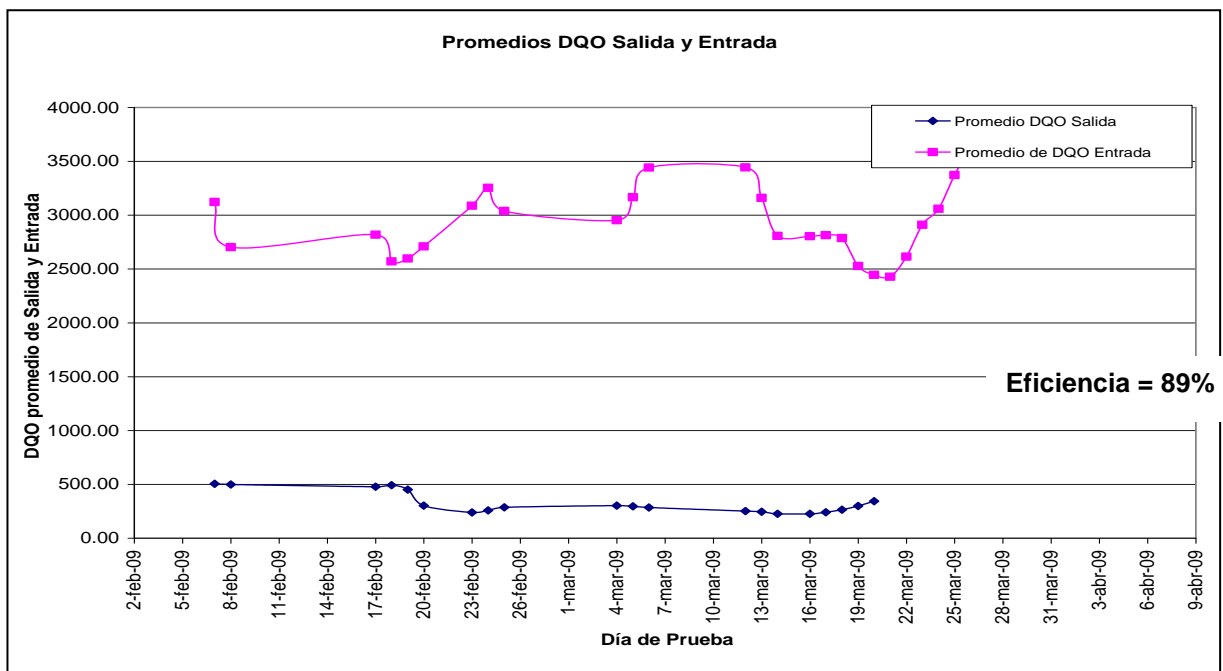
El manejo actual de la información es cuidada meticulosamente, ya que por políticas de privacidad de la empresa, solo deben ser vistos por personas autorizadas.

### 2.8.1. Reportes generados semanalmente

Los reportes generados semanalmente sirven para tener una idea del comportamiento y la eficiencia de la planta de tratamientos.

En este reporte se presentan datos de DQO en la entrada y salida relacionadas con la producción de cereales CASA. También se muestran los datos puntuales promedios de siete baches de DQO en la entrada y salida, como el pH dentro del reactor durante los últimos días. La presentación se realiza por medio de gráficas en *Microsoft Excel*.

Figura 51. Gráfico de datos promedios de siete baches de DQO en la entrada y salida.



Fuente: elaboración propia

## **2.9. Impactos ambientales**

Los impactos ambientales que se pueden mencionar en una planta de tratamientos de aguas residuales son las descargas de aguas residuales y los desechos sólidos.

### **2.9.1. Descarga de aguas residuales**

Para las descargas directas de aguas residuales provenientes de la industria deberán previamente cumplirse con los requisitos mínimos y sus respectivos límites máximos permisibles de contaminación. Es difícil eliminar los contaminantes del agua si, originalmente, tienen gran proporción de minerales.

Estas descargas son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, las características de los vertidos defieren por la cantidad de variabilidad de productos que se laboran en cereales CASA. Su alta carga unida a la enorme variabilidad que se presenta, hace que el tratamiento de las aguas residuales sea complicado, lo cual hace preciso un estudio específico para cada caso.

### **2.9.2. Desechos sólidos**

Los desechos sólidos generados en una planta de tratamiento de aguas residuales son procesados por medio de reciclajes el cual se utiliza para realizar compostaje. En el compostaje, la materia orgánica es descompuesta con la ayuda del aire y los microorganismos, en dióxido de carbono y agua mientras se libera la energía. Esto es un proceso aeróbico.

Los fangos o lodos que se generan en una planta de tratamientos pueden oscilar del 50 a 70% de sus sólidos totales. La degradación de la materia orgánica ocurre de forma natural en condiciones favorables de temperatura, humedad y ventilación.



### **3. PROPUESTA DE UN SISTEMA ADMINISTRATIVO**

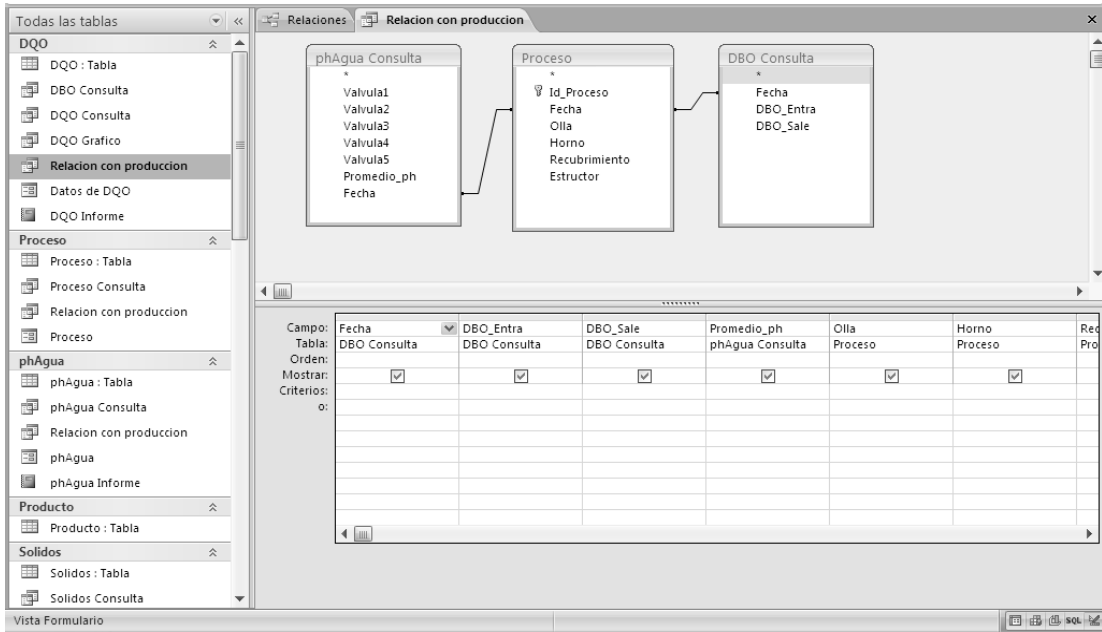
#### **3.1. Elaboración de una base de datos para los análisis de las aguas**

En la elaboración de la base de datos para los análisis de las aguas el punto más importante que se debe de considerar es la creación de las relaciones entre las tablas. Las relaciones que se pueden mencionar son las siguientes:

- Relación producto – proceso: la tabla producto se relaciona con el proceso, ya que tiene 4 diferentes procesos para diferentes productos. Cada proceso se asocia a un solo producto.
- Relación proceso – pH a la hora de realizar la consulta entre ambas tablas, la fecha es la única que se relaciona entre sí.
- Relación proceso – sólidos: a la hora de realizar la consulta entre ambas tablas, la fecha es la única que se relaciona entre sí.
- Relación proceso – DQO: a la hora de realizar la consulta entre ambas tablas, la fecha es la única que se relaciona entre sí.

La relación con fechas entre tablas es la relación más importante para los análisis de aguas. Ya que esta relación ayuda a tener una idea clara del comportamiento en los resultados de los análisis en fechas anteriores y poder así determinar una acción correctiva en caso de una baja en eficiencia en el tratamiento de aguas residuales.

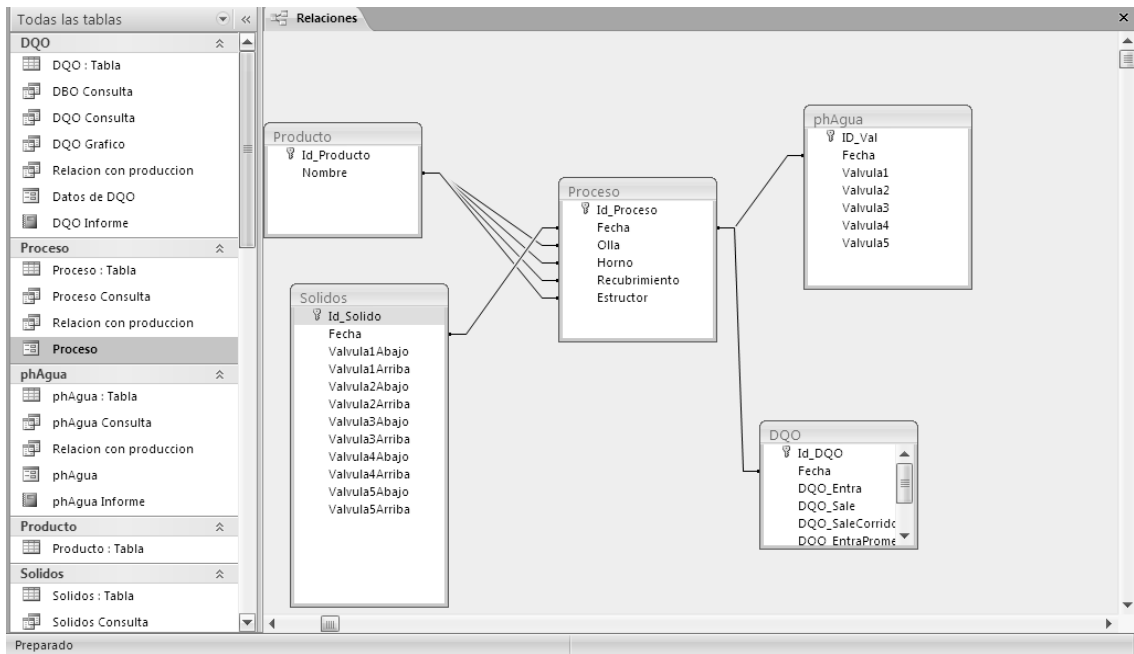
Figura 52. Relaciones del sistema administrativo



Fuente: elaboración propia

Todas las relaciones que se muestran en el sistema administrativo son relaciones uno a uno, eso significa que hay uno solo producto en una área específica que se relacionan entre sí.

Figura 53. Relación uno a uno del sistema administrativo



Fuente: elaboración propia

### 3.1.1. Informes de las muestras

La creación de los informes de las muestras se elabora de acuerdo con la consulta de la tabla y luego se realiza el informe.

En el sistema administrativo de la planta de tratamiento de aguas residuales se crean informes para DQO, DQB, pH y sólidos sedimentales, ya que son los indicadores más importantes para determinar la estabilidad de la planta y poder así, tomar una decisión de mejora en su proceso.



Figura 54. Consulta de la tabla

Fecha	DQO_Entra	DQO_Sale	DQO_SaleCorrido	DQO_EntraPromedio	DQO_SalePromedio
02/02/2010	6,515.00	195	150.00	3122.14	504.00 0
03/02/2010	2,145.00	745	295.00	2703.57	499.00 0
04/02/2010	3,285.00	815	170.00	2818.57	478.00 0
15/07/2009	2,050.00	400	575.00	2570.71	492.00 0
07/02/2009	1,915.00	230	1480.00	2597.86	450.00 0
07/07/2009	2,355.00	345	690.00	2710.00	301.00 0
11/11/2008	3,590.00	150	170.00	3087.14	239.00 0
02/11/2010	3,585.00	295	110.00	3252.86	250.00
12/03/2010	2,950.00	170	150.00	3038.57	278.00 0
11/05/2009	1,550.00	575	270.00	2953.57	310.00 0
26/11/2008	2,240.00	1480	280.00	3167.14	323.00 0
12/12/2010	2,700.00	690	440.00	3442.14	345.00
11/12/2009	4,995.00	170	250.00	3443.57	250.00 0
15/11/2009	4,750.00	110			
16/12/2009	2,085.00	150			
16/12/2009	2,355.00	270			
15/11/2009	3,045.00	280			
15/11/2009	4,165.00	440			
15/11/2009	2,710.00	250			
*	0.00	0			

Fuente: elaboración propia

Un informe dinámico va creciendo acorde se le vayan agregando más datos a las tablas de los resultados diarios obtenidos. Es decir, el informe se actualiza por sí mismo y nos proporciona la fecha actual y la hora que se solicitó el informe.

Figura 55. Informe de la consulta

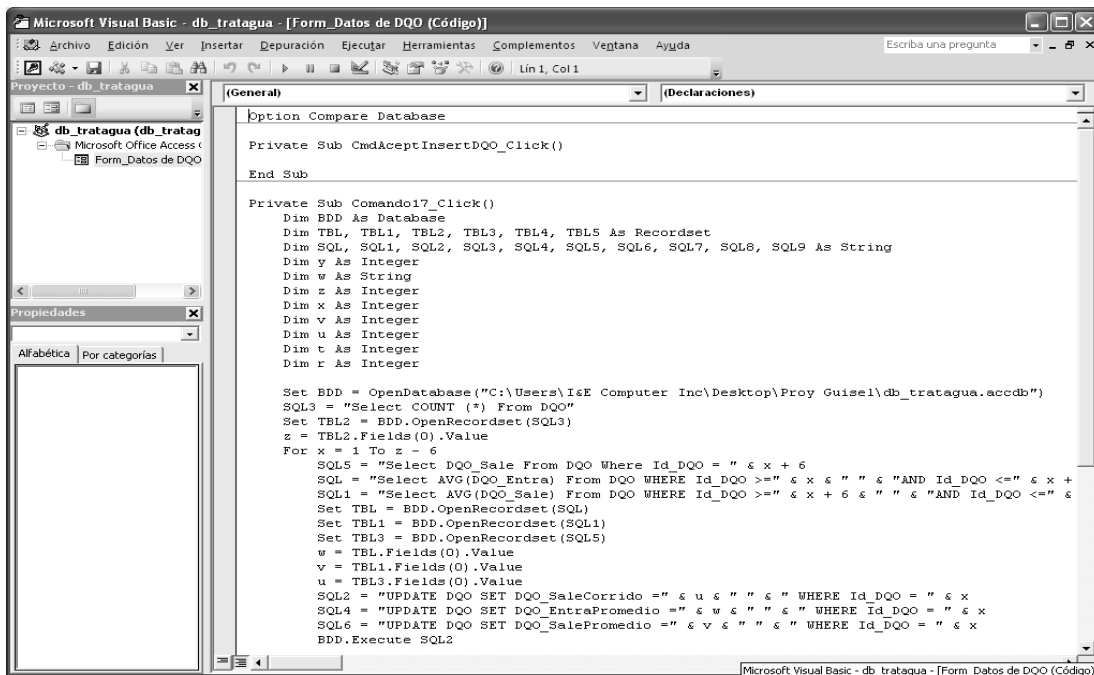
Fecha	DQO_Entra	DQO_Sale	DQO_SaleCorrido	DQO_EntraPromedio	DQO_SalePromedio	Efi
02/02/2010	6,515.00	195	150.00	3122.14	504.00	#####
03/02/2010	2,145.00	745	295.00	2703.57	499.00	#####
04/02/2010	3,285.00	815	170.00	2818.57	478.00	#####
15/07/2009	2,050.00	400	575.00	2570.71	492.00	#####
07/02/2009	1,915.00	230	1480.00	2597.86	450.00	#####
07/07/2009	2,355.00	345	690.00	2710.00	301.00	#####
11/11/2008	3,590.00	150	170.00	3087.14	239.00	#####
02/11/2010	3,585.00	295	110.00	3252.86	250.00	#####
12/03/2010	2,950.00	170	150.00	3038.57	278.00	#####
11/05/2009	1,550.00	575	270.00	2953.57	310.00	#####
26/11/2008	2,240.00	1480	280.00	3167.14	323.00	#####
12/12/2010	2,700.00	690	440.00	3442.14	345.00	#####
11/12/2009	4,995.00	170	250.00	3443.57	250.00	#####
15/11/2009	4,750.00	110				
16/12/2009	2,085.00	150				
16/12/2009	2,355.00	270				

Fuente: elaboración propia

### 3.1.1.1. Cálculos e interpretación

Para el cálculo de los resultados de los análisis se utilizó un módulo de programación en *Visual Basic*.

Figura 56. Pantalla en *Visual Basic*



Fuente: elaboración propia

Se puede explicar la programación de los cálculos realizados en sistema operativo de la siguiente manera:

Figura 57. Explicación de programación

```
Private Sub Comando17_Click()
    • Declarar las variables por utilizar

    Dim BDD As Database (nos ayuda para abrir la base de datos)
    Dim TBL, TBL1, TBL2, TBL3, TBL4, TBL5 As Recordset (permite almacenar la información)
    Dim SQL, SQL1, SQL2, SQL3, SQL4, SQL5, SQL6, SQL7, SQL8, SQL9 As String
    Dim y As Integer
    Dim w As String
    Dim z As Integer
```

Dim x As Integer

Dim v As Integer

Dim u As Integer

Dim t As Integer

Dim r As Integer

- **Definir la dirección en donde se almacenara la base de datos**

Set BDD = OpenDatabase("C:\Proyecto\_Tesis\db\_tratagua.accdb")

- **SQL3 ayudará a realizar la consulta a la base de datos y a que devuelva la cantidad de filas que hay en la tabla de DQO**

SQL3 = "Select COUNT (\*) From DQO"

- **Ahora se ejecuta el query SQL3 y se almacena el resultado en TBL2**

Set TBL2 = BDD.OpenRecordset(SQL3)

- **Se asigna a "z" el valor de la cantidad de filas que se encuentran en la tabla de DQO**

z = TBL2.Fields(0).Value

- **El ciclo For servirá para recorrer cada una de las filas de la tabla y así poder ir actualizando las otras columnas. Damos la restricción que "x" será mi "id\_DQO"**

For x = 1 To z - 6

- **En SQL5 se realiza una consulta en la que se devolverá el valor de DQO\_salecorrido, es decir, se le agregamos a mi id\_DQO+6 para que salga el valor de corrido de siete días que necesitamos**

SQL5 = "Select DQO\_Sale From DQO Where Id\_DQO = " & x + 6

- **Con este SQL se calcula el promedio [AVG()] en donde Id\_DQO está entre el rango de "x" hasta "x + 6" en donde se genera DQO\_salepromedio y DQO\_entrpromedio**

```
SQL = "Select AVG(DQO_Entra) From DQO WHERE Id_DQO >=" & x & " " & "AND Id_DQO <=" & x  
+ 6
```

```
SQL1 = "Select AVG(DQO_Sale) From DQO WHERE Id_DQO >=" & x + 6 & " " & "AND Id_DQO <=" & x + 12
```

- **Realizamos la consulta y ingresamos a la lista**

```
Set TBL = BDD.OpenRecordset(SQL)
```

```
Set TBL1 = BDD.OpenRecordset(SQL1)
```

```
Set TBL3 = BDD.OpenRecordset(SQL5)
```

- **Asignamos esos valores a las variables indicadas**

```
w = TBL.Fields(0).Value
```

```
v = TBL1.Fields(0).Value
```

```
u = TBL3.Fields(0).Value
```

- **Se actualizan los valores correspondientes DQO\_salecorrido, DQO\_entrapromedio y DQO\_salepromedio,**

```
SQL2 = "UPDATE DQO SET DQO_SaleCorrido =" & u & " " & " WHERE Id_DQO =" & x
```

```
SQL4 = "UPDATE DQO SET DQO_EntraPromedio =" & w & " " & " WHERE Id_DQO =" & x
```

```
SQL6 = "UPDATE DQO SET DQO_SalePromedio =" & v & " " & " WHERE Id_DQO =" & x
```

- **Con eso se ejecuta el query y se da por finalizada la actualización**

```
BDD.Execute SQL2
```

```
BDD.Execute SQL4
```

```
BDD.Execute SQL6
```

- **Similar al procedimiento de DQO se realiza los cálculos con DBO. Solo que en vez de agregarle 6 le agregamos 4, ya que el calculo es del proceso es de un promedio de los 5 valores de DQO**

```
Next x
```

```
For x = 1 To z - 6
```

```
SQL7 = "Select AVG(DQO_EntraPromedio) From DQO WHERE Id_DQO >=" & x & " " & "AND
```

```

Id_DQO <=" & x + 4
    Set TBL4 = BDD.OpenRecordset(SQL7)
    r = TBL4.Fields(0).Value
    SQL8 = "Select AVG(DQO_SalePromedio) From DQO WHERE Id_DQO >=" & x & " " & "AND
Id_DQO <=" & x + 4
    Set TBL5 = BDD.OpenRecordset(SQL8)
    t = TBL5.Fields(0).Value
    SQL9 = "UPDATE DQO SET DBO_Entra =" & r & " " & " WHERE Id_DQO =" & x
    BDD.Execute SQL9
    SQL10 = "UPDATE DQO SET DBO_Sale =" & t & " " & " WHERE Id_DQO =" & x
    BDD.Execute SQL10
Next x
End Sub

```

Fuente: elaboración propia

### 3.1.1.1.1. Demanda Química de Oxígeno DQO

Se crea un formulario en donde se ingresan los datos de DQO obtenidos diariamente con los análisis de aguas realizados. Este formulario los almacena en una tabla. En este formulario solo se ingresa tres datos: la fecha, el resultado de DQO\_Salida y DQO\_Entrada, adicionalmente tiene dos botones: el botón de “insertar” que ingresa los datos a la tabla y el de “actualizar” que actualiza la tabla.

Figura 58. Formulario de DQO

Id\_DQO: 1 Insertar Registro

Fecha: 02/02/2010 Actualizar tabla

DQO\_Entra: 6,515.00

DQO\_Sale: 195

Registro: 1 de 19 Sin filtro Buscar

Numero correlativo de datos ingresados

Fuente: elaboración propia

Al actualizar la tabla dinámica, va actualizando los datos de DQO\_SaleCorrida, DQO\_SalePRomedio y DQO\_EntraPromedio. Para ello se emplea el módulo de *Visual Basic* de la aplicación en *Microsoft Access* para manipular los datos.

Figura 59. Tabla dinámica

	DQO_Entra	DQO_Sale	DQO_SaleCorrido	DQO_EntraPromedio	DQO_SalePromedio	DBO_Entra	DBO
<b>DQO</b>							
DQO : Tabla	6,515.00	195	150.00	3122.14	504.00	2763.00	
DBO Consulta	2,145.00	745	295.00	2703.57	499.00	2680.00	
DQO Consulta	3,285.00	815	170.00	2818.57	478.00	2757.00	
DQO Grafico	2,050.00	400	575.00	2570.71	492.00	2844.00	
Relacion con produccion	1,915.00	230	1480.00	2597.86	450.00	2937.00	
Datos de DQO	2,355.00	345	690.00	2710.00	301.00	3008.00	
DQO Informe	3,590.00	150	170.00	3087.14	239.00	3100.00	
	3,585.00	295	110.00	3252.86	250.00	3171.00	
	2,950.00	170	150.00	3038.57	278.00	3209.00	
<b>Proceso</b>	1,550.00	575	270.00	2953.57	310.00	3252.00	
Proceso : Tabla	2,240.00	1480	280.00	3167.14	323.00	3351.00	
Proceso Consulta	2,700.00	690	440.00	3442.14	345.00	3443.00	
Relacion con produccion	4,995.00	170	250.00	3443.57	250.00	3444.00	
Proceso	4,750.00	110					
<b>phAgua</b>	2,085.00	150					
phAgua : Tabla	2,355.00	270					
phAgua Consulta	3,045.00	280					
Relacion con produccion	4,165.00	440					
phAgua	2,710.00	250					
phAgua Informe	*	0.00	0				
<b>Producto</b>							
Producto : Tabla							
<b>Solidos</b>							
Solidos : Tabla							
Solidos Consulta							

Fuente: elaboración propia

### 3.1.1.1.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO

Para la demanda química de oxígeno se utiliza una consulta en donde se ingresan los valores de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio.

Otra manera de obtener los valores de DQO\_Entra y DQO\_Sale es por medio de la tabla dinámica en donde se realizan los cálculos con los 5 promedios de los datos DQO\_EntradaPromedio y DQO\_SalidaPromedio. El método de manipulación que se utiliza es por medio de la aplicación en *Microsoft Access*.



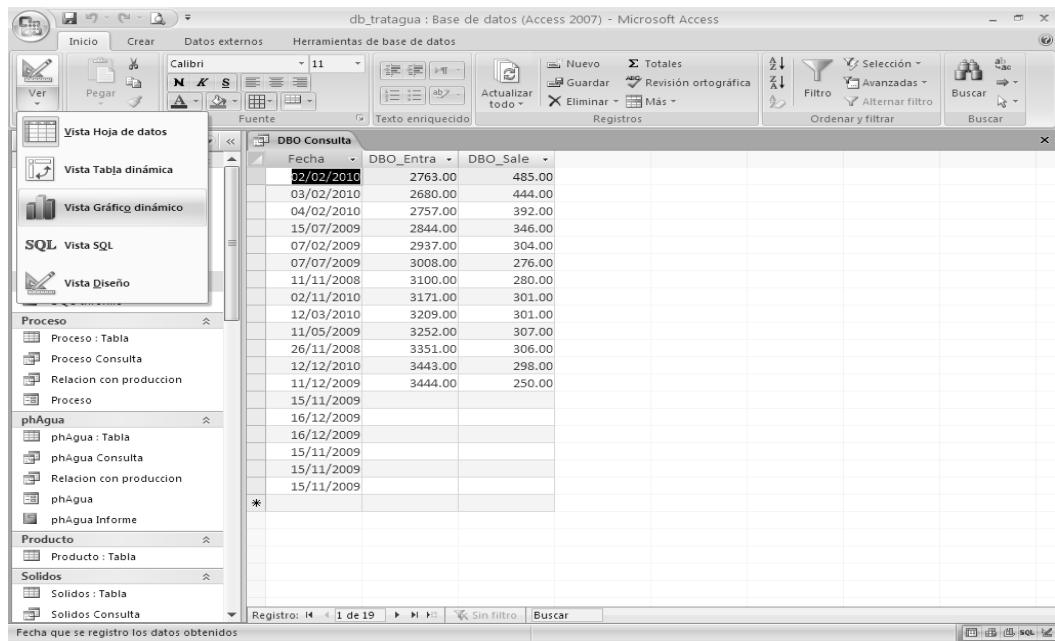
Figura 60. Consulta de los datos DBO

Fecha	DBO_Entra	DBO_Sale
02/02/2010	2763.00	485.00
03/02/2010	2680.00	444.00
04/02/2010	2757.00	392.00
15/07/2009	2844.00	346.00
07/02/2009	2937.00	304.00
07/07/2009	3008.00	276.00
11/11/2008	3100.00	280.00
02/11/2010	3171.00	301.00
12/03/2010	3209.00	301.00
11/05/2009	3252.00	307.00
26/11/2008	3351.00	306.00
12/12/2010	3443.00	298.00
11/12/2009	3444.00	250.00
15/11/2009		
16/12/2009		
16/12/2009		
15/11/2009		
15/11/2009		
15/11/2009		
*		

Fuente: elaboración propia

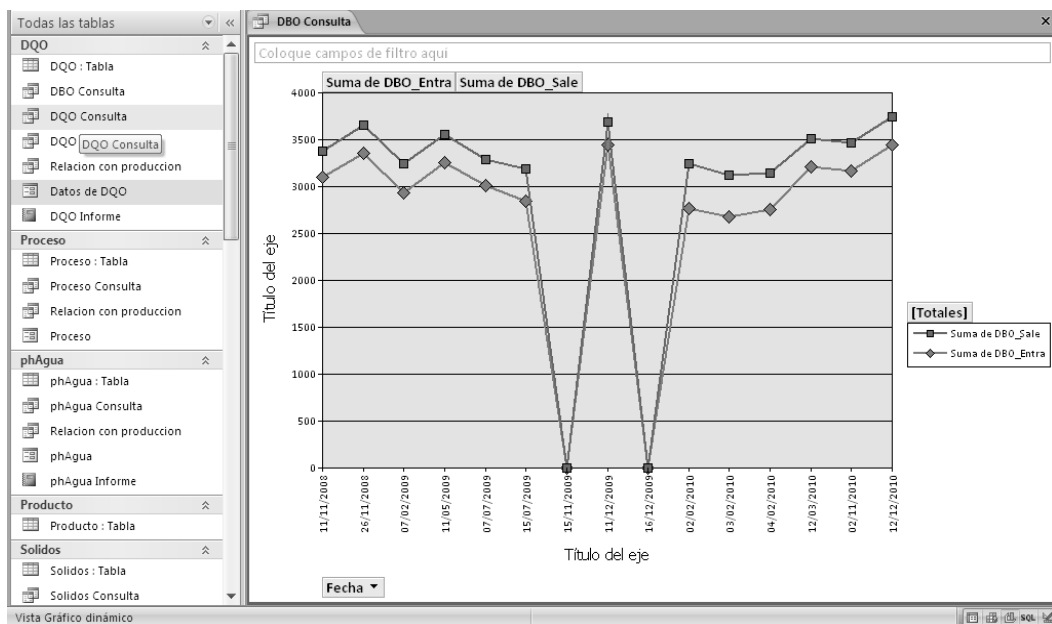
Con esta consulta se puede realizar una gráfica de los datos de DBO dándole una vista en el módulo dinámico.

Figura 61. Vista gráfico dinámico



Fuente: elaboración propia

Figura 62. Gráfico dinámico DBO



Fuente: elaboración propia

### 3.1.1.1.3. Potencial de Hidrógeno pH

Se crea un formulario para ingresar los datos de pH de las cinco válvulas del reactor UASB acordes con la fecha. Los datos que se ingresan son almacenados en una tabla.

Figura 63. Formulario pH

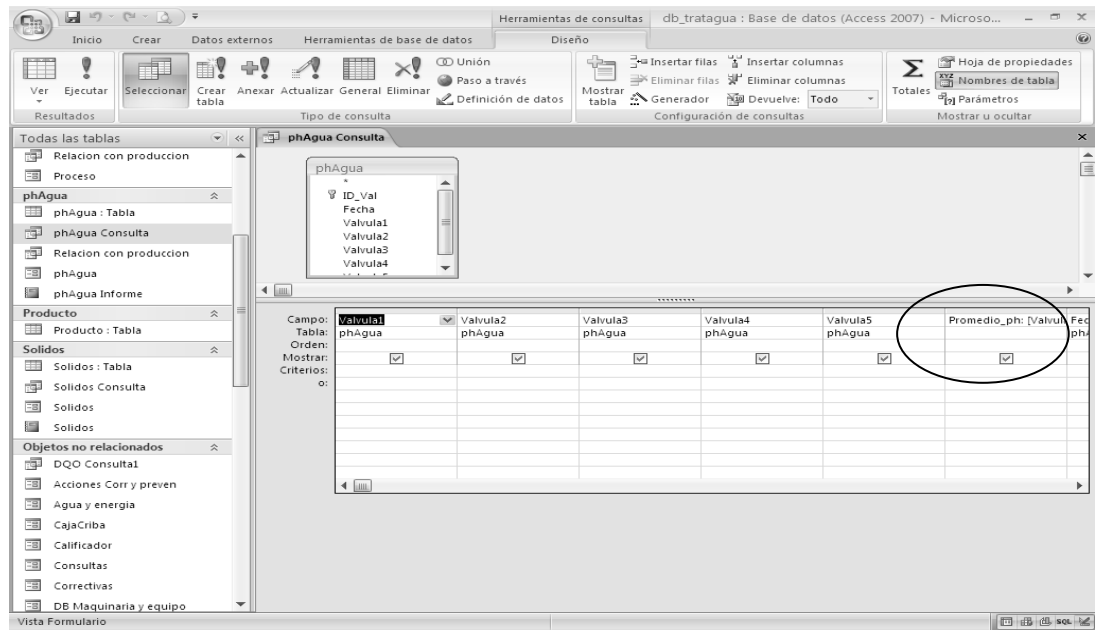
Valvula	Valor
Valvula1	6.59
Valvula2	6.58
Valvula3	6.61
Valvula4	6.65
Valvula5	6.60

Fuente: elaboración propia

Los datos que se ingresan en el formulario son los mismos datos que aparecen en la consulta. Para poder generar el promedio de pH dentro del reactor UASB se modifica un campo dentro de la consulta con la siguiente fórmula:

Promedio\_ph: [Valvula1]/5+[Valvula3]/5+[Valvula4]/5+[Valvula5]/5+[Valvula2]/5

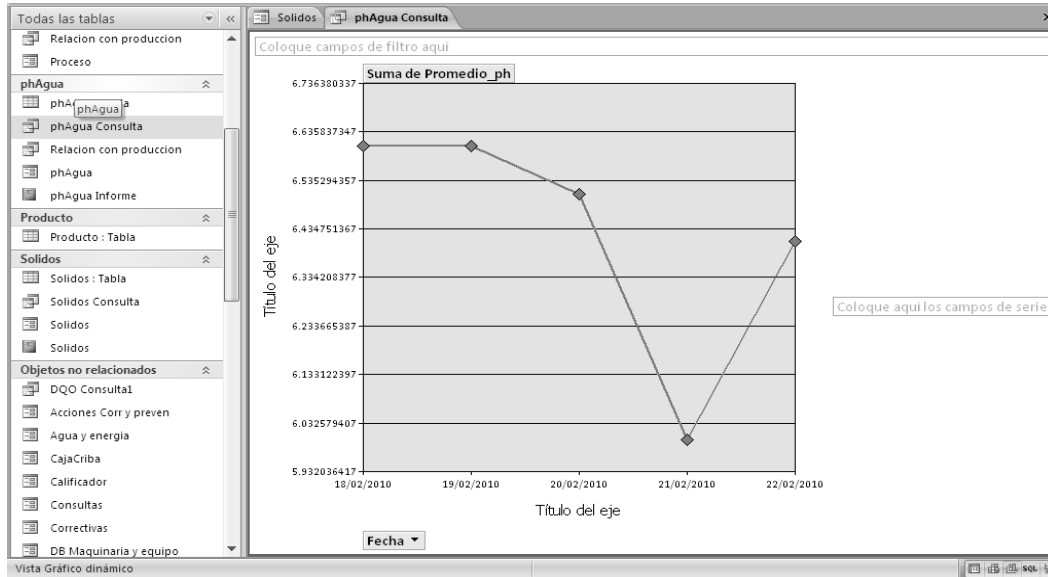
Figura 64. Consulta pH



Fuente: elaboración propia

Esta modificación en el campo sirve para poder graficar los promedios de pH dentro del reactor UASB.

Figura 65. Gráfica pH



Fuente: elaboración propia

### 3.1.1.1.4. Sólidos sedimentales

Se crea un formulario para ingresar los datos de los sólidos sedimentales de las válvulas del reactor UASB. Casi siempre la primera válvula es la que genera valor y las otras cuatro no generan.

Figura 66. Formulario de sólidos

The screenshot shows a software application window titled "Sólidos". The interface includes a navigation pane on the left with a tree view containing the following items:

- Todas las tablas
- Relacion con produccion
- Proceso
- phÁgua
  - phÁgua : Tabla
  - phÁgua Consulta
  - Relacion con produccion
  - phÁgua
  - phÁgua Informe
- Producto
  - Producto : Tabla
- Sólidos
  - Sólidos : Tabla
  - Sólidos Consulta
  - Sólidos**
  - Sólidos
- Objetos no relacionados
  - DQO Consulta1
  - Acciones Corr y preven
  - Agua y energia
  - CajaCriba
  - Calificador
  - Consultas
  - Correctivas
  - DB Maquinaria y equipo

The main content area displays a header with a bowl of cereal and the word "Sólidos". Below the header, there are several input fields for data entry:

Id_Soldo:	<input type="text" value="1"/>
Valvula1Abajo:	<input type="text" value="100"/>
Valvula1Arriba:	<input type="text" value="450"/>
Valvula2Abajo:	<input type="text" value="0"/>
Valvula2Arriba:	<input type="text" value="0.00"/>
Valvula3Abajo:	<input type="text" value="0"/>
Valvula3Arriba:	<input type="text" value="0.00"/>

At the bottom of the window, there is a status bar showing "Registro: 1 de 5", "Sin filtro", and "Buscar".

Fuente: elaboración propia

Luego de haber ingresado los datos al formulario, estos mismos datos se almacenan en la tabla de sólidos sedimentales.

Figura 67. **Tabla de sólidos**

Id_Solido	Fecha	Valvula1Ab	Valvula1Arr	Valvula2Ab	Valvula2Arr	Valvula3Ab	Valvula3Arr	Va
1	18/02/2010	100	450	0	0.00	0	0.00	
2	19/02/2010	100	350	0	0.00	0	0.00	
3	19/02/2010	200	200	0	0.00	0	0.00	
4	20/02/2010	400	350	0	0.00	0	0.00	
5	21/02/2010	100	500	0	0.00	0	0.00	
*	(Nuevo)			0	0.00	0	0.00	

Fuente: elaboración propia

### 3.1.1.2. Gráficos

Los gráficos son generados en base a los datos ingresados de los resultados de los análisis de las muestras de aguas en las tablas de DQO, DBO, pH y sólidos sedimentales. Para poder crear un informe con las gráficas, se debe seleccionar la opción “imprimir”.

### 3.1.1.3. Tablas

Las tablas son generadas según las necesidades del sistema administrativo. En los puntos anteriores se realizaron tablas para los datos de DQO, DBO, pH y sólidos sedimentales.

### 3.1.1.4. Relación de los resultados

Se puede relacionar la producción del día con los resultados de las pruebas de laboratorio. Esto ayuda a tener un mejor control de la producción y a visualizar como afecta en la planta de tratamientos tratar el agua residual. La mayoría de veces el agua residual es más grasa, por ello es más difícil de pre-tratar y es cuando se debe tener un mayor cuidado con la inestabilidad de la planta.

Figura 68. Relación de los resultados con la producción

The screenshot displays a software application window titled 'Proceso'. On the left, there is a sidebar with a tree view showing a hierarchy of tables and reports under categories like 'DQO', 'Proceso', 'phAgua', 'Producto', and 'Solidos'. The main area features a header with a bowl of cereal and the word 'Proceso'. Below this is a form with the following fields: 'Id\_Proceso' (text input), 'Fecha' (date input, showing 24/02/2009), 'Olla' (dropdown menu, showing Chocobananitos), 'Horno' (dropdown menu, showing Granola), 'Recubrimiento' (dropdown menu, showing Aritos de Colores), and 'Estrusor' (dropdown menu, showing Corn Flakes). An 'Insertar' button is located below the form. At the bottom, there is a status bar with 'Registro: 1 de 2', 'Sin filtro', and a search field.

Fuente: elaboración propia

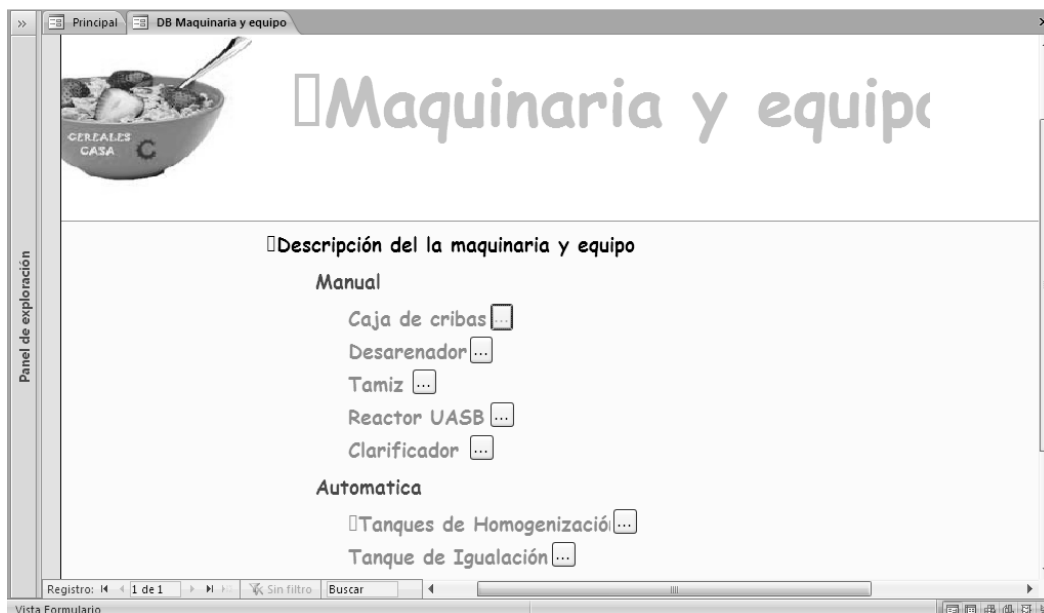
## 3.2. Elaboración de un manual técnico para maquinaria y equipo

Para la elaboración de la base de datos se crea un formulario en donde se enlista detalladamente toda la maquinaria y equipo clasificándola en manual



y automática. Cuenta con un botón *link* que al seleccionar automáticamente lleva a la opción que se desea ver.

Figura 69. **Base de datos maquinaria y equipo**



Fuente: elaboración propia

### 3.2.1. Descripción de la maquinaria y equipo

En la descripción se proporciona información detallada de la maquinaria y equipo con que cuenta la planta de tratamientos de aguas residuales.

Se crea un formulario por cada maquinaria y cada equipo, en donde se coloca la información más importante, así como una imagen del mismo.

Figura 70. Descripción de la maquinaria y equipo

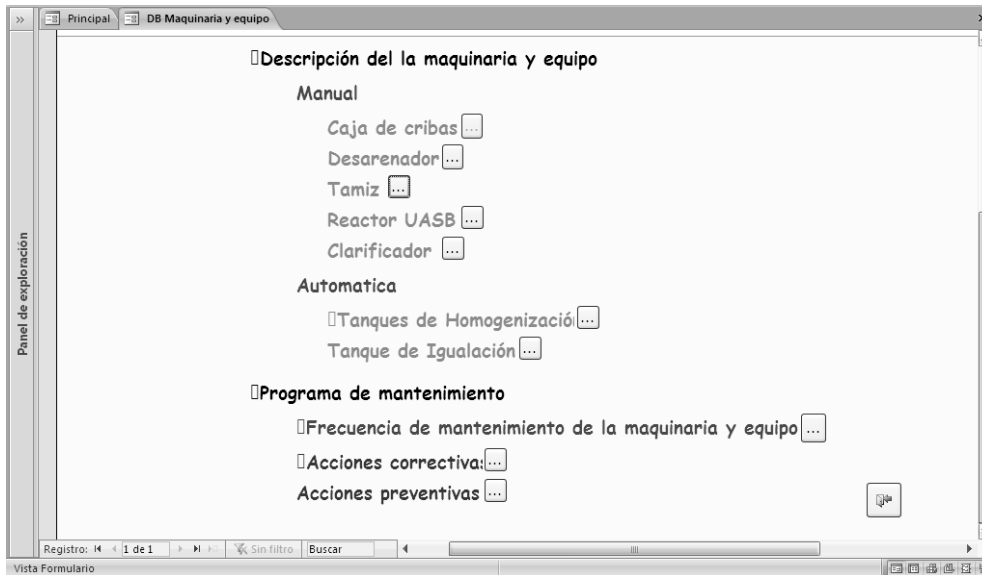


Fuente: elaboración propia

### 3.2.2. Programa de mantenimiento

Para crear el programa de mantenimiento se toman en cuenta factores importantes como la frecuencia con que se debe realizar un mantenimiento a la maquinaria y equipo con que cuenta la planta de tratamientos, las acciones correctivas y preventivas en un mantenimiento, y otros factores. Se crea un formulario en donde se enlistan estos puntos.

Figura 71. Programa de mantenimiento



Fuente: elaboración propia

### 3.2.2.1. Frecuencia de mantenimiento de la maquinaria y equipo

Para la frecuencia de mantenimiento se crea un formulario en donde se enlista la maquinaria y el equipo a los cuales se les debe de realizar un mantenimiento.

El supervisor de la planta de tratamiento tiene la opción de seleccionar qué mantenimiento desea que se realice, en qué turno y a la hora que el operario debe terminar con dicha actividad. Esto ayuda a tener un mejor control del mantenimiento de la planta y reducir el número de paros por el daño de un equipo.

Figura 72. Frecuencia de mantenimiento

Todas las tablas << Fr\_Mantenimiento

Desarenador  
DQO  
Equipo de proteccion  
Esp Caja de Criba  
Esp Clarificador  
Esp Desarenador  
Esp ReactorUASB  
Esp Tamiz  
Esp Tanque de Igual...  
Esp Tanques de hom...  
**Fr\_Mantenimiento**  
Homogenizacion  
Igualacion  
Inf Relacionada  
Man\_Solidos  
Mantenimiento y Lim...  
Medio Ambiente  
PH  
Preventivas\_Manteni...  
Principal  
Programas de Seguri...  
Pruebas  
Reactor UASB

**Frecuencia de mantenimiento de la maquinaria y equipo**

**CEREALES CASA** DIA Y FECHA

**REPORTE DIARIO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTOS**

Nombre del Operario Turno 1 Turno 2

MANTENIMIENTO	Turno 1	Turno 2	Hora que se realizo	Comentarios
Caja de Cribas				
Trampa de grasa 1				
Desarenador				
Tamiz				
Trampa de grasa 2				

Registro: 1 de 1 Sin filtro Buscar

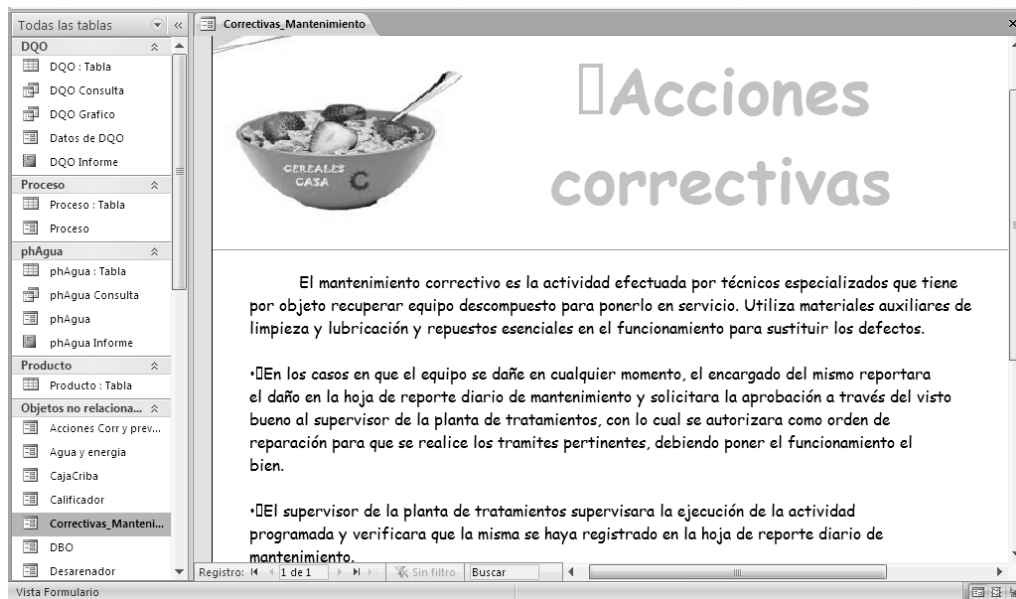
Vista Formulario

Fuente: elaboración propia

### 3.2.2.2. Acciones correctivas

En un formulario se coloca información acerca de qué hacer para realizar acciones correctivas en un mantenimiento. Esto ayudará al operario a tener una mejor idea de las posibles soluciones que se puede realizar si algún equipo o maquinaria de la planta de tratamientos fallara en su operación.

Figura 73. Acciones correctivas de mantenimiento

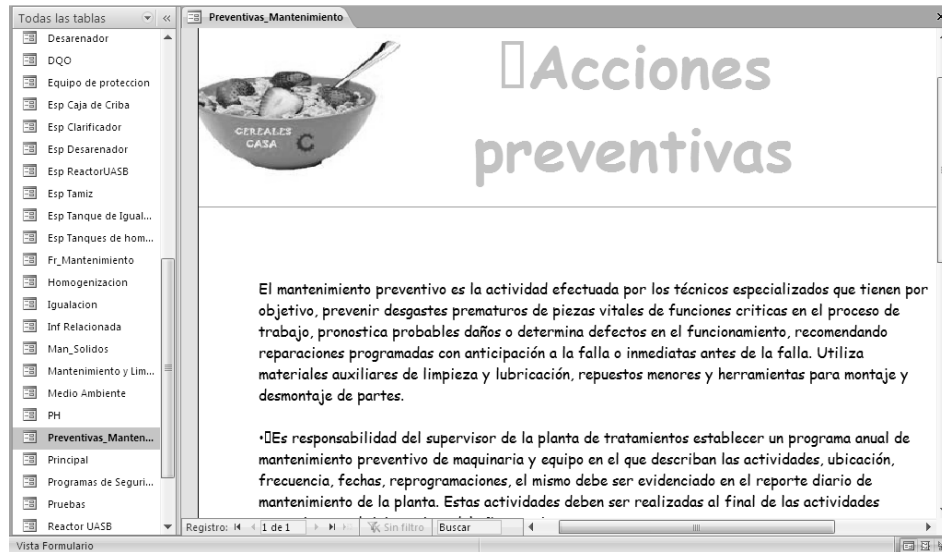


Fuente: elaboración propia

### 3.2.2.3. Acciones preventivas

En un formulario se coloca información acerca de qué hacer para realizar acciones preventivas en un mantenimiento. Esto se realiza con el fin de tener precauciones antes de que pase un paro en la operación de la planta de tratamientos por algún fallo en un equipo o una maquinaria.

Figura 74. Acciones preventivas de mantenimiento

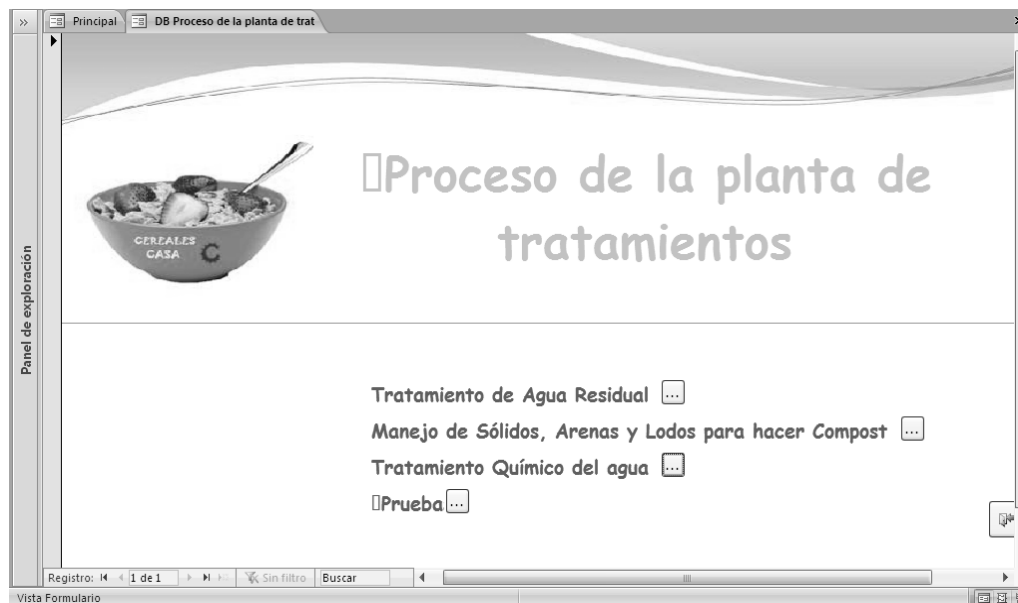


Fuente: elaboración propia

### 3.3. Elaboración de una base de datos para los procesos de la planta de tratamientos

Para la elaboración de la base de datos se crea un formulario en donde se enlistan detalladamente los procesos que se realizan en la planta de tratamientos de aguas residuales. Se puede mencionar qué es el tratamiento del agua residual, el manejo de sólidos, arenas y lodos para hacer compost, el tratamiento químico y las distintas pruebas de análisis que se realizan para determinar la estabilidad de la planta. Cuenta con un botón *link* que al seleccionar automáticamente lleva a la opción que se desea ver.

Figura 75. Base de datos de los procesos PTAR

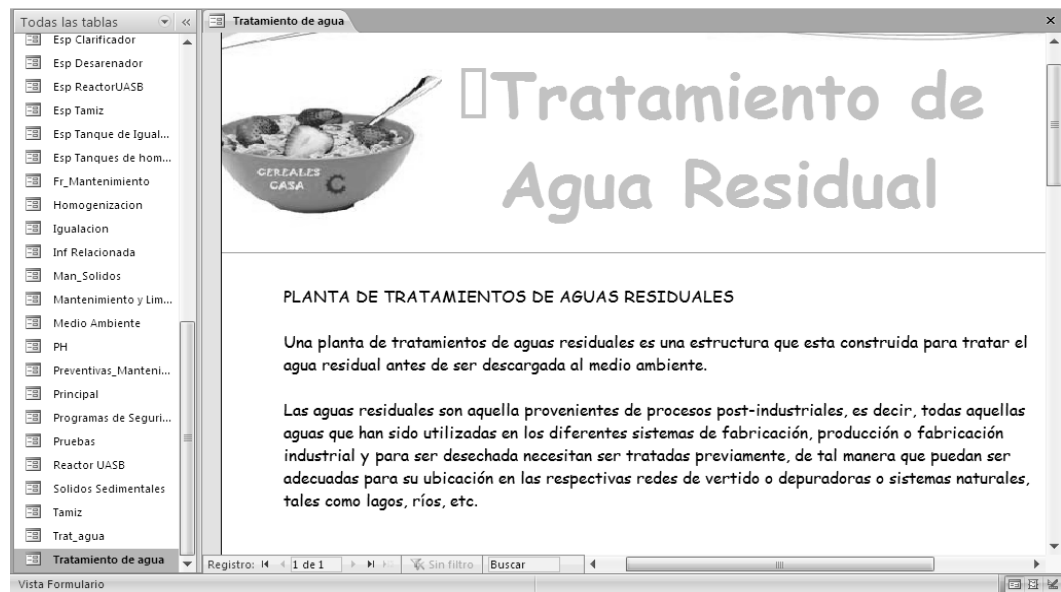


Fuente: elaboración propia

### 3.3.1. Tratamiento de agua residual

En un formulario se coloca información acerca del tratamiento de agua residual que se realiza en la planta de tratamientos de aguas residuales. Esto ayudará si en algún momento al operario o supervisor de la planta olvida algún detalle o parámetro de suma importancia.

Figura 76. Tratamiento de agua residual



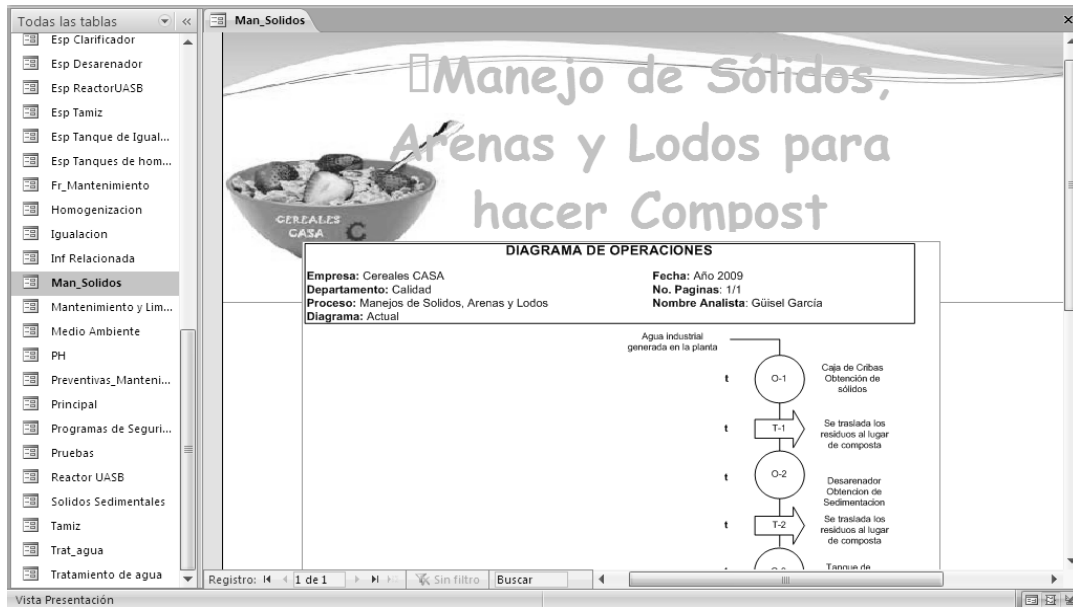
Fuente: elaboraci3n propia

### 3.3.2. Manejo de s3lidos, arenas y lodos para hacer compost

En un formulario se coloca un diagrama de operaciones en donde aparecen detalladamente los pasos por seguir para la realizaci3n de compost con los s3lidos, arenas y lodos que se generan en el proceso de la planta de tratamientos.



Figura 77. Manejo de sólidos, arenas y lodos para hacer compost

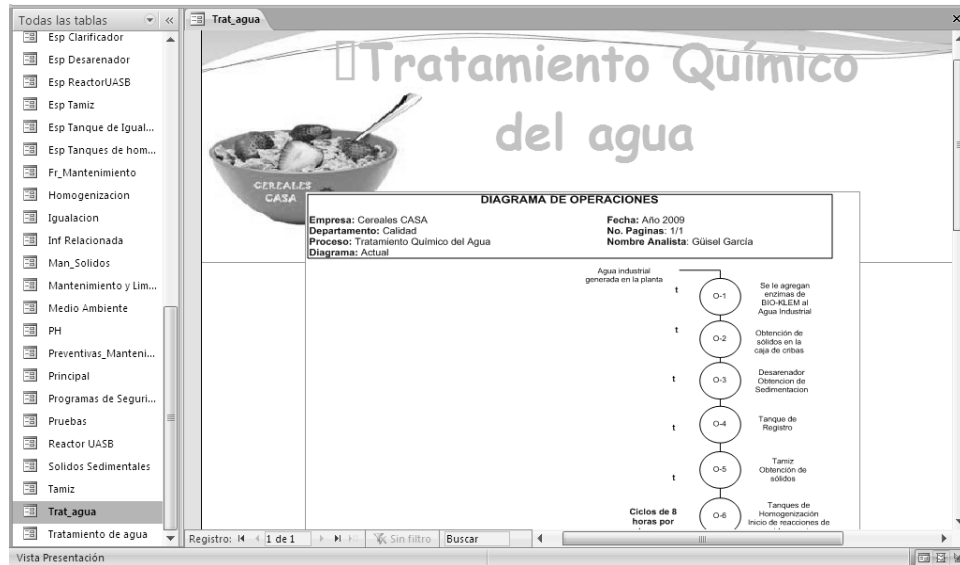


Fuente: elaboración propia

### 3.3.3. Tratamiento químico del agua

En un formulario se coloca un diagrama de operaciones en donde aparecen detalladamente los pasos por seguir para el tratamiento químico del agua residual que se genera en la planta de producción.

Figura 78. Tratamiento químico del agua



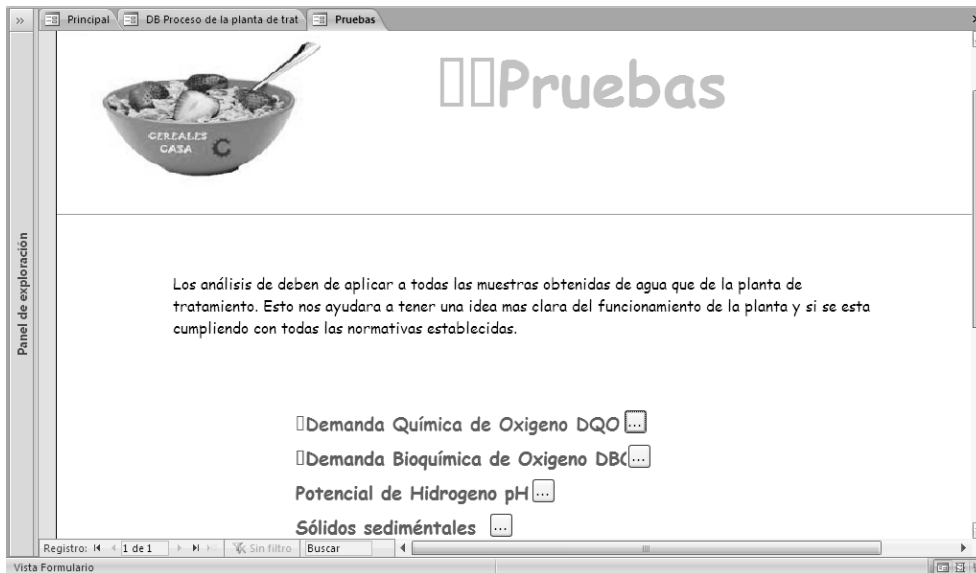
Fuente: elaboración propia

### 3.3.4. Pruebas

Se crea un formulario en donde se enlista detalladamente las pruebas que se realizan para analizar el agua residual. Entre estas se pueden mencionar la demanda química de oxígeno, la demanda bioquímica de oxígeno, el potencial de hidrógeno y los sólidos sedimentales.

Cuenta con un botón *link* que al seleccionar automáticamente lleva a la opción que se desea ver.

Figura 79. Formulario Pruebas



Fuente: elaboración propia

### 3.3.4.1. Demanda química de oxígeno DQO

Se crea un formulario en donde se detallan los procedimientos que se van a seguir para realizar la prueba de análisis de DQO, así como también los cuidados que se deben tener a la hora de tomar la muestra de agua residual, los cuidados con el uso del fotómetro y a qué temperatura se debe realizar la prueba.

Figura 80. Prueba DQO

**Demanda Química de Oxígeno DQO**

La demanda química de oxígeno es un indicador que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medio químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación del agua y se expresa en mgO<sub>2</sub>/litro.

El análisis aplica a todas las muestras que se tomen al agua que ingresa al reactor UASB y que sale de la planta de tratamientos para poder definir la eficiencia respecto a la demanda química de oxígeno.

El fotómetro es el equipo que se utiliza para realizar esta prueba. Este se enciende levantando el compartimiento que se encuentra en la parte superior, que al encenderse realiza un proceso de Auto-Check para verificar que todo se encuentre correctamente dentro del fotómetro.

---

**DQO (exento de Hg)** 09773  
Demanda Química de Oxígeno Test en cubetas

Intervalo de medida: 100-1500 mg/l de DQO y O<sub>2</sub> → Intervalo de medición

1. Poner en suspensión el sedimento del fondo de la cubeta mediante agitación por balanceo.
2. Añadir 2.0 ml de la muestra con la pipeta cuidadosamente en una cubeta de reacción, cerrar firmemente con tapa roscaada y mezclar bienamente. ¡Atención, la cubeta se calienta mucho!
3. Calentar la cubeta de reacción en el termoreactor durante 2 horas a 148°C.
4. Sacar la cubeta del termoreactor, dejarla enfriar en el soporte de cubetas redondas.
5. Después de enfriar durante unos 10 minutos, agitar otra vez la cubeta por balanceo.
6. Volver a colocar la cubeta en el soporte y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
7. Colocar la cubeta en el compartimento para cubetas, hacer coincidir la raya de marcado de

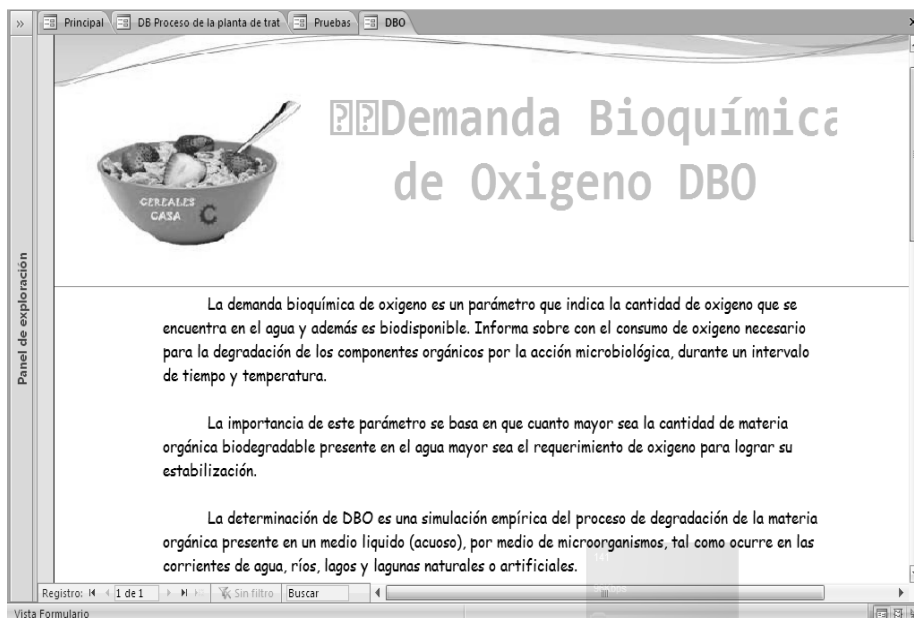
Fuente: elaboración propia

### 3.3.4.2. Demanda bioquímica de oxígeno DBO

Se crea un formulario en donde se detalla los procedimientos que se van a seguir para realizar la prueba del análisis de DBO, como también la

interpretación de la gráfica final que se debe realizar al obtener los resultados de los análisis. Esta prueba es una de las más importantes, ya que ayuda a determinar cuántas bacterias se generan en el proceso de tratamiento de agua residual.

Figura 81. Prueba DBO

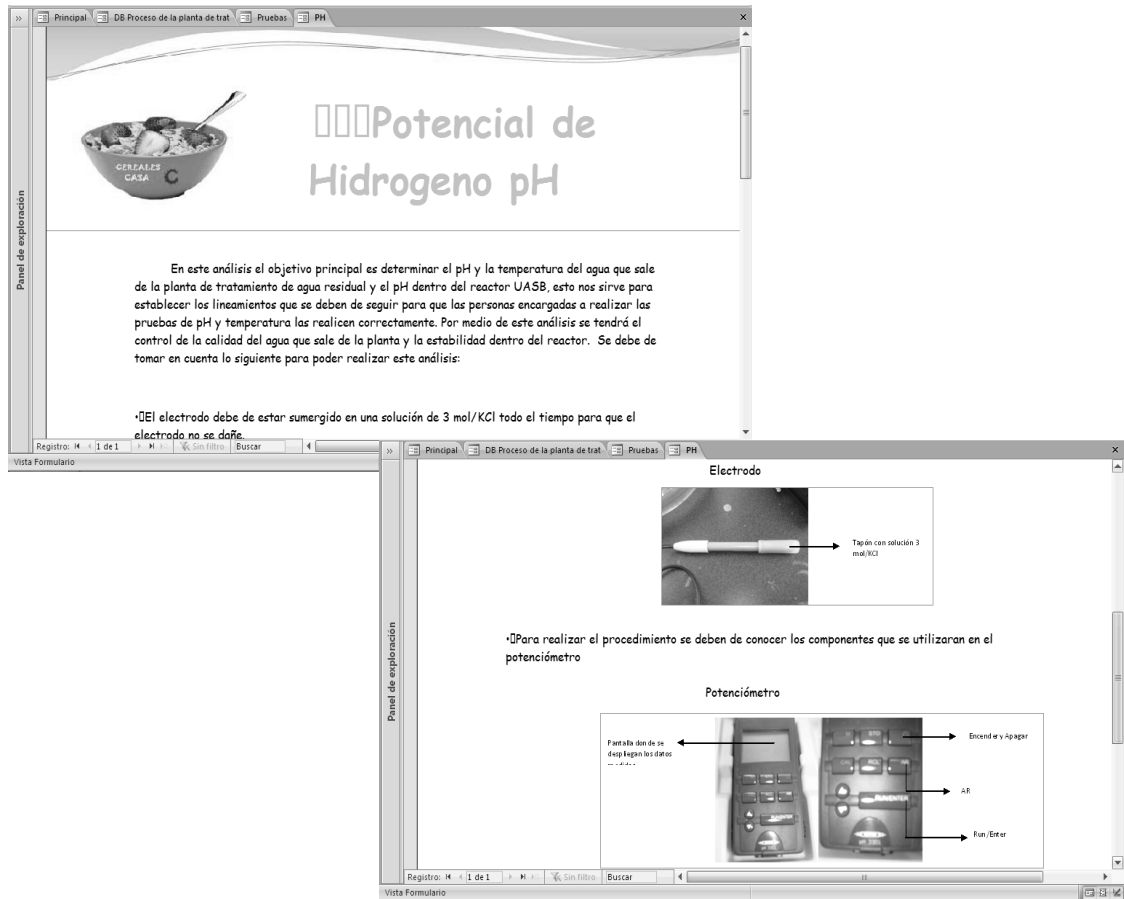


Fuente: elaboración propia

### 3.3.4.3. Potencial de hidrógeno pH

Se crea un formulario en donde se detalla los procedimientos que se han de seguir para realizar la prueba del análisis de pH, como también el uso adecuado del potenciómetro y la interpretación de sus lecturas. Esta prueba determina la estabilidad de la planta de tratamientos y por eso es importante realizarla en distintos puntos críticos de su operación. Se aconseja que se realice esta prueba a la entrada de la planta de tratamientos (caja de cribas) y a la salida de la planta de tratamientos (clarificador).

Figura 82. Prueba pH



Fuente: elaboración propia

### 3.3.4.4. Sólidos sedimentales

Se crea un formulario en donde se detalla los procedimientos que se deben seguir para realizar la prueba del análisis de sólidos sedimentales. El objetivo principal de este análisis es determinar los sólidos sedimentales dentro del reactor para tener un control de la cantidad y calidad de los lodos se generan en el mismo.

Figura 83. Prueba sólidos sedimentales

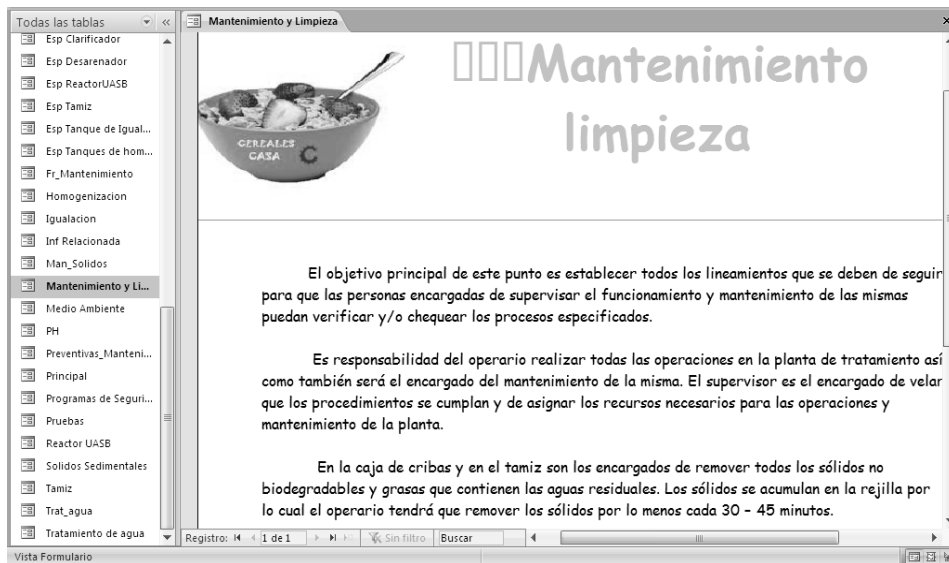


Fuente: elaboración propia

### 3.3.4.5. Mantenimiento y limpieza

En un formulario se coloca información sobre qué hacer para realizar el mantenimiento y limpieza de las áreas que integran la planta de tratamiento. En ella también se limitan las responsabilidades que debe tener el operario y el supervisor de la planta para que el programa funcione adecuadamente.

Figura 84. **Mantenimiento y limpieza**



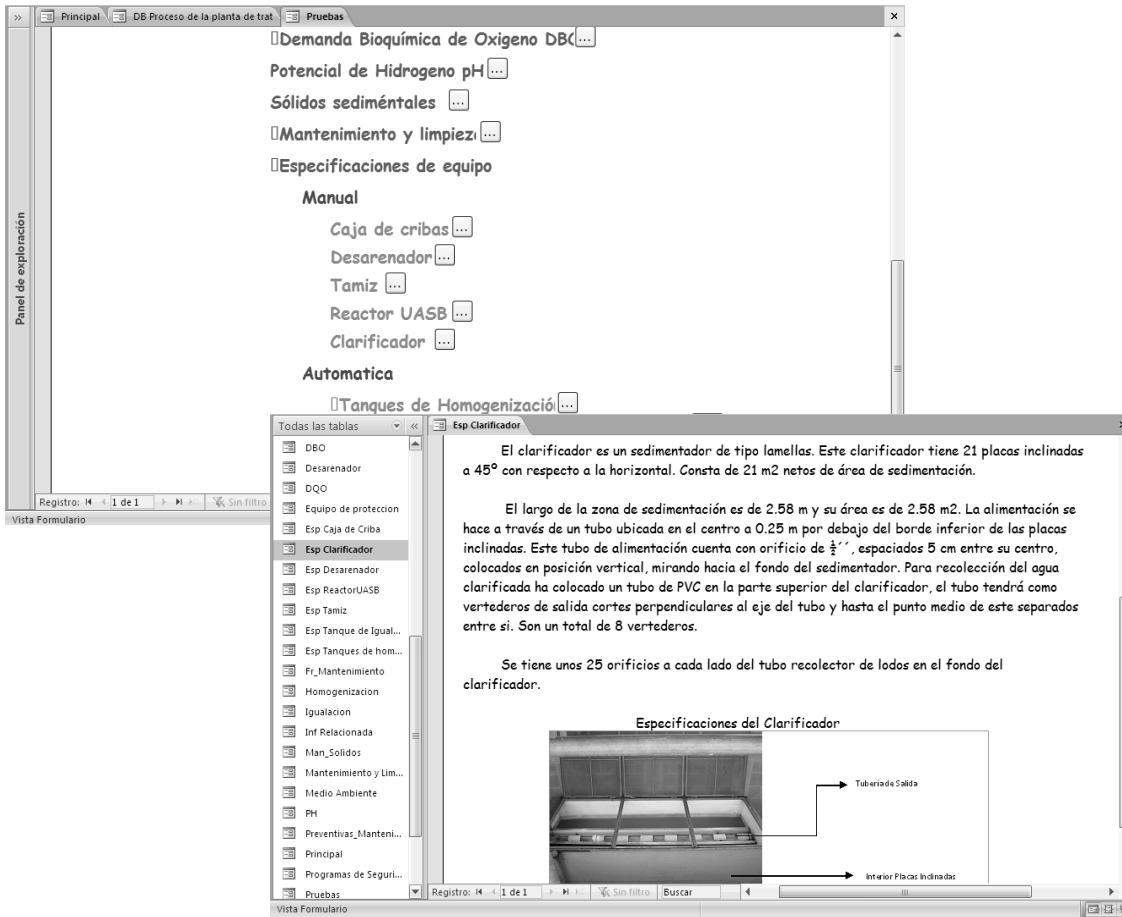
Fuente: elaboración propia

### 3.3.4.6. **Especificaciones de equipo**

En un formulario se enlista detalladamente la maquinaria y equipo de la planta de tratamientos de aguas residuales, separándolos en equipo manual y equipo automático. En este formulario se detalla las especificaciones que cuentan cada equipo con formularios individuales para cada uno y así poder complementar la información que se había dado con anterioridad. Cuenta con un botón *link* que al seleccionar automáticamente lleva a la opción que se desea ver.



Figura 85. Especificaciones de equipo



Fuente: elaboración propia

### 3.4. Creación de una base de datos para seguridad industrial

Para la elaboración de la base de datos se crea un formulario en donde se enlista detalladamente los puntos importantes en seguridad industrial que se tienen en la planta de tratamientos de aguas residuales. Entre estos se puede mencionar el equipo de protección personal, programas de seguridad, acciones

correctivas y preventivas en caso de accidente. Cuenta con un botón *link* que al seleccionar automáticamente lleva a la opción que se desea ver.

Figura 86. **Base de datos para seguridad industrial**

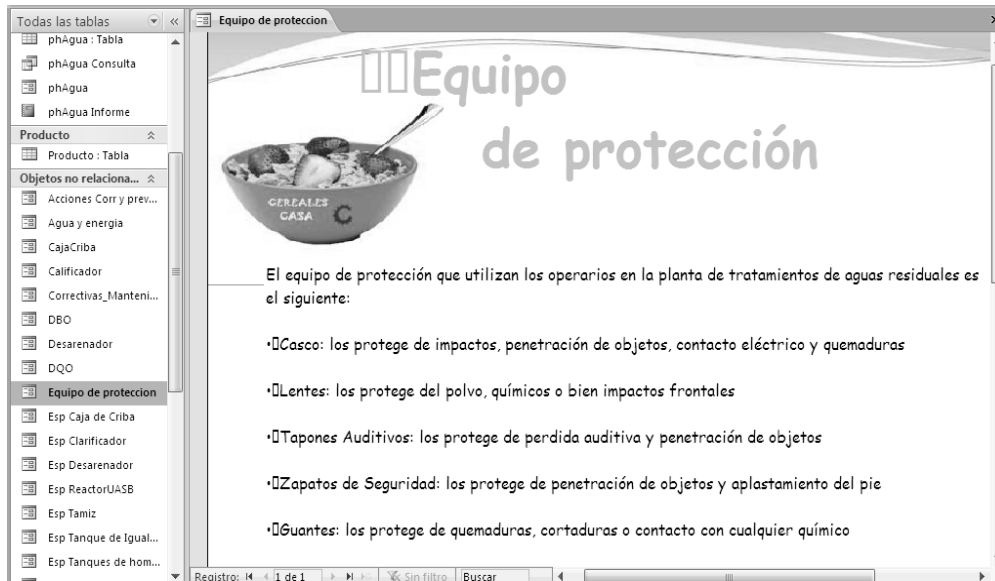


Fuente: elaboración propia

### 3.4.1. Equipo de protección

En un formulario se coloca información acerca del equipo de seguridad personal que debe tener todo operario, supervisor o personal que trabaje dentro de la planta de tratamientos. Esto se crea con el fin de evitar cualquier accidente por no tener el equipo de trabajo adecuado y no utilizarlo adecuadamente.

Figura 87. Equipo de protección

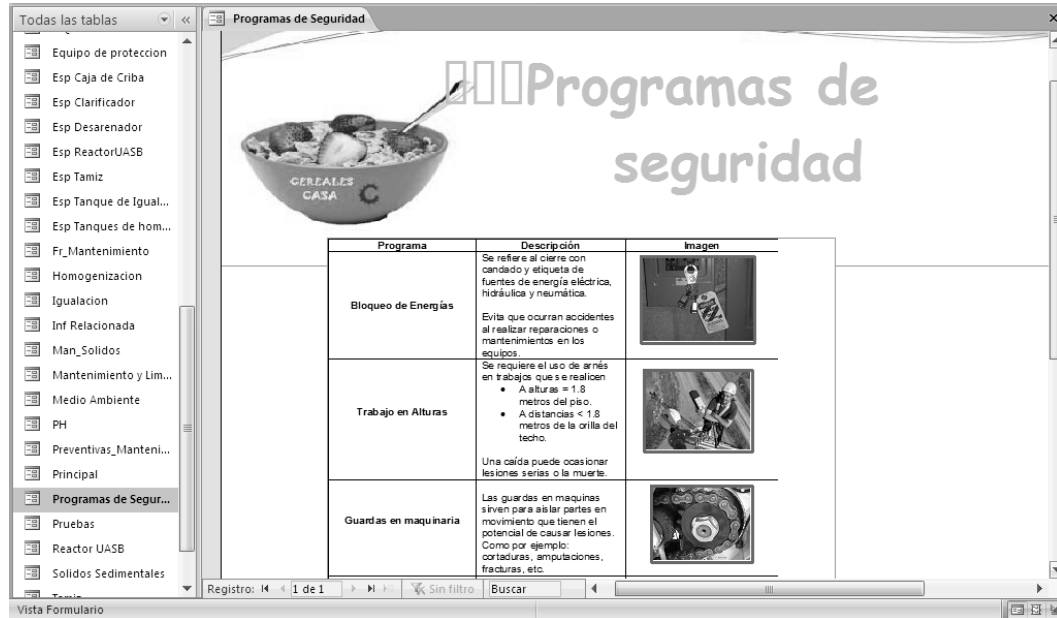


Fuente: elaboración propia

### 3.4.2. Programas de seguridad

En un formulario se coloca información acerca de los programas de seguridad industrial que forman parte de la planta de tratamientos de aguas residuales. Sobre estos programas es muy importantes que se capacite a cada momento a los operarios, ya que son sistemas de prevención de cualquier accidente laboral que puedan sufrir.

Figura 88. Programas de seguridad

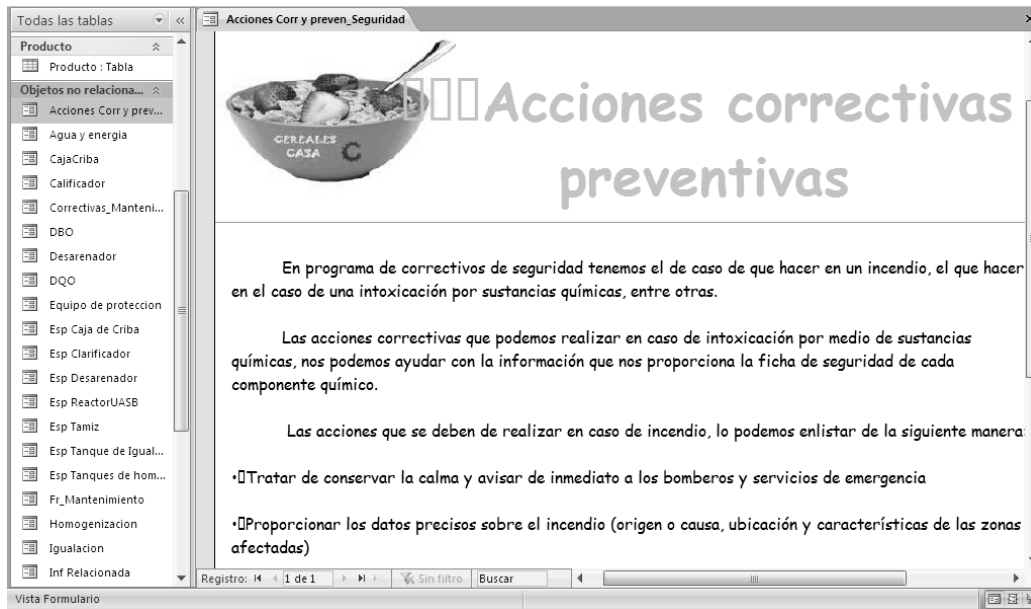


Fuente: elaboración propia

### 3.4.3. Acciones correctivas y preventivas

En un formulario se coloca información acerca de las acciones correctivas y preventivas de seguridad, que se debe de realizar en caso de un accidente. Es importante no solo contar con esta información en el sistema administrativo, sino también contar con esta información en forma impresa al acceso de cualquier persona que labore dentro de la planta de tratamientos.

Figura 89. Acciones correctivas y preventivas de seguridad



Fuente: elaboración propia

### 3.5. Consultas

Se crea un formulario en donde se enlista varios puntos importantes acerca del medio ambiente. En este formulario se pueden agregar varios temas relacionados de interés ecológico. Se puede mencionar que aparecen en esta consulta los temas de agua y energía e información relacionada. Cuenta con un botón *link* que al seleccionar automáticamente lleva a la opción que se desea ver.

Figura 90. **Consulta**

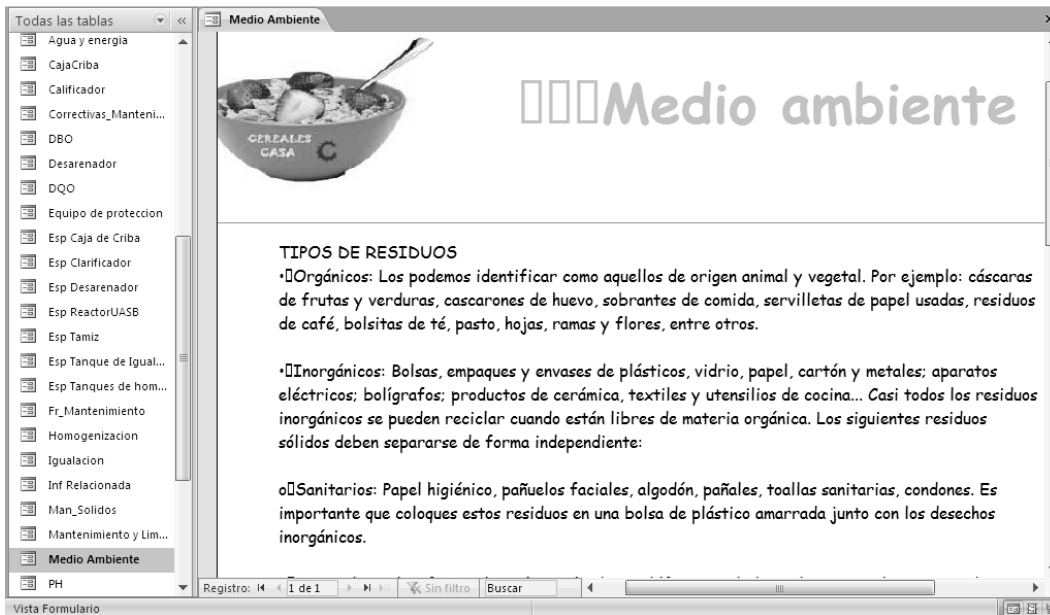


Fuente: elaboración propia

### 3.5.1. Medio ambiente

Se crea un formulario en donde se coloca información acerca de medio ambiente. En este caso se escogió el tema de “Tipos de residuos” ya que en el proceso de tratamientos de aguas residuales de la planta de tratamientos se genera mucho residuo sólido en su proceso. Este tema puede variar y ser modificado las veces que el supervisor o jefe de calidad lo desee.

Figura 91. Medio ambiente

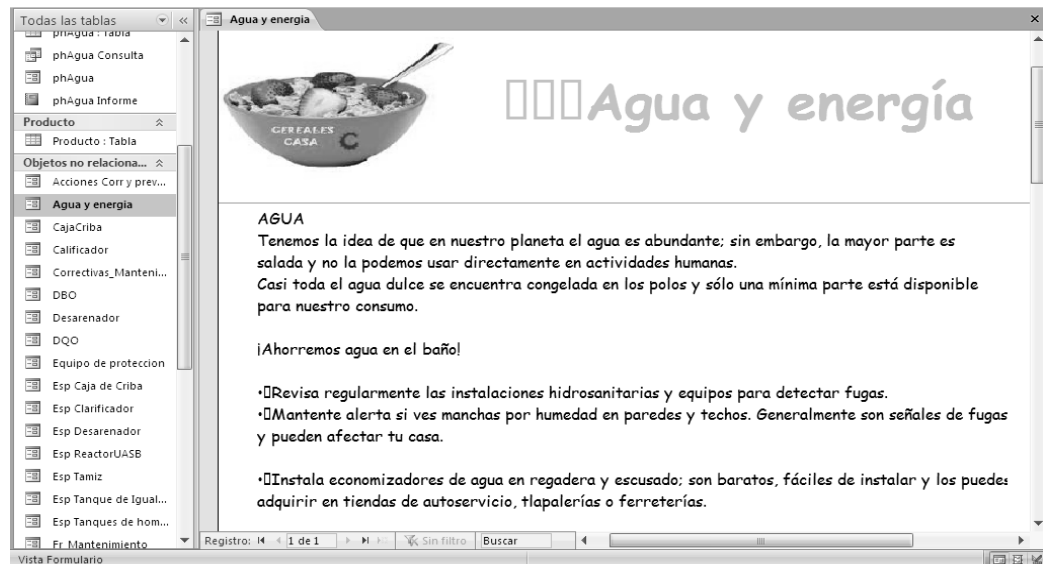


Fuente: elaboración propia

### 3.5.2. Agua y energía

Se crea un formulario en donde se coloca información acerca del agua y energía. Esta información se relaciona con el ahorro y cuidado que se debe tener al utilizar estos dos elementos. Las recomendaciones que se tienen en este formulario pueden ir cambiando periódicamente o bien como se desee. Lo importante de esto, es generar una concientización del cuidado del medio ambiente.

Figura 92. Agua y energía



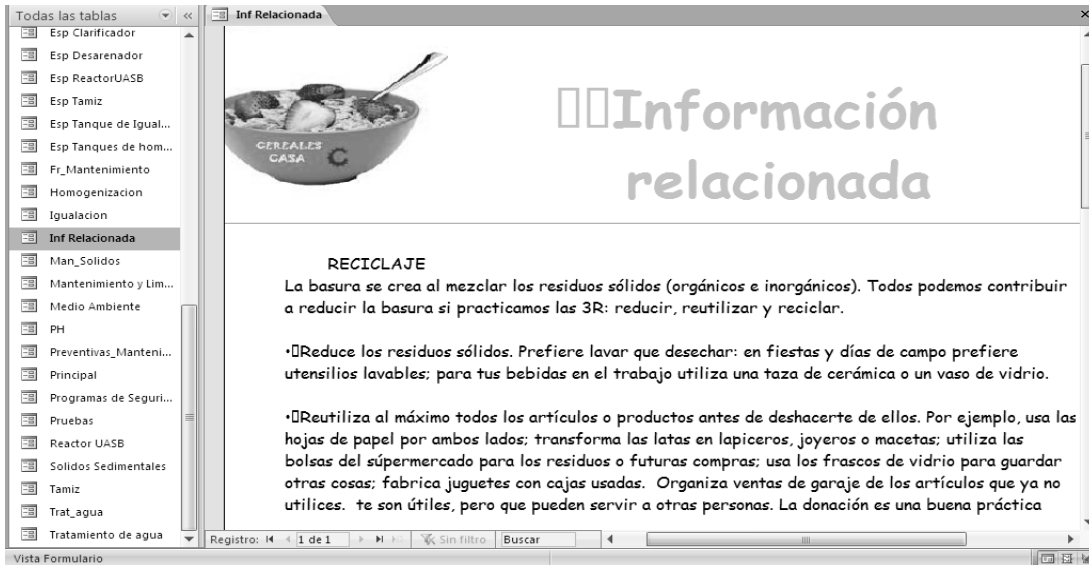
Fuente: elaboración propia

### 3.5.3. Información relacionada

Se crea un formulario en donde se coloca información relacionada al cuidado y conservación del ecosistema. En este caso se tomó el tema de "Reciclaje", ya que como empresa crea mucho la concientización de reutilizar cualquier objeto con la finalidad de reciclar. El tema puede ser modificado por el supervisor o jefe de calidad.



Figura 93. Información relacionada



Fuente: elaboración propia

## 4. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

### 4.1. Desarrollo de un manual de procesos

Un manual es el documento que contiene a descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una unidad o de más de ellas. El desarrollo del manual de proceso de utilización del *software* del sistema administrativo de la planta de tratamiento de aguas residuales, es una herramienta de aplicación, que permite a todos los participantes observar de manera detallada cada uno de los aspectos y elementos que forman parte del tratamiento de aguas residuales, además, permite que cada uno se encuentre al tanto de las tareas que le corresponde hacer diariamente.

Para poder estructurar el manual de procesos se debe incluir cada uno de los diagramas de operación que son utilizados en el tratamiento de aguas residuales, los resultados de los análisis del laboratorio para poder interpretar gráficamente el comportamiento de la planta. Los elementos que posee el manual son los siguientes:

- Información general de la empresa: se plasmarán los datos generales de la empresa, tales como la dirección, teléfonos, dirección de correo electrónico, misión, visión, entre otras.
- Diagrama de operación del tratamiento del agua residual, del tratamiento químico del agua y manejo de residuos sólidos para la realización de composta.

- Información básica: identificación de las áreas que componen la planta de tratamientos, la descripción de la maquinaria y equipo, programas de seguridad industrial, entre otras.
- Estándares de operación: estos se identifican con la finalidad de estabilizar la planta de tratamientos por medio de análisis de aguas residuales.
- Herramientas de control: incluye dos herramientas, una se encuentra orientada a los supervisores y otra a los operarios.

Para la distribución del manual al jefe de calidad y al supervisor de la planta de tratamientos posterior a su elaboración y estructuración del manual, se realiza una actividad en donde se debe realizar una pequeña explicación de la utilidad del programa administrativo para la planta de tratamientos.

#### **4.1.1. Información básica**

La información básica que se debe incluir dentro del manual de proceso debe ser información concreta que complemente el desarrollo del mismo y que sea de mucha utilidad para poder entender mejor el adecuado uso del sistema operativo dentro de la planta de tratamientos

##### **4.1.1.1. Definiciones**

Se debe crear un listado de términos con sus definiciones para complementarlo dentro del manual de operaciones y poder aclarar cualquier duda relacionada a un término utilizado dentro del sistema administrativo.

#### **4.1.1.2. Interpretaciones**

Las interpretaciones que se realicen dentro del sistema operativo deben ser explicadas de forma detallada en el manual de operaciones. Esto se debe a que el operario o supervisor de la planta de tratamientos tiene a la mano esta información y puede realizar su trabajo adecuadamente, reduciendo así el número de errores de operación por la mala interpretación de algún resultado.

#### **4.1.2. Procedimiento de los registros de base de datos**

En los procedimientos dentro del manual se deben explicar los cuidados que se han de tener al utilizar el sistema operativo. Dentro de los procedimientos de los registros de la base de datos se pueden mencionar las tablas, las consultas, los formularios, los informes, los macros, los módulos, las relaciones, entre otros.

##### **4.1.2.1. Tablas**

Al ingresar los resultados de los análisis de las pruebas de laboratorio a las tablas correspondientes, siempre se deben actualizar, ya que si no se hace, la interpretación gráfica que se realice con estos resultados no será la correcta. El supervisor debe tener cuidado con esto, ya que él es el único que tendrá acceso a estas tablas.

##### **4.1.2.2. Consultas**

Para poder crear una consulta se utiliza un formulario en blanco con diseño propio y se genera las consultas necesarias según a las tablas que se tengan dentro del sistema administrativo. La finalidad de la consulta es para

ver, modificar y analizar datos de formas diferentes. Esto ayudará de forma visual al operario y al supervisor para analizar los datos que fueron ingresados en las tablas y poder así determinar la eficiencia de la planta.

#### **4.1.2.3. Formularios**

Un formulario es generalmente una hoja de papel en blanco en la que se dispone de lugares en blanco para introducir la información, con un campo separado para cada dato.

El supervisor de la planta de tratamiento o jefe de calidad siempre debe revisar que las formulas dentro del formulario sean las adecuadas y que estén ingresadas correctamente. Ya que si esto estuviera erróneo, se tendría una idea incorrecta de la estabilidad de la planta de tratamientos y el pre-tratamiento que se le estaría dando al agua residual sería inadecuado. Como consecuencia de ello, no se estaría cumpliendo con las normativas establecidas.

#### **4.1.2.4. Informes**

Se le debe hacer saber al supervisor de la planta de tratamiento y al jefe de calidad en el manual de operaciones, que si se desea generar un informe de los resultados obtenidos de los análisis de aguas, se deben realizar acorde con las tablas generadas en el sistema administrativo, pero éstas deben estar actualizadas. En caso que se quiera tener una ayuda visual del comportamiento de estos resultados se pueden generar los gráficos según la consulta de la tabla.

#### **4.1.2.5. Macros**

El supervisor de la planta de tratamiento debe tener cuidado con este punto, ya que él es el único que puede tener acceso a los macros generados en el sistema operativo. La consecuencia que se tendría si esto llegara a pasar, sería que el programa del sistema operativo de la planta de tratamientos se arruinaría.

#### **4.1.2.6. Módulos**

El módulo con el que se tiene que tener cuidado en el sistema operativo es el de *Visual Basic*, ya que en él se realizó toda la programación de cálculos e interpretaciones necesarias para los resultados de los análisis de aguas de DQO, DBO y pH. De la misma manera que el punto anterior, el supervisor de la planta debe ser el único que debe tener acceso a este módulo.

#### **4.1.2.7. Relaciones**

Si hubiera un cambio en las relaciones del sistema operativo se debe acudir al desarrollador del sistema para realizar este cambio. De igual manera, si se quisiera aumentar una tabla al sistema o se quisiera crear otro formulario con diseño propio se debe acudir al desarrollador. Esto se hace con la finalidad de no causar ningún daño o error a la programación establecida en el sistema operativo.

#### **4.1.2.8. Diseño de una base de datos**

El diseño de una base de datos puede variar de acuerdo con los requerimientos de la planta de tratamiento. Antes de desarrollar la base de

datos, el desarrollador del sistema debe preguntar la forma que se desea, cuantos análisis de aguas se realizan para calcular la cantidad de tablas necesarias, cuántas consultas, la cantidad de gráficos y la información adicional que se desea en el sistema.

Para una modificación futura en el diseño de la base de datos, el desarrollador debe adjuntar sus datos personales en el manual de operaciones para que su localización sea más fácil.

#### **4.1.2.9. Gráficos**

Los gráficos son visualmente atractivos y facilitan a los usuarios la visión de comparaciones, modelos y tendencias en los datos.

Para la realización de los gráficos con los datos obtenidos de los resultados de los análisis, se debe hacer la aclaración en el manual de operaciones de que estos se realizarán en base a las tablas y que se cambiarán dinámicamente acorde con el ingreso a los datos. Esto quiere decir que el supervisor no debe realizar una operación adicional en el sistema para poder obtener una gráfica actualizada.

#### **4.1.2.10. Análisis de resultados**

Para poder analizar un resultado se puede realizar con los informes generados o bien con las gráficas que se obtienen de las consultas de las tablas. Esto ayudará al supervisor a presentar a la gerencia, el trabajo realizado dentro de la planta de tratamiento para tratar el agua residual generada en la planta de producción. De esto se hace énfasis en el manual de operaciones.

### **4.1.3. Funcionamiento del sistema administrativo**

El funcionamiento del sistema operativo depende del menú principal y la opción que se desea actualizar, si se quiere una documentación o un cálculo sobre el tratamiento de aguas residuales. Para cada *link* se tiene un botón de tres puntos que al presionar “*click*” se va a la información deseada. El botón que aparece con un “x” de color rojo da la opción de salir de la aplicación total. En el manual de operaciones se detalla.

## **4.2. Capacitación**

La capacitación provee de la información necesaria para realizar adecuadamente una actividad, por tal motivo es indispensable contar con una adecuada capacitación a todos los involucrados en el proceso de tratamientos de aguas residuales, por medio de capacitaciones, talleres y charlas grupales, de manera que permitan convertir el manual de procesos en una herramienta indispensable para la inducción y el adiestramiento.

### **4.2.1. Recurso humano**

Como parte de los recursos humanos con que se cuenta en una planta de tratamiento de aguas residuales y que son involucrados en el funcionamiento de las mismas se puede mencionar al jefe de calidad, los supervisores y los operarios

#### **4.2.1.1. Jefe de calidad**

El jefe de calidad dentro de la planta de tratamiento tiene como principal objetivo realizar todas las auditorías internas en el sistema administrativo y



también velar para que se cumplan todos los procedimientos establecidos para determinar alguna mejora del mismo.

#### **4.2.1.2. Supervisores**

Los supervisores de la planta de tratamiento de aguas residuales son los encargados de velar para que los procedimientos se cumplan. También son encargados del análisis de la situación actual de la planta de tratamiento, según indiquen los resultados del procedimiento. Están a cargo de que los operarios en la planta cuenten con los recursos necesarios para la correcta operación de la planta.

Los supervisores son los encargados de ingresar los datos en el programa administrativo *Microsoft Access*, luego que los operarios realicen todas las pruebas de análisis para determinar la estabilidad de la planta.

#### **4.2.1.3. Operarios**

Los operarios son los encargados de realizar todas las operaciones de recolectar los resultados durante el proceso para ser analizados. También son los encargados de realizar cualquier procedimiento de arranque, verificando los valores de pH dentro del reactor y el DQO que entra al reactor para poder mantener al reactor en sus condiciones óptimas. Otras de sus responsabilidades son poner en práctica las acciones correctivas cuando los valores de pH y DQO se encuentran fuera de los rangos establecidos.

#### **4.2.2. Taller de capacidad a jefes y supervisores**

Los talleres de capacitación a jefes y supervisores se deben realizar como un grupo integrado de enseñanza y aprendizaje para obtener el objetivo común que es iniciar la interpretación del manual de operaciones del sistema operativo. Este taller debe ser de carácter tutorial bajo la idea de aprender en el sentido que las actividades sean muy prácticas de manera que se le facilite la interpretación y aprendizaje de las mismas.

Se pretende desarrollar en los jefes de calidad y supervisores las habilidades, actitudes y aptitudes para plantear y resolver preguntas en los diferentes aspectos y elementos que conforman el programa administrativo y la adecuada utilización del programa en *Microsoft Access*. Esta capacitación permitirá a los jefes de calidad y supervisores ser facilitadores de las charlas grupales con los operarios.

Las capacitaciones de los jefes de calidad y supervisores se llevaran a cabo de la siguiente manera:

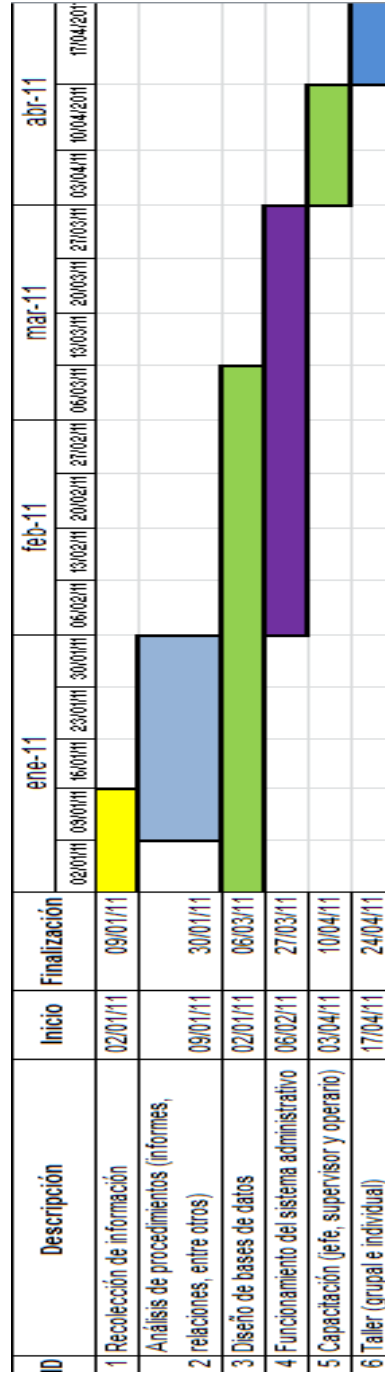
- Descripción de qué es el manual
- Presentación de los componentes del programa administrativo
- Explicación de la utilidad del programa administrativo
- Explicación de las tablas, gráficas y *links* que componen el programa administrativo.
- Desarrollo de ejemplos prácticos en donde se ingresarán de resultados de análisis de laboratorio para su interpretación.
- Aclaración de dudas

### **4.2.3. Taller grupal con los operadores**

Una charla grupal es un diálogo entre varias personas, en donde se establecen una comunicación del lenguaje hablado, gráfico o escrito. Se crea una interacción en la cual los interlocutores contribuyen a la construcción de un texto a diferencia del monólogo, donde el control de la construcción lo tiene solo uno. Esta técnica permitirá tener una mejor forma de interactuar con los operarios y que estos puedan adquirir la habilidad suficiente para afrontar los distintos cambios y mejoras realizadas a los procesos de tratamientos de aguas residuales, así como la adecuada forma de ingresar los datos en el programa administrativo de *Microsoft Access*.

Los talleres girarán en torno a los problemas que puedan surgir a la hora de utilizar el programa, los parámetros por cuidar en la planta de tratamientos y otros puntos relacionados.

Figura 94. Cronograma de implementación



Fuente: Elaboración propia



## 5. MEJORA CONTINUA DEL SISTEMA

### 5.1. Revisión periódica del *software* administrativo

La revisión periódica del *software* administrativo se debe realizar por el personal responsable del área de la planta de tratamientos de aguas residuales, en un momento oportuno y formular las acciones correctivas necesarias para subsanar las deficiencias puestas de manifiesto ya sea en el manual o en el *software*.

La revisión se debe establecer en períodos no mayores a seis meses, se debe realizar, de preferencia, por el supervisor de la planta de tratamientos, ya que es él más indicado para tal labor, porque conoce el funcionamiento de la planta y el manejo de la maquinaria y equipo que lo integran. El supervisor debe realizar un estudio previo del proceso, posteriormente realizará el análisis de las operaciones para determinar si existen irregularidades en el *software* administrativo y realizar los cambios necesarios para el adecuado funcionamiento.

El procedimiento por seguir para la revisión periódica del *software* administrativo seguirá los siguientes pasos:

- Observación periódica de las operaciones: se realizara con el fin de determinar irregularidades en el desarrollo del proceso de tratamientos de las aguas residuales y realizar algún tipo de cambio si fuera necesario.

- Identificación de oportunidad de mejora. Se realizará analizando los datos obtenidos en los análisis de aguas, conjuntamente con el supervisor de la planta de tratamientos al considerar un cambio dentro del proceso. Estas mejoras pueden variar desde las operaciones, los parámetros de control; cada una de las mejoras se debe plantear con el fin de incrementar la eficiencia y eficacia de la planta de tratamientos.
- Propuesta de la mejora e implementación: luego de la identificación de la oportunidad de mejora, esta se presentará y se discutirá conjunto con el jefe de calidad y supervisor de la planta de tratamientos, para detallar todos los aspectos de la mejora. La implementación de las mejoras del sistema administrativo *Microsoft Access* se realizará en la plataforma del programa de manera que los cambios pueden ser realizados por el personal autorizado o supervisor de la planta de tratamientos.

## **5.2. Mejora del sistema administrativo**

Para llevar a cabo una mejora del sistema administrativo de la planta de tratamiento se tomara en cuenta los resultados que se generan en las auditorías realizadas en los procedimientos de utilización del *software*, para lo cual será necesario plantear acciones preventivas y correctivas con el fin de que el sistema administrativo de la planta de tratamientos sea útil y que su desempeño sea de la mejor manera.

### **5.2.1. Acciones preventivas**

Para reducir las inconformidades y prevenir su ocurrencia se determinan las siguientes acciones preventivas para la utilización del *software* administrativo:

- Se debe revisar semestralmente que los valores de los indicadores estén dentro de los límites permisibles.
- Se implementará una revisión semestral de los procedimientos que se utilizan en la planta de tratamientos de aguas residuales: tratamiento de agua residual, tratamiento químico del agua y el manejo de los sólidos para realizar compostajes.
- Realizar una revisión semestral de las hojas de procedimientos diarios de operación y mantenimiento

### **5.2.2. Acciones correctivas**

El supervisor de la planta de tratamiento debe tomar acciones para eliminar las causas de las no conformidades, el fin que se persigue con esto es prevenir que éstas vuelvan a suceder y afectar al procedimiento diario de la planta. Para dar soluciones a estas tareas que no se hayan cumplido o que se cumplan de manera incorrecta.

### **5.3. Auditoría interna del sistema**

La auditoría interna consiste en verificar el cumplimiento de un proceso establecido, la auditoría da resultados que permiten observar el buen desempeño de un proceso, además de señalar los puntos en los cuales se debe mejorar. El fin que persigue la auditoría interna para el sistema administrativo de la planta de tratamiento será, velar por el cumplimiento que deben seguir al utilizar el *software*, además de identificar los puntos de mejora en el programa.



### **5.3.1. Jefe de calidad**

El papel que tiene el jefe de calidad dentro de la auditoría interna del sistema es de verificar el cumplimiento de los procesos preestablecidos y si se están implementando eficazmente. También vela para que todas actividades programadas dentro programa se cumplan para que no puedan afectar en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

El jefe de calidad realiza varias auditorías internas de acuerdo con un período establecido o inmediatamente después de realizar alguna mejora con una disconformidad en el proceso. Esta se dará en su mayoría por medio de observación y posterior a su verificación con los procedimientos establecidos en el sistema administrativo.

### **5.3.2. Supervisores**

El supervisor de la planta de tratamientos es el encargado de verificar la implementación de las acciones correctivas de los procedimientos de tratamientos de aguas residuales. También es el encargado de verificar las desviaciones y deficiencias en el proceso y de dar retroalimentación a los operarios de las mejoras propuestas.

Un aspecto importante que debe tomar en cuenta el supervisor, a la hora de realizar una auditoría, es que ésta no es sinónimo de inspección o de supervisión, se lleva a cabo con el único propósito de controlar un procedimiento o verificar la conformidad del tratamiento de agua.

El supervisor puede realizar un formato o *check-list* en donde puede colocar todos los puntos importantes de la auditoría y así poder tener un mejor control de las mismas. Tal auditoría o control se debe realizar con la mayor objetividad posible.



## CONCLUSIONES

1. Elaboración de una base de datos, la cual contiene toda la parte administrativa de la planta de tratamiento de aguas residuales; en la cual se hace énfasis en los temas de mantenimiento, las especificaciones del equipo, las pruebas de laboratorio, los procesos que se realizan dentro de la planta, entre otros temas.
2. Los procesos más relevantes dentro del sistema operativo son: el tratamiento de agua residual, el tratamiento químico del agua y el manejo de sólidos, arenas y lodos para hacer compostaje. Estos procesos aparecen en un formulario en blanco con diseño propio y se presenta un diagrama en donde se puede analizar las operaciones y muestras que intervienen en el proceso de tratamiento de agua residual.
3. Las tablas de almacenamiento de información se incluyen con el fin de tener un mayor control de los resultados de los análisis de las pruebas de laboratorio y poder tener un mayor control de los inventarios. Como parte de las tablas que se generaron dentro del sistema administrativo se pueden mencionar las siguientes: demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), potencial de hidrógeno (pH) y sólidos sedimentales.
4. En base a las tablas se generaron las consultas que ayudaron a desarrollar los informes con los resultados de los análisis de aguas residuales. También con las consultas se crearon los gráficos de control con la opción vista de grafico dinámico. Estos informes y gráficos se

presentarán semanalmente a gerencia para poder mostrar el funcionamiento y rendimiento en cuanto a eficiencia de la planta de tratamientos.

5. Establecimiento en un formulario en blanco con diseño propio, la frecuencia de mantenimiento en base a un cronograma general en donde se especifica la maquinaria y el equipo al que se le debe de realizar el mantenimiento. El supervisor de la planta de tratamientos es el encargado de determinar la frecuencia del mismo y debe dejar constancia en el cronograma.
6. Creación en un formulario en blanco con diseño propio programas correctivos y preventivos de seguridad dentro de la planta de tratamientos. Esto sirve para prevenir algún tipo de emergencia y poder reducir al mínimo el número de accidentes laborales que pueden sufrir los operarios dentro de la planta.
7. Elaboración de un manual de procedimientos para la utilización del sistema administrativo, el cual servirá como una guía de consulta técnica para los operarios, supervisores y jefes de calidad. En este manual se incluye definiciones claras de términos relacionados, los cuidados que se deben tener a la hora de utilizar el sistema administrativo, información general de la empresa, los diagramas generales del tratamiento de aguas, los estándares de control, entre otros puntos importantes.

## RECOMENDACIONES

1. Los cereales CASA debe de actualizar los procedimientos dentro del sistema operativo constantemente con la finalidad de mejorar los procedimientos propuestos dentro del programa y trabajar en una mejora continua.
2. Las tablas de almacenamiento de información deben de ser alimentadas con los resultados de los análisis de laboratorio diariamente, el cual da una visualización de su comportamiento y funcionamiento. Esto ayudara a proponer mejoras en su operación.
3. Los mantenimientos propuestos dentro del sistema administrativos están sujetos a cambios según lo crea necesario el encargado o jefe de la planta de tratamientos.
4. Dentro del sistema administrativo propuesto se pueden crear formularios en blanco adicionales de información que el encargado o jefe crea necesario para la operación de la planta de tratamientos de aguas residuales.
5. La empresa de cereales CASA debe utilizar como herramienta de capacitación e inducción el manual de operaciones propuesto por el desarrollador del sistema operativo. Esto es con la finalidad de lograr el objetivo de la capacitación.

6. Los requisitos mínimos para la utilización del sistema operativo son contar con un *hardware Pentium 4* o similar, con un procesador de 1G y una memoria RAM de 512. Para el *software* se necesita mínimo *Windows XP Service Pack 3* y contar con un *Office 2007*, ya que el sistema operativo no se puede ejecutar con versiones anteriores de *Office*.
  
7. Para la ejecución del programa se necesita que la carpeta completa sea guardada en el disco local (C:) con el nombre de "Proyecto\_Tesis" ya que si no se hace de esta manera, el programa dará error en su ejecución.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA ACUÑA, Jorge. *Control de calidad: un enfoque integral y Estadístico*. 3a ed. Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica, 2002. 176 p.
2. CAMPBELL, Mary. *Todo lo que quiso saber sobre ACCESS y no se atrevió a preguntar*. Madrid: McGraw-Hill, 1995. 271 p.
3. FUENTES OROZCO, Milton Alexander. *Diseño e implementación de un software de gestión de la conservación industrial (Base de Datos Microsoft Access) enfocado en las diferentes áreas del proceso de la madera, en la planta EfiForest (Eficiencia forestal)*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006. 91 p.
4. LINARES CRUZ, Juan Carlos. *Evaluación de la administración, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual del municipio y departamento de Retalhuleu*. Tesis Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2005. 123 p.
5. LÓPEZ PACHECO, Rosalina. *Base de datos II, III*. Guatemala: FISICC-IDEA 1999. 175 p.
6. MORATAYA BERDUO, Álvaro Eduardo. *Tratamiento de aguas residuales para minimizar el impacto ambiental en las industrias*



*de empaque de cartón*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2003. 190 p.

7. MONZÓN PÉREZ, Calixto Raúl. *Administración de bases de datos*. Trabajo de graduación de Ing. Ciencias y Sistemas. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1992. 105 p.
8. SANCHEZ NAVARRO, D. *Microsoft Access 97*. Madrid: Mc Graw Hill. 1997. 471. p.
9. SCHROEDER, Roger G. *Administración de operaciones*. 3a. ed. México: McGraw-Hill. 392. p.
10. VASSAUX SINGER, Estuardo. *Análisis de la seguridad industrial*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2003. 175 p.

# APENDICES

## PROGRAMACIÓN EN VISUAL BASIC DEL SISTEMA

```
Private Sub Comando17_Click()  
  
    Dim BDD As Database  
    Dim TBL, TBL1, TBL2, TBL3, TBL4, TBL5 As Recordset  
    Dim SQL, SQL1, SQL2, SQL3, SQL4, SQL5, SQL6, SQL7, SQL8, SQL9 As String  
    Dim y As Integer  
    Dim w As String  
    Dim z As Integer  
    Dim x As Integer  
    Dim v As Integer  
    Dim u As Integer  
    Dim t As Integer  
    Dim r As Integer  
  
    Set BDD = OpenDatabase("C:\Proyecto_Tesis\db_tratagua.accdb")  
  
    SQL3 = "Select COUNT (*) From DQO"  
  
    Set TBL2 = BDD.OpenRecordset(SQL3)  
  
    z = TBL2.Fields(0).Value  
  
    For x = 1 To z - 6  
  
SQL5 = "Select DQO_Sale From DQO Where Id_DQO = " & x + 6  
SQL = "Select AVG(DQO_Entra) From DQO WHERE Id_DQO >=" & x & " " & "AND Id_DQO <=" & x + 6  
SQL1 = "Select AVG(DQO_Sale) From DQO WHERE Id_DQO >=" & x + 6 & " " & "AND Id_DQO <=" & x  
+ 12
```

```
Set TBL = BDD.OpenRecordset(SQL)
Set TBL1 = BDD.OpenRecordset(SQL1)
Set TBL3 = BDD.OpenRecordset(SQL5)
```

```
w = TBL.Fields(0).Value
v = TBL1.Fields(0).Value
u = TBL3.Fields(0).Value
```

```
SQL2 = "UPDATE DQO SET DQO_SaleCorrido =" & u & " " & " WHERE Id_DQO =" & x
SQL4 = "UPDATE DQO SET DQO_EntraPromedio =" & w & " " & " WHERE Id_DQO =" & x
SQL6 = "UPDATE DQO SET DQO_SalePromedio =" & v & " " & " WHERE Id_DQO =" & x
```

```
BDD.Execute SQL2
BDD.Execute SQL4
BDD.Execute SQL6
```

```
Next x
```

```
For x = 1 To z - 6
```

```
SQL7 = "Select AVG(DQO_EntraPromedio) From DQO WHERE Id_DQO >=" & x & " " & "AND
Id_DQO <=" & x + 4
```

```
Set TBL4 = BDD.OpenRecordset(SQL7)
```

```
r = TBL4.Fields(0).Value
```

```
SQL8 = "Select AVG(DQO_SalePromedio) From DQO WHERE Id_DQO >=" & x & " " & "AND
Id_DQO <=" & x + 4
```

```
Set TBL5 = BDD.OpenRecordset(SQL8)
```

```
t = TBL5.Fields(0).Value
```

```
SQL9 = "UPDATE DQO SET DBO_Entra =" & r & " " & " WHERE Id_DQO =" & x
```

```
BDD.Execute SQL9
```

```
SQL10 = "UPDATE DQO SET DBO_Sale =" & t & " " & " WHERE Id_DQO =" & x
```

```
BDD.Execute SQL10
```

```
Next x
```

```
End Sub
```

## CÓMO GENERAR UNA CONSULTA

Las consultas a la base de datos constituyen una de las tareas más importantes en un sistema de gestión de base de datos, ya que permite localizar, organizar o editar la información contenida en las tablas.

Las consultas se pueden crear a partir de una o más tablas, incluyendo cualquier campo de ellas o añadiendo otros campos calculados. Los campos calculados están basados en los datos contenidos en los campos de las tablas.

La creación de una consulta siempre requiere realizar las siguientes acciones:

1. Asistente para consulta

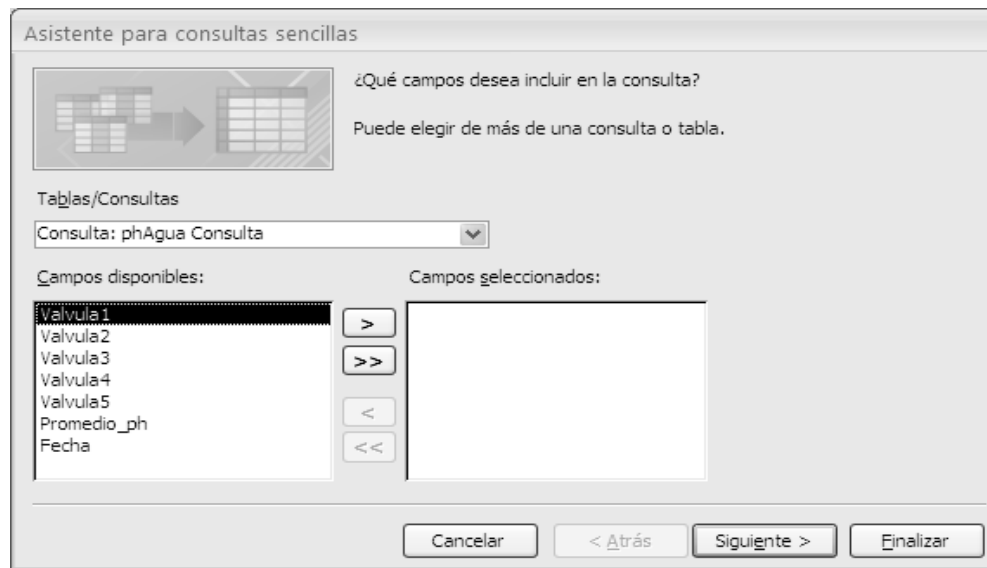
### Nueva consulta



Fuente: Elaboración propia

2. Se agrega las tablas implicadas que se desea para crear una consulta

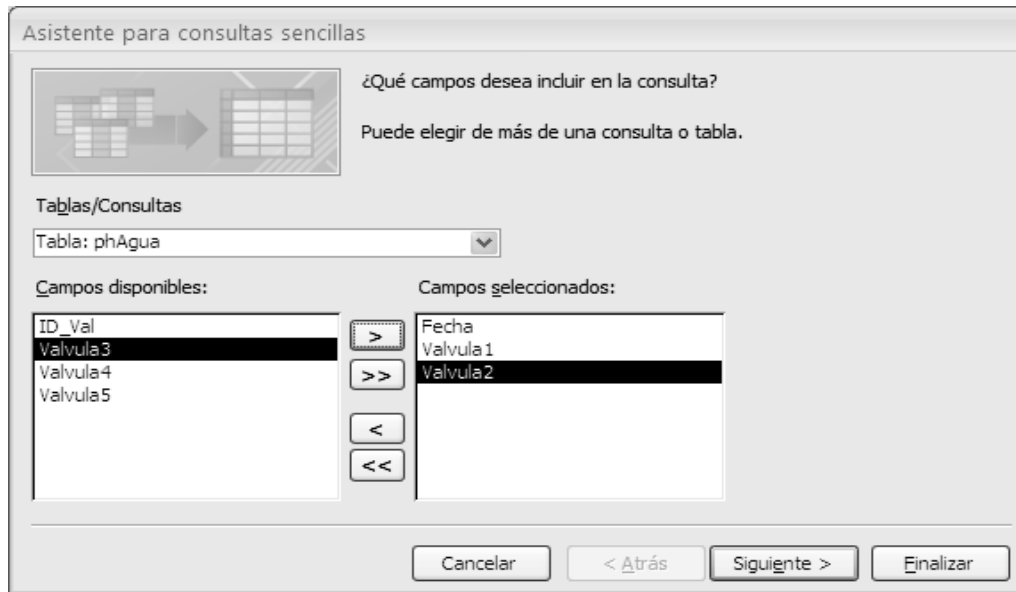
### Asistente para consulta sencilla



Fuente: Elaboración propia

3. Para este caso la tabla pH\_agua se seleccionan los campos deseados como por ejemplo el de la fecha, la válvula 1 hasta la válvula 5

## Selección de campos



Fuente: Elaboración propia

4. Se selecciona el tipo de consulta que se desea crear, en este caso se utilizará una consulta de detalle

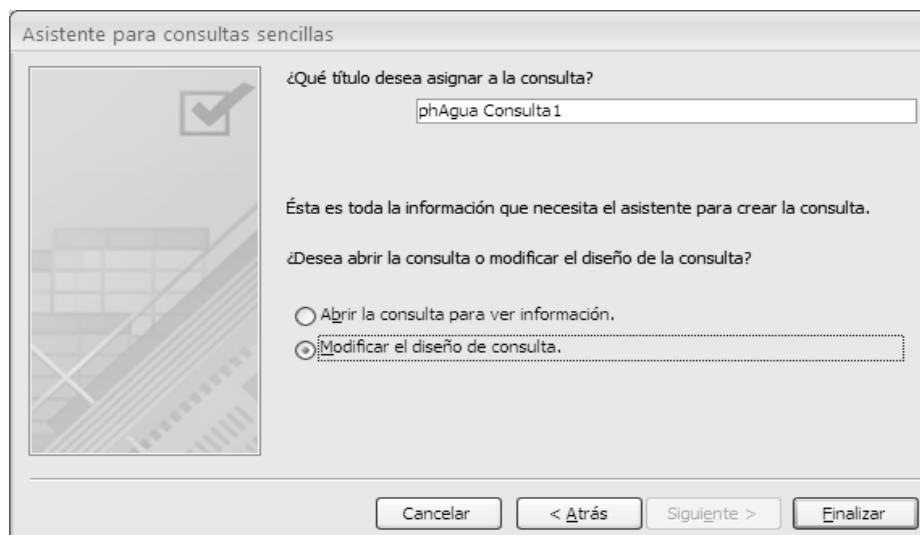
## Selección del tipo de consulta



Fuente: Elaboración propia

5. Se selecciona "modificar" o "abrir" la consulta

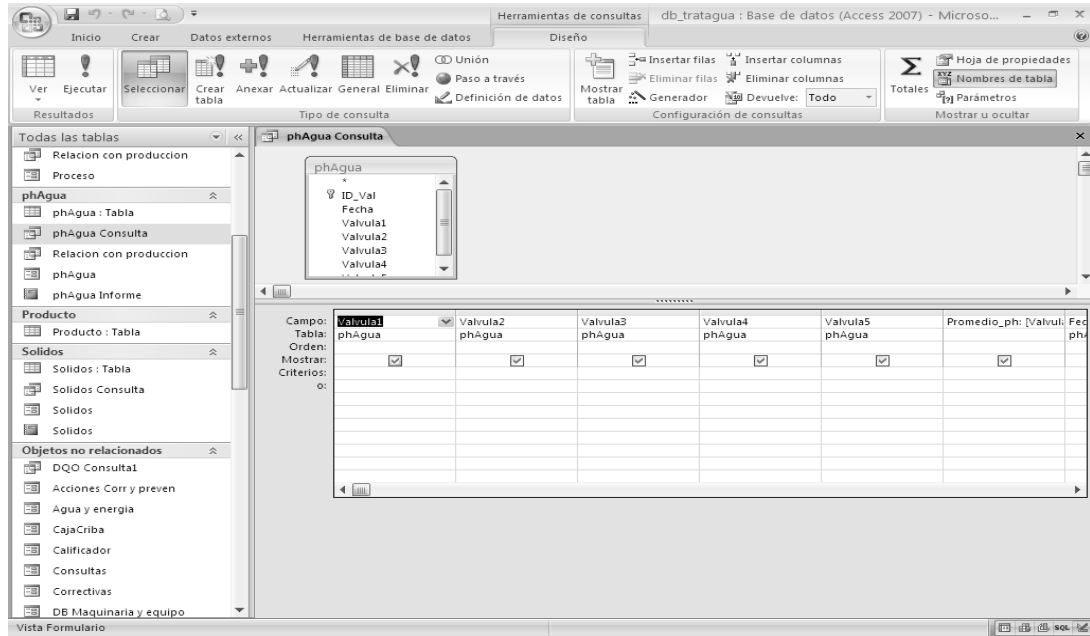
## Selección de modificación de consulta



Fuente: Elaboración propia

6. Así es como se crea una consulta, la parte superior representa la tabla y la inferior es la consulta que se va a realizar en la tabla

### Vista diseño de una consulta



Fuente: Elaboración propia



