



MÁSTER EN GESTIÓN Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**“APOYO EN LAS TAREAS DE PRODUCCIÓN, GESTIÓN Y
MANTENIMIENTO EN LAS ESTACIONES DE
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (ETAP) DE
VALLADOLID”**

M^a DEL ALBA ACERO ESPESO
SEPTIEMBRE, 2013

MARÍA DEL MAR AGRIPINA PEÑA MIRANDA, profesor/a del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Valladolid, y MARÍA JOSÉ GONZÁLEZ PEÑA, Jefa de Planta de Aguas de Valladolid INFORMAN:

Que D^a. M^a del ALBA ACERO ESPESO ha realizado bajo nuestra dirección el Trabajo Fin de Máster titulado *“Apoyo en las tareas de producción, gestión y mantenimiento en las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP) de Valladolid”*

Valladolid, 11 de Septiembre de 2013

Fdo. María del Mar Agripina Peña Miranda

Fdo. María José González Peña

Reunido el Tribunal designado por el Comité Académico del Máster en Gestión y Tecnología Ambiental, para la evaluación de Trabajos Fin de Máster, y después de estudiar la memoria y atender a la defensa del trabajo *“Apoyo en las tareas de producción, gestión y mantenimiento en las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP) de Valladolid”*, presentado por el alumno D^a. M^a del ALBA ACERO ESPESO, decidió otorgarle la calificación de _____.

Valladolid, 11 de Septiembre de 2013

El Presidente

El Secretario

Fdo.:

Fdo.:

Vocal

Fdo.:

ÍNDICE

1. RESUMEN	6
2. ANTECEDENTES	7
3. OBJETIVOS	16
4. METODOLOGÍA.....	16
5. JUICIO CRÍTICO	25
6. BIBLIOGRAFÍA	25

1. RESUMEN

Teniendo en cuenta las variedades que presenta el Máster en Gestión y Tecnología Ambiental de la Universidad de Valladolid, en cuanto a la realización del Trabajo Fin de Máster, se ha realizado esta memoria dentro de la modalidad de proyecto en empresa, consistente en la realización de prácticas en empresas incluidas en el área de gestión y tecnología ambiental.

Por lo tanto, la presente memoria es el resultado del trabajo realizado en la empresa Aguas de Valladolid, específicamente en las oficinas de la ETAP Las Eras, durante 250 horas desde el día 3 de Junio hasta el 2 de Agosto de 2013.

La empresa Aguas de Valladolid se encarga de la gestión del ciclo integral del agua de la ciudad de Valladolid, incluyendo las estaciones de tratamiento de agua potable: ETAP Las Eras y ETAP San Isidro. El trabajo realizado durante las prácticas se puede resumir en la colaboración en tareas de producción, gestión, calidad, mantenimiento y seguridad de ambas plantas. Las tareas citadas se detallarán en este informe.

2. ANTECEDENTES

1.1. La empresa:

Aguas de Valladolid es una compañía del grupo AGBAR encargada de gestionar el ciclo integral del agua de Valladolid desde hace más de 12 años.

Inicialmente el Ayuntamiento de Valladolid adjudicó en junio de 1997 la concesión del Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Valladolid a AGUALID, U.T.E., actualmente, Aguas de Valladolid S.A. Posteriormente se amplió la concesión incluyendo el control de vertidos y la depuración de aguas residuales en mayo de 2005.

El objeto social de Aguas de Valladolid es la gestión de los servicios públicos, que comprendidos en el ciclo integral del agua, son de titularidad y competencia del municipio de Valladolid así como de aquellos municipios cuyos servicios también le correspondan. Esta gestión comprende la realización de las siguientes actividades: abastecimiento de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, control de vertidos y gestión de abonados.

Para abastecer de agua a la ciudad de Valladolid y satisfacer las necesidades de más de 340.000 ciudadanos, la empresa Aguas de Valladolid gestiona una estación depuradora de aguas residuales, un laboratorio y dos plantas de potabilización. Así se distribuyen más de 100.500 m³ de agua potable diarios, a través de una red de agua potable de más de 664 Km. y 721 Km. de red de alcantarillado.

Las dos plantas potabilizadoras que suministran el agua a Valladolid con la calidad necesaria para que pueda ser considerada como agua apta para el consumo humano son, la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) de Las Eras, que toma del Canal de Castilla y la ETAP de San Isidro, que toma del Canal del Duero.

1.2. Estación de Tratamiento de Agua Potable San Isidro:

En la ETAP de San Isidro se produce aproximadamente el 30% del agua que se consume en Valladolid. Es la más antigua de las dos con las que cuenta la ciudad: su parte más vieja data de 1886, con numerosas ampliaciones.



Imagen 1. Vista aérea de la ETAP San Isidro

▪ Descripción del proceso

El agua bruta llega hasta la depuradora por gravedad a través de dos galerías que tienen su toma de agua en el Canal del Duero. Existe otra toma de emergencia mediante un bombeo en el río Duero en el término municipal de Laguna de Duero.

El primer proceso en planta es el tamizado, donde se realiza un desbaste de gruesos que llegan con el agua bruta. Posteriormente, mediante un bombeo, se impulsa el agua a la cámara de ozonización donde un sistema de inyección de ozono mediante difusores de burbuja oxida y esteriliza el agua. Además, la planta cuenta con un sistema auxiliar de dosificación de hipoclorito en cabecera utilizado en caso de que el sistema de ozono no funcione correctamente.

Desde la cámara de ozonización se lleva el agua hacia la cámara de mezcla, donde se dosifica Cloruro Férrico con la ayuda de un turbomixer. Esta cámara presenta tres conducciones de salida con sus correspondientes caudalímetros, desde cada una de las cuales se abastece a los dos decantadores Accelator y a los dos Superpulsator. La capacidad máxima de decantación es de 600 L/s para cada Accelator y de 300 L/s para cada uno de los decantadores Superpulsator.

El agua decantada se conduce por un canal hacia la zona de filtración, compuesta por 16 filtros de arena: 8 interiores y 8 exteriores. Posteriormente pasa a través de la cámara de ozonización intermedia para llegar a la filtración en carbón activo, la cual consta de 6 filtros. Esta etapa es la última de la línea de tratamiento. De aquí el agua sale en condiciones para ser distribuida después de someterse a la cloración por hipoclorito.

Una vez filtrada, el agua es transportada por gravedad a un depósito de 75.000m³. El cual presenta 4 balsas independientes. La primera balsa recibe el agua, de allí pasa a la segunda y desde esta a las dos restantes desde las cuales se bombea a la red. La impulsión del agua producida se realiza mediante dos grupos de bombeo: uno para suministro directo a la red, y otro hacia el depósito del Cerro San Cristóbal.

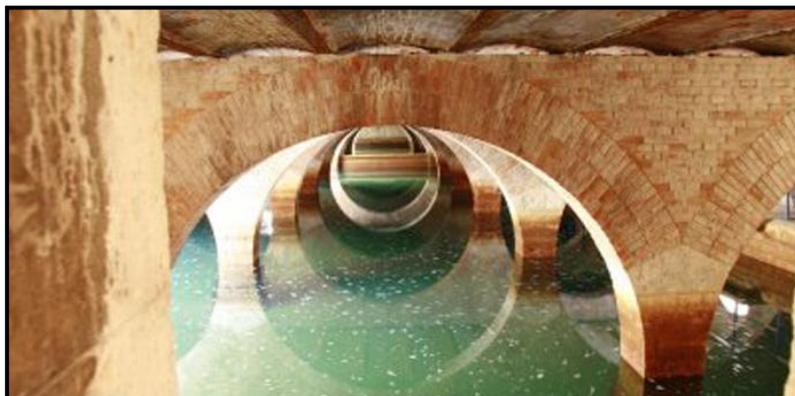


Imagen 2. Depósito de la ETAP San Isidro

A continuación se muestra una tabla con los valores medios de los parámetros más importantes para conocer la calidad del agua de salida de la ETAP San Isidro:

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MEDIO	MÁX. AUTORIZADO
pH	ud. pH	7,8	6,5-9,5
Conductividad	(uS/cm)	414	2500
Turbidez	NTU	0,3	1 salida ETAP
Oxidabilidad	(mg/l)	1,6	5
Amonio	(mg/l)	<0,15	0,5
Bicarbonatos	(mg/l)	159	-0,5<Langelier<0,5
Dureza total	(°F)	22,2	ni dura, ni incrustante
Calcio	(mg/l)	71	ni dura, ni incrustante
Magnesio	(mg/l)	11	50
Sodio	(mg/l)	10	200
Fluoruros	(mg/l)	<0,2	1,5
Nitratos	(mg/l)	13	50
Cloruros	(mg/l)	24	250
Sulfatos	(mg/l)	52	250
Hierro	(ug/l)	<25	200
Magnesio	(ug/l)	<5	50
Aluminio	(ug/l)	<25	200
Arsénico	(ug/l)	<3	10
Mercurio	(ug/l)	<0,8	1

Tabla 1. Valor medio de los parámetros del agua de salida de la ETAP San Isidro

1.3. Estación de Tratamiento de Agua Potable Las Eras:

En la ETAP Las Eras se produce aproximadamente el 70% del agua que se consume en Valladolid. La alimentación de agua bruta se lleva a cabo mediante una captación por gravedad desde el Canal de Castilla. También existe una toma de emergencia en el Río Pisuegra, pero actualmente no se encuentra operativa. Desde aquí el agua se conduce hasta las torretas de llegada a la planta. Posteriormente el agua se distribuye a los decantadores desde las cámaras de mezcla de distribución, donde se añaden los reactivos. El agua decantada pasa a un canal general de reparto del que se abastecen los filtros de arena y posteriormente los filtros de carbón activo, de los que sale por gravedad hacia el depósito.



Imagen 3. Vista aérea de la ETAP Las Eras

- **Etapas del proceso de tratamiento**

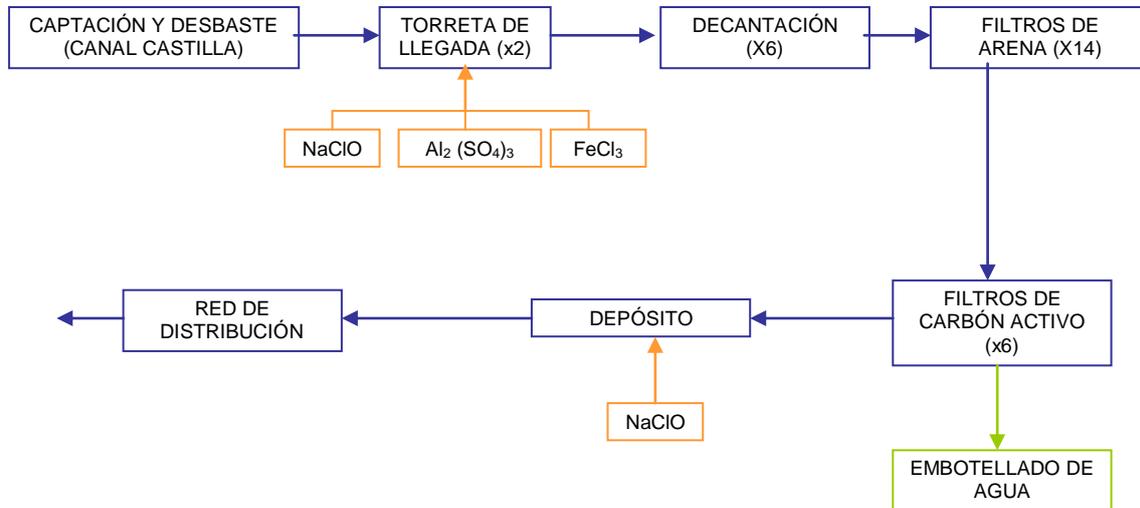


Figura 1. Esquema del proceso de tratamiento de la ETAP Las Eras

- **Captación y desbaste**

La toma principal está formada por tres tuberías de diámetros 400, 700 y 1.000 mm, que conducen el agua desde la dársena hasta la torreta de llegada a la planta, regulando el caudal con varias válvulas de compuerta de accionamiento manual tanto al inicio como al final de su recorrido. Mediante el desbaste se consigue la eliminación de la mayor cantidad posible de materiales sólidos de mediano y gran tamaño antes de la entrada en planta, mediante rejillas en la obra de toma, y otras más finas en las torretas de llegada, con una separación entre barrotes que oscila desde 8-10 cm hasta 25-40 mm.

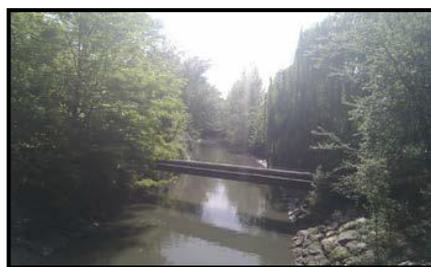


Imagen 4. Zona de captación. Canal de Castilla.

- **Adición de reactivos**

En las torretas o cámaras de mezcla, agitadas debidamente, se produce la adición de reactivos. Para la cloración, así como para la oxidación, se utiliza hipoclorito sódico ya que el cloro es el desinfectante más utilizado para la esterilización del agua, debido a la facilidad de empleo y a su poder oxidante aún en cantidades muy reducidas. Para la coagulación se utiliza tanto sulfato de aluminio como cloruro férrico, capaces de formar

un precipitado insoluble al neutralizando la partícula coloidal, que se añade al precipitado formando flóculos separables por decantación y filtración.

Los reactivos utilizados se almacenan en la sala de reactivos en cubas o depósitos, desde donde son distribuidos a través de las bombas de dosificación. La sala de reactivos cuenta con dos cubas de hipoclorito sódico con capacidad de 24.00 L. que se distribuye mediante ocho bombas, una cuba de cloruro férrico de 22.000 L. cuya distribución se realiza mediante cuatro bombas dosificadoras y dos cubas de sulfato de aluminio de 24.000 L. con cinco bombas dosificadoras para su distribución.



Imagen 5. Torreta de llegada de agua bruta con desbaste y dosificación. ETAP Las Eras.

▪ Decantación

El agua se envía a los decantadores mediante válvulas de accionamiento manual situadas en la base de las torretas o cámaras de mezcla. Para la decantación se dispone de cinco decantadores Accelator de los cuales tres tienen una capacidad de 150 L/s y dos, más modernos, con una capacidad de 400 L/s. Se cuenta, además, con un decantador Lamelar capaz de tratar hasta 700 L/s. En ellos se da la sedimentación de flóculos y el resto de partículas suspendidas en el agua, formando en el fondo del decantador los fangos que son eliminados por purgas periódicas.



Imagen 6. Decantador acelerador estático de la ETAP Las Eras

▪ Filtración mediante filtros de arena

El agua decantada llega a la zona de filtración mediante un canal general de reparto. Los catorce filtros de arena tienen como objeto la retención de las partículas en suspensión en el agua. Para ello cuentan con una capa de 60 a 75 cm de arena asentada sobre un sistema de drenaje de toberas por la que se hace pasar el agua. La arena del filtro actúa de tres formas: como soporte de microorganismos, fijando las materias coloidales contenidas en el agua, y reteniendo mecánicamente las materias sólidas.



Imagen 7. Filtros de arena de la ETAP Las Eras

- **Filtración con carbón activo**

Para mejorar las cualidades organolépticas del agua, ésta pasa por una zona de filtración mediante carbón activo. Esta zona cuenta con seis filtros de carbón activo con un lecho de 1 m. de altura en los que se retiene mecánicamente las partículas en suspensión en el agua, se adsorben virus y materia orgánica y se digiere la materia orgánica por parte de las bacterias que residen en los poros del carbón activo.

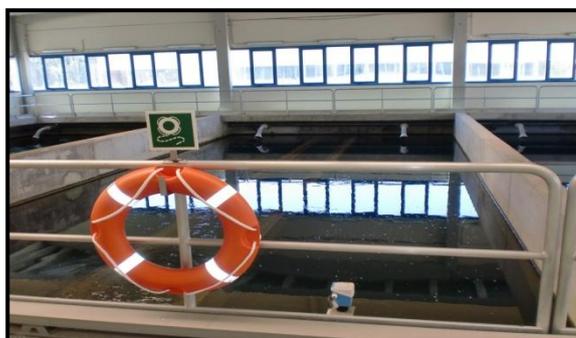


Imagen 8. Filtros de carbón activo de la ETAP Las Eras

- **Almacenamiento en depósito**

El agua tratada en la planta pasa por gravedad a un depósito con una capacidad de 1500 m³. La legislación obliga a que en la red de distribución el contenido de cloro libre residual sea al menos 0,1 mg/L, asegurando así la ausencia de contaminantes en el punto de consumo. Por lo tanto se realiza una desinfección final en el depósito utilizando hipoclorito sódico consiguiendo en el depósito un contenido de cloro libre residual de entre 0,5 y 1 mg/L.

A continuación se muestra una tabla con los valores medios de los parámetros más importantes para conocer la calidad del agua de salida de la ETAP Las Eras:

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MEDIO	MÁX. AUTORIZADO
pH	ud. pH	7,6	6,5-9,5
Conductividad	(uS/cm)	332	2500
Turbidez	NTU	0,3	1
Oxidabilidad	(mg/l)	1,2	5
Amonio	(mg/l)	<0,15	0,5
Bicarbonatos	(mg/l)	110	-0,5<Langelier<0,5
Dureza total	(°F)	16,9	ni dura, ni incrustante
Calcio	(mg/l)	52	ni dura, ni incrustante
Magnesio	(mg/l)	12	50
Sodio	(mg/l)	8	200
Fluoruros	(mg/l)	<0,2	1,5
Nitratos	(mg/l)	9	50

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MEDIO	MÁX. AUTORIZADO
Cloruros	(mg/l)	14	250
Sulfatos	(mg/l)	65	250
Hierro	(ug/l)	27	200
Magnesio	(ug/l)	<3	50
Aluminio	(ug/l)	50	200
Arsénico	(ug/l)	<3	10
Mercurio	(ug/l)	<0,8	1

Tabla 2. Valor medio de los parámetros del agua de salida de la ETAP Las Eras

1.4. Red de distribución

El agua producida en la ETAP se transporta bien hacia los depósitos periféricos de almacenamiento, cuya misión es regular el suministro y asegurar el abastecimiento frente a las fluctuaciones horarias de caudal, bien hacia las redes de distribución que abastecen directamente a la ciudad, con una extensión total de unos 450 Km.

Las infraestructuras de la red de abastecimiento general son las siguientes:

- Captaciones principales:

- o Canal de Castilla
- o Canal del Duero

- Captaciones de emergencia:

- o Río Pisuerga
- o Río Duero
- o Canal del Duero

- Depósitos periféricos:

- o Contiendas
- o Parquesol
- o Fuente Berrocal
- o Girón
- o Fuente la Mora
- o San Cristóbal
- o Arroyo
- o Puente Duero
- o Simancas
- o Fuensaldaña
- o Villanubla (Cárcel)

El agua potable almacenada en el depósito de Las Eras se transporta hacia Villanubla, el depósito de Girón, el depósito de Fuente Berrocal y a la red general. Desde Las Eras también se envía agua al depósito regulador del Cerro de las Contiendas desde el cual se abastece la arteria de circunvalación de la ciudad.

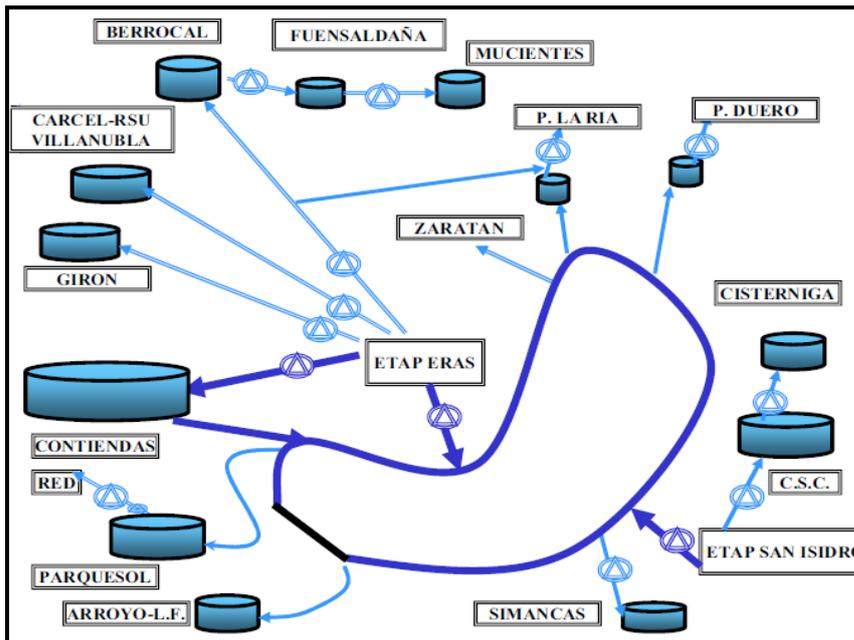


Imagen 9. Red de distribución y zona de abastecimiento

1.5. Depósitos

La empresa Aguas de Valladolid, para el almacenamiento del agua tratada, cuenta con varios depósitos en el área de Valladolid. Los más importantes tienen las siguientes características:

- Depósito Contiendas:

Está situado en el Cerro de las Contiendas. Es un depósito semienterrado con un caudal medio anual de agua distribuida de 12.120.000 m³/año. El agua que llega a este depósito proviene de la ETAP de las Eras a través de un bombeo compuesto por 4 bombas que pueden elevar cada una un caudal de 450 L/s. El depósito de contiendas tiene una capacidad total de 100.000 m³, dividido en dos senos del mismo volumen. Este depósito tiene un sistema de cloración automática mediante hipoclorito para ajustar el cloro libre de salida al valor deseado. El agua una vez clorada es enviada por gravedad a la red que abastece a la Red general de Valladolid. Existe un sistema de telecontrol del bombeo y del depósito para conocer en cualquier momento el estado de los mismos.

- Depósito Fuente Berrocal:

Este depósito superficial está situado en la carretera de Fuensaldaña km 2,4. El agua que llega a este depósito proviene de ETAP de las Eras, a través de un bombeo compuesto por 2 bombas que pueden elevar cada una un caudal de 30,5 l/s. El depósito tiene una capacidad total de 3.000 m³, dividido en dos senos del mismo

volumen. El agua una vez clorada es enviada por gravedad a la red de la urbanización de Fuente El Berrocal. Desde este depósito, mediante un grupo de bombeo, se manda agua al depósito del municipio de Fuensaldaña y desde éste se suministra agua al depósito del municipio de Mucientes. Estos depósitos están telecontrolados para conocer y saber el estado de los mismos y poder actuar sobre ello en cualquier momento.

- Depósito Girón:

Está situado en la calle Panorama s/n. El agua que llega a este depósito proviene de la ETAP de las Eras, a través de un bombeo compuesto por 2 bombas que pueden elevar cada una un caudal de 8,3 l/s. Tiene un volumen de distribución de 250.000 m³/año. El depósito de Girón tiene una capacidad total de 1.200 m³, dividido en dos senos del mismo volumen. El agua una vez clorada con hipoclorito sódico a través de un dosificador automático es enviada por gravedad a la red del Barrio de Girón.

- Depósito del Cerro San Cristóbal:

El agua que llega a este depósito superficial proviene de la ETAP de San Isidro, a través de un bombeo compuesto por 3 bombas que pueden elevar cada una un caudal de 222 l/s y tiene una capacidad total de 25.000 m³. El agua una vez clorada con hipoclorito sódico es enviada por gravedad a la red del polígono San Cristóbal, Barrio de Pajarillos Altos y Barrio de las Flores. Desde este depósito también se suministra agua al depósito del municipio de La Cistérniga.

- Depósito de Parquesol

Este depósito enterrado está situado en el Polígono Parquesol. El agua que llega proviene de la red de agua, desde el depósito de Contiendas, la ETAP San Isidro y la ETAP Las Eras. Tiene un volumen de distribución de 2.700.000 m³/año y una capacidad total de 9.000 m³, dividido en dos senos, uno de 3.000 m³ y otro de 6.000 m³. El agua entra al depósito por gravedad cuando se abre una válvula automáticamente telecontrolada. El agua una vez clorada con hipoclorito sódico es enviada a la red del Barrio de Parquesol mediante un bombeo de 3 bombas.



Imagen 10. Depósito de Contiendas

3. OBJETIVOS

Los objetivos del trabajo realizado durante 250 horas en la ETAP Las Eras son los siguientes:

- Conocer los protocolos de control y operacionales de la planta.
- La gestión de la calidad del agua potable producida en la estación potabilizadora, lo cual incluye:
 - o El conocimiento del proceso que se realiza en la planta.
 - o El seguimiento y control de la calidad del agua producida mediante los análisis realizados periódicamente tanto a la salida de planta como en los depósitos periféricos, así como en la red de distribución y el grifo del consumidor.
- La gestión periódica de los datos necesarios para controlar efectivamente la planta, como:
 - o La energía consumida en el sistema global de agua de Valladolid, ya sea en planta, en oficina, en depósitos o en las redes de distribución y saneamiento.
 - o Los niveles de agua e hipoclorito sódico, en el caso que corresponda, de los depósitos periféricos que ayudan a abastecer de agua potable a la ciudad.
- La actualización de la planta potabilizadora para el cumplimiento de la reglamentación establecida y la mejora en cuanto al mantenimiento y la seguridad.

4. METODOLOGÍA

La metodología seguida durante el transcurso de las prácticas es la siguiente:

- Lectura y comprensión de documentación básica necesaria para la realización de las prácticas.
- Búsqueda y lectura de la normativa de aplicación tanto en España como en otros países.
- Actualización de datos en SINAC. Registro de nuevos boletines de análisis.
- Pilotaje de SINAC 2 para la detección de fallos de la nueva versión.
- Actualización de la guía de prevención de riesgos de la ETAP Las Eras y San Isidro.
- Actualización de las hojas de control de los sistemas periféricos.
- Actualización de la caracterización de cada equipo para un mejor mantenimiento.
- Actualización de la señalización de la planta para una mejora del mantenimiento y de la seguridad.
- Actualización de la base de datos de las facturas energéticas

3.1. Actualización de datos en SINAC y pilotaje de SINAC2

El SINAC, establecido por el Ministerio de Sanidad y Consumo, es un sistema de información sanitario que recoge datos sobre las características de los abastecimientos y la calidad del agua de consumo humano que se suministra a la población española. Actualmente está sustentado por una aplicación informática a través de Internet y la utilización y suministro de datos es obligatorio para todas las partes implicadas en el suministro de agua de consumo humano: municipios, gestores del abastecimiento y las autoridades sanitarias autonómicas.

Los objetivos principales del SINAC son los siguientes:

- Detectar y prevenir riesgos para la población derivados de la ingesta de agua contaminada.
- Identificar en el ámbito local, autonómico y nacional la calidad del agua de consumo humano y de las características de los abastecimientos.
- Facilitar al ciudadano información básica de las zonas de abastecimiento y la calidad del agua de consumo humano.
- Aportar información a las autoridades competentes y a los usuarios del SINAC sobre las características de las infraestructuras que componen los abastecimientos.
- Facilitar la coordinación de los programas de vigilancia sanitaria destinados a prevenir los posibles riesgos específicos para la salud derivados del consumo de agua.
- Elaborar informes periódicos sobre las características de las infraestructuras y de la calidad del agua de consumo humano.
- Cumplir con la obligación de informar a la Unión Europea y a otros organismos internacionales.

El SINAC se estructura en tres niveles mediante los cuales los usuarios administran y son responsables de sus datos. Los niveles son: nivel básico, nivel autonómico y nivel ministerial.

La unidad de información de SINAC es la zona de abastecimiento, definida como un área geográficamente definida y censada por la autoridad sanitaria a propuesta del gestor del abastecimiento, no superior al ámbito provincial, en la que el agua de consumo humano provenga de una o varias captaciones y cuya calidad de las aguas distribuidas pueda considerarse homogénea en la mayor parte del año.

Asimismo, la información del SINAC se divide en diez entidades de información: Caracterización de la zona de abastecimiento, captaciones, tratamiento de potabilización, depósitos y cisternas, redes de distribución, laboratorios, boletines

analíticos, situaciones de incumplimiento y/o alerta, situaciones de excepción e inspecciones sanitarias.

Para el mantenimiento y la vigilancia de la aplicación se ha creado un Comité Técnico formado por representantes de los usuarios de niveles básico, autonómico y ministerial.

El Comité Técnico también es el encargado de realizar el pilotaje de la nueva versión de SINAC, SINAC 2, en la que se introducirán mejoras tanto de visualización como de funcionalidad. Este Comité mediante la prueba del SINAC 2 detecta los errores producidos y los reporta al Ministerio de Salud y Consumo para su corrección.

Para acceder a SINAC basta con entrar en el portal del Ministerio de Sanidad y Consumo. Hay dos vías de acceso: profesional y ciudadana. El acceso profesional al SINAC es restringido al personal vinculado profesionalmente a las entidades públicas o privadas que gestionan las zonas de abastecimiento, las infraestructuras, los laboratorios públicos o privados que realicen controles del agua de consumo humano, a la administración sanitaria competente, al Ministerio de Sanidad y Consumo, así como a otros organismos públicos con competencias en agua de consumo humano. Mediante el acceso ciudadano se puede consultar información general sobre cualquier zona de abastecimiento que esté dada de alta en SINAC, en una funcionalidad distinta al acceso profesional y a través también del portal del Ministerio de Sanidad y Consumo.

En la empresa Aguas de Valladolid, mediante un administrador básico, se procede al tratamiento de datos que la incumben. La principal tarea que se realiza en SINAC por parte de la empresa es el registro de nuevos boletines de análisis. Siguiendo el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, la empresa posee un programa de autocontrol en el que periódicamente se realizan los análisis requeridos por la legislación. Así, para el caso de redes de distribución, hay fijados, al menos, los siguientes puntos de muestreo:

- Uno a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.
- Uno a la salida del depósito de regulación y/o distribución.
- Uno en cada uno de los puntos de entrega entre los distintos gestores.
- Uno en la red de distribución por cada 20.000 m³ o fracción de agua distribuida por día como media anual.

Estos análisis serán de tipo organoléptico, de control (en los que solo aparecen los parámetros considerados más importantes), y completos (contienen un mayor número de parámetros a analizar). Los análisis de control y organolépticos se realizan con mayor frecuencia que los completos, por ejemplo, los análisis de control de agua de salida de las ETAP de Las Eras y San Isidro se realizan diariamente.

Por lo tanto, periódicamente, los datos de estos análisis se digitalizan y se introducen en la aplicación informática SINAC.

Otras de las tareas que se ha realizado en SINAC son tareas administrativas, como por ejemplo el cambio de un organismo asociado en diferentes entidades de una misma zona de abastecimiento.

En cuanto al pilotaje de la versión SINAC2, la tarea consiste en entrar en esta versión de la aplicación informática y, teniendo como base una serie de errores detectados por otros compañeros que realizan la misma tarea, verificar si los errores continúan ocurriendo o si, como en algunos de los casos, los administradores de la aplicación ya los han resuelto. Algún ejemplo de estos errores puede ser que la pantalla se quede en blanco sin haber realizado ninguna acción que lo propicie, o que al querer guardar algún cambio, no se realiza la acción y además, los datos introducidos se borran de la pantalla y hay que rellenar todo otra vez. Estos serían algunos ejemplos dentro de muchos otros más complicados que tienen que ver con una imposibilidad de introducir algunos datos, con la obligatoriedad de introducir datos que los gestores consideran no necesarios, etc.

3.2. Actualización de las hojas de control de los sistemas periféricos

Los sistemas periféricos son los puntos de control en red y los depósitos localizados por toda la zona de abastecimiento que ayudan a abastecer de agua potable a la ciudad. Estos puntos de control son los siguientes:

- Punto de control en red en la zona de Argales,
- Punto de control en red en la zona de Maruquesa,
- Punto de control en red en la zona de Pinar de Jalón,
- Punto de control en red en la zona de Puente Duero,
- Punto de control en red en la zona de Simancas,
- Punto de control en red en la zona de Villanubla,
- Punto de control en depósito en Cerro San Cristóbal,
- Punto de control en depósito en Contiendas,
- Punto de control en depósito en Girón,
- Punto de control en depósito en Fuente Berrocal y
- Punto de control en depósito en Parquesol.

Periódicamente un equipo de la empresa recorre todos los puntos para registrar los parámetros de control necesarios para que los sistemas periféricos cumplan su función correctamente. Posteriormente a la toma de datos en campo por los operarios, los datos se verifican, se digitalizan y se incluyen en una base de datos electrónica mediante la cual se puede hacer una evaluación de la evolución de los sistemas periféricos y controlarlos de manera eficaz.

Los parámetros que forman parte de las hojas de control de los sistemas periféricos son:

- Medida del cloro libre y del cloro libre residual
- Niveles de hipoclorito de sodio. Esta medida sólo se realiza en los depósitos.

- Lectura de los contadores de agua.
- Lectura de los contadores de energía. De este modo se registran los valores de consumo en los respectivos periodos de punta, llano y valle, así como la energía reactiva.
- Medida de los caudales en los puntos de control de red y caudales de entrada y salida de los depósitos.

3.3. Actualización de la base de datos de las facturas energéticas

Aguas de Valladolid lleva un control de todos los gastos eléctricos generados debido a las operaciones de las ETAP y toda la estructura complementaria necesaria para el abastecimiento de agua potable a la ciudad, ya que supone un gasto importante para la empresa. Existe una base de datos electrónica en la que cada factura de la compañía eléctrica se clasifica en las diferentes zonas de abastecimiento en las que está dividida la ciudad. Una vez clasificadas las facturas, se digitalizan los datos que la compañía considera más importantes en las hojas de control:

- El periodo de lectura,
- La facturación total en Kwh. También puede expresarse según los diferentes periodos de consumo: Punta, Llano y Valle
- El coste total en euros, I.V.A. incluido
- La potencia registrada y la potencia facturada (kW)
- La energía reactiva

Con los datos ya recopilados, la empresa puede hacer uso de ellos para evaluar el consumo energético de las plantas potabilizadoras y de las diferentes zonas de abastecimiento. Para ello también existe una hoja resumen anual en la que se recopilan todos los datos de consumos energéticos y costes de cada mes para cada diferente zona. Existe otra forma de evaluar los gastos, siendo estos diferenciados dependiendo de las operaciones realizadas en la empresa. De esta forma se agrupan en: plantas potabilizadoras, red de abastecimiento, red de saneamiento, oficinas y garajes.

Una vez los datos están digitalizados, los que se consideran de mayor importancia (ETAPs, depósitos, etc.) se introducen en la aplicación informática propia de la empresa. Esta aplicación permite verificar consumos históricos en todas las zonas y comprobar si existen diferencias entre las lecturas registradas por la empresa y las registradas y facturadas por las compañías.

3.4. Actualización de la señalización de la planta para una mejora del mantenimiento y de la seguridad

Durante los últimos meses la empresa ha apostado por la actualización de las dos estaciones potabilizadoras que tiene a su cargo en la ciudad de Valladolid. Los ámbitos en los que se ha centrado esta actualización son la seguridad y el

mantenimiento de equipos. Para llevar a cabo este proyecto se ha impulsado la mejora de la señalización de la planta, utilizando toda serie de elementos necesarios para conseguir una mejor visualización de los peligros existentes en las plantas, así como un trabajo más eficaz a la hora de realizar el mantenimiento de los equipos.

Comenzando con la señalización para la seguridad, se han realizado las siguientes operaciones:

- Pintado de las zonas peligrosas con los colores distintivos. Como ejemplo, todos los escalones de las plantas están señalizados con una franja de color amarillo y negro alternativamente.
- Delimitación, mediante cadenas de los colores correspondientes, de las zonas en las que está prohibido el paso, o sólo está permitido el paso al personal autorizado. Como ejemplo, en la sala de dosificación de reactivos se colocaron cadenas cortando el paso a los lugares con mayor riesgo de accidente.
- Información mediante carteles del riesgo que se corre en las diferentes zonas de las plantas, así como las diferentes medidas preventivas a adoptar para evitar el riesgo. Como ejemplo, en la zona de los decantadores se realizaban trabajos en altura, por lo tanto, el persona, aparte de tener que llevar casco, y calzado adecuado, es necesario la utilización de un arnés de seguridad.
- La utilización del chaleco reflectante en las zonas no peatonales por parte de todo el personal de la planta, como también por parte de las visitas.
- Registro de toda persona que entre en la planta. Los trabajadores mediante tarjetas identificativas y las visitas mediante un registro a su entrada.
- Señalización mediante carteles de los espacios confinados
- Instalación de candados en los diferentes puntos eléctricos, espacios confinados y en ciertas válvulas de bombas dosificadoras de agua o de reactivo.
- Etiquetado de todos los equipos y elementos que conlleven riesgo eléctrico con el correspondiente icono.
- Señalización mediante carteles colocados junto a los extintores del uso correcto de estos.



Imagen11. Colocación de cadenas en la sala de dosificación



Imagen 12. Colocación de candados y carteles informativos en la zona de recepción de reactivos

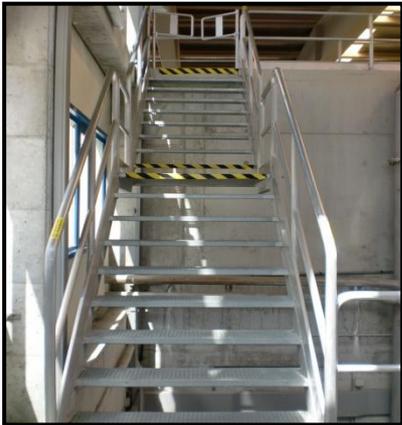


Imagen 13. Señalización de seguridad en escaleras y pegatinas recomendando la utilización del pasamanos



Imagen 14. Señalización de peligro de riesgo eléctrico en los grupos moto-bomba del bombeo a Contindas

En cuanto al tema de mantenimiento, se ha optado por una mejor identificación de cada equipo para así realizar las operaciones más fácilmente. En la empresa se utiliza una aplicación informática, ConTec, en la que se encuentra una relación de todos los equipos existentes en las plantas, tanto la de San Isidro como la de Las Eras. En esta aplicación cada equipo tiene una ficha con un código identificativo en la que se pueden visualizar ciertas características técnicas del equipo. Para complementar la información de las fichas de cada equipo también existe una base de datos en Excel en la que, además de las características técnicas que se muestran en ConTec, aparece toda la información que se puede observar en la placa de características de cada equipo. En esta base de datos Excel, cada equipo tiene un nombre y un número, correspondiente a los croquis existentes de la planta en la que, por salas, aparecen todos los equipos en uso.

Por lo tanto, el primer paso para mejorar la identificación de los equipos fue la unión de ambas bases de datos. Así, en cada ficha de la base de datos Excel se introdujo el código correspondiente de cada equipo en la aplicación informática ConTec, verificando que el equipo estaba en ambas bases de datos con todos sus atributos registrados de forma correcta. Una vez que se tuvieron todas las fichas de los equipos identificadas y verificadas se continuó la tarea de mejora realizando trabajo de campo en el que cada ficha se dispuso en el equipo correspondiente a lo largo de toda la planta. Así, a la hora de realizar las tareas de mantenimiento necesarias se podrá observar directamente en el equipo mediante la ficha las características de este, así como el código de la aplicación informática ConTec para una más rápida digitalización y modificación de los datos.

Paralelamente a esta tarea surgió la idea de colocar en cada equipo un cartel identificativo que indicara su nombre. De esta forma el equipo es identificado de una forma más rápida y visual por cualquier persona que se encuentre en la planta, ya sea un trabajador o una visita.



Imagen 15. Equipos con sus correspondientes fichas y cartel identificativo



Imagen 16. Detalle de fichas y cartel identificativo en un grupo moto-bomba del bombeo a Contiendas

3.5. Seguimiento del mantenimiento del filtro de arena

Durante el periodo de realización de las prácticas tuvieron lugar tareas de mantenimiento de los filtros de arena. Todos ellos fueron pintados nuevamente con pintura acorde a las necesidades de estas balsas. También, en alguno de los filtros se realizó un cambio de la arena contenida. Para ello, el filtro se vació primeramente de agua y de arena y posteriormente se relleno con arena nueva de río. En las siguientes fotos se pueden apreciar algunas de las operaciones realizadas por los operarios de mantenimiento. También se puede observar la diferencia de color entre la arena nueva (más clara) y la arena vieja (casi negra) debido a la retención de las partículas en ésta durante la filtración.



Imagen 17. Vaciado del filtro de arena



Imagen 18. Llenado del filtro con arena nueva. Obsérvese la diferencia entre la arena nueva (izqd.) y arena vieja (dcha.)



Imagen 19. Filtro de arena pintado y con arena completamente nueva.

5. JUICIO CRÍTICO

Haber realizado las prácticas en la empresa Aguas de Valladolid, en el ámbito de la potabilización de agua para consumo humano, me ha permitido asegurar los conocimientos adquiridos en el máster así como ampliarlos y entrar en contacto con el mundo laboral. Sólo mediante el trabajo diario en la planta uno se da cuenta de que son muchas las actividades a realizar para un correcto abastecimiento de agua a la ciudad, no solamente se utiliza la teoría aprendida durante las horas de estudio, si no que ésta solo es la base para todo lo demás. Realizar las tareas de apoyo a la jefe de planta me ha servido para comprender que una gran parte de su trabajo también incluye la gestión de la planta, no sólo comprende aspectos técnicos, si no también de organización y administración.

Después del trabajo realizado en la empresa se pueden sacar varias conclusiones sobre las tareas que existen detrás de los servicios de abastecimiento de agua potable y de las plantas potabilizadoras. Una de las más importantes es que para asegurar la calidad del producto y para cumplir la legislación, los procedimientos de control y seguimiento del agua para consumo humano son realmente exhaustivos ininterrumpidamente. Así, el consumidor está seguro a la hora de utilizar un producto tan básico para la vida como es el agua. Otra de las conclusiones obtenidas durante la realización de las prácticas, es que, a pesar de que pueda resultar repetitivo o tedioso, el tratamiento de datos es una parte importante para la gestión de la planta, ya que a partir de estos, se tomarán decisiones, se detectarán problemas o se controlará el buen funcionamiento de la planta.

Mi valoración personal sobre las prácticas en empresa es bastante buena, ya que las tareas realizadas han sido diferentes unas de otras, lo que me ha permitido abarcar varios campos de trabajo y así obtener un mayor conocimiento de cada uno de ellos.

Para terminar me gustaría agradecer a todo el equipo humano de la ETAP "Las Eras" por hacerme sentir una más durante mi periodo de prácticas y especialmente a D^a María José González Peña por toda la ayuda prestada durante este tiempo.

6. BIBLIOGRAFÍA

Normativa de aplicación:

- Real Decreto 140/3003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Documentación técnica aportada por la empresa:

- Programa de vigilancia sanitaria del agua de consumo humano de Castilla y León
- Programa de vigilancia sanitaria del agua de consumo humano de Valladolid
- Manuales de explotación ETAP Las Eras y ETAP San Isidro
- Manual de instrucciones de trabajo ETAP Las Eras y ETAP San Isidro

Bibliografía Web

- AGUAS DE BARCELONA <http://www.agbar.es/es/home.html>
(Última visita: 30/08/2013).
- AGUAS DE VALLADOLID <http://www.aguasdevalladolid.com/ESP/home.asp>
(Última visita: 30/08/2013).
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO <http://www.boe.es/>
(Última visita: 30/08/2013)
- APLICACIÓN SINAC <http://sinac.msc.es/>
(Última visita: 30/08/2013)