



MÁSTER EN GESTIÓN Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Análisis de la calidad de las aguas residuales

Apoyo en el laboratorio

Soraya del Río Alcalde
Septiembre, 2013

Fernando Fernández Polanco Fernández de Moreda, profesor del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Valladolid, y Rosa María Rodríguez Martín, jefa de laboratorio de Labaqua S.A,

INFORMAN:

Que Soraya del Río Alcalde ha realizado bajo nuestra dirección el Trabajo Fin de Master titulado *Análisis de la calidad de las aguas residuales. Apoyo en el laboratorio.*

Valladolid, de de 2013

Fdo. Nombre y apellidos del Tutor

Fdo. Nombre y Apellidos del tutor

Reunido el Tribunal designado por el Comité Académico del Master en Gestión y Tecnología Ambiental, para la evaluación de Trabajos Fin de Master, y después de estudiar la memoria y atender a la defensa del trabajo "*Análisis de la calidad de las aguas residuales. Apoyo en el laboratorio*", presentado por el alumno Dña. *Soraya del Río Alcalde*, decidió otorgarle la calificación de _____.

Valladolid, de de 2013

El Presidente

El Secretario

Fdo.:

Fdo.:

Vocal

Fdo.:

ÍNDICE

Índice de acrónimos	5
1.Resumen	6
2.Antecedentes generales	7
3.Objetivos	8
4.Metodología.....	9
4.1.Sólidos suspendidos totales	9
4.2.Sólidos suspendidos volátiles	10
4.3.Sólidos totales en muestras sólidas y semisólidas	10
4.4.Sólidos volátiles en muestras sólidas y semisólidas	11
4.5.Sólidos sedimentables	11
4.6.Demanda biológica de oxígeno	12
4.7.Demanda química de oxígeno	12
4.8.Nitrógeno amoniacal	13
4.9.Aceites y grasas.....	14
4.10.Tensioactivos aniónicos	14
4.11.Fósforo total	15
5.Discusión de resultados	16
6.Juicio crítico.....	20
7.Bibliografía	21
Anexos	22

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

APHA	American Public Health Association
AWWA	American Water Works Association
WEF	Water Environment Federation
USEPA	United States Environmental Protection Agency
WPCF	Water Pollution Control Facility
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
CEE	Comunidad Económica Europea

1. Resumen

La generación de aguas residuales es el resultado de multitud de actividades realizadas por el hombre. Estas actividades modifican las características de las aguas naturales, contaminándolas e impidiendo que puedan ser reutilizadas posteriormente, debido a la aparición de fangos, agotamiento del oxígeno, excesiva concentración de nutrientes en el medio acuático, lo cual además de dañar a la fauna y flora del medio, genera problemas en la salud humana.

Es por esto que es necesaria la aplicación de diversas técnicas físicas, químicas y biológicas para el tratamiento y depuración de dichas aguas.

Durante el proceso de tratamiento, el agua sigue el siguiente proceso:

- Recogida: a través del alcantarillado y colectores.
- Tratamiento:
 - Línea de aguas: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario y evacuación.
 - Línea de fangos: espesamiento, estabilización, acondicionamiento, desinfección, deshidratación, secado térmico y reducción térmica y evacuación.
 - Línea de gas: generación de metano y almacenamiento en gasómetros.
- Evacuación

Para el análisis de la correcta depuración de las aguas residuales durante el proceso, así como la legalidad de los vertidos a cauce público por parte de diversas industrias, se realizan tareas de laboratorio para la caracterización de las mismas.

Además gracias a este trabajo puede controlarse el funcionamiento de la planta, ya que las características del agua residual en cada punto del proceso, es consecuencia del buen o mal funcionamiento de la EDAR, además de un riguroso control de los diversos procesos y equipos por parte de los técnicos e ingenieros.

2. Antecedentes generales

Labaqua, S.A se trata de una empresa formada en 1991 cuya sede central se encuentra en Alicante. Comenzó como laboratorio de ensayo, pero poco a poco se ha ido abriendo paso en el campo de la gestión medioambiental y expandiéndose por todo el territorio nacional.

Presta servicios medioambientales, siendo líder en el ámbito de la consultoría y vigilancia ambiental así como en servicios tecnológicos de análisis. Dispone de un departamento de I+D con líneas y proyectos de investigación que abarcan diversos campos dentro del área medioambiental, como el microbiológico, química analítica, olfatometría, gestión de calidad, entre otros.

Labaqua, cuenta con acreditaciones y certificaciones de calidad para las diferentes matrices en las que se trabaja en el laboratorio: aguas de consumo, aguas residuales, suelos, lodos, lixiviados, residuos y emisiones atmosféricas.

Esta empresa se encuentra integrada en el proyecto *Aqualogy* como “AQUALOGY Medio ambiente”, dando servicios especializados de consultoría y análisis de calidad.

Aqualogy Medio Ambiente aporta soluciones globales que contribuyen al desarrollo sostenible en el sector del agua, a través de la innovación en el diseño, construcción y operación de plantas de tratamiento de agua potable, depuradoras de aguas residuales, tratamientos terciarios para reutilización y plantas desalinizadoras por ósmosis inversa.



Figura 1: Presencia de laboratorios de Labaqua S.A en España.

3. Objetivos

El presente trabajo Fin de Máster, titulado *Análisis de la calidad de las aguas residuales. Apoyo en el laboratorio*, recoge el trabajo realizado en el laboratorio de la empresa Labaqua, S.A (Valladolid), durante la realización de las prácticas del máster en Gestión y Tecnología Ambiental de la Universidad de Valladolid.

El objetivo de las prácticas realizadas es conocer el procedimiento de las analíticas que se realizan en un laboratorio en materia de aguas residuales.

Con la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en el máster acerca del funcionamiento de una estación depuradora de aguas residuales, los resultados de las diferentes analíticas realizadas en el laboratorio, me llevan más adelante a realizar un estudio de los diferentes parámetros que influyen en el funcionamiento óptimo de la misma. Además de conocer los rendimientos de eliminación que cumple esta depuradora.

He realizado análisis de aguas residuales de diversas procedencias así como de diferentes puntos dentro del proceso de depuración. En su mayoría los puntos de muestreo han sido, entrada y salida de la EDAR y entrada y salida del decantador primario. Serán los datos de entrada y salida de EDAR los más relevantes para el estudio del funcionamiento de la misma.

4. Metodología

Las analíticas realizadas en el laboratorio durante las prácticas se detallan a continuación.

Todas ellas son métodos analíticos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (APHA-AWWA-WPCF) o son métodos análogos a APHA, aprobados por USEPA, para aguas residuales.

4.1. Sólidos suspendidos totales (APHA-AWWA-WPCF)

Introducción

Los sólidos en suspensión son la medida tanto de los sólidos sedimentables como de los no sedimentables que están presentes en una muestra de agua residual. Este parámetro incluye materia orgánica e inorgánica.

La presencia de sólidos en suspensión aumenta la turbidez del agua lo cual al ser vertido a cauce, impide la penetración de la radiación solar impidiendo la realización de la fotosíntesis por parte de las plantas de mares y ríos. Además de esto, una elevada concentración de sólidos en suspensión generaría problemas de anaerobiosis en el sistema acuático.

Aplicación

Se determina la concentración de sólidos suspendidos totales, en muestras de agua procedentes de la EDAR.

Método

Método gravimétrico.

Fundamento

El método se basa en la filtración de un volumen determinado de la muestra de análisis a través de un filtro de fibra de vidrio que ha sido previamente pesado. Tras la filtración se procede a secar el filtro junto con los sólidos suspendidos en una estufa a una temperatura de 103^oC durante 24 horas.

Los sólidos suspendidos vienen determinados por el aumento del peso del filtro inicial.

4.2. Sólidos suspendidos volátiles (APHA-AWWA-WPCF)

Introducción

Los sólidos suspendidos volátiles representan las sustancias de naturaleza orgánica en suspensión, presentes en el agua.

Aplicación

Se determina la concentración de sólidos suspendidos volátiles de las muestras de agua procedentes de la EDAR.

Método

Método gravimétrico.

Fundamento

El método se basa en la filtración de un volumen determinado de la muestra de análisis a través de un filtro de fibra de vidrio que ha sido previamente pesado. Tras la filtración se procede a secar el filtro junto con los sólidos suspendidos en un horno mufla a una temperatura de 550⁰C durante 1 hora.

Los sólidos suspendidos volátiles vienen determinados por el aumento del peso del filtro inicial.

4.3. Sólidos totales en muestras sólidas y semisólidas (APHA-AWWA-WPCF)

Introducción

Los sólidos totales de una muestra de fango de procesos de depuración de aguas limpias o residuales, representan la concentración de sólidos en suspensión en esa agua.

Aplicación

Se determina la concentración de sólidos totales en muestras sólidas o semisólidas procedentes de la EDAR.

Método

Método gravimétrico.

Fundamento

El método se basa en la diferencia de pesada entre una cápsula de porcelana, la cual ha sido pesada previamente, y su peso tras la desecación en una estufa a 103⁰C durante 24 horas, de 25 ml de una determinada muestra.

4.4. Sólidos volátiles en muestras sólidas y semisólidas (APHA-AWWA-WPCF)

Introducción

Los sólidos volátiles de una muestra de fango de procesos de depuración de aguas limpias o residuales, representan la concentración de sólidos de naturaleza orgánica en suspensión en esa agua.

Aplicación

Se determina la concentración de sólidos volátiles en muestras sólidas y semisólidas procedentes de la EDAR.

Método

Método gravimétrico.

Fundamento

El método se basa en la diferencia de pesada entre una cápsula de porcelana, la cual ha sido pesada previamente, y su peso tras la desecación en un horno mufla a 550⁰C durante una hora, de 25 ml de una determinada muestra.

4.5. Sólidos sedimentables (APHA-AWWA-WPCF)

Introducción

Los sólidos sedimentables son aquellos sólidos que sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica llamado “cono de Imhoff” durante 45 minutos.

Aplicación

Se determina la concentración de sólidos sedimentables de muestras de agua procedentes de la EDAR.

Método

Método volumétrico.

Fundamento

Llenar el cono Imhoff hasta la marca de un litro con la muestra a analizar bien mezclada. Dejar reposar durante 45 minutos y leer el volumen de sólidos sedimentables presentes en la muestra.

4.6. Demanda biológica de oxígeno (APHA-AWWA-WPCF).

Introducción

La demanda biológica de oxígeno (DBO), es la cantidad equivalente de oxígeno que es necesaria para oxidar biológicamente la materia orgánica presente en una determinada muestra de agua.

Este parámetro da una idea del rendimiento de depuración que posee una determinada planta de depuración de aguas residuales.

Aplicación

Se determina la DBO a las muestras procedentes de aguas residuales de EDAR y de control de vertido de diversas industrias de Castilla y León.

Método

Método manométrico durante un periodo de incubación de cinco días.

Fundamento

Este método mide el consumo de oxígeno para oxidar la materia orgánica y la generación de CO₂ en la botella de incubación, a partir de la lectura de la variación de la presión de la botella, en el cabezal de la misma.

En este método se utiliza un inhibidor de la nitrificación, las formas reducidas del nitrógeno, no pueden ser medidas.

En función de la DQO de cada muestra, se toma un volumen conocido de la misma para incubar en botellas de incubación durante cinco días en agitación y a una temperatura constante de 20°C.

4.7. Demanda química de oxígeno (procedimiento análogo a APHA 5220D).

Introducción

La demanda química de oxígeno (DQO), indica la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar químicamente la materia orgánica presente en una muestra de agua.

La oxidación se produce a través de un oxidante fuerte que es el dicromato potásico (K₂Cr₂O₇) en un medio ácido de solución sulfúrica. Se utiliza sulfato de plata como catalizador de la reacción.

Este parámetro nos da una idea del rendimiento de depuración que posee una determinada planta de depuración de aguas residuales.

Aplicación

Se determina la DQO a las muestras de aguas residuales procedentes de EDAR así como a las muestras de control de vertidos de diversas industrias de Castilla y León.

Método

Método colorimétrico con posterior lectura en el fotómetro. (Test en cubetas).

Fundamento

Este método se basa en medir el consumo de oxígeno necesaria para oxidar las sustancias orgánicas presentes en una determinada muestra de agua residual con ayuda de agentes químicos oxidantes.

4.8. Nitrógeno amoniacal (APHA-AWWA-WPCF).

Introducción

El nitrógeno amoniacal indica a través de su concentración la magnitud de la contaminación de una determinada muestra de agua ya que puede dar problemas de eutrofización y toxicidad a organismos acuáticos. Es por ello que es importante reducir su presencia en las aguas residuales a la salida de las plantas depuradoras.

El hecho de que un agua residual a su salida presente elevadas concentraciones de nitrógeno amoniacal (NH_4^+), indica que el proceso de nitrificación dentro de la planta depuradora no es eficaz a la hora de convertirlo en N-NO_3^- .

Aplicación

Se determina la concentración de nitrógeno amoniacal en muestras de aguas residuales de EDAR.

Método

Método volumétrico.

Fundamento

La determinación de nitrógeno amoniacal en el agua residual se lleva a cabo a través del análisis de N- Kjeldahl. Se siguen tres procesos, un digestión previa de la muestra, una destilación o basificación y una valoración acido-base con ácido sulfúrico 0,02 N.

4.9. Aceites y grasas (APHA-AWWA-WPCF).

Introducción

La presencia de altas concentraciones de aceites y grasas en muestras de agua residuales, sobre todo industriales, interfieren en los procesos biológicos aerobios y anaerobios de las mismas reduciendo de esta forma la eficiencia del tratamiento y depuración de dichas aguas.

Aplicación

Se determina la concentración de aceites y grasas de muestras de aguas residuales de determinadas industrias de Castilla y León.

Método

La determinación de aceites y grasas se realiza por decantación.

Fundamento

Determinar la concentración de aceites y grasas en una muestra de agua residual a través de un proceso de decantación en el que se separan las dos fases, siendo la superior la correspondiente a los aceites y las grasas. Por posterior desecación en una estufa a 105 °C se procede a eliminar cualquier resto de agua y disolvente orgánico, utilizados para su extracción, existente en la muestra separada.

4.10. Tensioactivos aniónicos (procedimiento análogo a APHA 5540C)

Introducción

Los tensioactivos aniónicos se tratan de sustancias capaces de modificar las propiedades físicas de una interfase, disminuyendo la tensión superficial.

La presencian de estas sustancias en el agua residual puede generar problemas no sólo a la salida de la depuradora sino durante el proceso de depuración para la propia planta.

Pueden generar anoxia, ya que al ser sustancias orgánicas en el proceso de degradación consumen el oxígeno del agua, genera problemas de espuma en las plantas depuradoras y en los ríos. Se trata de compuestos que tienen una elevada capacidad de adsorberse a los sólidos y quedar retenidos en el suelo y en el fondo de los ríos.

Genera problemas en los procesos de coagulación y sedimentación por lo que dificulta dichos procesos, propios en una planta de tratamiento de aguas residuales para su depuración.

Aplicación

La determinación de tensioactivos aniónicos se lleva a cabo en muestras de agua residual procedente de EDAR y en muestras de agua de control de vertidos.

Método

Método colorimétrico con posterior lectura en el fotómetro. (Test en cubetas).

Fundamento

Los tensioactivos aniónicos del tipo de los sulfonatos y sulfatos, junto con el colorante catiónico azul de metileno, forman un par iónico que se extrae con cloroformo. El color azul de la fase orgánica se mide en el fotómetro el cual te dará la concentración de tensioactivos aniónicos presentes en la muestra de agua.

4.11. Fósforo total (procedimiento análogo a APHA-P E)

Introducción

Los compuestos de fósforo se encuentran en las aguas residuales como resultado del uso de fertilizantes en el suelo, excreciones humanas y de animales y detergentes y productos de limpieza tanto urbanos como domésticos. El fósforo total reúne las medidas de compuestos como los ortofosfatos y fósforo orgánico, siendo el primero el de más interés a la hora de caracterizar un agua residual.

La presencia de fósforo en el agua genera problemas de eutrofización, problema que produce un crecimiento masivo de algas y una consecuente disminución de oxígeno disuelto en el agua.

Aplicación

Se determina la concentración de fósforo total en muestras de agua residual procedente de EDAR y muestras de control de vertido industrias de Castilla y León.

Método

Método colorimétrico y posterior lectura en el fotómetro. (Test en cubetas).

Fundamento

En solución sulfúrica los iones ortofosfato forman con los iones molibdato, ácido molibdofosfórico. Este ácido, con ácido ascórbico, se reduce a azul de fosfomolibdeno que se mide a través de un fotómetro.

5. Discusión de resultados

La estación depuradora de aguas residuales de Valladolid, trabaja con caudales máximos de $3 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondiente a una población de 570.000 habitantes. Está organizada en tres líneas conectadas entre sí: línea de agua, línea de fango y línea de gas.

En estas instalaciones el objetivo principal es conseguir depurar el agua residual antes de ser vertido al río, tratando de reducir la materia en suspensión que hace que el agua este con un elevado grado de turbidez impidiendo que se lleven a cabo los procesos de fotosíntesis y respiración de la fauna acuática, así como reducir la carga orgánica para evitar un descenso de la concentración de oxígeno disuelto.

Además se lleva a cabo mediante un proceso biológico de tres fases (anaerobia, anóxica y óxica), la eliminación de nitrógeno y fósforo para así evitar posibles procesos de eutrofización de las aguas ya que las aguas residuales poseen elevadas cargas orgánicas sobre todo las procedentes de la industria agroalimentaria.

La siguiente imagen muestra un esquema de la línea de aguas de dicha planta:

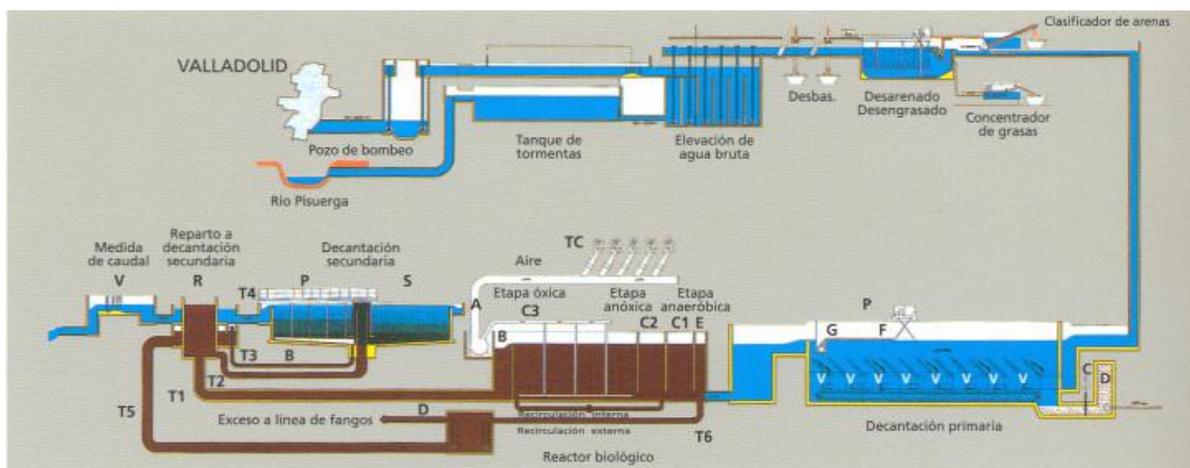


Figura 2: Esquema general de la línea de aguas de la EDAR de Valladolid.

La composición de un agua residual urbana tipo posee unos parámetros como los que se reflejan en la siguiente tabla:

Parámetro	Concentración (mg/l)
SST	120-400
DBO ₅	110-350
DQO	250-800
Nitrógeno total	20-70
Fósforo total	4-12
Aceites y grasas	50-100

Figura 3: Valores típicos del agua residual urbana.

Con los resultados obtenidos se calculan los porcentajes de rendimiento de eliminación de ciertos parámetros de importancia para la calidad de las aguas, como son los sólidos suspendidos totales, la demanda química de oxígeno, la demanda biológica de oxígeno, el fósforo y el nitrógeno, parámetros que determinan la calidad del agua.

ENTRADA DE AGUA BRUTA EDAR VALLADOLID

Parámetro	Concentración media del mes de Abril (mg/l)
SST	217,52
DBO ₅	188,28
DQO	367,52
Nitrógeno total	28,93
Fósforo total	4,78
Aceites y grasas	11,33

Figura 4: Valores de entrada de agua bruta EDAR Valladolid.

SALIDA DE AGUA TRATADA EDAR DE VALLADOLID

Parámetro	Concentración media del mes de Abril (mg/l)
SST	5
DBO ₅	5
DQO	41,48
Nitrógeno total	13,67
Fósforo total	1,81

Figura 5: Valores de salida de agua tratada EDAR Valladolid.

RENDIMIENTO DE ELIMINACIÓN

Parámetro	Rendimiento de eliminación (%)
SST	97,1
DBO ₅	96,6
DQO	87,1
Nitrógeno total	54,9
Fósforo total	68,1

Figura 6: Valores de rendimiento de eliminación EDAR Valladolid.

Según el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas y las concentraciones máximas permitidas para su vertido, y teniendo en cuenta que Valladolid cuenta con 570.00 habitantes equivalentes¹, obtenemos los resultados recogidos en la siguiente tabla.

¹ Según la directiva 91271/CEE se define habitante equivalente como la carga orgánica biodegradable con una DBO₅ de 60g de oxígeno por día.

Parámetro	Concentración autorizada para vertido (mg/l)	Porcentaje de eliminación	Apto /No apto
SST	35	90%	Apto
DBO ₅	25	70% - 90%	Apto
DQO	125	75%	Apto
Nitrógeno total	10	70% - 80%	No Apto
Fósforo total	1	70% - 80%	No Apto
Aceites y grasas	10	-	Apto

Figura 7: Concentraciones y porcentajes de eliminación permitidos por la legislación vigente en cuanto a aguas residuales urbanas.

En vista al tratamiento de datos anteriormente desarrollado, puedo cuestionar la reducción de nitrógeno y fósforo del agua residual. Estos dos parámetros son sin embargo, dos de los más importantes en cuanto a la calidad que definen el agua de vertido ya que son los causantes de los procesos de eutrofización, siendo la concentración del fósforo total la más relevante ya que alcanza un valor de casi el doble del permitido por la legislación vigente. El resto de parámetros cumplen tanto las concentraciones máximas permitidas, como los porcentajes de eliminación, establecidos por la legislación de forma adecuada.

Visto esto, es de suponer que el proceso biológico con el que cuenta la EDAR, que se trata de un proceso A2O, no alcanza los porcentajes de eliminación exigidos por la legislación.

Aunque el porcentaje de eliminación del fósforo está cerca del 70%, la concentración límite para su vertido, sigue siendo superior a la permitida.

Por lo tanto, a mi juicio, sería necesaria una mejora en este proceso ya que para ambos casos, los porcentajes de eliminación que posee no son suficientes.

6. Juicio crítico

La realización de estas prácticas me ha permitido llevar a cabo los conocimientos adquiridos en el máster, más allá de las meras labores de laboratorio, debido al tratamiento de los datos posteriormente.

Por una parte el trabajo realizado en el laboratorio ha sido gratificante en cuanto al aprendizaje del manejo de diversos equipos de análisis y de diversas técnicas analíticas que me han proporcionado una mejor soltura y confianza a la hora de trabajar en un laboratorio.

Por otra parte, el hecho de realizar ciertas técnicas analíticas, que aun siendo aprobadas por la USEPA para aguas residuales potables y residuales y cuyos procedimientos son análogos a las técnicas analíticas normalizadas que se llevan a cabo mediante kits en tubos de ensayo ya preparados comercialmente, no me ha permitido adquirir una mejor percepción de las diferentes reacciones químicas que se producen para llegar a resultado final.

Aun así las prácticas me han parecido satisfactorias y han alcanzado los objetivos y tareas que se había establecido por el laboratorio previo a mi incorporación.

7. Bibliografía

- **Alianza por el agua, ecología y desarrollo (2008).** Manual de depuración de aguas residuales urbanas.
- **APHA, AWWA, WEF (1992).** Standard methods for examination of water and wastewater.
- **Aqualogy.** Soluciones integradas del agua para un desarrollo sostenible. Disponible en: <<http://www.aqualogy.net/es>>.
- **Labagua. Consultoría, Laboratorio, Diagnóstico medioambiental.** Disponible en: <<http://www.labagua.com/es>>.
- **Aguas de Valladolid.** Depuración del agua residual urbana. Disponible en: <<http://www.aguasdevalladolid.com/ESP/167.asp>>.

Anexos

ENTRADA DE AGUA BRUTA												
FECHA	pH	SST mg/L	SSV mg/L	DBO ₅ mg/L	DQO mg/L	DBO ₅ /DQO %	N _{TOTAL} mg/L	N-NH ₃ mg/L	P _{TOTAL} mg/L	S-SO ₄ mg/L	Deterg. mg/L	Grasas mg/L
01-abr	7,4	202	86	65	161	0,4						
02-abr	7,6	184	156	320	515	0,6	28,8	18,5	5,1			
03-abr	7,9	284	232	220	522	0,4				201	1,5	
04-abr	7,6	203	137	130	232	0,6	20,5	10,1	3,7			
05-abr	7,8	202	92	140	283	0,5						
06-abr	7,7	167	96	190	435	0,4	33,3	17,5	5,0			
07-abr	7,7	276	190	240	470	0,5						
08-abr	7,7	210	164	170	338	0,5	31,2	17,8	3,5			
09-abr	7,7	130	111	185	449	0,4				265	2	10
10-abr	7,7	161	124	150	332	0,5	29,2	16,5	4,6			
11-abr	7,7	190	124	185	416	0,4						
12-abr	7,6	142	129	170	344	0,5	30,9	19,3	4,5			
13-abr	7,6	153	118	85	265	0,3						
14-abr	7,7	125	77	105	232	0,5	24,4	13,4	3,6			
15-abr	7,9	210	126	180	370	0,5						
16-abr	7,8	126	101	130	239	0,5	30,1	19,8	4,6			
17-abr	7,6	236	186	200	406	0,5				204	3,3	12
18-abr	7,8	144	113	185	487	0,4	27,4	20	5,9			
19-abr	7,6	126	108	170	205	0,8						
20-abr	7,5	330	230	195	222	0,9	26,7	17,7	3,3			
21-abr	7,6	306	214	165	201	0,8						
22-abr	7,7	264	210	215	394	0,5	31,8	18,1	5,7			
23-abr	7,8	262	192	205	390	0,5				226	3,1	12
24-abr	7,8	220	150	190	351	0,5	31,1	21,3	5,0			
25-abr	7,7	218	140	220	413	0,5						
26-abr	7,3	452	364	400	687	0,6	24,5	13,8	7,2			
27-abr	7,5	147	101	100	221	0,5						
28-abr	7,8	338	248	260	481	0,5	35,1	19,6	5,2			
29-abr	7,6	300	268	290	597	0,5						
Media	7,669	217,517	158,172	188,276	367,517	0,523	28,929	17,386	4,779	224,000	2,475	11,333

Tabla 1: Datos de entrada de agua bruta de la EDAR de Valladolid

SALIDA DE AGUA TRATADA										
FECHA	pH	SST mg/L	SSV mg/L	DBO ₅ mg/L	DQO mg/L	N-NH ₃ mg/L	P _{TOTAL} mg/L	N _{TOTAL} mg/L	S-SO ₄ mg/L	Deterg. mg/L
01-abr	7,1	5	5	5	42					
02-abr	7,3	7	5	5	43	3,2	1,3	12,8		
03-abr	7,2	6	6	6	63				243	<1.0
04-abr	7,4	5	5	6	40	2,1	1,4	11,2		
05-abr	7,3	5	5	5	32					
06-abr	7,4	5	5	5	45	1	1	11,4		
07-abr	7,3	5	5	5	54					
08-abr	7,3	5	5	11	56	2,3	1,4	15,3		
09-abr	7,3	7	5	5	41				283	<1.0
10-abr	7,3	5	6	7	54	4	2,1	16,9		
11-abr	7,3	7	5	5	36					
12-abr	7,3	5	6	5	28	1	1	9,4		
14-abr	7,3	5	5	6	37	1,5	1	13,1		
15-abr	7,3	5	5	5	43					
16-abr	7,3	10	10	5	26	1	1,7	14,4		
17-abr	7,6	5	5	5	55				298	<1.0
18-abr	7,3	5	5	5	33	1	2,3	13,9		
19-abr	7,1	5	5	5	43					
20-abr	7,4	5	5	5	41	1	2,4	15,4		
21-abr	7,4	14	10	5	40					
22-abr	7,4	5	5	5	37	1	1,1	14,4		
23-abr	7,3	5	5	5	37				224	<1.0
24-abr	7,4	5	5	5	48	1	2,6	15,3		
25-abr	7,3	5	5	5	44					
26-abr	7,4	5	5	5	37	1	2,7	15,4		
27-abr	7,4	5	5	5	35					
28-abr	7,5	5	5	5	41	1	2,5	10,7		
29-abr	7,4	5	5	5	37					
30-abr	7,4	5	5	5	35	1	2,7	15,4		
Media	7,334	5,929	5,643	5,571	41,483	1,540	1,813	13,667	262,000	<1.0

Tabla 2: Datos de salida de agua tratada de la EDAR de Valladolid

FECHA	SST entrada mg/L	SST salida mg/L	Rendimiento % eliminaciónSST
01-abr	202	5	97,525
02-abr	184	7	96,196
03-abr	284	6	97,887
04-abr	203	5	97,537
05-abr	202	5	97,525
06-abr	167	5	97,006
07-abr	276	5	98,188
08-abr	210	5	97,619
09-abr	130	7	94,615
10-abr	161	5	96,894
11-abr	190	7	96,316
12-abr	142	5	96,479
13-abr	153	5	96,732
14-abr	125	5	96,000
15-abr	210	10	95,238
16-abr	126	5	96,032
17-abr	236	5	97,881
18-abr	144	5	96,528
19-abr	126	5	96,032
20-abr	330	14	95,758
21-abr	306	5	98,366
22-abr	264	5	98,106
23-abr	262	5	98,092
24-abr	220	5	97,727
25-abr	218	5	97,706
26-abr	452	5	98,894
27-abr	147	5	96,599
28-abr	338	5	98,521
29-abr	300	5	98,333
Media	217,517	5,724	97,115

Tabla 3: Rendimiento de eliminación de SST de la EDAR de Valladolid.

FECHA	DBO ₅ entrada mg/L	DBO ₅ salida mg/L	Rendimiento %eliminación DBO ₅
01-abr	65	5	92,308
02-abr	320	5	98,438
03-abr	220	6	97,273
04-abr	130	6	95,385
05-abr	140	5	96,429
06-abr	190	5	97,368
07-abr	240	5	97,917
08-abr	170	11	93,529
09-abr	185	5	97,297
10-abr	150	7	95,333
11-abr	185	5	97,297
12-abr	170	5	97,059
13-abr	85	6	92,941
14-abr	105	5	95,238
15-abr	180	5	97,222
16-abr	130	5	96,154
17-abr	200	5	97,500
18-abr	185	5	97,297
19-abr	170	5	97,059
20-abr	195	5	97,436
21-abr	165	5	96,970
22-abr	215	5	97,674
23-abr	205	5	97,561
24-abr	190	5	97,368
25-abr	220	5	97,727
26-abr	400	5	98,750
27-abr	100	5	95,000
28-abr	260	5	98,077
29-abr	290	5	98,276
Media	188,276	5,379	96,686

Tabla 4: Rendimiento de eliminación de DBO₅ de la EDAR de Valladolid.

FECHA	DQO entrada mg/L	DQO salida mg/L	Rendimiento %eliminación DQO
01-abr	161	42	73,913
02-abr	515	43	91,650
03-abr	522	63	87,931
04-abr	232	40	82,759
05-abr	283	32	88,693
06-abr	435	45	89,655
07-abr	470	54	88,511
08-abr	338	56	83,432
09-abr	449	41	90,869
10-abr	332	54	83,735
11-abr	416	36	91,346
12-abr	344	28	91,860
13-abr	265	37	86,038
14-abr	232	43	81,466
15-abr	370	26	92,973
16-abr	239	55	76,987
17-abr	406	33	91,872
18-abr	487	43	91,170
19-abr	205	41	80,000
20-abr	222	40	81,982
21-abr	201	37	81,592
22-abr	394	37	90,609
23-abr	390	48	87,692
24-abr	351	44	87,464
25-abr	413	37	91,041
26-abr	687	35	94,905
27-abr	221	41	81,448
28-abr	481	37	92,308
29-abr	597	35	94,137
Media	367,517	41,483	87,174

Tabla 6: Rendimiento de eliminación de DQO de la EDAR de Valladolid.

FECHA	N _{TOTAL} entrada mg/L	N _{TOTAL} salida mg/L	Rendimiento %eliminación N _{total}
01-abr			
02-abr	28,8	12,8	55,56
03-abr			
04-abr	20,5	11,2	45,37
05-abr			
06-abr	33,3	11,4	65,77
07-abr			
08-abr	31,2	15,3	50,96
09-abr			
10-abr	29,2	16,9	42,12
11-abr			
12-abr	30,9	9,4	69,58
13-abr		13,1	
14-abr	24,4		
15-abr		14,4	
16-abr	30,1		
17-abr		13,9	
18-abr	27,4		
19-abr		15,4	
20-abr	26,7		
21-abr		14,4	
22-abr	31,8		
23-abr		15,3	
24-abr	31,1		
25-abr		15,4	
26-abr	24,5		
27-abr		10,7	
28-abr	35,1		
29-abr		15,4	
Media	28,929	13,667	54,892

Tabla 7: Rendimiento de eliminación de N_{TOTAL} de la EDAR de Valladolid.

FECHA	P_{TOTAL} entrada mg/L	P_{TOTAL} salida mg/L	Rendimiento %eliminación P_{total}
01-abr			
02-abr	5,1	1,3	74,510
03-abr			
04-abr	3,7	1,4	62,162
05-abr			
06-abr	5,0	1	80,000
07-abr			
08-abr	3,5	1,4	60,000
09-abr			
10-abr	4,6	2,1	54,348
11-abr			
12-abr	4,5	1	77,778
13-abr		1	
14-abr	3,6		
15-abr		1,7	
16-abr	4,6		
17-abr		2,3	
18-abr	5,9		
19-abr		2,4	
20-abr	3,3		
21-abr		1,1	
22-abr	5,7		
23-abr		2,6	
24-abr	5,0		
25-abr		2,7	
26-abr	7,2		
27-abr		2,5	
28-abr	5,2		
29-abr		2,7	
Media	4,779	1,813	68,133

Tabla 8: Rendimiento de eliminación de P_{TOTAL} de la EDAR de Valladolid.