

**PROYECTO DE ESTANQUES DE TORMENTAS DE LA ACTUACIÓN DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES
URBANAS. BOLAÑOS Y ALMAGRO**

MEMORIA

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
142109	Madrid 20/11/2013
V I S A D O	

INDICE

1.-	INTRODUCCIÓN	3	5.1.7.-	Determinación del volumen de los estanques de tormentas atendiendo al criterio de vertido por encima de 4xQp.....	23
2.-	OBJETO DEL PROYECTO	4	5.1.8.-	Determinación de volumen de estanque de tormentas asociado al Hidrogramas de calidad del agua.....	23
3.-	JUSTIFICACION DEL PROYECTO MODIFICADO.	5	5.1.9.-	Comparación de los hidrogramas de Calidad con Caudal aportado en los nudos de vertido	24
4.-	CONSIDERACIONES PREVIAS AL DISEÑO DE LOS ESTANQUES DE TORMENTAS 5		5.1.10.-	Determinación del volumen de los estanques de tormentas atendiendo a criterios de calidad del agua.....	27
	CAUDALES DE AGUAS NEGRAS Y PROGNOSIS POBLACIONAL	6	CONCLUSIONES.....		27
	4.1.1.- Caudal de aguas negras y prognosis poblacional	6	5.1.11.- Capacidad del colector nuevo y existente.....		27
	4.1.2.- Cálculos del caudal pluviometrico	7	5.1.12.- Dimensiones del estanque de tormentas		29
	CONSIDERACIONES A LA RED DE COLECTORES GENERALES EXISTENTE8		6.-	TOPOGRAFÍA.....	30
	DESCRIPCIÓN DE LOS COLECTORES “NUEVOS” DESARROLLADOS EN EL PROYECTO DE COLECTORES DE LA ACTUACIÓN DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS	9	7.-	GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA.....	30
	PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO DE COLECTORES DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS. BOLAÑOS Y ALMAGRO 10			PROPUESTAS DE CIMENTACIÓN.....	30
	AMPLIACIÓN DE LA EDAR: CONSIDERACIONES A LOS PARÁMETROS ADOPTADOS.....	10		EXCAVACIONES Y TALUDES	30
	4.1.3.- Caudales.....	11		MATERIALES DE RELLENO	31
	4.1.4.- Características del agua bruta	11		ANÁLISIS QUÍMICO	31
	4.1.5.- Resultados a obtener :Agua tratada	12		RIESGO DE ASENTAMIENTO	31
	CONCLUSIONES Y DIVERGENCIAS DE LOS DIMENSIONAMIOENTOS DE COLECTORES Y EDAR	12		PRÉSTAMOS.....	31
5.-	DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESTANQUES DE TORMENTAS: EL MODELO SWMM 13			VERTEDEROS	32
	PLANTEAMIENTO GENERAL	13	8.-	ALCANCE DE LAS OBRAS	32
	MODELO DE CÁLCULO	13		ARQUETA DE REPARTO ALIVIADERO.....	32
	DELIMITACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (CUENCAS)	13		ESTANQUE DE TORMENTAS ETCN.....	33
	5.1.1.- PLANES GENERALES DE ORDENACIÓN URBANA DE BOLAÑOS DE CALATRAVA.....	13		ESTANQUE DE TORMENTAS ETCE	35
	5.1.2.- PLANES GENERALES DE ORDENACIÓN URBANA DE ALMAGRO 14			COLECTORES	37
	5.1.3.- DETERMINACIÓN DE CUENCAS Y SUBCUENCAS DE ALMAGRO Y BOLAÑOS	15		Tipología de tubo y materiales.....	38
	LLUVIA DE PROYECTO.....	16		Sección tipo de zanja.....	38
	CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS.....	17		ARQUETAS DE RESALTO	39
	5.1.4.- Contaminación y caudal de las aguas negras.....	17		LIMPIEZA DE LOS ESTANQUE DE TORMENTAS.....	40
	5.1.5.- Contaminación del agua de pluviales en la superficie de las Cuencas19			Alternativas estudiadas.....	40
	SIMULACIONES REALIZADAS.....	20		Descripción del sistema adoptado	41
	5.1.6.- determinación del hidrograma de entrega a los puntos de ubicación de los estanques de tormenta.....	20		Conducción de llenado de cámaras	42
				Arquetas	45
				Arqueta para bomba de impulsión de agua de lavado.....	46
			9.-	REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....	46
			10.-	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	46
			11.-	COMUNICACIONES	47
			12.-	ORGANISMOS CONSULTADOS Y AUTORIZACIONES.....	48

13.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL 48

14.- SEGURIDAD Y SALUD..... 49

15.- EXPROPIACIONES 49

16.- PRESUPUESTO 50

17.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA 50

18.- PLAN DE OBRA 50

19.-CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA 50

20.-REVISIÓN DE PRECIOS 51

21.-PLAZO DE GARANTÍA 51

22.-DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO..... 52

23.-CONCLUSIONES..... 52



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
MADRID

Expediente	Fecha
142109	Madrid 20/11/2013

V I S A D O

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.-ANTECEDENTES PREVIOS

En 1970 los Ayuntamientos de Bolaños de Calatrava y Almagro solicitan a la Comisión Provincial de Servicios Técnicos que se le presente auxilios técnicos y económicos necesarios para llevar a cabo la realización de las instalaciones de saneamiento de dicha localidad. Por ello la Comisión Provincial de Ciudad Real encarga la redacción del proyecto constructivo en 1971 a la empresa Mantenimiento Industrial SA, siendo autor de dicho proyecto D. J. López de Velasco.

El desarrollo y crecimiento de las dos poblaciones objeto de la actuación, unido al estado en el que se encuentra la depuradora actual, hace necesaria su ampliación y modernización, así como la construcción de unos nuevos colectores para ambas poblaciones.

Los colectores existentes de las poblaciones objeto de proyecto son unitarios y cuya capacidad queda insuficiente. Asimismo, con el objeto de que las primeras lluvias no contaminen el acuífero y/o Las Tablas de Daimiel, se considera necesario realizar las obras de conexión entre colectores de pluviales y residuales y aliviaderos, para que las primeras lluvias sean almacenadas y tratadas en la EDAR.

Al encontrarse la zona de vertido aguas arriba de las Tablas de Daimiel y a su vez sobre el acuífero 23, se considera de especial interés garantizar que no existan vertidos con nutrientes, por lo que la EDAR deberá eliminarlos y el sistema de colectores tendrá que transportar los caudales adecuados para que se garantice que las aguas residuales urbanas sean tratadas en la Planta.

Con objeto de dar respuesta a la problemática de capacidad de colectores, Hidroguadiana S.A. , licita en tramitación ordinaria por procedimiento abierto mediante concurso para la redacción del proyecto de construcción de los colectores de aguas residuales urbanas de las poblaciones de Almagro y Bolaños de Calatrava, donde se incluye el estudio inicial del Planeamiento urbanístico de ambas localidades, con el objeto de elaborar la prognosis de los diferentes caudales a transportar y/o trasegar en los sistemas de colectores.

Con fecha de 20 de septiembre de 2006 se adjudica la “Redacción del proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro” a la empresa INGIOPSA INGENIERÍA S.L., firmándose el contrato el 26 de octubre de 2006, debiéndose ejecutar dicha redacción en un plazo de 4 meses.

Dicho proyecto contempla la ejecución de nuevos colectores de diámetros 1000 mm y 1200 mm, y cuya capacidad pretende dar respuesta a las necesidades en corto y medio plazo con capacidad de 4

veces el caudal punta, que partirán de los municipios de Bolaños y Almagro de Calatrava, que se unirán en un denominado tramo común de diámetro 1200 mm.

Dicho proyecto fue licitado por Hidroguadiana , S.A., y adjudicado con el expediente CR.131900, por un importe de 3.937.882,81 € a la empresa ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A, y cuya fecha de adjudicación definitiva fue el 21 de abril de 2009.

Por otro lado y como parte de la actuación global para la mejora del saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas en los municipios de Bolaños y Almagro, se licitó y adjudicó con fecha 18 de septiembre de 2007 el proyecto y obra de la Ampliación de la EDAR de Bolaños y Almagro, resultando adjudicatario la empresa COMSA, S.A, resultando aprobado el proyecto de ampliación en abril de 2009, comenzando las obras en mayo de 2009.

1.2.-ANTECEDENTES PROYECTO VIGENTE

“PROYECTO DE ESTANQUE DE TORMENTAS DE LA ACTUACION DE SANEAMIENTO Y DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES URBANAS, BOLAÑOS Y ALMAGRO (CIUDAD REAL),”.

- Autorización, orden de estudio

Este proyecto forma parte de la actuación SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANA. ALMAGRO Y BOLAÑOS DE CALATRAVA, encomendada a la Sociedad Estatal Hidroguadiana, S.A. ahora ACUASUR, por acuerdo de Consejo de Ministros de 21 de Octubre de 2005 y por otro acuerdo de 28 de noviembre de 2008, por los que se aprueban el Convenio de Gestión Directa y sus respectivos Adicionales nº 3 y nº 4 de la construcción y/o explotación de obras hidráulicas entre HIDROGUADIANA, S.A. y la ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO

- Antecedentes Administrativos

1. EL PROYECTO DE ESTANQUE DE TORMENTAS DE LA ACTUACION DE SANEAMIENTO Y DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES URBANAS, BOLAÑOS Y ALMAGRO (CIUDAD REAL), redactado en Septiembre de 2009, inicia su trámite de aprobación con la incoación del expediente de Información Pública del mismo, autorizada con fecha 7 de septiembre de 2009, concluyendo dicho trámite con la aprobación del proyecto y del expediente de información pública por parte del Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio ambiente con fecha 18 de Mayo de 2010.

2. Posteriormente, el Consejo de Administración de ACUASUR, en sesión de 17 de junio de 2010, acordó aprobar el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, autorizando la licitación del contrato de ejecución de obras a la Empresa COMSA, por un importe de 3.526.882,64.-€ (IVA Excl.)

El presupuesto de licitación sin IVA es 4.161.543,43.-€ resultando una baja de 15,2506108 %.

3. Con fecha 10 de agosto de 2011 se firma el contrato dando comienzo la obra el 10 de octubre 2011. Una vez comenzadas las obras, se detecta el siguiente hecho significativo e imprevisible que hace variar las circunstancias de proyecto:

- Un incremento considerable del nivel freático respecto a la hipótesis de cálculo del proyecto, motivado fundamentalmente por las extraordinarias e históricas precipitaciones caídas en el período comprendido entre Diciembre de 2009 y febrero de 2010, así como en menor medida en el año hidrológico 2010-2011, que ha supuesto una recarga impredecible del acuífero 23, lo que ha afectado por tanto al cálculo de la estructura, siendo necesario – a la vista de la recuperación de los niveles freáticos, considerar el efecto de la subpresión.

4. Informado sobre este aspecto el Consejo de Administración de ACUASUR celebrado el 16 de mayo de 2012 en relación con este asunto tomó el siguiente ACUERDO:

“AUTORIZAR la tramitación ante el Secretario de Estado de Medio Ambiente de la solicitud de autorización para la redacción, con carácter urgente, del Proyecto Modificado N°-1 del Proyecto de Estanque de Tormentas de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas, Bolaños y Almagro (Ciudad Real), sin incremento presupuestario, y con el fin de solventar las causas imprevistas detectadas al inicio de las obras”

5. Por ello, con fecha 28 de mayo de 2012, la Sociedad Estatal Aguas de las Cuencas del Sur, S.A. remite al Secretario de Estado de Medio Ambiente, la solicitud de Autorización para redacción del PROYECTO MODIFICADO N° 1 DEL PROYECTO DE ESTANQUE DE TORMENTAS DE LA ACTUACION DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. BOLAÑOS Y ALMAGRO, obteniéndose dicha autorización según resolución de fecha 29 de octubre de 2012.

• Obras incluidas en el Anexo II del Plan Hidrológico Nacional (Ley 10/2001, de 5 de Julio).

Disposición legal que determina su calificación como obra de interés general.

En el adicional al vigente Convenio de Gestión Directa de la Sociedad Estatal Aguas de las Cuencas del Sur, S.A. se incluye la actuación “Saneamiento y Depuración de Aguas residuales Urbanas Almagro-Bolaños”, en el apartado A.9.

La actuación, se encuentra incluida en el anejo de inversiones de la ley 11/2005, de 22 de junio, que ha modificado la ley 20/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional por la que fue declarada de interés general.

Este Proyecto está incluido en el programa de Fondos Europeos FEDER 2007-2013 de Castilla-La Mancha.

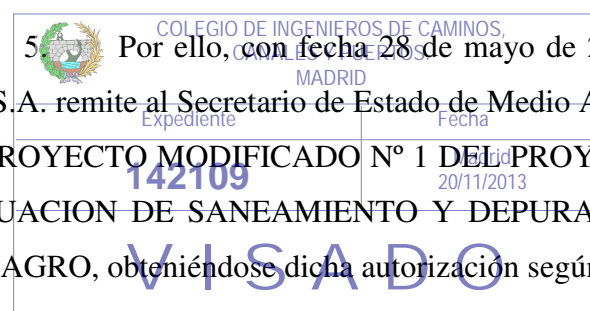
2.- OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto Modificado N° 1 tiene por objeto definir, justificar y valorar las obras que surgen con las nuevas modificaciones autorizadas y que junto con las existentes en el proyecto original que no han sufrido modificaciones conforman la completa definición de la obra a ejecutar.

Los estanques de tormentas deben permitir laminar y ajustar el caudal de agua entrante en la EDAR a sus parámetros de diseño, y a su vez garantizar que el vertido al río cumpla los condicionantes de vertido estipulados.

Se ha de entender que la capacidad de tratamiento de la EDAR es muy inferior a la de los propios colectores, ya que estos contemplan la recogida de parte de las pluviales.

En caso de aguacero, y no existencia de estanques de tormentas que laminen el agua entrante hasta los niveles de dilución adecuados para su vertido al río, se producirían vertidos con calidades no deseadas.



3.- JUSTIFICACION DEL PROYECTO MODIFICADO.

Debido a los excepcionales periodos de lluvia que tuvieron lugar durante la ejecución de la obra de los colectores de Almagro y Bolaños (años 2.009 y 2.010), se comprobó que la cota del freático estaba entorno a la 635, tal como se aprecian en las fotos adjuntas.



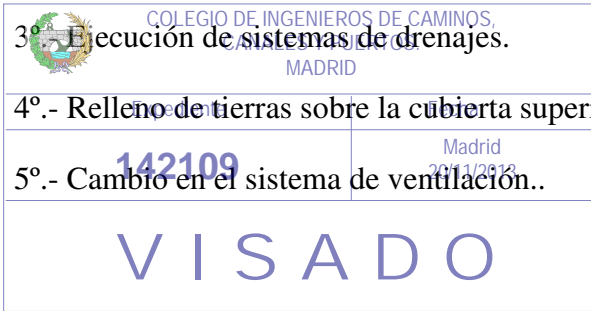
La aparición de este excepcional nivel freático en época de lluvias no estaba contemplada entre las hipótesis de cálculo estudiadas en el proyecto inicial

La presencia de este nivel freático da lugar a un aumento muy importante de las subpresiones sobre el fondo de los estanques, haciéndose imprescindible un reestudio de este nuevo e importante condicionante.

Debido a dicha detección ha sido necesario el recálculo y redimensionamiento de los estanques correspondientes tanto al Colector Nuevo (ETCN) como al Colector Existente (ETCE).

La aparición de dichas subpresiones ha dado lugar a adoptar las siguientes actuaciones:

- 1º.- Soterramiento del Estanque
- 2º.- Refuerzo de todas las estructuras.
- 3º.- Ejecución de sistemas de drenajes.
- 4º.- Relleno de tierras sobre la cubierta superior
- 5º.- Cambio en el sistema de ventilación..



Ha sido necesario el recálculo de todo el Estanque desde el punto de vista de la estabilidad afectando a: losa inferior, muros, pilares, vigas y losa superior.

Debido a la presencia de estas subpresiones se ha adoptado bajar 3,5 metros la coronación del ETCN pasando por tanto dicho Estanque de ser visto a enterrado.

Para compensar el empuje ascensional de las subpresiones se rellena la cubierta superior con 1,35 metros de tierra, a fin de garantizar el contrapeso suficiente desde el punto de vista de la estabilidad.

Para mejorar el sistema de evacuación de aguas, se realizan una serie de drenes en el fondo de la excavación, unos perimetrales y otros tipo dren espina a fin de facilitar y canalizar las salidas del agua de infiltración. Estos drenes son canalizados a un pozo de recogida de aguas ubicado en la zona más baja de la explanación y próximo a la compuerta de salida del ETCN. Este pozo conecta con una arqueta ubicada a la salida del Colector-2, pudiendo evacuar el agua recogida mediante la actuación de una compuerta instalada en dicha arqueta.

El pozo de recogida de aguas de infiltraciones dispondrá de una bomba automática que le permita, llegado el momento de un excesivo nivel del freático, ponerla en funcionamiento y aliviarla al río a través del Colector 4.

Para compensar el empuje ascensional originado por las subpresiones ha sido necesario el relleno de tierras sobre la cubierta creando una sobrecarga de 2,10 t/m².

Debido a la bajada en la cota de coronación del estanque ETCN, lo cual origina que el sistema de ventilación inicialmente proyectado quedase tapado, ha sido necesario la reubicación de las rejillas de ventilación sobre la cubierta de dicho estanque.

4.- CONSIDERACIONES PREVIAS AL DISEÑO DE LOS ESTANQUES DE TORMENTAS

Los parámetros de partida a continuación desarrollados resumen los estudios realizados en el “Proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro“, y que se utilizan como parámetros de partida y condicionantes del diseño y dimensionamiento de los estanques de tormenta y de su necesidad

Para ello se considera necesario que el lector conozca la capacidad de los colectores existentes, de los nuevos diseñados, y de la propia EDAR ampliada, sus diferencias y la hidrología.

CAUDALES DE AGUAS NEGRAS Y PROGNOSIS POBLACIONAL

4.1.1.- Caudal de aguas negras y pronosis poblacional

De los estudios realizados por diferentes métodos (aforo en colectores, aforo en EDAR, cálculos a partir del abastecimiento y método analítico) en el “*Proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro* “, se obtienen los siguientes caudales medios de aguas negras:

	Aforo en colectores	Aforo en EDAR	Vertidos calculados a partir del 80% del abastecimiento.	Método analítico. Población (hab)-industria (m2)-dotación (l/hab/d).
Q med. Bolaños (m3/s)	0,028	0,039	0,028	0,033
Q. Med. Almagro (m3/s)	0.018		0,021	0,025
Población Bolaños año 2006	12.600	12.600	12.600	12.600
Población Almagro año 2006	9.500	9.500	9.500	9.500
Dotación Bolaños (l/día-hab)	192,0	266,7	190,6	225,0
Dotación Almagro (l/día-hab)	170	266,7	192,6	225,0

➔ En consecuencia, teniendo en cuenta todos estos valores, se adopta para el dimensionamiento del proyecto las siguientes dotaciones escalonadas temporalmente y asociadas al posible crecimiento industrial, considerando así los valores reales aforados, reales consumidos en abastecimiento y las indicaciones del PHG.

	Almagro	Almagro
Año	Dot (m3/hab día)	Dot (m3/hab día)
2006	0,2	0,2
2008	0,2	0,2
2011	0,2	0,2
2016	0,2	0,2
2021	0,25	0,25
2026	0,25	0,25
2031	0,25	0,25

En relación a la pronosis poblacional se han utilizado varios métodos: Método del MOPU, Método de línea de tendencia: utilizando los datos de crecimiento poblacional se examinan y analizan las líneas de tendencia ; Método aritmético: Se determina la tasa de crecimiento mediante la fórmula aritmética de crecimiento; Método geométrico: Se determina la tasa de crecimiento mediante la fórmula geométrica de crecimiento; Método asociado al crecimiento según expectativas del PGOU : En base a los

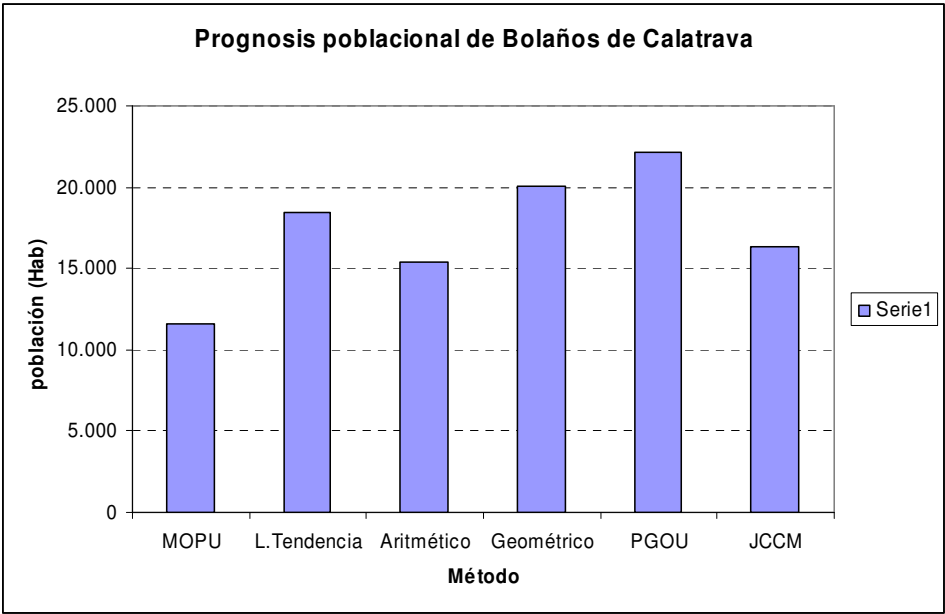
Planes urbanos municipales en desarrollo y ejecutados, se ha establecido un horizonte y expectativa de crecimiento, determinando así su crecimiento poblacional, y Modelo de Junta de Comunidades de Castilla la Mancha: Según el informe realizado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha en todos los municipios de la región, se prevé un crecimiento constante para las poblaciones en estudio de al menos 275 personas al año, para lo que se aplica una fórmula de crecimiento.

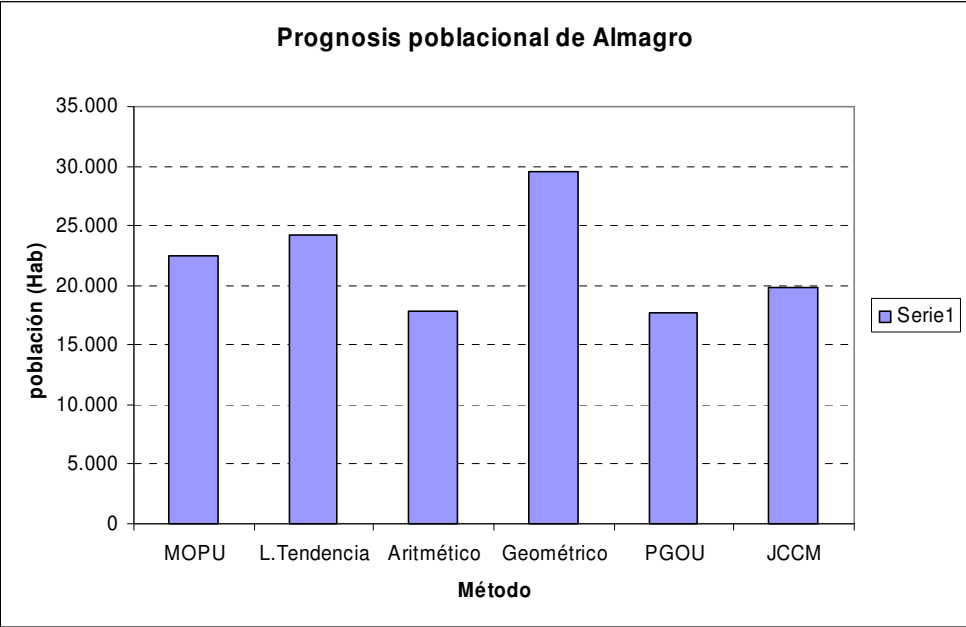
Adicionalmente se ha considerado la estacionalidad de cada municipio, concluyéndose:

Durante el mes de Julio se desarrolla en Almagro el Festival Internacional de Teatro lo que supone un aumento de la población considerable y que hay que tener en mente. Teniendo en cuenta que estamos en periodo vacacional y que parte de la población estable de Almagro saldrá hacia otros destinos, esta salida se ve compensada por la llegada importante de turistas que, recogida información en el Ayuntamiento, **aumenta la población en un 60 %**.

En Bolaños no tenemos este incremento, ya que la afluencia de visitantes en verano se ve compensada por la salida de la población hacia otras localidades. (dato contrastado con los técnicos del Ayuntamiento)

Del análisis de los métodos para el cálculo de pronosis se deduce la siguiente comparativa a 25 años:





para el cálculo de los colectores:

- **Població (Pi):** Para Almagro se aplicará la media de los tres valores más elevados desechando los valores del M.O.P.U, de la Junta y el aritmético, obteniendo **20.208 hab**, mientras que para Bolaños desechamos el valor extremo del método geométrico y hacemos la media de los P.G.O.U. Línea de Tendencia y M.O.P.U. dando un valor de **21.426 hab**. La Población en el año horizonte 2031 será de 32.333 habitantes para Almagro y de 21.426 para Bolaños, resultante de los cálculos
- **Caudal medio (Qm):** El caudal medio será el resultado de multiplicar la dotación por la población cada año, $Q_m = \text{dot} \times P_i$. Desde el presente año hasta el 2021 se estima una dotación de 0,20 m³/hab día, mientras que a partir del 2021 se considera 0.250 m³ /hab día.
- **Caudal de filtración (Qf):** Como Caudal de infiltración tomamos 100 m³/ día Km constante a lo largo del tiempo
- **Caudal punta (Qp) :** Como coeficiente de caudal punta adoptamos 2,4 a lo largo del tiempo. El caudal de aportación punta será $Q_p = 1,4 \times Q_m$, siendo el total $2,4 \times Q_m$
- **Caudal industrial (Qi):** Como Caudal para industrias 50 m³/Ha día en el año horizonte, incluido dentro de los cálculos del caudal medio y la dotación poblacional.
- **Caudal estacional (Qe):** Se considera la estacionalidad siguiente según cada municipios: Caudal estacional de Almagro = 1.6 x Qm; Caudal estacional de Bolaños = 0 x Qm (no se considera estacionalidad)

➔ Como resultado obtendremos el caudal total de diseño $Q_t = Q_m + Q_p + Q_e + Q_f$, donde distinguimos los valores medios y los valores estacionales correspondientes al periodo estacional:

Año	Almagro		Bolaños	
	Qtot.1 media (m3/s)	Qtot.2. estacional (m3/s)	Qtot.1 media (m3/s)	Qtot.2. estacional (m3/s)
2006	0,059	0,091	0,075	0,075
2008	0,063	0,097	0,086	0,086
2011	0,069	0,107	0,097	0,097
2016	0,078	0,122	0,101	0,101
2021	0,123	0,193	0,136	0,136
2026	0,135	0,213	0,150	0,150
2031	0,146	0,230	0,154	0,154

Los resultados de caudales totales de diseño se resumen en (considerando 25 años para el periodo de diseño) :

Año	Almagro Qtot.2. estacional (m3/s)	Bolaños Qtot.2. estacional (m3/s)
2031	0,230	0,154

4.1.2.- Cálculos del caudal pluviometrico

Para la determinación de las precipitaciones máximas se aplican dos métodos. En primer lugar se realiza un ajuste estadístico de las series correspondientes a estaciones pluviométricas. En segundo lugar se toman los valores regionales que da el “Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España Peninsular”.

Para el cálculo del caudal de pluviales se han utilizado dos métodos de cálculo, el método del hidrograma unitario y el método racional, ya que este último solo proporciona el valor del caudal punta. Los procesos modelados son los siguientes: precipitación; intercepción e infiltración; y escorrentía.

Los resultados de ambos métodos desarrollados en el Anejo 7 del “Proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro” se recogen en forma de tabla a continuación:

CUENCA	ALMAGRO		BOLAÑOS	
	MÉTODO		MÉTODO	
Periodo de retorno	HMS	Racional	HMS	Racional
2 años	4,4m³/s	4,5 m³/s	4,6 m³/s	4,8 m³/s
5 años	8,3 m³/s	9,6m³/s	9,1 m³/s	9,8 m³/s
10 años	13,0 m³/s	13,1 m³/s	14,1 m³/s	13,5 m³/s
25 años	21,0 m³/s	19,4 m³/s	22,4 m³/s	20,0 m³/s

CONSIDERACIONES A LA RED DE COLECTORES GENERALES EXISTENTE

Actualmente el sistema de colectores generales de los Municipios de Almagro y Bolaños es unitario e independiente. Recogen las aguas negras y pluviales de cada uno de los municipios y los transportan hasta la arqueta de recogida común desde donde se comparte el colector general hasta una arqueta de reparto donde existe un aliviadero, que bifurca los caudales de aguas negras a la E.D.A.R mancomunada de Almagro y Bolaños

Como resumen de los estudios realizados se obtiene:

- El colector de Bolaños de Calatrava es unitario de sección en galería con canal de aguas bajas circular de radio 0,4 m, pasillo de 0,85m, siendo la altura de la galería de 1,8 m sobre pasillo y anchura variable desde una base de 1,65 a 1,8 m. La bóveda es circular de 1,80 m de diámetro. Las pendientes medidas topográficamente oscilantes entre 0,015% a 0,196%. El estado de la galería se considera deteriorado y con capacidad limitada por su pendiente mínima a 1,57 m3/s, muy inferior a la estipulada en el proyecto original que la establecía en 3 m3/s y una pendiente de 0,12% para colector ovoide 140-200. Se observa el canal de aguas bajas anegado en casi todo el tramo. Este colector puede ser utilizado para el transporte de aguas pluviales con una capacidad media estimada de 2,86m3/s
- El colector de Almagro es unitario de sección ovoide de 120-180 ejecutado in situ con pendientes medidas topográficamente oscilantes entre -0,044% a 0,244%, cuyo estado se considera aceptable y capacidad limitada por su pendiente mínima a 1,0 m3/s, muy inferior a la estipulada en el proyecto original que la establecía en 2,83 m3/s y una pendiente de 0,6%.

Se pueden considerar valores medios de 1,94 m3/s para pendiente de 0,075% Las contrapendientes identificadas junto con la baja velocidad del fluido que provoca sedimentaciones innecesarias son principal causa de capacidad del tramo. Este colector puede ser utilizado para el transporte de aguas pluviales La capacidad, media del colector actual de Almagro de sección ovoide 120-180 se puede estimar en 2 m3/s estando este muy condicionado por las pendientes mínimas existentes

- El tramo común está ejecutado con una sección en galería de mismas dimensiones geométricas que el tramo de Bolaños, discurriendo parte de él en túnel, pero estando siempre revestido de hormigón. La pendiente media se estima en 0,3%, con una capacidad de 6,98 m3/s

A continuación se adjunta tabla resumen de características:

Pyto.	Colector	Bolaños	Almagro	Tramo común
Proyecto 1971	Dimensiones	Galería	140-210	Galería
	Pte (%)	0,120%	0,060%	0,150%
	Q (m3/s), Pte y H/D=0,9	3,00	4,14	5,73
Análisis de situación actual	Dimensiones	Galería	140-210	Galería
	Pte (%) min.	0,015%	-0,044%	0,255%
	Pte (%) max.	0,196%	0,244%	0,346%
	Pte (%) media.	0,053%	0,075%	0,298%
	Q (m3/s).Pte min. H/D=0,9	1,57	---	6,46
	Q (m3/s).Pte max. H/D=0,9	5,28	3,54	7,53
	Q (m3/s).Pte med. H/D=0,9	2,86	1,94	6,98

La capacidad, media del colector actual de Almagro de sección ovoide 120-180 se puede estimar en 2 m3/s estando este muy condicionado por las pendientes mínimas existentes, mientras que la capacidad del colector actual de Bolaños de sección en galería varía entre un valor mínimo de 1.57 m3/s hasta un valor máximo de casi 5,28 m3/s, para lo que se adopta un valor medio de 2,86m3/s. En consecuencia la capacidad máxima del colector en cada uno de sus tramos viene limitada por la pendiente mínima de ésta. Adoptando valores medios se estima en 4,8m3/s la capacidad media a circular por el tramo común, inferior a la capacidad media capaz de discurrir en el colector en el tramo común.

Se puede concluir que existen graves problemas de pendiente y contrapendiente en los tramos existentes, que a su vez se ve agravado por la baja velocidad del fluido que provoca sedimentaciones innecesarias.

DESCRIPCIÓN DE LOS COLECTORES “NUEVOS” DESARROLLADOS EN EL PROYECTO DE COLECTORES DE LA ACTUACIÓN DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS

El resultado es una red de colectores compuesta por dos ramales que recogen respectivamente las aguas residuales de los núcleos de Almagro y Bolaños, y que cuentan con una longitud aproximada de 4,5 y 2 km, respectivamente. Ambos colectores confluyen en un único colector general de 2 km de longitud que conduce la totalidad de las aguas residuales hasta la E.D.A.R. Esta nueva red de colectores discurrirá paralela a la existente. Dada la topografía del terreno no se precisa ningún bombeo, funcionando los 8,5 km totales de colectores en gravedad.

Las tuberías utilizadas han sido de PEAD corrugado de doble pared de diámetro 1200 mm en el tramo de Almagro y el común y de 1000 mm en el tramo de Bolaños de Calatrava.

La obra se complementa con pozos de registro en los puntos en donde hay cambios en la alineación, arquetas de reparto de caudales en los tramos iniciales de Almagro y Bolaños, arqueta de reunión de los dos colectores de las poblaciones, arquetas de resalto en el tramo común y arquetas de ventilación..

Se distinguen dos arquetas de rotura y reparto en cada colector de municipio (Almagro y Bolaños), encargadas en bifurcar los caudales de los colectores existentes al colector de nueva construcción..

En su interior se dispone de un aliviadero cuya altura viene limitada por la cota correspondiente a verter cuando se alcanza un caudal circulante en los colectores nuevos de cuatro veces el caudal de aguas negras correspondiente al caudal de dilución.

En consecuencia, el dimensionamiento hidráulico se ha realizado de forma que se cumplirán los siguientes requisitos, según sea el colector nuevo o existente, es decir de aguas negras o sucias hasta 4 x Qp o pluviales:

Criterios de diseño en Colector nuevo de aguas negras

- Funcionamiento hidráulico en régimen lento, lo que implica adoptar un nº de froud F <1, adoptando como deseable F=0.8 para el caudal medio de funcionamiento de aguas negras.
- El calado relativo (y/D) para el caudal máximo de proyecto no es superior a 0,8, con objeto de garantizar la aireación mínima exigida.
- Para el caso de comprobación de caudal total (Qp+Qn) , la velocidad máxima será inferior a 3,5 m/s.

- Para el caso de aguas negras (Qn), la velocidad mínima, no será inferior a 0,6 m/s.
- Las partículas del agua residual de diámetro equivalente inferior a 3 mm sean arrastradas por el caudal mínimo de proyecto. Asimismo, será admisible que se cumpla con el caudal medio de explotación actual correspondiente.
- Se deberá comprobar además que no se alcanza el régimen rápido. Si por velocidades mínimas se requiriera tramos en régimen rápido, se minimizará el número de resaltos hidráulicos por cambio de régimen y éstos se situarán en el tramo de aguas abajo.
- En el caso de que el colector tenga capacidad mayor a 10 m3/s, si se ubica un resalto hidráulico por caída o por cambio de régimen, se dispondrá de un cuenco de amortiguamiento de energía.

Criterios de diseño en el colector existente usado para aguas pluviales

Tal y como se ha indicado anteriormente, el colector existente viene condicionado por su pendiente y dimensiones, por lo que se comprobará la capacidad máxima que es capaz de absorber, comprobándose además:

- Funcionamiento hidráulico en régimen lento, lo que implica adoptar un nº de froud F <1, adoptando como deseable F=0.8 para la gama de caudales de diseño.
- El calado relativo (y/D) para el caudal máximo de proyecto no es superior a 0,9 con objeto de garantizar la aireación mínima exigida.
- La velocidad máxima sea inferior a 4 m/s.
- En general la velocidad mínima deseable en el colector de pluviales será 1.2 m/s, pero siempre superior a 0,6 m/s.

➔ No obstante, hay que indicar que no se puede modificar el sistema hidráulico, ya que el objetivo es aprovecharlo.

➔ La fase-1, permitirá resolver y dimensionar el caudal de aguas negras a tratar, solventando livianamente la evacuación del caudal de pluviales a periodos de retorno próximos a 2 años, ya que no es capaz de absorber mayor caudal.

Las condiciones de contorno tanto aguas arriba como aguas abajo, vendrán determinados por la cota del terreno, y la lámina de agua.

Como resultado de los estudios hidráulicos realizados, se obtiene la siguiente capacidad de transporte y diseño:

Concepto	Almagro	Bolaños	Común
Q. Pluviales (m3/s)	21.0	22.4	21.0+22.4 =43.4
Q. Aguas negras (m3/s)	0,230	0,154	0.384
Colector nuevo de aguas negras			
Diámetro colector de aguas negras (mm)	1200	1000	1200
Material	PEAD Corrugado	PEAD Corrugado	PEAD Corrugado
Pendiente	0.07%	0.05%	0.22
Capacidad de evacuación colector nuevo (m3/s) H/D=0.9	1.15	0.96	2.0
Colector existente			
Capacidad (m3/s)	1,94	2,86	6,98
Totales (m3/s)			
Total	3.09	3.82	N/A

PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO DE COLECTORES DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS. BOLAÑOS Y ALMAGRO

El *Proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro*, que define en su estudio de alternativas la solución óptima técnica y económica para la evacuación de aguas negras, aprovechando los colectores existentes, pero sin ser capaz de evacuar las aguas pluviales para el periodo de retorno superior a 2 años ya que el coste de esta actuación supera las previsiones estipuladas.

No obstante se plantean dos fases de forma que se permita resolver los problemas de inundaciones existentes en los municipios, ya a su vez permita conducir el caudal de aguas contaminadas a la EDAR en un parámetro estipulado de 4 veces el caudal punta..

La fase-1 de actuación se corresponde al *Proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro* donde en el colector principal de cada uno de los municipios se instalará una estructura hidráulica (aliviadero) de reparto de caudales capaz de bifurcar las aguas negras y parte del total de aguas pluviales por el colector de nueva ejecución (hasta un máximo de cuatro veces el caudal de aguas negras de forma que no se derive ningún caudal de aguas negras al cauce por el aliviadero por debajo de dicha dilución), y una fracción de las aguas pluviales totales por el colector existente, hasta el máximo de la capacidad de estos.

La ejecución de un nuevo colector será capaz de transportar a la EDAR el caudal con dilución menor a 4 veces el caudal de aguas negras y derivar mediante la construcción de un aliviadero el caudal

diluido superior a los colectores existentes quien a su vez transportarán el caudal diferencial hasta su máxima capacidad.

Se aprovechará la capacidad de los colectores existentes para el transporte de agua de pluviales, debiendo así incrementar la capacidad del conjunto.

Se utilizarán tuberías de PEAD corrugado de doble pared SN-8, de diámetros 1000 mm en Bolaños, 1200 mm en Almagro y Tramo Común, al considerarse la solución técnica y económica más adecuada a las condiciones hidráulicas y topográficas existentes, viéndose altamente favorecida por la baja rugosidad y bajo peso del material, aunque se deberá cuidar la puesta en obra de forma que se evite su ovalización.

La pendiente de diseño se corresponderá con la mínima que permita desaguar el caudal requerido, y cumpla los condicionantes hidráulicos exigidos, de forma que se minimice las excavaciones de tierras que penalizan considerablemente al presupuesto

Posteriormente, en una fase-2 será necesario ampliar la red de colectores de pluviales capaz de absorber el caudal de pluviales para un periodo de retorno de 25 años.

AMPLIACIÓN DE LA EDAR: CONSIDERACIONES A LOS PARÁMETROS ADOPTADOS

Las aguas residuales de los municipios de Almagro y Bolaños (Ciudad Real) se tratan en su totalidad en la EDAR Alamgro-Bolaños situada en el cruce entre la carretera de Bolaños a Torralba de Calatrava en el punto en que ésta cruza el Arroyo del Seco. Dicha planta fue construida en 1.988 y fue diseñada para tratar un caudal medio diario de 3.750 m3/día, sin embargo, debido al crecimiento de la población el caudal de llegada actual a la planta es superior a su capacidad de tratamiento.

Teniendo en cuenta los datos actuales y previendo el desarrollo urbanístico e industrial de ambas poblaciones se hace necesaria una remodelación de la planta para hacer frente a corto y largo plazo a caudales de llegada superiores a 10.000 m3/día. Aprovechando esta necesaria remodelación se ha diseñado la planta para cumplir la directiva europea 91/271/CEE que obliga a esta depuradora a la reducción de nitrógeno y fósforo del vertido del río hasta 15 mg/l para el nitrógeno y a 2 mg/l para el fósforo.

La ampliación de la EDAR entró en funcionamiento en mayo de 2011, disponiendo de las siguientes características

4.1.3.- Caudales

La tabla que figura a continuación plasma los datos de diseño relativos a caudales totales para el año de diseño:

Población y dotación de Diseño	UNIDAD	DISEÑO fase-1	DISEÑO fase-2
Población de Diseño	[hab]	40.000	40.000
Dotación de cálculo saneamiento	[l/hab·d]	250	250
Caudales de Diseño			
Caudal Medio de Diseño (Qm)	[l/s]	115,74	115,74
	[m3/h]	416,67	416,67
	[m3/d]	10.000,00	10.000,00
Caudal máximo en tiempo seco (Qp)	[l/s]	347,22	347,22
	[m3/h]	1.250,00	1.250,00
	[m3/d]	30.000	30.000
Caudal max. de bombeo de agua bruta y pretrat. (3 Qm)	[l/s]	347,22	347,22
	[m3/h]	1.250,00	1.250,00
	[m3/d]	30.000	30.000
Caudal max. de Diseño Biológico (2Qm) fase-1 y 3 Qm fase2	[l/s]	231,48	347,22
	[m3/h]	833,33	1.250,00
	[m3/d]	20.000	30.000

➔ En consecuencia la máxima capacidad de tratamiento viene determinada por el biológico en fase-2 que es de 347.22 l/s

4.1.4.- Características del agua bruta

Las características del agua, en la presente Estación Depuradora, a los efectos de dimensionamiento, son las siguientes:

Características del Agua Bruta	UNIDAD	DISEÑO
DBO Afluyente	[grDBO/hab/dia]	106,8
	[mg/l]	427
	[Kg/dia]	4.273
DBO Afluyente Máximo	[grDBO/hab/dia]	160,2
	[mg/l]	641
	[Kg/dia]	6.409,80
SST Afluyente	[grSST/hab/dia]	49,74
	[mg/l]	198,96
	[Kg/dia]	1.989,60
SST Afluyente máximo	[grSST/hab/dia]	49,7
	[mg/l]	298
	[Kg/dia]	2.984
DQO Afluyente	[grDQO/hab/dia]	162,9
	[mg/l]	652
	[Kg/dia]	6.517,00
Nitrógeno NTK Afluyente	[grNTK/hab/dia]	21,5
	[mg/l]	86
	[Kg/dia]	859
Nitrógeno NH4 Afluyente	[grNH4/hab/dia]	15
	[mg/l]	60,13
	[Kg/dia]	601,3
Fósforo P-total Afluyente	[gr P/hab/dia]	2,6
	[mg/l]	10,57
	[Kg/dia]	105,7
pH agua bruta	[s.u]	7,3 - 7,8
Factor punta de contaminación SST		1,5
Factor punta de contaminación DBO		1,5
Factor punta de contaminación DQO		1,5
Temperatura del agua (invierno)	[°C]	12
Temperatura del agua (verano)	[°C]	22

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
142109	Madrid 20/11/2013
V I S A D O	

4.1.5.- Resultados a obtener :Agua tratada

De acuerdo con la Directiva del Consejo de la Comunidad Europea de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE), se establecen los siguientes requisitos de las aguas depuradas, entendiéndose que los valores aportados son mínimos exigibles tanto en porcentaje de reducción como en concentración.

CARACTERISTICAS EXIGIDAS AL VERTIDO	UNIDAD	DISEÑO
SST Salida	[mg/l]	35,0
	[kg/d]	350,0
% Reducción SST	[%]	82,41
DQO salida	[mg/l]	125,0
	[kg/d]	1250,0
% Reducción DQO	[%]	80,8
DBO5 Salida	[mg/l]	25,0
	[kg/d]	250,0
% Reducción DBO5	[%]	94,1
DBO soluble	[mg/l]	12,0
	[kg/d]	120,0
Nitrógeno total	[mg/l]	15,0
	[kg/d]	150,0
% Reducción Nitrógeno total	[%]	88,4
Fósforo P-total	[mg/l]	2,0
	[kg/d]	20,0
% Reducción P-total	[%]	81,1
Contenido lim. Materia orgánica arenas	%	5,0
pH-agua tratada		6 - 9

Como mínimo el agua depurada analizada según las metodologías vigentes adoptadas para las determinaciones de aguas residuales, tendrá las siguientes características:

DBO5 <=25 mg/l

DQO <= 125 mg O2/l

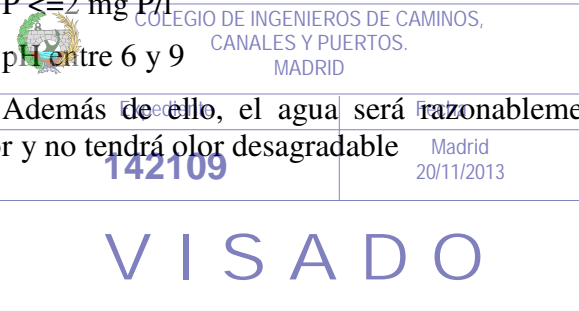
SS <= 35 mg SS/l

NTk <=15 mg N/l

P <=2 mg P/l

pH entre 6 y 9

Además de ello, el agua será razonablemente clara, no detectándose su vertido en el cauce receptor y no tendrá olor desagradable



CONCLUSIONES Y DIVERGENCIAS DE LOS DIMENSIONAMIENTOS DE COLECTORES Y EDAR

Tal y como se ha expuesto en los apartados anteriores, los nuevos colectores se han dimensionado para una capacidad muy superior a la de tratamiento de la EDAR, ya que esta se ha considerado en base a un tratamiento de caudal medio, mientras que los colectores se han dimensionado para ser capaces de al menos transportar un caudal de dilución exigido de 4 veces el caudal punta.

A continuación exponemos las siguientes diferencias:

	NUEVO				EXISTENTE	TOTAL
	Caudal Aguas negras (m3/s)	Población (hab)	Caudal de diseño (m3/s)	Capacidad máxima (m3/s)	Capacidad máxima (m3/s)	Capacidad máxima total (m3/s)
COLECTORES DE ALMAGRO	0,23	20.200	0,92	1,14	1,40	2,54
COLECTORES DE BOLAÑOS	0,15	21.426	0,60	0,90	1,00	1,90
TRAMO COMÚN	0,38	--	1,52	2,00	7,53	--
EDAR	0,347 (fase-2 = 3 x Qm)				N/A	N/A

➔ En consecuencia la máxima capacidad de tratamiento de la EDAR viene determinado por el biológico en fase-2 que es de 347.22 l/s correspondiente a 3 x Qm (caudal medio)

Por ello se ha de dimensionar un estanque de tormentas que permita laminar el agua entrante en la EDAR, hasta que se cumplan los parámetros de vertido al arroyo iguales a los de vertido de la propia EDAR, y correspondientes a :

DBO5 <=25 mg/l

DQO <= 125 mg O2/l

SS <= 35 mg SS/l

5.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESTANQUES DE TORMENTAS: EL MODELO SWMM

El presente apartado pretende exponer de forma escueta el procedimiento seguido para el dimensionamiento de los estanques de tormentas, y cuyo detalle y desarrollo se encuentra en el Anejo-4 “Estudio hidrológico e hidráulico”. Especial énfasis realizamos al proceso de cálculo, ya que pretende optimizar el tamaño de los estanques de tormentas adecuándolo a la capacidad estrictamente necesaria para que el vertido al río se produzca con las características y cargas contaminantes exigidas. De esta forma se pretende reducir tamaños de estanques de tormentas habitualmente dimensionados con fórmulas generales y no asociadas a la calidad propia de las aguas.

PLANTEAMIENTO GENERAL

Se procederá a dimensionar el / los estanque de tormenta necesarios de forma que el volumen almacenado será el necesario para su tratamiento, siempre que este no cumpla los parámetros de calidad deseados. Esto implica la determinación de la calidad caudal circulante a lo largo del tiempo y asociado al hidrograma de entrada, así como la determinación de parámetros de calidad de las aguas asociadas al número de lavados esperados a lo largo del año. A mayor número de lavado, mejor calidad de las aguas.

El proceso de cálculo seguido es el siguiente:

- 1. Selección de las áreas de superficie afectadas y relacionadas con cada periodo de desarrollo. Las áreas de influencia vendrán determinadas por la expectativa de desarrollo urbanístico según se indica en los Planes Generales de Desarrollo Urbano
- 2. Establecimiento de condicionantes de funcionamiento:
 - a. Condicionante hidráulico de entrada a la EDAR, limitado por su máximo tratamiento (Q=0.347 m3/s) y
 - b. Limitaciones de capacidad de colectores
 - c. Entrada en funcionamiento de colector existente una vez alcanzada la máxima capacidad del colector nuevo.

- 3. Determinación de parámetros de cálculo hidrológicos
- 4. Cálculos hidrológicos asociados a cada cuenca y subcuenca
- 5. Determinación de número de lavados y asociación de parámetros contaminantes.
- 6. Determinación del hidrograma de entrada al estanque de tormentas.

- 7. Determinación de hidrogramas de calidad y contaminación del agua entrante (SS, DBO, Y DQO). Estos hidrogramas no coincidirán con los de caudal entrante, ya que en los primeros instantes al producirse un lavado de las calles, la contaminación será mayor y por lo tanto el hidrograma de calidad será peor , debiéndose almacenar el agua en el estanque de tormentas para su posterior tratamiento
- 8. Cálculo de los volúmenes almacenados hasta que se cumplen los parámetros de calidad de las aguas entrantes. Corte de hidrograma y vertido de agua a río.

Indicar que al existir dos colectores separados que permite incrementar la capacidad de alivio, pero a su vez, se ha de cumplir que en ninguno de los casos se puede verter agua fuera de parámetros deseados, esto supone la posible necesidad de incluir dos estanques de tormentas.

MODELO DE CÁLCULO

El modelo de cálculo utilizado para determinar el volumen de almacenamiento necesario y contaminación de arrastre es el Storm Water Management Model (SWMM) de la EPA (Agencia para la Protección del Medio Ambiente EE.UU.), ampliamente contrastado en estudio de redes de colectores.

DELIMITACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (CUENCAS)

Para delimitar esta superficie se han tenido en cuenta los estudios realizados en el PROYECTO DE COLECTORES DE LA ACTUACIÓN DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS. BOLAÑOS Y ALMAGRO, redactado por INGIOPSA y el PLAN DIRECTOR DE SANEAMIENTO DEL TERMINO MUNICIPAL DE BOLAÑOS DE CALATRAVA planteando dos situaciones con la red de drenaje actualmente en funcionamiento y la proyectada:

- 1. Situación actual, Año 10: con las superficies actuales y previstas a ser ejecutadas en el periodo de 10 años.
- 2. Situación futura, Año 25: con las superficies actuales y las previstas de drenaje proyectadas para las mismas ampliaciones de desarrollo prevista a futuro y que son previsibles en los próximos 25 años.

5.1.1.- PLANES GENERALES DE ORDENACIÓN URBANA DE BOLAÑOS DE CALATRAVA

El Plan de Ordenación Municipal de Bolaños de Calatrava (P.O.M.) tiene como antecedente, las vigentes Normas Subsidiarias cuya última revisión fue aprobada definitivamente con fecha 5 de octubre de1994 y de las cuales el Plan de Ordenación constituye su revisión.(de septiembre de 2005).

El detalle y alcance de dicho plan se expone en el Anejo-4, del que se extra el siguiente conclusión: Teniendo en cuenta que el Plan prevé la densidad de edificación va decreciendo desde el centro del casco urbano hasta la periferia, por lo tanto adoptamos los siguientes valores de habitabilidad de las viviendas:

RESUMEN DE DATOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BOLAÑOS (Plan Ordenación Municipal)			
SUELO RESIDENCIAL, TERCIARIO	PREVISIÓN DE TECHO		
	SUPERFICIE (Ha)	Hab/Ha	HABITANTES
Urbano existente	320	41	13.120
Urbano Posible en Unidad de Ejecución	35	40	1.400
Urbanizable programado	78	40	3.120
TOTAL	433. ha.		17.640 hab.

Nota: Datos superficiados en Planos generados de ordenación urbana para el estudio

5.1.2.- PLANES GENERALES DE ORDENACIÓN URBANA DE ALMAGRO

Actualmente en Almagro se está redactando el Plan de General de Ordenación Urbana, existiendo normas subsidiarias bastante antiguas. Del análisis, se deduce que no hay ningún documento en concreto de donde podamos extraer una información precisa acerca de las previsiones de crecimiento urbanístico, para lo que se mantuvieron reuniones con el actual equipo de gobierno en el que se definió el alcance , superficie y previsiones de crecimiento.

El crecimiento urbanístico será debido a complejos residenciales de segunda vivienda, de gente originaria de la población, que emigró en su tiempo desde Almagro , de población de Ciudad Real y de sus alrededores, y por lo tanto serán atraídos por un precio de la vivienda más económico que en Ciudad Real.

Por lo tanto, para esta localidad se prevé en los próximos años un mayor crecimiento residencial que industrial.

Por otro lado es sabido la marcada estacionalidad de la población de Almagro debido a la celebración del Festival Internacional de Teatro que se celebra en el mes de Junio: Por esto y lo anteriormente expuesto adoptamos la siguiente densidad de habitantes por viviendas:

Por lo tanto, para esta localidad se prevé en los próximos años un importante crecimiento residencial.

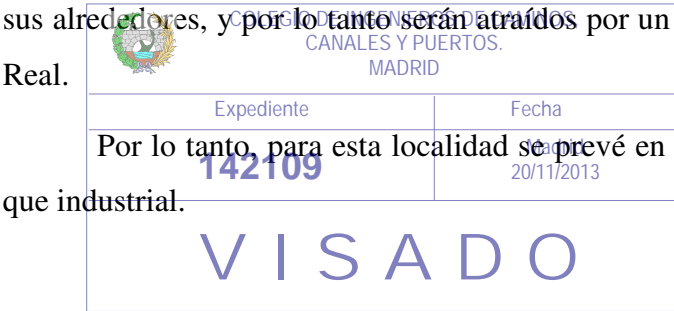
De las entrevistas mantenidas deducimos que la actual densidad de habitantes por ha irá en decremento amoldándose al tipo de edificación de desarrollo horizontal.

Se han dividido las áreas urbanas en las siguientes categorías:

- a. Zona urbana actual incluyendo las actuaciones que se están llevando a cabo actualmente.
- b. Suelo rústico que a medio plazo podría ser calificado como residencial.
- c. Suelo rústico que a largo o muy largo plazo podría ser calificado como residencial.

Para el caso a) adoptamos la actual densidad de habitantes por Ha 33 (227 Ha) para el caso b) tomamos 30 hab/ha y para el caso c) 25 hab/ha.

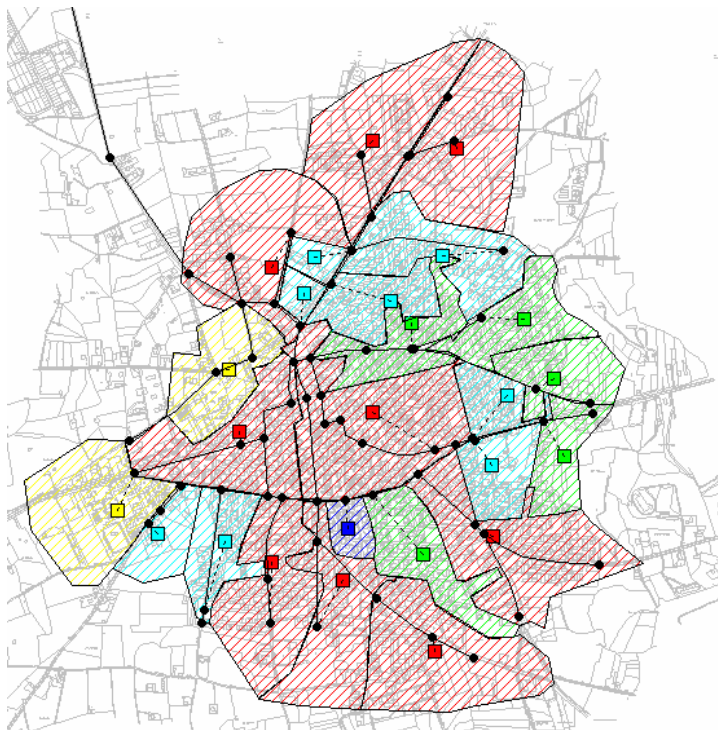
RESUMEN DE DATOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMAGRO			
SUELO RESIDENCIAL, TERCIARIO	PREVISIÓN DE TECHO		
	SUPERFICIE (Ha)	Hab/Ha	HABITANTES
Urbano existente	294	33	9.636
Urbanizable a medio plazo	198	30	5.940
Urbanizable a largo y muy largo plazo	263	25	6.575
TOTAL	755 ha.		22.151 hab.



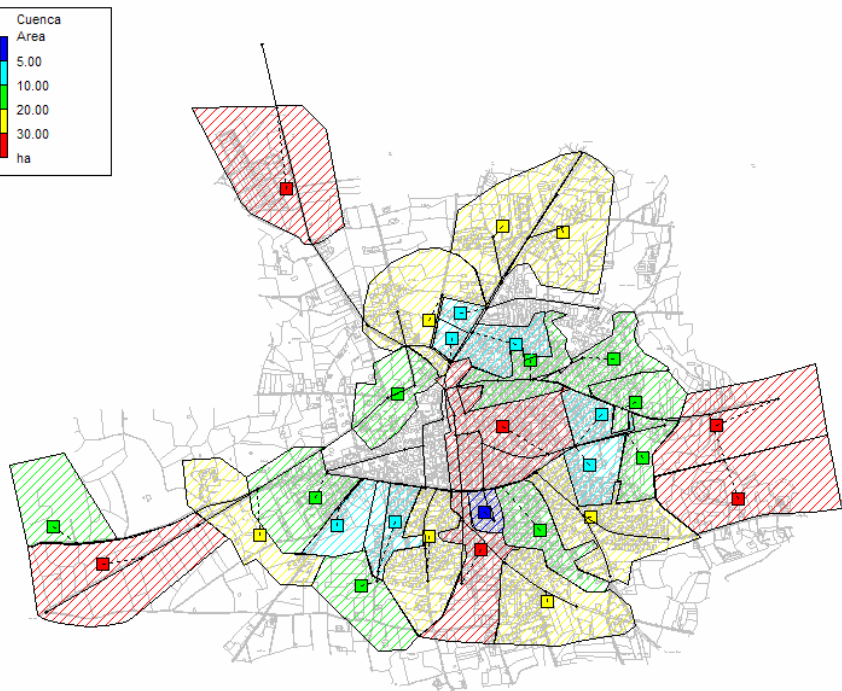
5.1.3.- DETERMINACIÓN DE CUENCAS Y SUBCUENCAS DE ALMAGRO Y BOLAÑOS

Para el caso particular de Bolaños se procedió a realizar entrevistas con los técnicos del municipio quienes aportaron un Plan General de Ordenación Urbana en el que se plantean varias áreas de desarrollo. Para el estudio de las diversas situaciones planteadas, se delimitó en cada caso la cuenca vertiente a la red de saneamiento.

A su vez, atendiendo a distribución de la red y a la pendiente del terreno, las cuenca vertiente de Bolaños, se disgregó en subcuencas, sin embargo, en el caso de Almagro se consideró todo el municipio como una cuenca debido a la falta de datos que permitieran un estudio en detalle con garantías de veracidad.



Bolaños: Situación año 10



Bolaños: Situación año 25

Para la determinación de la cuenca y la superficie de la cuenca del municipio de Almagro se han considerado las superficies del año 10 las siguientes:

- Límite del casco urbano residencial actual
- Zonas del caso urbano residencial aún en desarrollo
- Polígonos industriales actualmente existentes
- Zonas rústicas con consulta de viabilidad para residencial aprobada
- Suelo rústico con consulta de viabilidad para uso industrial aprobada

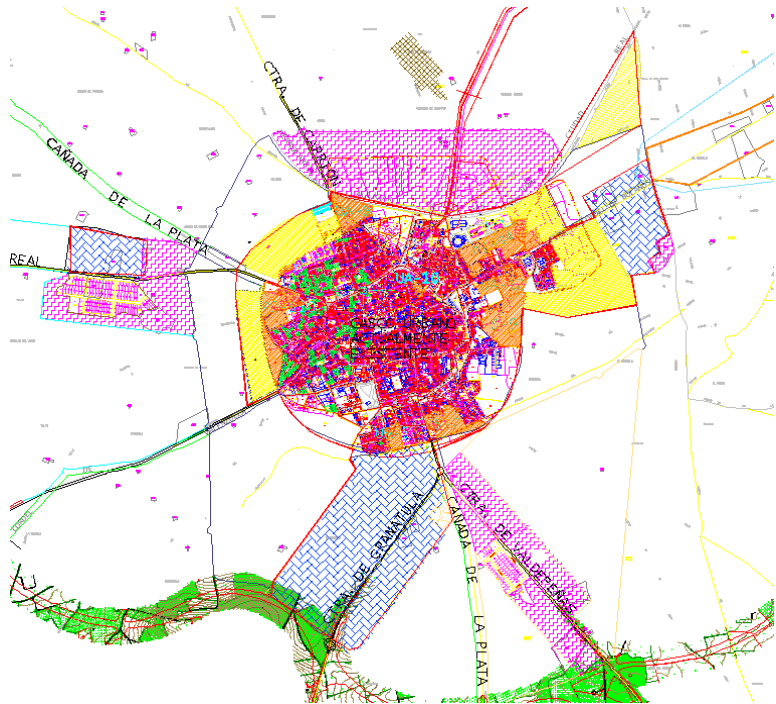
En total 447 ha simplificadas en una cuenca al no disponerse datos de las cuencas del municipio.

Y para confeccionar la superficie del año 25 se consideran, además de las anteriores las siguientes:

- Suelo rústico que a medio plazo podría ser calificado como de uso industrial
- Suelo rústico que a medio plazo podría ser calificado como residencial
- Suelo rústico que a largo o muy largo plazo podría ser calificado como residencial
- Suelo rústico que a muy largo plazo tal vez podría ser calificado como industrial

En total 1.225 ha, incluyendo la superficie del año horizonte 10.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
142109	Madrid 20/11/2013
VISADO	



- LÍMITE DEL CASCO URBANO RESIDENCIAL
- ZONAS DEL CASO URBANO RESIDENCIAL AÚN EN DESARROLLO
- POLÍGONOS INDUSTRIALES ACTUALMENTE EXISTENTES
- ZONAS RÚSTICAS CON CONSULTA DE VIABILIDAD PARA RESIDENCIAL APROBADA
- SUELO RÚSTICO CON CONSULTA DE VIABILIDAD PARA USO INDUSTRIAL APROBADA
- SUELO RÚSTICO QUE A MEDIO PLAZO PODRÍA SER CALIFICADO COMO DE USO INDUSTRIAL
- SUELO RÚSTICO QUE A MEDIO PLAZO PODRÍA SER CALIFICADO COMO RESIDENCIAL
- SUELO RÚSTICO QUE A LARGO O MUY LARGO PLAZO PODRÍA SER CALIFICADO COMO RESIDENCIAL
- SUELO RÚSTICO QUE A MUY LARGO PLAZO TAL VEZ PODRÍA SER CALIFICADO COMO INDUSTRIAL

Almagro: Situación año 0 y 25

Por tanto la superficie objeto del presente trabajo queda resumida en el siguiente cuadro:

Situación planteada		Superficie total (ha)	Número de subcuencas
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Bolaños Madrid	Actual	398.30	25
	Futura	613.73	1
Expediente Almagro 142109	Actual	447,00	32
	Futura	1225,00	1
TOTAL	Actual	845.3	26
	Futura	1838.73	33

Las características físicas más relevantes de la superficie de estudio, y que van a ser determinantes en la génesis de las crecidas, son:

- Área
- Pendiente
- Superficie impermeable e infiltración del terreno

Respecto a las pendientes a afectos del modelo SWMM el valor relevante es el de la pendiente de los colectores, que ha sido introducida en cada caso.

LLUVIA DE PROYECTO

Para calcular la lluvia de proyecto se utiliza el documento “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”, editada por Servicio de Geotecnia de la Dirección General de Carreteras en colaboración con el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (C.E.D.E.X), con el objeto de facilitar el dimensionamiento hidráulico de las obras de drenaje.

Adicionalmente Se ha tenido en cuenta los estudios previos realizados por INGIOPSA en el Proyecto de colectores, anteriormente expuesto. Los resultados de ambos métodos desarrollados en el Anejo 7 del “Proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro” se recogen en forma de tabla a continuación:

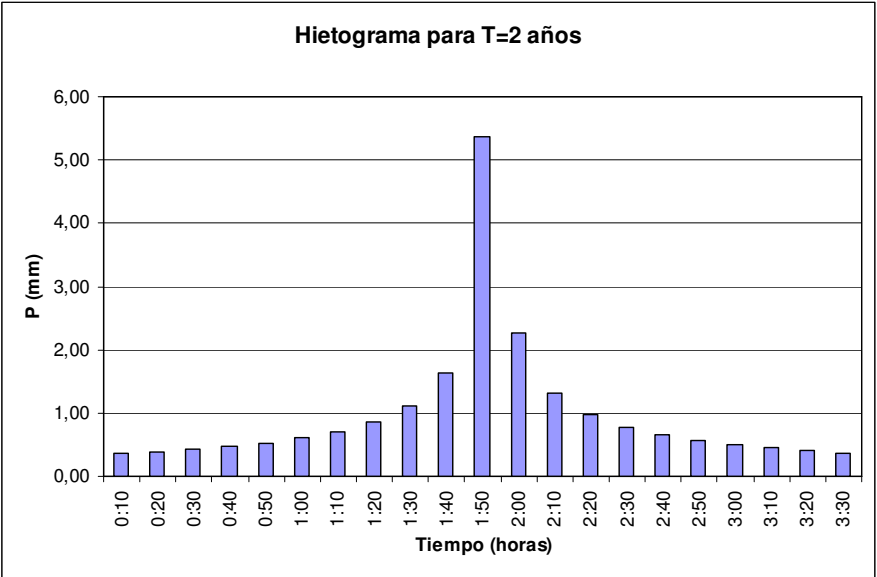
PERIODO DE RETORNO (T)	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h (mm)		
	GUMBEL	SQRT-E-máx	MAPA MF
2	30	29	32
5	41	41	43
10	48	49	51
25	58	61	62
50	65	70	71
100	72	80	80
500	87	105	104
1000	94	117	115
5000	110	146	143

Los valores obtenidos del Mapa de máximas precipitaciones del Ministerio de Fomento coinciden claramente con los valores de los resultados obtenidos por ajustes estadísticos dado que se han empleado los datos de una sola estación c, como los representativos de la pluviometría de la zona.

Se observa una coincidencia de valores, por los dos métodos estadísticos, para pequeños periodos de retorno, resultando superiores los valores de SQRT-E-máx para períodos altos, siendo estos últimos los valores adoptados

Una vez definida la cuantía de la lluvia a estudiar es necesario definir su distribución en el tiempo.

Para su determinación se hizo coincidir la duración del aguacero con el tiempo de concentración de la cuenca, estudiándose el modelo de distribución simétrico



t (min)	P (mm)
0:10	0,36
0:20	0,39
0:30	0,43
0:40	0,47
0:50	0,53
1:00	0,61
1:10	0,71
1:20	0,86
1:30	1,11
1:40	1,64
1:50	5,37
2:00	2,26
2:10	1,32
2:20	0,97
2:30	0,78
2:40	0,65
2:50	0,57
3:00	0,50
3:10	0,45
3:20	0,41
3:30	0,37



CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

Como se ha citado anteriormente el SWMM, además de contar con los tres módulos principales (módulo meteorológico, módulo hidrológico y módulo hidráulico), dispone de uno adicional que permite estudiar la generación, entrada y transporte de cualquier número de contaminantes definidos en el sistema.

La información necesaria para el estudio de cada uno de estos agentes contaminantes es:

- Concentración del contaminante en las aguas provenientes de la lluvia.
- Concentración del contaminante en las aguas residuales
- Concentración del contaminante en la superficie de las cuencas

Los contaminantes prioritarios definidos en el modelo para el estudio de sus valores y evolución, han sido los siguientes:

- Sólidos en suspensión (SS)
- Demanda biológica de oxígeno (DBO)
- Demanda bioquímica de oxígeno (DQO)

5.1.4.- Contaminación y caudal de las aguas negras

En la simulación de los fenómenos de contaminación producidos en el sistema de saneamiento objeto del presente proyecto se ha previsto la contaminación procedente de las propias aguas residuales generadas por la población, repercutiendo la parte proporcional del caudal estimado en las distintas situaciones del estudio en cada uno de los nudos de producción de las mismas.

Los valores de los distintos parámetros de contaminación utilizados para las aguas residuales en el estudio han sido las siguientes:

- SS: 400 mg/l
- DBO: 350 mg/l
- DQO: 600 mg/l

Para determinar las aguas negras se han utilizado los valores expresados en el “*Proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro*” :

Como conclusión se puede considerar en Bolaños:

- Dotación (m3/hab-día) = 0,190
- Coeficiente de caudal punta = 2.58
- Coeficiente de caudal mínimo = 0,26

	22-nov-06	23-nov-06	24-nov-06	25-nov-06	26-nov-06	27-nov-06	28-nov-06	29-nov-06	30-nov-06	01/DEC/06	02/DEC/06	03/DEC/06	04/DEC/06	Promedio
Promedio de Q (m3/s) incl. 0% canal aguas negras	0,029	0,032	0,030	0,028	0,024	0,020	0,026	0,025	0,029	0,030	0,032	0,024	0,028	0,028
Caudal Máximo (m3/s)	0,058	0,069	0,058	0,062	0,037	0,032	0,068	0,072	0,105	0,082	0,065	0,046	0,060	0,071
Coef. Punta	2,030	2,137	1,975	2,166	1,583	1,562	2,624	2,863	3,592	2,770	2,068	1,902	2,180	2,582
Caudal Mínimo (m3/s)	0,009	0,009	0,009	0,000	0,007	0,006	0,009	0,006	0,006	0,009	0,009	0,006	0,003	0,007
Coef. Caudal mínimo s/ promedio	0,329	0,292	0,315	0,000	0,315	0,311	0,358	0,252	0,212	0,314	0,294	0,258	0,116	0,258
Vol (m3/día)	2.577	2.783	2.552	2.456	2.043	1.752	2.247	2.179	2.528	2.561	2.733	2.110	2.393	2.393
Población	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600
Dotación (m3/hab-día)	0,204	0,221	0,203	0,195	0,162	0,139	0,178	0,173	0,201	0,203	0,217	0,167	0,190	0,190

Siendo para Bolaños:

- Dotación (m3/hab-día) = 0,170
- Coeficiente de caudal punta = 1,75
- Coeficiente de caudal mínimo = 0,23

CAUDALES HORARIOS Y DIARIOS (m³/h)													
	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Medio	Min	Max	
	25/11/06-26/11/06	26/11/06-27/11/06	27/11/06-28/11/06	28/11/06-29/11/06	29/11/06-30/11/06	30/11/06-01/12/06	01/12/06-02/12/06	02/12/06-03/12/06	03/12/06-04/12/06				
TOTAL (m³/día)	1.510,4	1.823,8	1.894,7	1.555,7	1.158,9	1.886,6	1.468,2	1.330,9	1.522,3	1.572,4	904,1	2.409,3	
Promedio	62,9	76,0	78,9	64,8	48,3	78,6	61,2	55,5	63,4	65,5	37,7	100,4	
Caudal Máximo	125,0	101,8	127,6	104,7	77,6	125,0	127,6	85,5	86,8	91,8	71,0	127,6	
Coef. Caudal punta s/ promedio	2,0	1,3	1,6	1,6	1,6	1,6	2,1	1,5	1,4	1,4	1,9	1,3	
Hora caudal máximo	12,3	48,7	44,8	39,8	2,9	46,2	0,7	41,5	43,8	43,8	0,7	49,8	
Caudal Mínimo	12,3	48,7	44,8	39,8	2,9	46,2	0,7	41,5	43,8	43,8	0,7	49,8	
Población	9500	9500	9500	9500	9500	9500	9500	9500	9500	9500	9500	9500	
Dotación (m3/hab día)	0,159	0,192	0,199	0,164	0,122	0,199	0,155	0,140	0,160	0,166	0,095	0,254	

Además se han considerado, las aguas negras que vierten cada una de las cuencas se utilizan los datos del PLAN DIRECTOR DE SANEAMIENTO DEL TERMINO MUNICIPAL DE BOLAÑOS para la situación del año 10 y se estima un caudal de aguas negras proporcional a la media de aguas negras por superficie considerada para las cuencas incorporadas en el año 25.

Cuenca	Ag. Negras (l/s)
1	0,44
2	1,75
3	1,14
4	0,68
5	0,26
6	0,76
7	1,01
8	0,26
9	0,15
10	0,61
11	0,45
12	3,94
13	1,01
14	0,47
15	0,29
16	0,48
17	0,66
18	1,03
19	0,03
20	0,08
21	0,48
22	0,48
23	0,03
24	1,01
25	0,80
26	1,63
27	0,68
28	1,70
29	1,89
30	1,39
31	0,25
32	0,07
TOTAL	25,91

➔En consecuencia se adopta a efectos de diseño para los años 10 y 25, de 16 y 26 l/s respectivamente de caudal medio de aguas negras.

VISADO

5.1.5.- Contaminación del agua de pluviales en la superficie de las Cuencas

Para estudiar la contaminación producida por el vertido de las aguas pluviales al medio receptor se deben determinar tanto la acumulación en el suelo de los agentes contaminantes como su posterior arrastre por la escorrentía de las aguas. Para ello se ha definido un único tipo de “uso del suelo” en el que se han descrito los fenómenos y parámetros de acumulación y arrastre de contaminantes en las subcuencas, distintos en función de cada contaminante en particular. Estos modelos darán lugar a la consiguiente la curva de concentración del contaminante en el agua de escorrentía que va a recoger la red de saneamiento y que, finalmente habrá que acondicionar de manera que su vertido sea respetuoso con el medio receptor.

5.1.5.1.- Acumulación del contaminante

La acumulación del contaminante en kg/ha se ha estimado mediante una función exponencial de manera que tiende de forma asintótica a un determinado valor máximo.

El valor máximo de contaminación acumulada para cada contaminante se estimó en base al estudio realizado por el CEDEX en Mayo del 2002 “Redacción de una experiencia piloto de medición y estudio de las descargas en sistemas unitarios”.

Contaminante	USO 1	USO 2	USO 3	USO 4
DBO5	34	90	34	1,12
N	9	11,2	7,8	0,22
P	1,6	3,4	2,2	0,04
SS	390	360	672	11,2
Cd	0,013	0,06	0,024	0,002
Cr	0,026	0,028	0,044	0,003
Cu	0,045	0,049	0,077	0,007
Hg	0,038	0,043	0,065	0,006
Ni	0,029	0,032	0,030	0,004
Pb	0,157	0,174	0,269	0,022
Zn	0,570	0,630	0,980	0,081

USO 1: Uso residencial de baja y media densidad (< 125 hab/ha) con poca incidencia industrial.

USO 2: Uso residencial de alta densidad (> 125 hab/ha) con zonas comerciales.

USO 3: Uso que incluye media y alta incidencia industrial.

USO 4: Incluye parques y zonas de esparcimiento. Las cargas de contaminación de estas zonas son en muchos casos despreciables.

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,

Tabla 5.1: Cargas de contaminación en la escorrentía superficial urbana (kg/ha/año)

MADRID

Expediente

Fecha

(Marsalek, 1978)

142109

Madrid
20/11/2013

De acuerdo a los datos reflejados en dicho estudio, se adoptaron, para el desarrollo del presente estudio en kg/ha/año los valores reflejados en la siguiente tabla, donde se puede observar que los valores disminuyen de forma lineal atendiendo al número de lavados que se estime puedan producirse a lo largo del año.

PARAMETROS DE CONTAMINACION (Kg/Ha/año-periodo)						
Nº Lavados	0 /año	1 /año	2 /año	3 /año	4 /año	5 /año
SS	315,00	157,50	105,00	78,75	63,00	52,50
DQO	72,00	36,00	24,00	18,00	14,40	12,00
DBO	36,00	18,00	12,00	9,00	7,20	6,00

La expresión que permite definir la acumulación es de tipo exponencial que se aproxima asintóticamente a un determinado valor máximo:

B= C1(1-e^{-C2t})

Donde C₁ representa la acumulación máxima posible (masa por unidad de área) y C₂ la constante de crecimiento del contaminante acumulado (1/día)

5.1.5.2.- Arrastre del contaminante

El arrastre del contaminante se ha estimado, al igual que en el caso de la acumulación, definiendo una función exponencial en la que las unidades de masa de contaminante arrastrado por hora fuera proporcional al producto de la escorrentía elevado a una cierta potencia y a la cantidad de contaminante acumulado. Esta función es la siguiente:

W=C1·q^C₂B

Donde C₁ es el coeficiente de arrastre; C₂ el exponente de arrastre en (mm/h) y B la acumulación del contaminante en kg/ha.

Para determinar los distintos parámetros de la presente fórmula exponencial se volvió a utilizar, como en el caso anterior, los resultados obtenidos en el estudio del CEDEX de mayo de 2.002 de acuerdo a la siguiente tabla:

Contaminante	Tipo de alcantarillado	Mínimo	Medio	Máximo	Desviación estándar
SS	Pluviales	0.152	0.769	2.023	0.307
	Unitario	0.274	0.926	1.506	0.186
DQO	Pluviales	0.282	0.681	1.375	0.215
	Unitario	0.265	0.852	1.233	0.171
DBO5	Pluviales	0.271	0.669	1.379	0.238
	Unitario	0.449	0.832	1.203	0.170

Tabla 115: Rangos de valores del parámetro “b”.

Saget et al., 1996.

Adoptándose los siguientes valores en el estudio para cada uno de los parámetros de contaminación estudiados:

SS		DQO		DBO	
C1	C2	C1	C2	C1	C2
1,00	0,95	1,00	0,80	1,00	0,85

SIMULACIONES REALIZADAS

Una vez realizado el planteamiento de los datos a utilizar se procederá a realizar diversas simulaciones con el programa Swamm con el fin de determinar el comportamiento de lavados de los contaminantes y su incorporación a la red de saneamiento, así como la forma de retener el agua de lavado cuando no tenga capacidad la EDAR de Bolaños y Almagro para depurarlas, y antes de tener un nivel de calidad aceptable para su vertido de forma directa al río.

Se va a considerar el estudio para las siguientes situaciones:

- Año 10
- Año 25

Asimismo, dentro de estos dos periodos, se estudiaran cinco circunstancias producto del número de lavados previos antes de que se produzca la lluvia: 0, 1, 2 3 y 4.

Es decir, en el primer caso de 0 lavados significa que, cuando se produce la lluvia, ha habido 365 días previos sin lluvia, en el caso de 1 lavado, significa que ha habido seis meses sin lluvia, y así respectivamente para 2, 3 y 4 lavados, que significa 4, 3 y 2,5 meses sin lluvia.

De los resultados obtenidos se significará con un color diferente los resultados que se derivan de haberse producido 3 lavados en el año, es decir 3 meses sin lluvia previa al aguacero estudiado y que muy bien pueden corresponder con todo el periodo estival sin llover antes de una tormenta de fin de verano o de otoño.

5.1.6.- determinación del hidrograma de entrega a los puntos de ubicación de los estanques de tormenta

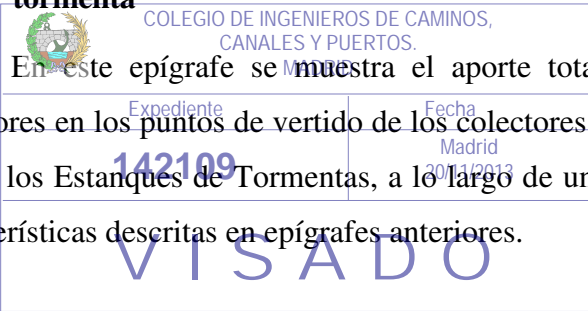
En este epígrafe se muestra el aporte total de agua de escorrentía y aguas negras por los colectores en los puntos de vertido de los colectores nuevos y de los colectores viejos, donde se deberían ubicar los Estanques de Tormentas, a lo largo de un periodo de 24 horas después de un aguacero de las características descritas en epígrafes anteriores.

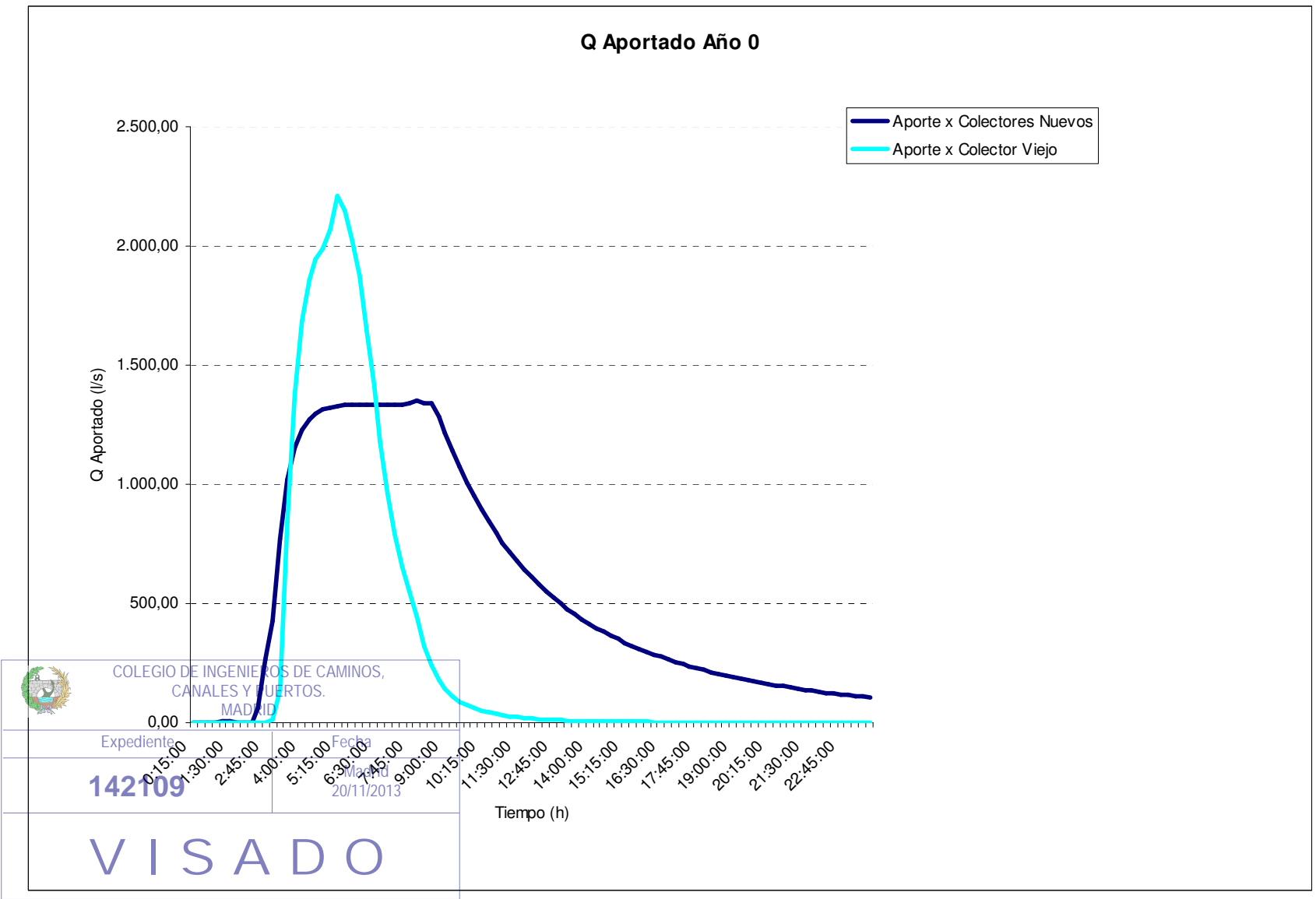
En el momento en que los colectores nuevos van llegando a la máxima capacidad, y siempre que la escorrentía continúe, como es el caso de este estudio, este caudal comienza a derivarse, en la arqueta de inicio, hacia los colectores viejos.

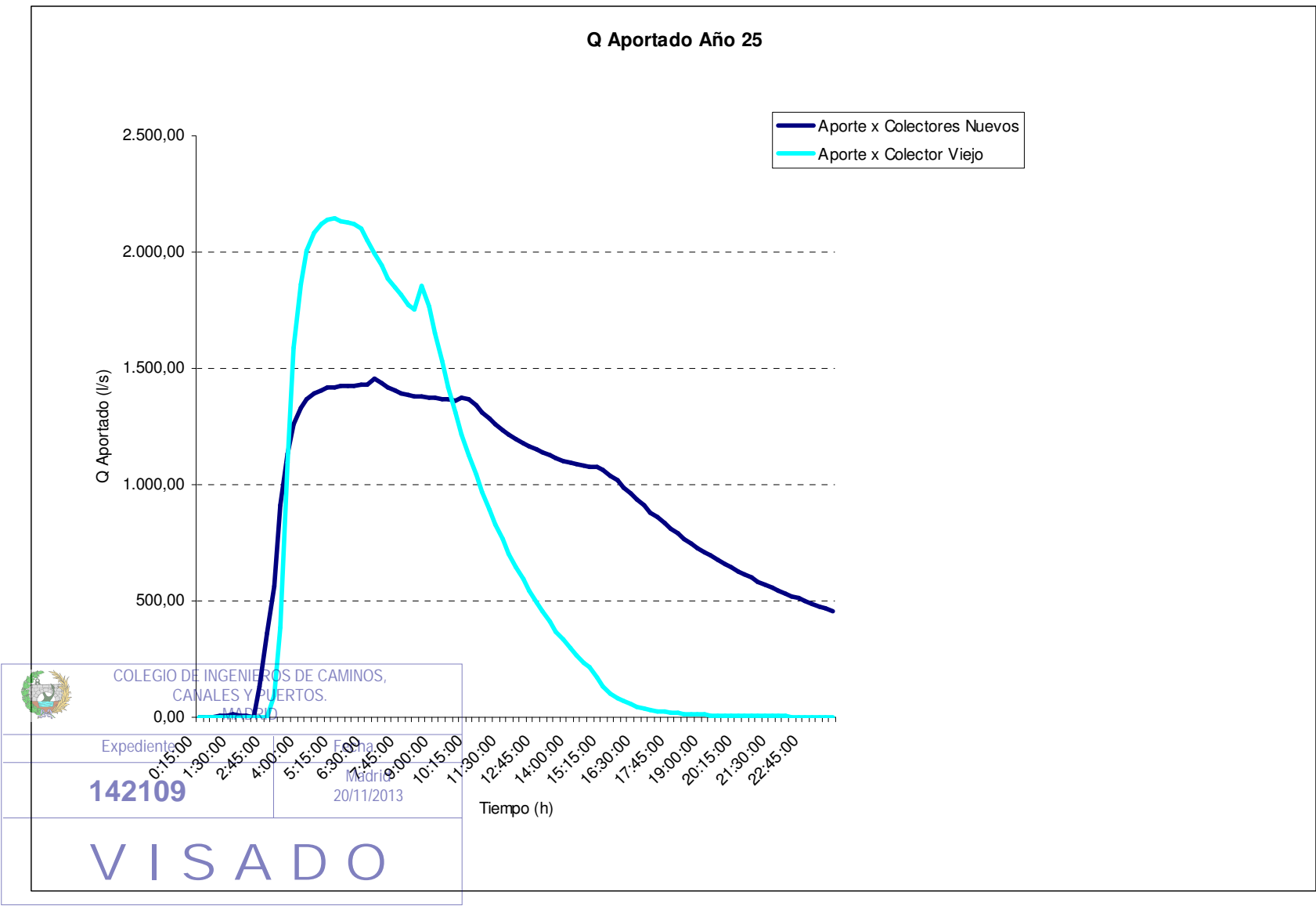
Debido a que los colectores viejos tienen más capacidad que los nuevos, como se describió en epígrafes anteriores, estos transportan más caudal que los colectores nuevos durante un periodo de tiempo.

A medida que la escorrentía remite, disminuye el caudal circulante por el colector viejo, hasta volver a cruzar, como se observa en los gráficos, al gráfico de caudal transportado por los colectores nuevos, manteniéndose al caudal máximo en el colector nuevo durante un tiempo, hasta un momento en el cual se deja de dividir agua en las arquetas y toda el agua volvería a los colectores nuevos.

En los gráficos siguientes se observa como se comporta el caudal circulante para la modelización en el año 10 y en el año 25, observándose que, de forma lógica, se transporta más agua en el año 25 al haber más superficie en ambas cuencas.







5.1.7.- Determinación del volumen de los estanques de tormentas atendiendo al criterio de vertido por encima de 4xQp

Como la EDAR no puede tratar más de 0.34m3/s, se limita el caudal entrante desde el estanque de tormentas a la EDAR a su máxima capacidad de ampliación.

Todo el caudal restante, es decir el sobrante de los colectores nuevos que no va a la EDAR y la totalidad del caudal de los colectores viejos, se vierte al río.

Para evitar que este vertido se realice en condiciones no adecuadas de calidad se pueden diseñar estanques de tormentas que almacenen el agua con características inadecuadas de calidad hasta un valor tradicionalmente aceptado de 4xQp, a partir del cual se considera suficientemente lavada el agua y de calidad suficiente para verter al medio receptor.

Una vez terminado la escorrentía, el agua de los estanques de tormentas se transporta a la EDAR para su posterior depuración y vertido en condiciones adecuadas.

Como conclusión, para determinar el caudal de diseño y volumen a almacenar en los estanques de tormentas es necesario cortar la curva de hidrogramas por un caudal máximo estipulado en el que se considera que la calidad de las aguas es aceptable. Este valor es de 4 veces el caudal punta de diseño de las aguas negras.

En la tabla adjunta se muestran los volúmenes necesarios de los estanques de tormentas para los colectores nuevos y viejos según para el año 0 y el año 25.

VOLUMEN DE LOS ESTANQUES DE TORMENTAS (m³)

	Año 10	Año 25
Colector Nuevo	27.646,97	53.242,40
Colector Viejo	21.443,28	44.615,95

5.1.8.- Determinación de volumen de estanque de tormentas asociado al Hidrogramas de calidad del agua

En el presente epígrafe se mostrarán los resultados obtenidos de las concentraciones de contaminantes en función de los lavados previos a lo largo del tiempo.

De este modo se muestran las tablas que se recogen las concentraciones de contaminantes (TSS, DBO y DQO) en los puntos de vertido del colector nuevo y del colector viejo para los años de estudio 10 y 25.

Hay que tener en cuenta que durante la primera hora las concentraciones de contaminantes son muy elevadas, debido a que el caudal que circula, como se ha citado, se corresponde sólo con aguas negras.

En ese instante comienza el aguacero que transporta inicialmente los contaminantes muy concentrados en poco caudal, a continuación el caudal aumenta y a medida que transcurre el tiempo, las concentraciones de contaminantes disminuyen dentro de ese caudal, resultando un poco más lenta la disminución en el año 25 frente a la hipótesis del año 10.

Es significativo también observar en las tablas como el hecho de considerar diferentes lavados influye en la concentración de contaminantes como también se observa en los hidrogramas¹ que se presentan a continuación, en los que además se observa la notable diferencia que hay entre considerar 0 lavados y el resto de hipótesis consideradas.

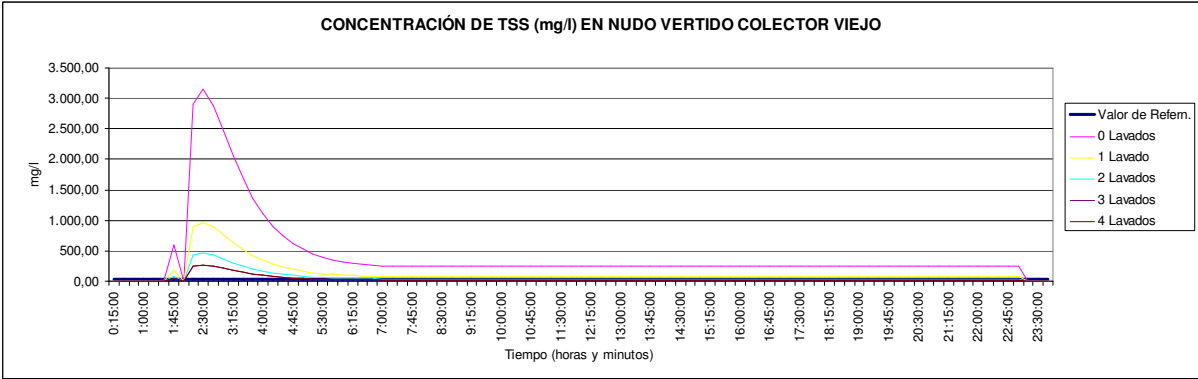
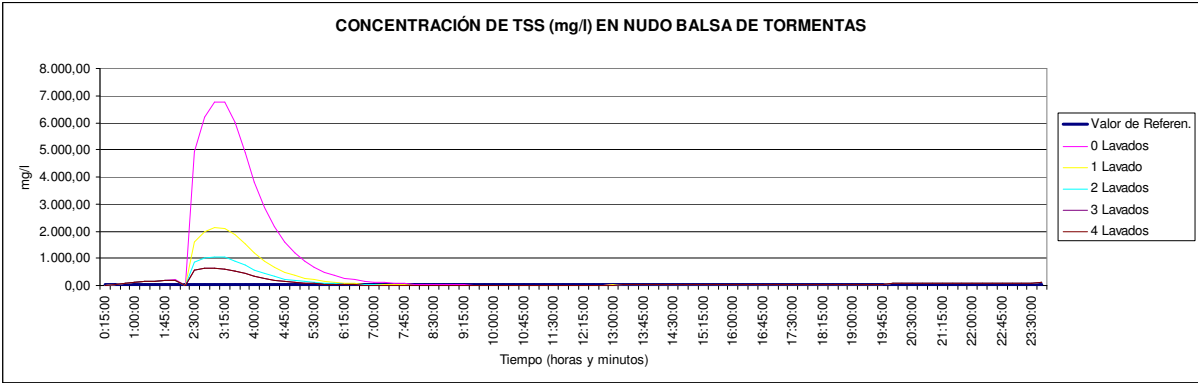
Es decir entre 0 lavados y 1 lavado la variación de concentración de contaminantes es de casi 4 veces, mientras que de 1 lavado a 2 lavados sólo es del doble.

Asimismo, en los hidrogramas, además de las concentraciones en función de los lavados, se ha incluido la constante de concentración aceptada para cada uno de los contaminantes a partir del cual desde la EDAR se vierte al medio receptor.

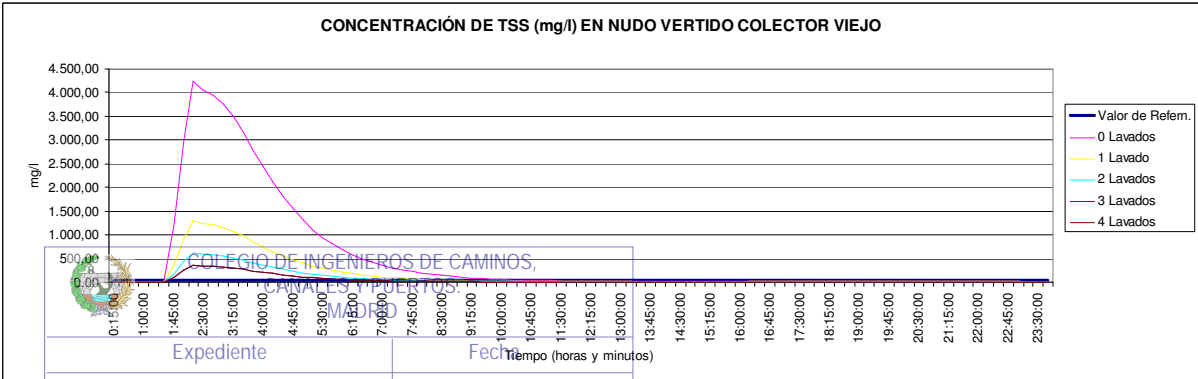
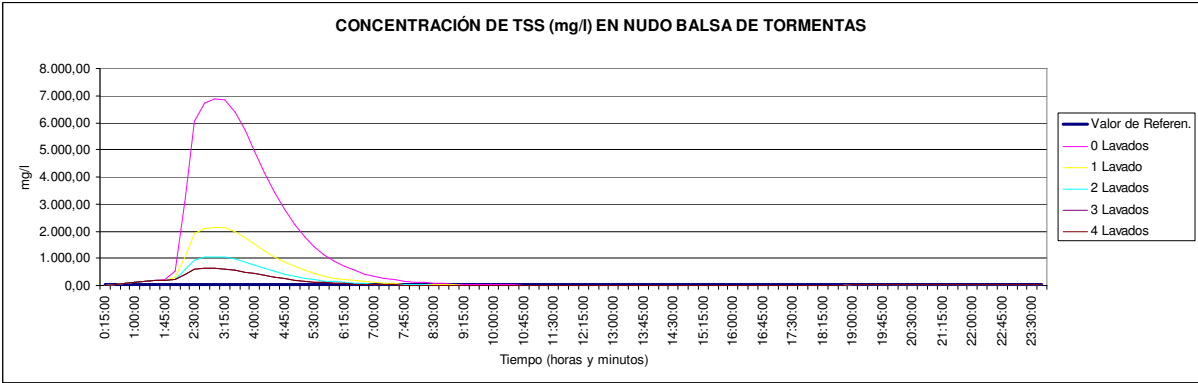
A partir de este dato se observa que de los tres contaminantes considerados el más relevante y que marcará la definición de la cubicación de los estanques de tormentas será el TSS.

En el Anejo-5, Apéndice 5.3 se muestran los hidrogramas para la totalidad de los contaminantes estudiados, para los dos años de estudio, así como para los dos puntos de vertido. En este epígrafe se considera representativo mostrar únicamente los hidrogramas de TSS para los dos puntos de vertido para el año 0 y para el año 25.

HIDROGRAMA DE CALIDAD PARA EL AÑO



HIDROGRAMA DE CALIDAD PARA EL AÑO 25



5.1.9.- Comparación de los hidrogramas de Calidad con Caudal aportado en los nudos de vertido

Una vez que se han estudiado los hidrogramas de calidad en el epígrafe anterior se cruzan los datos de caudal y concentración de los diferentes contaminantes

Se van a mostrar como representativas el cruce del caudal y de concentración de contaminante para los dos años de estudio (Año 0 y año 25) pero sólo para la situación de 0 lavados previos y 3 lavados previos de TSS

De la observación de los gráficos se observa, en ambos puntos de vertido, que el pico de la concentración de contaminante es un pico estrecho, que enseguida cae debido a que los contaminantes se han lavado mientras que el caudal circulante es un pico más ancho, un poco menos en el caso del vertido de los colectores viejos como habíamos visto anteriormente.

Esto significa que si sólo se vierte el caudal que está por encima de 4xQp (siendo Qp=1,3 m3) se necesitaría dimensionar un estanque para un caudal que ya tiene una calidad adecuada y superior a la exigida para el vertido como se observa en el gráfico.

En el caso de los TSS, el agua debe tener una concentración de TSS que esté por debajo de 35 mg/l, que, en el caso, por ejemplo, del año 0 y 0 lavados, se llega, según el gráfico, en torno a la hora 8:30 en el punto de vertido de los colectores nuevos y al que no se llega en 24 horas en los colectores viejos (aunque en este caso es irrelevante debido a que el caudal es insignificante desde la hora 10 aproximadamente)

Sin embargo, se observa en el gráfico que cuando se llega al caudal de 4xQp, y por tanto se puede comenzar el vertido, aún el agua no dispone de la calidad adecuada, vertiéndose, por tanto con ese criterio, durante un tiempo el agua sin las condiciones de calidad que se exigen. Por ello y como conclusión indicar que el criterio de utilizar 4XQpn, resulta conservador en el dimensionamiento del estanque de tormentas. Adicionalmente , indicar que a medida que se incrementa el número de lavados mejora la calidad del agua y se reduce considerablemente el volumen del estanque de tormentas.

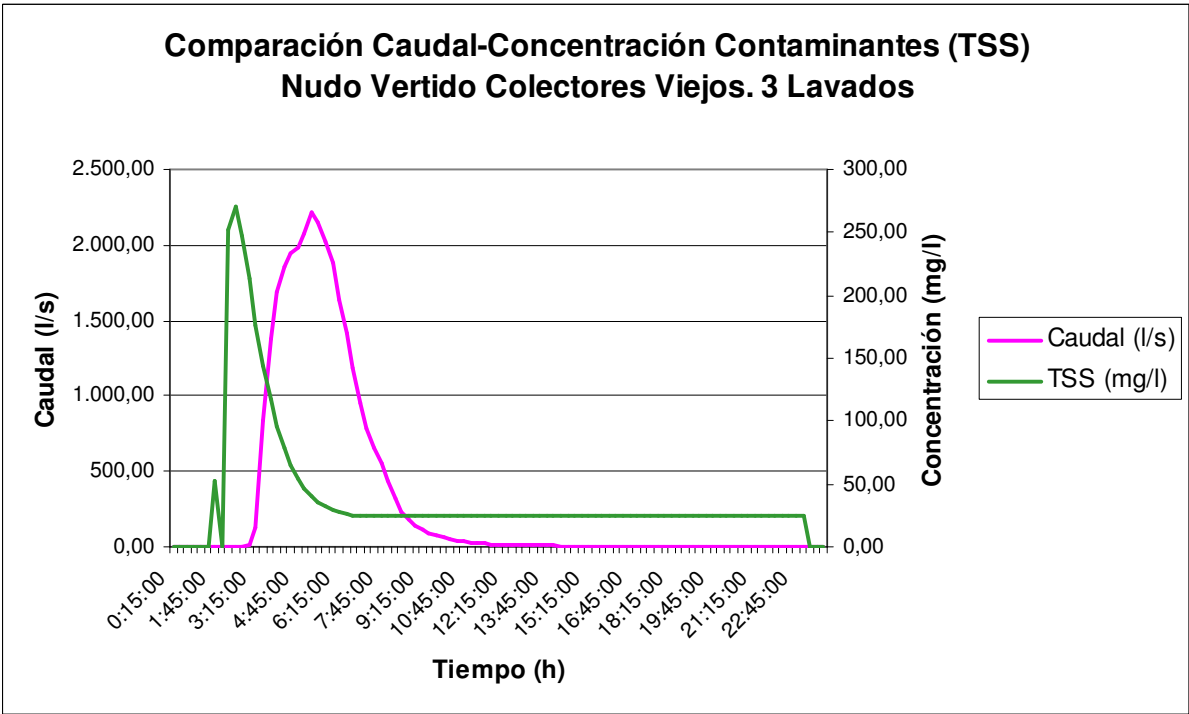
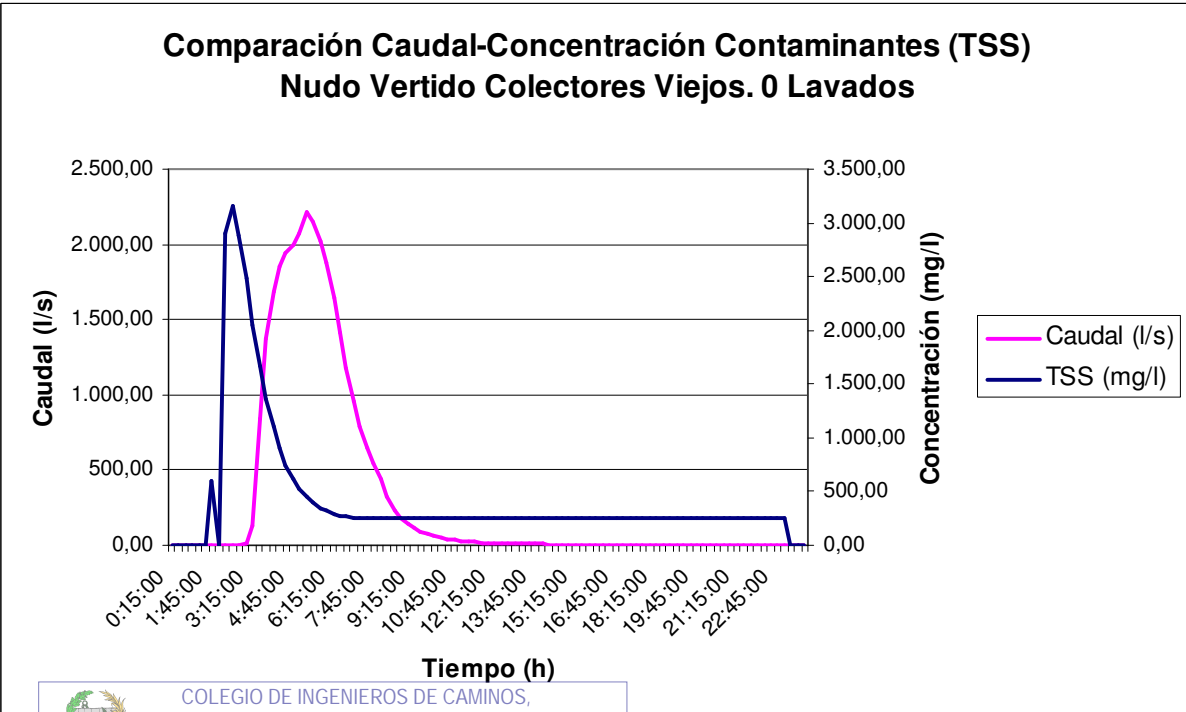
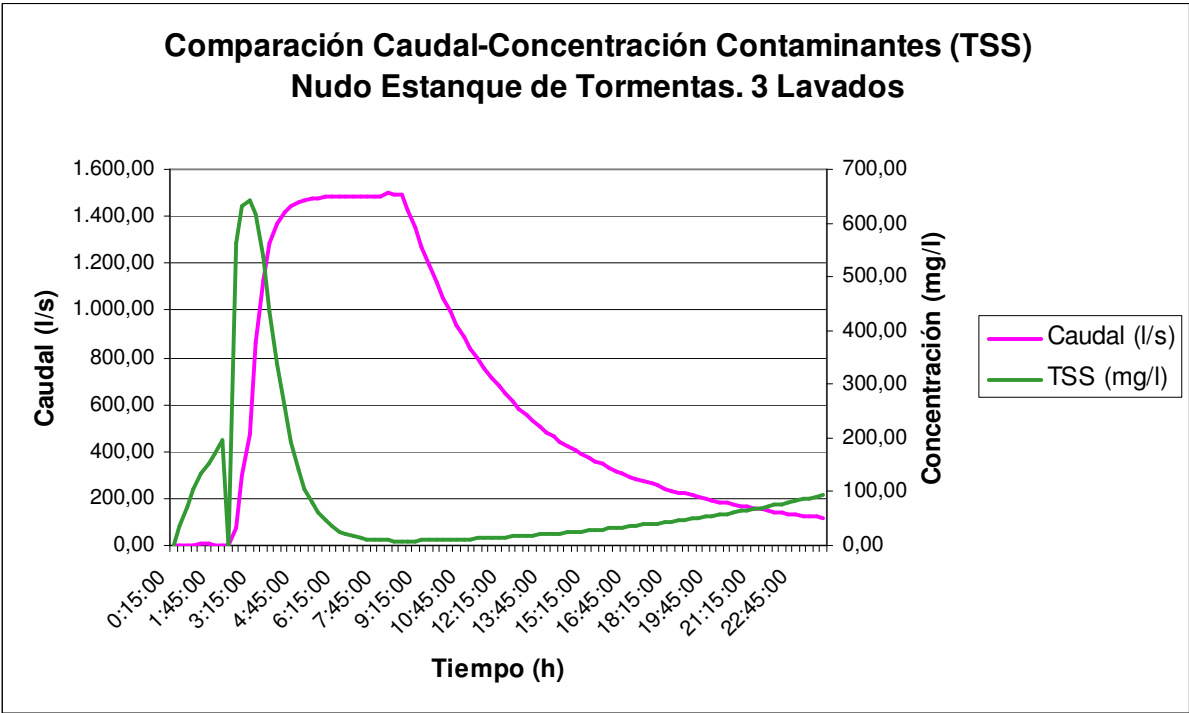
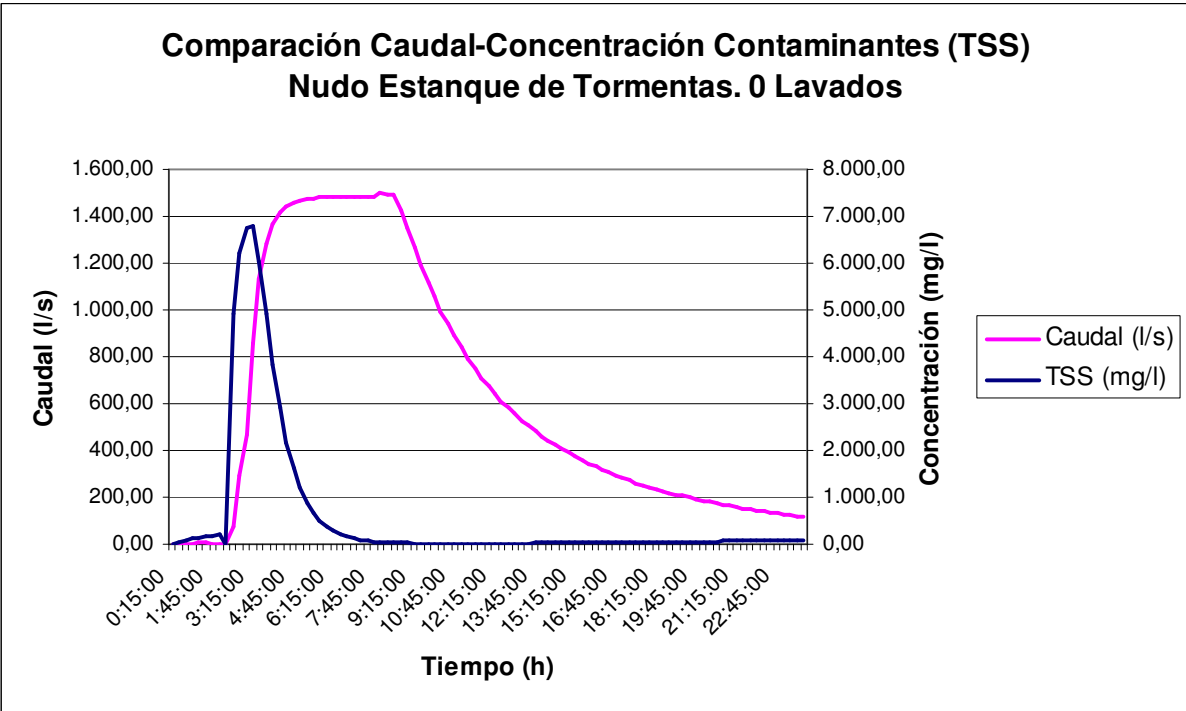
Por último indicar que los valores asociados al lavado son valores de estudios realizados por el CEDEX que muestran diferencias zonales y función del tipo de desarrollo industrial del municipio, y que en su totalidad no están del todo conformados, pero nos son válidos en el presente estudio y nos permite estudiar la calidad de las aguas vertidas.

142109

Madrid
20/11/2013

VISADO

GRÁFICOS AÑO 10



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
MADRID

Expediente

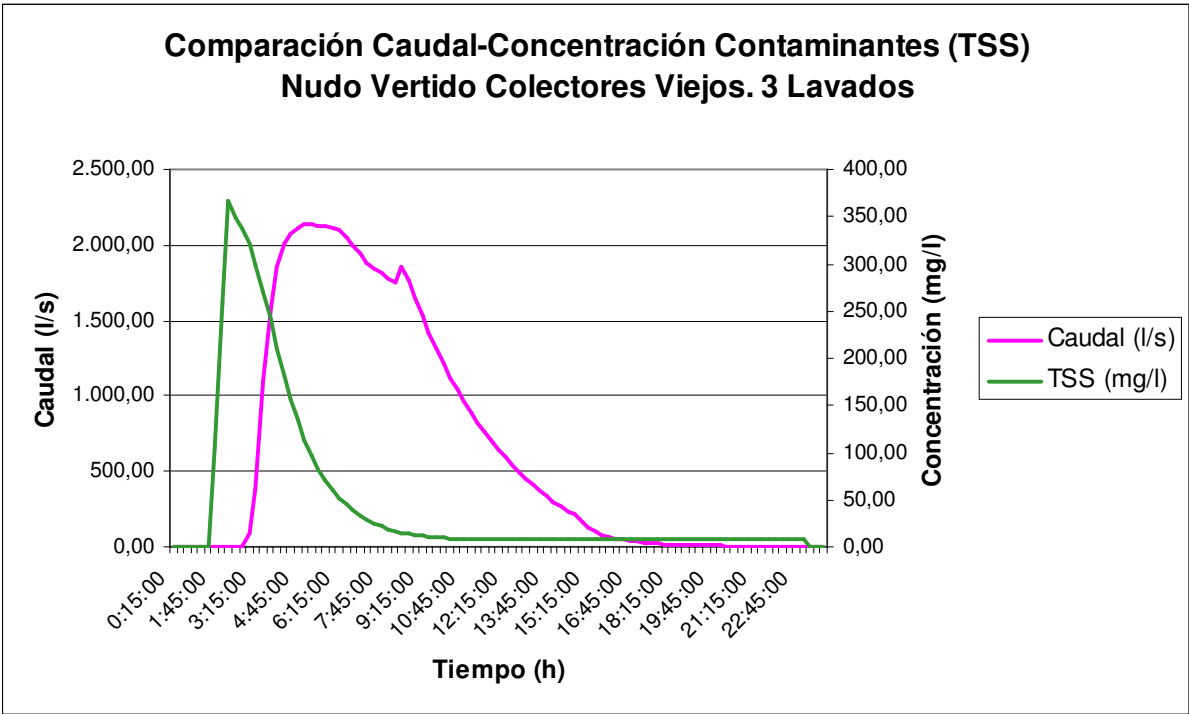
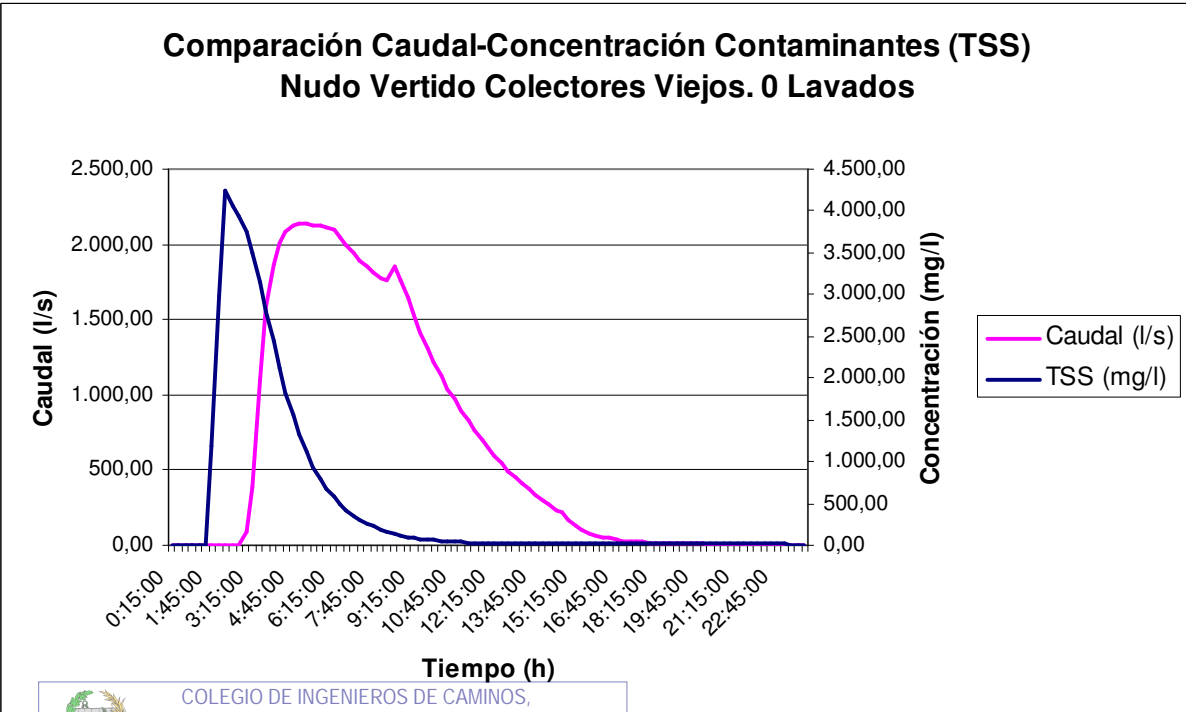
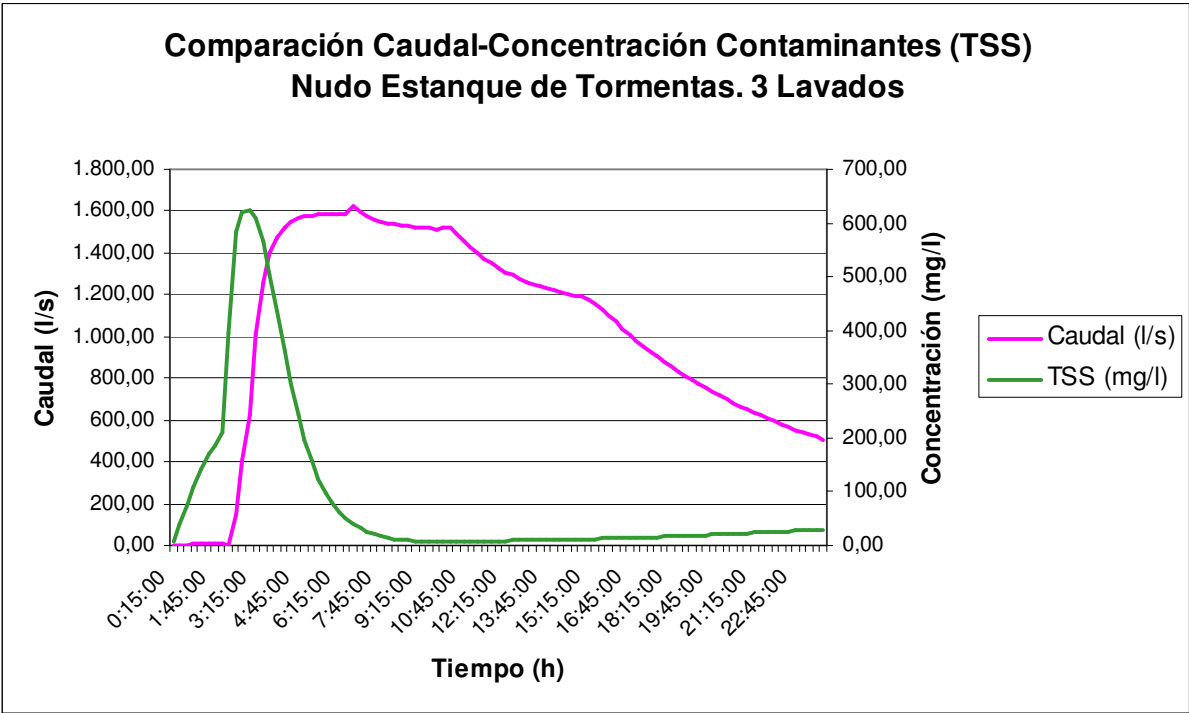
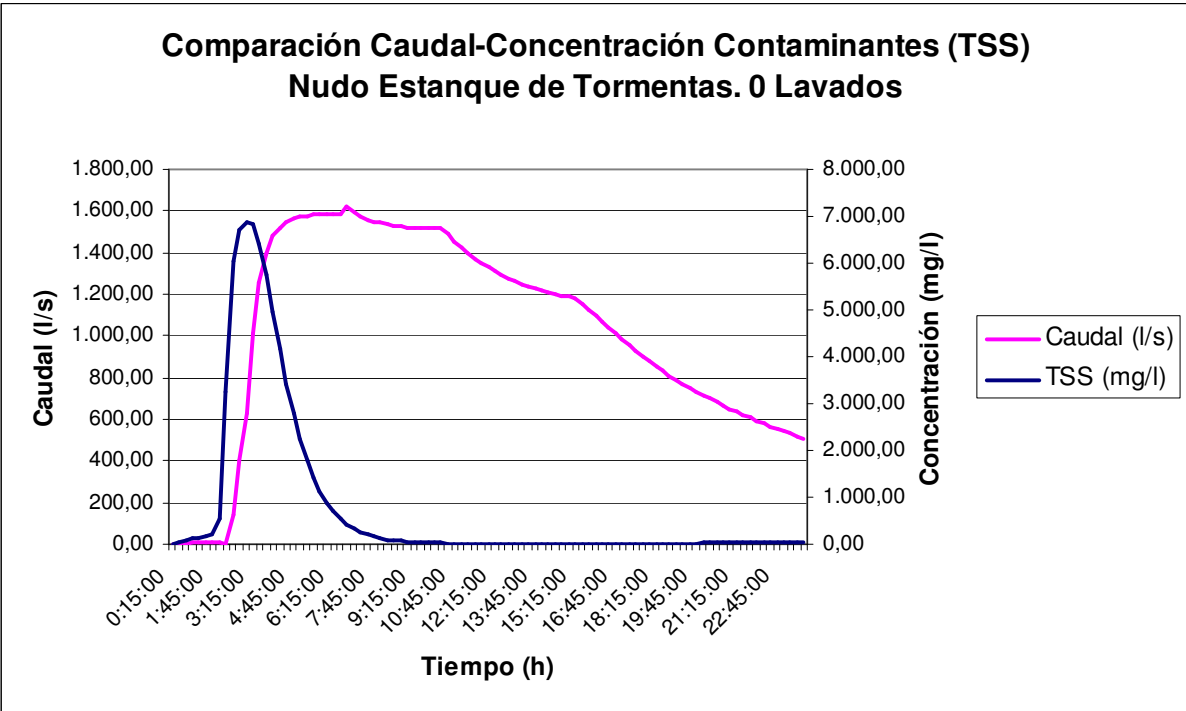
Fecha

142109

Madrid
20/11/2013

VISADO

GRÁFICOS AÑO 25



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
MADRID

Expediente

Fecha

142109

Madrid
20/11/2013

VISADO

5.1.10.- Determinación del volumen de los estanques de tormentas atendiendo a criterios de calidad del agua

En consecuencia, y con los datos previos y los reflejados en los apéndices se calcula el volumen necesario para los estanques de tormentas para los diferentes años de estudio, lavados previo y puntos de vertido, resultando los siguientes que se reflejan en las tablas.

Se ha significado la columna correspondiente a los tres lavados debido a que parece que es una hipótesis más acercada a la que se puede producir en la realidad.

AÑO 10

VOL. NECESARIO DE ESTANQUE DE TORMENTAS SEGÚN LAVADO (m³) Y EN FUNCIÓN DE LOS CONTAMINANTES					
Contaminantes	LAVADOS				
	0	1	2	3	4
TSS	19.301,87	14.383,88	11.444,57	9.487,52	8.510,75
DBO	12.424,05	8.510,75	6.565,01	4.642,93	3.701,49
DQO	9.487,52	5.599,40	2.785,44	1.913,19	464,49
VOL. NECESARIO DE ESTANQUE DE TORMENTAS EN VERTIDO POR COLECTOR VIEJO SEGÚN LAVADO (m³) Y EN FUNCIÓN DE LOS CONTAMINANTES					
Contaminantes	LAVADOS				
	0	1	2	3	4
TSS	26.473,57	26.473,57	26.473,57	19.636,52	14.645,36
DBO	26.473,57	12.710,23	5.317,21	888,44	0,00
DQO	14.645,36	3.647,36	0,00	0,00	0,00

AÑO 25

VOL. NECESARIO DE ESTANQUE DE TORMENTAS SEGÚN LAVADO (m³) Y EN FUNCIÓN DE LOS CONTAMINANTES					
Contaminantes	LAVADOS				
	0	1	2	3	4
TSS	26.426,94	20.325,59	17.207,89	15.069,22	12.894,73
DBO	18.465,24	13.104,85	9.892,63	7.760,64	5.650,70
DQO	13.967,06	8.614,91	5.440,59	2.418,53	1.517,62
VOL. NECESARIO DE ESTANQUE DE TORMENTAS EN VERTIDO POR COLECTOR VIEJO SEGÚN LAVADO (m³) Y EN FUNCIÓN DE LOS CONTAMINANTES					
Contaminantes	LAVADOS				
	0	1	2	3	4
TSS	50.510,87	42.547,20	36.821,88	30.337,81	26.976,26
DBO	36.821,88	25.229,37	15.876,53	8.195,16	2.841,32
DQO	26.976,26	13.958,97	2.841,32	0,00	0,00



COLECCION DE INGENIEROS DE OBRAS DE
CANALES Y PUERTOS.
MADRID

Expediente	Fecha
142109	Madrid 20/11/2013

V I S A D O

CONCLUSIONES

5.1.11.-Capacidad del colector nuevo y existente

De los análisis realizados se observa que el colector nuevo dispone de una capacidad limitada, de forma que en el hidrograma del aguacero, el agua circulante no consigue alcanzar la calidad suficiente antes de que vierta agua al colector viejo, por lo que el agua se distribuye en la arqueta de reparto-aliviadero al colector viejo, manteniendose los parámetros de calidad por debajo de los requeridos, y por lo tanto durante la primera hora de aguacero se vierte contaminada al río a través del colector existente.

La solución a este problema pasa por resolver la capacidad del colector nuevo o el desarrollo de estanques de tormentas que permitan laminar el caudal vertido hasta que se cumplan las calidades de agua exigida.

La solución de incrementar la capacidad de los colectores fue desechada en el *Proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro*, al no disponerse de capacidad presupuestaria para su desarrollo, proponiéndose el desarrollo de dicha ampliación a fase futura.

Para dotar de capacidad de transporte y evacuación de pluviales para un periodo de retorno de 25 años, será necesario dimensionar un colector de máxima capacidad y pendientes similares a las del colector nuevo. Este nuevo colector permitiría incrementar la capacidad de transporte sin tener que verter al colector existente, aunque en cualquiera de los casos al no disponerse de capacidad de tratamiento en la EDAR sería necesario disponer de un estanque de tormentas que permitiese laminar el hidrograma de entrada

A.1) De los estudios realizados en dicho proyecto se planteaban las siguientes alternativas:

5.1.11.1.- Colector con estanque de tormentas y minimización de la excavación:

Esta solución plantea la ejecución de un estanque de tormentas a la salida de cada municipio capaz de absorber el hidrograma de T=25 años, y minimizar las dimensiones del colector aguas debajo de este, pero incrementando su capacidad. Los resultados que se obtuvieron son:

Concepto	Almagro	Bolaños	Común
Q. Pluviales (m3/s)	21.0	22.4	21.0+22.4 =43.4
Q. Aguas negras (m3/s)	0,230	0,154	0.384
Colector nuevo de aguas negras			
Diámetro colector de aguas negras (mm)	1200	1000	1200
Pendiente	0.07%	0.05%	0.22
Capacidad de evacuación colector nuevo (m3/s)	1.15	0.96	2.0
Colector existente			
Capacidad (m3/s)	1,94	2,86	6,91
Capacidad requerida (m3/s)	21-1.94-1.15=17.91	22.4-2.86-0.96=18.58	43.4-6.91=36.49
Colector nuevo de pluviales			
Diámetro (mm)	3000	3000	3000
Pendiente (%)	0.07%	0.05%	>0.25
Material	Hormigón	Hormigón	Hormigón
Capacidad (m3/s)	11.2	9.5	>29.3
Total alivio (m3/s)	11.2+1.94+1.15 =14.29	0.96+2.86+9.5=13.32	14.29+13.32=27
Diferencial de alivio requerido (m3/s)	21.0-14.29= 6.7	22.4-13.32=9.0	0 si hay estanques de tormentas
Estanque de tormentas			
Estanque de tormentas	si	si	--
Volumen (m3)	24257	26272	--
Alto (m)	4.0	4	--
Largo (m)	80.00	85	--
Ancho(m)	75.8	77.3	--

5.1.11.2.- Colector de pluviales sin estanque de tormentas

Una solución alternativa de coste ligeramente superior debido al incremento de la excavación en roca, se corresponde a aumentar la pendiente de los colectores de Almagro y Bolaños, de forma que permitan disponer de la capacidad requerida:

Concepto	Almagro	Bolaños	Común
Q. Pluviales (m3/s)	21.0	22.4	21.0+22.4 =43.4
Q. Aguas negras (m3/s)	0,230	0,154	0.384
Colector nuevo de aguas negras			
Diámetro colector de aguas negras (mm)	1200	1000	1200
Pendiente	0.07%	0.05%	0.22
Capacidad de evacuación colector nuevo (m3/s)	1.15	0.96	2.0
Colector existente			
Capacidad (m3/s)	1,94	2,86	6,91
Capacidad requerida (m3/s)	21-1.94-1.15=17.91	22.4-2.86-0.96=18.58	43.4-6.91=36.49
Colector nuevo de pluviales			
Diámetro (mm)	3000	3000	3000
Pendiente (%)	0.1%	0.1	0.35
Material	Hormigón	Hormigón	Hormigón
Capacidad (m3/s)	19.6	19.6	37
Total alivio (m3/s)	19.6	19.6	37
Diferencial de alivio requerido (m3/s)	21.0-14.29= 6.7	22.4-13.32=9.0	0 si hay estanques de tormentas
Estanque de tormentas			
Estanque de tormentas	No	No	--
Volumen (m3)	--	--	--
Alto (m)	--	--	--
Largo (m)	--	--	--
Ancho(m)	--	--	--

→ Será necesario construir un colector de pluviales de hormigón armado de dimensiones 3.0 mm y estanque de tormentas de dimensiones especificadas con objeto de laminar el hidrograma de pluviales. Dimensiones superiores de estanque de tormentas se hace inviable y de muy alto coste (véase estudio de alternativas desarrollado en el Proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro)

5.1.11.3.- Construcción de desagüe de pluviales de sección trapezoidal a cielo abierto

A.2) Queda desechada por su imposibilidad constructiva y de altísimo coste en los tramos de Bolaños y Común, al verse afectado el primero por una zona restringida por construcción urbana y baja pendiente y el segundo por su gran volumen de excavación (de hasta 11 m de altura)

5.1.12.-Dimensiones del estanque de tormentas

A la vista de los datos expuestos y los resultados obtenidos con la modelización del programa SWMM, se puede concluir que la determinación del volumen de los estanques de tormentas parece más adecuado ubicarlos atendiendo a criterios de calidad del agua a verter frente al criterio de vertido a partir de un caudal.

Esto está motivado por las siguientes razones:

- 1. El vertido en función del caudal no asegura que el vertido tenga la calidad exigida, debido a que se puede comenzar el vertido sin la dilución suficiente de los contaminantes.
- 2. Verter con criterios de caudal (vertido por encima de 4xQp) supone requerir de unos estanques de tormentas de mayores dimensiones que si se utiliza el criterio de calidad. De hecho, excepto que se dimensione para situaciones de 0 o 1 lavados previos al aguacero, el criterio de dimensionamiento por calidad supone estanques de mucho menores dimensiones.

Adoptando las siguientes calidades de vertido:

DESCRIPCION	UNIDAD	DISEÑO
SST	[mg/l]	35,0
DBO5	[mg/l]	25,0
DQO	[mg/l]	125,0

Los volúmenes de laminación necesarios se corresponden un número de lavados anual, adoptando 3 lavados resulta:

DIMENSIONAMIENTO S/ CALIDAD						
	COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, MADRID		10 años	10 años	25 años	25 años
	Expediente		ETCN	ETCV	ETCN	ETCV
	TSS	9.487,52	19.636,52	15.137,25	30.337,81	
	DBO5	4.642,93	888,44	8.268,96	8.195,16	
	DQO	1.913,19	0,00	2.418,53	0,00	
Vol (m3) requerido	9.487,52	19.636,52	15.137,25	30.337,81		

Los diseños técnicos adoptados para el presente proyecto son los siguientes:

- Todos los estanques de tormentas se diseñará para un periodo de desarrollo de 10 años, de forma que se corresponderá a una superficie total estimada del 60% a desarrollo futuro de los municipios.
- Todos los estanques de tormentas dispondrán de la posibilidad de ampliación a fases futuras para desarrollo estimado de 25 años.
- Para el caso del colector nuevo, los condicionantes de vertido al río serán los mismos que los de diseño de la EDAR., lo que resulta el diseño condicionado a los sólidos en suspensión de 35 g/l, resultando un estanque de tormentas de al menos 9.487m3
- Para el caso del estanque de tormentas que interferirá con el colector existente: Si se dimensiona el estanque de tormentas condicionado al parámetro requerido de sólidos en suspensión inferior a 35 mg/l, sería necesario ejecutar un estanque de tormentas de al menos 19.636,52 m3.

Dicho valor puede parecer excesivo , ya que se corresponde al posible arrastre de sólidos en el limpio de calles a lo largo del periodo de retorno propio adoptado, y cuyo valor depende de la posibilidad de desarrollo del hidrograma de llegada a la arqueta de reparto ubicada en cada municipio donde se dispone de un aliviadero de vertido al colector existente, que a su vez está condicionada por la distribución y ramificación de la red de colectores existentes.

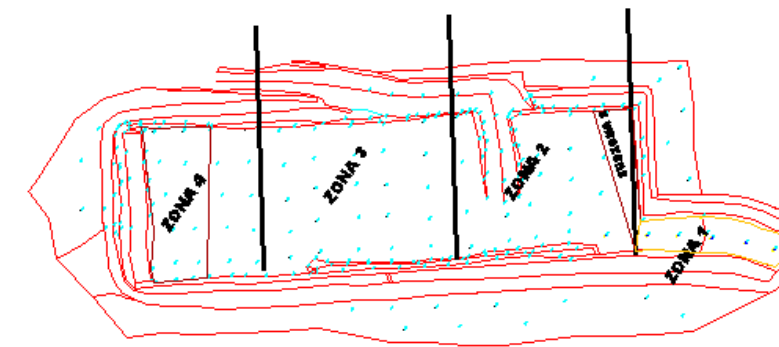
Por otro lado el valor que condiciona el diseño supone no superar en ninguno de los casos los parámetros requeridos de DBO5 y DQO,

	10 años	25 años
	ETCV	ETCV
TSS	19.636,52	30.337,81
DBO5	888,44	8.195,16
DQO	0,00	0,00

Esto supone dimensionar para un periodo de desarrollo de 10 años un estanque de tormentas de al menos 888 m3. Para lo que se adopta un volumen de 1.000 m3.

7.- GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

- ZONA 4: Cuarcitas ordovícicas. Zona de salida del Estanque de Tormentas.



PROPUESTAS DE CIMENTACIÓN.


EXCAVACIONES Y TALUDES

Las cotas de cimentación son muy variables, dependiendo de las instalaciones proyectadas. La excavación se desarrollaría en su mayor parte en los Niveles de Costra Calcárea/Arcillas Arenosas encostradas y Arcillas marrones. Estos materiales se consideran capaces para soportar taludes subverticales a muy corto plazo para las alturas previstas.

Por lo comentado anteriormente el talud que adoptamos a lo largo de toda la zanja es el 1H:5V.así como en las excavaciones de los estanques de tormentas y arquetas complementarias.

Cuando la profundidad de la zanja es mayor de 5 m, se adopta una berma de 1,5 m de anchura, teniendo el doble talud la misma inclinación que la comentada anteriormente.

- Se recomienda:
- Tener abierta la excavación el tiempo más corto posible procediéndose pronto al hormigonado del cimientto para evitar la alteración o descompresión de la capa de apoyo. No se permitirá tener la zanja abierta a su rasante final más de ocho días antes de la colocación de la tubería
 - Evitar la época de lluvias, ya que puede afectar a la estabilidad de los taludes y proceder pronto al hormigonado del cimientto.
 - Para evitar problemas de desplomes y desprendimientos, se deberá desmochar los últimos 0.5m , debiéndose taluzar de forma que se garantice un talud (H: 1; V:1)
 - La anchura mínima de las zanjas deberá cumplir las condiciones de seguridad, de forma que los operarios puedan trabajar en buenas condiciones, teniendo en cuenta el diámetro del tubo y la sección de material a rellenar.
 - Se deberá considerar la utilización de entibación de zanja cuando las profundidades y material lo requiera, y en particular en el caso de que aparezcan bolsas arenosas que pudieran en las proximidades del río, o cuando el nivel freático suba con motivo de crecidas.
 - Se recomienda tener abierta la excavación el tiempo más corto posible procediéndose pronto al hormigonado del cimientto para evitar la alteración o descompresión de la capa de apoyo.
 - No se permitirá tener la zanja abierta a su rasante final más de ocho días antes de la colocación de la tubería
 - Evitar la época de lluvias, ya que puede afectar a la estabilidad de los taludes y proceder pronto al hormigonado del cimientto.



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
MADRID

Expediente

Fecha

142100

Madrid
20/11/2013

MATERIALES DE RELLENO

La textura heterométrica de los materiales excavados permite su reutilización en los rellenos de los tramos en zanja siempre que estos sean tratados y cribados. Se utilizará un relleno del tubo a base de material de granulometría (0-30mm) hasta una altura de 30 cm por encima de la generatriz

superior del tubo, debiéndose cuidar su puesta en obra al usarse tubos flexibles que pudieran ovalizar. Posteriormente se rellenará con material de la excavación tamaño máximo 100 mm .

En todos los casos se deberá cumplir con las especificaciones del PG3

Para el caso de la cama de arena, se deberá cumplir que el material no es plástico, situación que nos encontramos puntualmente, debiendo cumplir un tamaño máximo de 2,5 cm.

ANÁLISIS QUÍMICO

Los análisis químicos hechos al terreno se resumen en la siguiente tabla:

CATA	Contenido en Carbonatos	Contenido en sulfatos
C1	81%	NO
C2	76%	NO
C3	81%	NO
C4	85%	NO
C5	75%	NO

En cuanto al ensayo del agua realizado tenemos un valor de sulfatos en mg/l de 208. (Inferior a 600 mg/l según la norma) **por lo que no es esperable que tanto el terreno como el agua ataquen al hormigón por la acción de los sulfatos.**

RIESGO DE ASENTAMIENTO

El riesgo de asentamientos es bajo, ya que existen formaciones detríticas con una importante cementación carbonática (facies encostradas) o con presencia de costras.

PRÉSTAMOS

Los materiales de mayor interés de la zona son rocas piroclásticas y lavas de los volcanes de tipo estromboliano Las explotaciones son numerosas, aunque en la actualidad las únicas en funcionamiento son las situadas en el volcán Yezosa y en el Cerro Moreno ,de Almagro. Estos materiales se emplean como puzolanas para la fabricación de hormigón y como áridos.

VERTEDEROS

Los materiales sobrantes provenientes de la excavación se transportarán a vertedero autorizado, pidiéndose en cada caso todos los permisos y autorizaciones pertinentes y pagando los respectivos cánones según el material vertido.

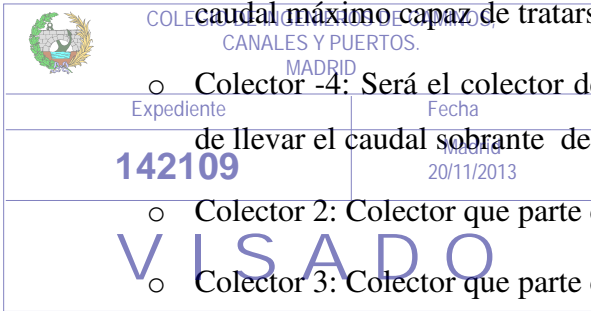
8.- ALCANCE DE LAS OBRAS

Las obras contempladas en el presente proyecto incluyen:

Actuaciones que interceptan al colector nuevo del tramo común:

- Arqueta aliviadero que interceptará al colector “nuevo” del tramo común. La función de dicha arqueta será derivar el caudal entrante a la EDAR hasta su máxima capacidad, una vez alcanzada esta, verterá el caudal entrante en el estanque de tormentas ETCN que se llenará hasta su máxima capacidad. Una vez alcanzada dicha capacidad, se procederá al vertido del caudal al río, con los parámetros de calidad exigidos. Se mantienen las dimensiones del proyecto inicial pero se usan elementos prefabricados en la cubierta dentro de la modificación nº1.
- Estanque de tormentas que interceptará con el colector “nuevo” del tamo común, cuya denominación será ETCN. Su capacidad de almacenaje será de al menos 9487 m3. Dentro de la modificación nº1 se mantiene las capacidad del proyecto inicial pero se usan elementos prefabricados en pilares y en cubierta y se ajusta la altura y se soterra el estanque, manteniendo en todo momento el volumen útil contemplado en el proyecto inicial,, para compensar con el peso el efecto de la subpresión.
- Colectores: La ejecución del ETCN afecta al colector del tramo común. Por ello será necesario realizar los siguientes colectores:

- Colector-1: parte desde la arqueta de aliviadero y se encargará de derivar el caudal máximo capaz de tratarse en la EDAR
- Colector -4: Será el colector de diámetro 1200 mm de PEAD-SN8, encargado de llevar el caudal sobrante de vertido del ETCN al río
- Colector 2: Colector que parte del ETCN hasta la arqueta de resalto AR-1
- Colector 3: Colector que parte del ETCV hasta la arqueta de resalto AR-2



- Colector 1+2: tramo de colector de diámetro 600 PEAD SN-8 que une las arquetas AR-1 y AR2. Este tramo ya fue ejecutado en la obra anterior de Colectores.
- Colector 1+2+3: tramo de colector de diámetro 600 PEAD que une las arquetas AR2 y pozo PTC-11. Este tramo ya fue ejecutado en la obra anterior de Colectores.

Estas actuaciones ya estaban contempladas en el proyecto inicial.

- Arquetas de resalto AR-1 y AR-2 encargadas de unir los diversos colectores y salvar las cotas y saltos necesarios. Estas arquetas ya fueron ejecutadas en la fase de obra anterior y estaban contempladas en el proyecto inicial.

Actuaciones que interceptan al colector existente del tramo común:

Para controlar la calidad del vertido circulante en el colector existente en sus primeros lavados, hasta que se alcanza el propio hidrograma de calidad será necesario disponer de un estanque de tormentas que interceptará en el aliviadero existente con el colector general. Las actuaciones previstas serán:

- Estanque de tormentas ETCE de capacidad 1.000 m3
- Arqueta de vertido que se encargará en conectar el agua saliente con el ETCE
- Colector C3 que une el caudal almacenado en el ETCE con el colector del tramo común, y se conecta a través de la AR2

A continuación se realiza la descripción de cada uno de estos elementos:

ARQUETA DE REPARTO ALIVIADERO

La arqueta de reparto interceptará al tramo común del colector nuevo , tiene por objeto controlar los caudales entrantes y derivarlos a cada uno de los colectores, estanque de tormenta o río en función del caudal entrante y circulante en el colector de 1200 mm del tramo común.

Se han de cumplir los siguientes requisitos

- El caudal máximo derivado a la la EDAR no deberá sobrepasar la capacidad de la propia EDAR en su situación futura, que viene condicionada por la ampliación del los reactores biológicos correspondiente a 3xQm (adoptada en diseño) = 0.347 m3/s.

- El colector de tramo común a la salida del aliviadero deberá estar limitado en su capacidad máxima de 0,347 m3/s ➔ colector -1
- Una vez superado el caudal máximo de tratamiento y circulante estipulado en 0.347 m3/s, todo el resto del caudal entrante pasará a un estanque de tormentas de volumen mínimo útil de 9.487, 52 m3. Para ello y con objeto de que no se vea reducida la capacidad del colector del tramo común se dispondrá de un pico pato con una altura de lámina de vertido no superior a 10 cm.
- Una vez lleno el estanque de tormentas y superada la cota de lámina de vertido el agua entrante, de calidad aceptable, se conducirá al río en lámina libre. El caudal derivado al río será el caudal máximo del colector del tramo común menos el derivado por el colector-1

Se ejecutará una arqueta de dimensiones 5.0m de ancho interior y alto variable de 3.0m a 4.53m. La longitud es de 39.39 m en dos tramos de 22,06m y 17,330m.

La arqueta se ejecutará con hormigón armado HA-30 IIa –Qb, los muros serán de espesor 0.35m, la losa inferior de 0.35m y la losa superior de 0.40m. formada por placa alveolar de 35 cms y capa de compresión de 5 cms. La armadura será de B-500S.

Se accederá a su interior mediante una arqueta de sección trapezoidal y dimensiones medias de 5,0 x 3,5 m, esta arqueta no se incluía en el proyecto inicial.

Se establece un pico pato de longitud de 35m, resultando así un calado de vertido de 7 cm.

Para garantizar que la lámina de agua aguas abajo del aliviadero no afecte a la lámina de vertido, se ha dispuesto una rampa de entrada, de forma que siempre en los primeros momentos del aguacero todo el agua entre en el estanque de tormentas.

La cota del aliviadero de desvío al río será ligeramente superior a la cota de pico pato.

Este aliviadero se ha dispuesto de forma que lámina libre de vertido no supere la cota de máxima capacidad del colector que es 1.073 m desde la cota roja-solera del mismo.

El relleno del aliviadero se realizará mediante hormigón en masa HM-20. Adicionalmente se dispondrá entre alzado y losa una cuña de HM-20.

Debido a que la cimentación de la arqueta aliviadero se asienta en la zona de contacto entre margas y calizas (Plioceno) por donde circula el agua , ha sido necesario incluir en el Proyecto modificado la ejecución de drenes y de pozo de cimentación para garantizar la capacidad portante del terreno sobre el que se asienta .

ESTANQUE DE TORMENTAS ETCN

➔A la vista de los resultados se plantea la construcción de dos estanques de tormentas o uno que aglutine los volúmenes necesarios de laminación ubicado en las proximidades de la desembocadura del colector común existente.

El valor y parámetro adoptado se corresponde con 3 lavados y periodos de desarrollo de 10 años que representan una superficie total aproximada del 60% a desarrollo futuro. Esto supone volúmenes de regulación de:

- Estanque de tormentas colector nuevo (ETCN) = 9.487,52 m3

El estanque de tormentas (ETCN), interceptará al colector nuevo del tramo común en la arqueta aliviadero donde está prevista la ejecución de un pozo de cambio de dirección y se dispondrá en la margen derecha del colector de forma longitudinal.

La cota de intersección vendrá condicionado por la cota real ejecutada y en su defecto la diseñada de 634.76

Para repartir el caudal entrante al estanque de tormentas, será necesario disponer de una arqueta de reparto con aliviadero con los siguientes condicionantes de funcionamiento:

- El caudal máximo derivado a la la EDAR no deberá sobrepasar la capacidad de la propia EDAR en su situación futura, que viene condicionada por la ampliación del los reactores biológicos correspondiente a 3xQm (adoptada en diseño) = 0.347 m3/s. A efectos de diseño se adopta 0.4m3/s.
- El colector de tramo común a la salida del aliviadero deberá estar limitado en su capacidad máxima de 0,4 m3/s ➔ colector -1
- Una vez superado el caudal máximo de tratamiento y circulante estipulado en 0.4 m3/s, todo el resto del caudal entrante pasará a un estanque de tormentas de volumen mínimo útil de 9.487, 52 m3. Para ello y con objeto de que no se vea reducida la capacidad del colector del tramo común se dispondrá de un pico pato con una altura de lámina de vertido no superior a 10 cm.
- Una vez lleno el estanque de tormentas y superada la cota de lámina de vertido el agua entrante, de calidad aceptable, se conducirá al río en lámina libre. El caudal derivado al río será el caudal máximo del colector del tramo común menos el derivado por el colector-1

El estanque de tormentas tendrá una pendiente de al menos 1% a su punto de desembocadura.

Para el caso particular del estanque de tormentas ETCN, se procurará minimizar las expropiaciones aprovechándose la longitudinalidad del tramo común.

Las dimensiones se adjuntan en la presente tabla:

Longitud	130,00
Ancho	35,00
Superficie útil (m2)	4.550,00
Volumen requerido (m3)	9.480,00
Altura mínima necesaria	2,08
Cota de aliviadero-1	635,11
Cota de aliviadero-2	635,19
Pte %	1,0%
Altura máxima respecto aliviadero-1(picopato)	2,34
Altura máxima respecto aliviadero-2 (río)	2,42
Volumen útil adoptado (m3)	10.000,00

➔ Se adopta un estanque de tormentas de 10.000m3 ampliables en una fase-2, con unas dimensiones de 130x35x2.3m útiles.

Se puede observar que en el proyecto inicial la altura del estanque hasta la cota del terreno equivalente a la 640, implicaba la existencia de un volumen no útil de más de 6.5m. En el Proyecto Modificado y a fin de poder compensar el empuje ascensional producido por la subpresiones existentes se ha rebajado dicho resguardo en 3,5 metros, quedando una altura interior no útil de 3,0 metros en lugar de los 6,5 m .y permitiendo de esta manera poder rellenar la cubierta con 1,35 m. de tierras para contrarrestar el empuje ascensional.

Dado al recálculo que ha sido necesario realizar en el Proyecto Modificado debido a la imprevista existencia de elevadas subpresiones, se contempla, la ejecución del ETCN , análogamente al proyecto original, mediante una estructura de hormigón armado HA-30/ Ila-Qb y acero B-500S, construido sobre una losa inferior de 0,60 m. de canto y muros de 0,80 m. de espesor , siendo necesario incrementar significativamente la cuantía de acero en ambos elementos debido al incremento de tensiones creado por las subpresiones.

Se completa la realización de la estructura mediante la ejecución de pilares, vigas y placas alveolares prefabricadas. Se ejecutarán 75 pilares de sección 0,40 x 0,40 m. y altura 5,05 metros. Se colocarán vigas de canto 0,80 m. y ancho 0,45 m. sobre las que se apoyarán las placas alveolares de 35 cms de espesor. La losa superior se completa con la ejecución de una capa de compresión de 5 cms. Se disponen 5 calles de pilares de 0.4 x 0.4 m., separados entre sí una distancia de 8.15 m longitudinalmente y una media de 5,85 m. en sentido transversal..

Para garantizar el acceso y limpieza, se instala un puente grúa para cargas de hasta 5 toneladas facilitando la maniobrabilidad y limpieza del Estanque..

Se dimensionan los depósitos de lavado y el foso de recogida de aguas para asegurar un caudal, una velocidad de barrido y una recogida de aguas que garanticen el perfecto funcionamiento del sistema, una vez producida la apertura de las clapetas de accionamiento rápido mediante sistema hidráulico.

Para garantizar la ventilación se han dispuesto 5 arquetas. En los laterales de los muros 2+2 y 1 en el centro. Estas arquetas con su rejilla en la parte superior funcionan como chimeneas facilitando la renovación del aire.

Exteriormente, y para evitar el acceso de vehículos a una cubierta no dimensionada para tal uso, se dispone un cordón de tierras en la coronación del muro perimetral.

Las excavaciones han considerado las características geotécnicas del terreno, por lo que se ha dispuesto una anchura mínima en solera de 1.0m a partir de la cara exterior del muro, necesario para el apoyo del encofrado, y la ejecución con un talud de 1h/5V y una berma dispuesta a 5.0m de altura con una achura mínima de 3.0m. Los acopios de materiales se consideran siempre a una distancia superior a 1.0m de borde de talud.

De acuerdo con el diagrama de masas todas las tierras se han previsto a vertedero autorizado, excepto el diferencial de relleno en trasdós de muro.

A fin de garantizar la impermeabilización se han dispuestos juntas entre módulos tanto en solera como en muros distribuidos según las características homogéneas definidas en el informe geotécnico realizado por Inacon. La longitud de los módulos son respectivamente: 20.18, 32.60, 24.45, 32.60 y 20.17 m.

Para garantizar el acceso y limpieza, se instala un puente grúa para cargas de hasta 5 toneladas facilitando la maniobrabilidad y limpieza del Estanque..

Para garantizar la ventilación se han dispuesto 5 arquetas. En los laterales de los muros 2+2 y 1 en el centro. Estas arquetas con su rejilla en la parte superior funcionan como chimeneas facilitando la renovación del aire.

Exteriormente, y para evitar el acceso de vehículos a una cubierta no dimensionada para tal uso, se dispone un cordón de tierras en la coronación del muro perimetral.

La estructura de cobertura exterior del acceso se ejecuta mediante fábrica de bloques de hormigón color beige o similar, de medidas 40x20x20 cm., ejecutado a una cara vista, i/relleno de hormigón HM-20 y armadura en zona según normativa.

De igual forma en esta estructura se disponen rejas de ventilación..

Exteriormente, se ha dispuesto un cerramiento de malla galvanizada simple torsión ST/40-14 (trama 50 mm. de luces y 2.2 mm diámetro del alambre) adaptado sobre 3 filas de alambre liso (atado

y cosido sobre los cables superiores y punteado sobre el inferior), postes intermedios (cada 3 m.), centro y tiro (cada 33 m.), todos con diámetro 48/1.5 mm. en tubo de acero galvanizado en caliente empotrados 35 cms mínimo en macizo de hormigón HM-20 de dimensiones s/planos y tornapuntas de refuerzo diámetro 40/1.5 mm. Adicionalmente se ha dispuesto una puerta metálica de cerramiento de parcela de dos hojas de 4 m de anchura total y 2,2 m de altura, formada por cerco tubular y hojas con perfiles tubulares y barrotes verticales de hierro redondo de acero galvanizado en caliente, armonizando con la valla de cerramiento, y una puerta de paso metálica de cerramiento de parcela de una hoja de 1 m de anchura total y 2,2 m de altura.

En el punto bajo con la unión de la puerta de acceso se ha considerado un sumidero longitudinal en calzada para desagüe de pluviales, que se conectará mediante tubo de PVC-315 mm, con una arqueta que desagua al colector 4.

Para la integración paisajística del estanque de tormentas se ha considerado diversas plantaciones en su periferia y dentro del recinto expropiado.

ESTANQUE DE TORMENTAS ETCE

Para garantizar la entrada del agua al estanque de tormentas, se interceptará al colector existente mediante una arqueta de recogida, que se encargará de conducir toda el agua vertida por el colector existente en sus primeros minutos hasta alcanzar la calidad de agua de vertido al cauce requerida.

La arqueta será de anchura 5.0 m y longitud 10.0 m, con espesor de 0.3m en solera y muros, y ejecutada con hormigón armado HA-30/IIa-Qb, y acero B-500S. El relleno que dota la pendiente se ejecutará con hormigón en masa HM-20.

En la parte baja de la solera de la arqueta de reparto se recogen y desaguan las aguas negras provenientes del Colector Viejo. Dichas aguas son recogidas por un colector de PEAD-SN-8 de 600 mm de diámetro. La entrada a dicho colector se regula mediante una compuerta automatizada. Estas aguas son recogidas por el colector C3', que las conduce a la arqueta de resalto AR-2. y posteriormente a la Edar para su tratamiento.

Adosado al muro del estanque de tormentas se ejecuta un aliviadero de pared delgada de altura de labio 2,50 m (636,80 m – 634,30 m = 2,50 m), de manera que la cota de la coronación del vertedero coincida con la cota de 636,80 m correspondiente a los 1000 m3 de almacenamiento deseado.

El funcionamiento del sistema se describe en los siguientes puntos:

- Las primeras aguas negras que lleguen a la arqueta de distribución, procedentes del colector existente, serán desaguadas a través del colector de fondo C3'.

El caudal de aguas negras a derivar a la EDAR vendrá limitado por la capacidad de la misma. Así, deberá regularse dicho caudal, mediante la compuerta que se instale a la entrada del desagüe de fondo, para que no se supere en ningún caso un valor máximo, que se establecerá en función de los requerimientos de tratamiento en la estación depuradora.

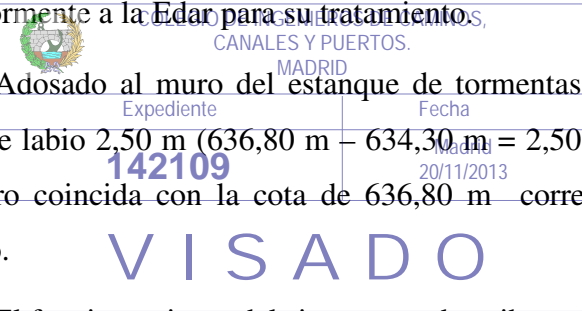
- Para episodios de lluvia intensa, en los que el caudal entrante sea superior al caudal máximo de desagüe a través del orificio de fondo, empezará a llenarse la arqueta. Cuando el agua acumulada en la arqueta alcance la cota de coronación del aliviadero lateral (636,80 m), empezará a verter por encima de éste y a llenar, por tanto, el estanque de tormentas.

- Si la lluvia produce una escorrentía suficiente, el volumen de agua acumulado en el estanque alcanzará los 1000 m3 deseados, siendo entonces la profundidad de agua de 2,50 m (cota de la superficie libre: 636,8 m).

- Si, tras alcanzar los 1000 m3, el caudal entrante siguiera siendo superior al caudal desaguado por la compuerta de fondo, el aliviadero lateral acabaría quedando sumergido y la altura de agua continuaría aumentando tanto en la arqueta como en el interior del estanque (los niveles de agua estarían igualados a un lado y a otro del aliviadero).

- Para que se produzca vertido al río, el nivel de agua deberá aumentar hasta superar la cota de coronación del aliviadero frontal

- Cuando el caudal entrante disminuya por debajo del caudal de vaciado por el desagüe de fondo, la arqueta empezará a vaciarse y el vertido por encima del aliviadero lateral se producirá en sentido opuesto, desde el estanque hacia la arqueta. Este vertido



acabará cuando la altura de agua en el estanque alcance los 2,50 m (cota de la superficie libre: 636,80 m).

Las nuevas compuertas a colocar para permitir estos ajustes están dentro del modificado n°1.

La dimensión del aliviadero de vertido al río considera la capacidad del colector del tramo común según se resumen en la siguiente tabla:

Pyto.	Colector	Tramo común
Análisis de situación actual	Dimensiones	Galería
	Pte (%) min.	0,255%
	Pte (%) max.	0,346%
	Pte (%) media.	0,298%
	Q (m3/s).Pte min. H/D=0,9	6,46
	Q (m3/s).Pte max. H/D=0,9	7,53
	Q (m3/s).Pte med. H/D=0,9	6,98

Adoptando los datos obtenidos de la topografía e inspección de campo, y para H/D=0,9 y una pendiente de 0,3 %, la capacidad máxima del colector es de 7,53 m3/s.

Se calculan diferentes longitudes de aliviadero se obtiene:

Para proceder al vertido se ha dispuesto un aliviadero de longitud 3.3m de anchura y espesor 0.50m en muro, con una rampa de descarga taluzado en 1H/1V.

Para proteger el vertido se ha dispuesto de escollera hormigonada con HM-20.

Perimetralmente y arriostrada al muro de la arqueta de distribución se dispondrá de una barandilla galvanizada. Se colocarán escaleras tipo gato para el acceso al interior y para su limpieza..

Posteriormente y perimetralmente, se dispondrá de un vallado de simple torsión de 2m de altura, con postes galvanizados en caliente y hormigonados con HM-20 . Para el acceso se dispondrá de una puerta de dos hojas de 2.0m de largo.

El terreno natural en la zona del emplazamiento varía desde la cota 639.5 a la cota 636.0 m, de forma descendiente uniformemente. La zona afectada por la propia excavación y ubicación del estanque de tormentas se puede estimar en la cota 638,5 de media.

El estanque de tormentas tendrá unas dimensiones interiores de 20,0 x 20,0 m con un superficie útil de 400 m2/m.

La altura del depósito será la correspondiente necesaria hasta alcanzar la cota del terreno natural, rebasado en al menos 1,0 m de forma que se pueda disponer de orificios de ventilación y el acceso al interior.

En consecuencia los parámetros adoptados son los siguientes:

Longitud interior (m)	20,00
Ancho interior (m)	20,00
Superficie útil (m2)	400,00
Volumen requerido (m3)	1.000
Pte % hasta arqueta de recogidas de colector C3	2%
Cota terreno natural	638,50
Altura requerida sobre el terreno natural	1,00
Altura adoptada sobe solera de ETCV	5,90

El estanque dispone de muros de 0,4 m de espesor constante a lo largo de toda su altura. Estos muros estarán sobre una viga de cimentación del mismo espesor que la losa de cimentación de 0,4 m de espesor.

Entre solera y alzado se ha dispuesto una junta hidroexpansiva de forma que se garantice la impermeabilización.

Dado al recalcu lo que ha sido necesario realizar en el Proyecto Modificado debido a la imprevista existencia de elevadas subpresiones, se contempla, la ejecución del ETCV, análogamente al proyecto original, mediante una estructura de hormigón armado HA-30/ Ila-Qb y acero B-500S, construido sobre una losa inferior de 0,40 m. de canto y muros de 0,40 m. de espesor , siendo necesario incrementar significativamente la cuantía de acero en ambos elementos debido al incremento de tensiones creado por las subpresiones.

Se completa la realización de la estructura mediante la ejecución de pilares, vigas y placas alveolares prefabricadas . Se ejecutarán 9 pilares de sección 0,40 x 0,40 m. y altura 5,25 metros. Se colocarán vigas de canto 0, 40 m. y ancho 0,40 m. sobre las que se apoyarán las placas alveolares de 25 cms de espesor. La losa superior se completa con la ejecución de una capa de compresión de 5 cms. Se disponen 3 filas de pilares de 0.4 x 0.4 m., separados entre sí una distancia de 5,0m tanto longitudinal como transversalmente.

Las excavaciones han considerado las características geotécnicas del terreno, por lo que se ha dispuesto una anchura mínima en solera de 1.0m a partir de la cara exterior del muro, necesario para el apoyo del encofrado, y la ejecución con un talud de 1H/5V y una berma dispuesta a 5.0m de

altura con una achura mínima de 3.0m. Los acopios de materiales se consideran siempre a una distancia superior a 1.0m de borde de talud.

Se prevé una superficie de acopio intermedio de material procedente de excavación para que pueda ser utilizado posteriormente como relleno. Se ha previsto transportar a vertedero el excedente de tierras una vez cubiertas las necesidades de relleno en trasdós de muro.

En trasdós se colocará un tubo dren perforado y corrugado de 160 mm .

Para garantizar la ventilación se han dispuesto rejillas de dimensiones 0.5x0.75 separadas cada 5.0m. Estas rejillas serán de acero inoxidable.

Es importante indicar, que al igual del ETCN, se ha decidido no adoptar medidas de impermeabilización de cubierta ya que el objeto de esta es meramente una cubrición estética y para evitar olores, y no funcional desde el punto de vista de la impermeabilización.

Se ejecutara un camino desde la puerta de entrada al punto de acceso al interior del Estanque. Dicho camino se ejecutará con zahorra artificial compactada al 95% del PM, de espesor 0.3m y anchura 4.0m, con cunetas perfiladas a ambos lados.

Exteriormente, se ha dispuesto de un cerramiento de malla galvanizada simple torsión ST/40-14 (trama 50 mm. de luces y 2.2 mm diámetro del alambre) adaptado sobre 3 filas de alambre liso (atado y cosido sobre los cables superiores y punteado sobre el inferior), postes intermedios (cada 3 m.), centro y tiro (cada 33 m.), todos con diámetro 48/1.5 mm. en tubo de acero galvanizado en caliente empotrados 35 cms mínimo en macizo de hormigón HM-20 y tornapuntas de refuerzo diámetro 40/1.5 mm. Adicionalmente se ha dispuesto una puerta metálica de cerramiento de parcela de dos hojas de 4 m de anchura total y 2,2 m de altura, formada por cerco tubular y hojas con perfiles tubulares y barrotes verticales de hierro redondo de acero galvanizado en caliente, armonizando con la valla de cerramiento, y una puerta de paso metálica de cerramiento de parcela de una hoja de 1 m de anchura total y 2,2 m de altura.

Para la integración paisajística del estanque de tormentas se ha considerado diversas plantaciones en su periferia y dentro del recinto expropiado.



COLECTORES

Los colectores a ejecutar serán:

- Colector -1. Este colector ya fue ejecutado en la fase de obra anterior. Sólo se ejecutarán las conexiones de entrada y salida con la Arqueta aliviadero.

La entrada se realizará con colector de PEAD de diámetro 1200 mm, y la salida con colector del mismo material y diámetro 600 mm. El colector de salida está condicionado por la máxima capacidad deseada de transporte, esto es que no se supere los 0.4m3/s estipulado para el conducto y para el tratamiento de la EDAR (0.347m3/s).
- Colector de salida del ETCN, colector-2 de diámetro 600 mm y longitud de 37,56 m.: Se corresponde con el colector de vaciado del ETCN, entroncará en la arqueta de resalto AR-1. Su capacidad no superará los condicionantes de tratamiento de la EDAR estipulados en 0.347m3/s, con un caudal máximo para H/D de 0.4m3/s. La pendiente de 0.3% permite incrementar ligeramente la velocidad del agua permitiendo así cumplir los requerimientos de autolimpieza.
 - Colector 3: Colector que parte del ETCV hasta la arqueta de resalto AR-2, tiene un diámetro 600 mm, y una longitud de 27,55 m. corresponde con el colector de vaciado del ETCV. Su capacidad no superará los condicionantes de tratamiento de la EDAR estipulados en 0.347m3/s, con un caudal máximo para H/D de 0.4m3/s. La pendiente es del 6,7 %
 - Colector 1+2: tramo de colector de diámetro 600 PEAD SN-8 que une las arquetas AR-1 y AR2. Este tramo ya fue ejecutado en la obra anterior de Colectores.
 - Colector 1+2+3: tramo de colector de diámetro 600 PEAD que une las arquetas AR2 y pozo PTC-11. Este tramo ya fue ejecutado en la obra anterior de Colectores.
- Colector -4: Colector de alivio a río desde ETCN. Tiene una longitud de 312,09 m., un diámetro de 1200 mm en PEAD-SN8. El caudal a transportar será el total de capacidad máxima del tramo común menos el derivado por el colector C-1, resultando = 2m³/sg – 0.347m³/sg = 1.653m³/sg.

Tipología de tubo y materiales

Se adopta tubería en PEAD SN8 de diámetro 600 y 1200 mm .La longitud de los tubos es de 6 m. ,el acoplamiento se realice mediante unión por copa y la estanqueidad se garantiza con la junta elástica. Los tubos deben tener las siguientes características:

1.- Rigidez nominal: SN8, correspondiente a una rigidez circunferencial específica inicial, $RCE_{inicial} \geq 8 \text{ kN/m}^2$ (según norma UNE EN ISO 9969) Para asegurar una rigidez suficiente a largo plazo, deberá cumplirse que: Coeficiente de fluencia a 2 años ≤ 2 (según UNE EN 9967), lo cual implica que $RCE_{2 \text{ años}} \geq 4 \text{ kN/m}^2$.

2.- Diámetros nominales: con objeto de asegurar en cada diámetro una capacidad hidráulica coherente con el diámetro nominal, las diferencias entre diámetros interiores y nominales deberán cumplir con: $DN - D_{int} \text{ (mm)} \leq 5\%$

La estanqueidad de la unión por copa se consigue mediante junta elástica alojada en los valles de la capa corrugada exterior del extremo macho de la tubería. Para asegurar un montaje correcto y evitar que la junta elástica se desplace de su alojamiento, dicha junta será de doble cuerpo hasta DN500 y cuerpo simple a partir de DN600

Sección tipo de zanja

Para el alojamiento de la tubería en el terreno, se ha definido diferentes secciones tipo de zanja, función de los distintos tipos de terreno que nos encontramos y según el tipo y diámetros de tubería que se aloja en la misma.

- La sección transversal de la zanja es trapecial, estando la base inferior situada en la cota de rasante definida en el perfil longitudinal de la conducción, cota que coincide con la generatriz inferior de la cama de arena.
- Los taludes de las paredes laterales serán lo más vertical posible, en función de la profundidad de la zanja, características del terreno que atraviesan y cota del nivel freático.

Las características del suelo según se indicó en el Anejo geológico y geotécnico, se corresponden con suelos rocosos constituidos por costra calcárea.

- La zanja tendrá un talud (H/V) de 1/5 , para alturas menores a 5.0 m , en suelos que cumplan las condiciones de diseño adoptadas y con niveles freáticos inferiores a 3.0m desde coronación y separación de acopio a 1.0m de borde de talud

- Para el caso de que las zanjas superen 5.0m de profundidad o las condiciones de contorno cambien, los taludes deberán ser (H/V)=1/5, , pero en este caso dispondrán de una berma intermedia ubicada a altura 5.0m de anchura mínima de 1.5m
- Se ha considerado la utilización de entibación de zanja cuando las profundidades y material lo requiera, y en particular en aquellas bolsas arenosas que pudieran aparecer en las proximidades del río, o cuando el nivel freático es alto.
- Se ha considera un desbroce y limpieza inicial con la excavación de 20 cm en aquellas zonas donde actualmente no hay camino pavimentado o de zahorra natural.


A continuación, se efectúa la definición completa de las distintas secciones tipo que se han adoptado a lo largo de la conducción, en cuanto a los materiales de relleno, ya que en todos los casos la sección transversal de la zanja es la definida anteriormente.

Sección tipo de zanja normal (sección tipo-2-2)

La sección de la zanja en situaciones normales será trapezoidal dispondrá de base de excavación como el diámetro exterior + 2xC, siendo C un parámetro función de cada tamaño de tubo, y resultando un valor superior a 0.5 cm capaz de garantizar la ejecución de la compactación del material alrededor del tubo, mediante “rana” o compactador estrecho

La profundidad de excavación será tal que cumpla como mínimo 1.00m de relleno sobre la clave del tubo.

El talud de excavación será 5V/ 1H en condiciones normales (los taludes vienen condicionados por la tipología del terreno.). Para alturas superiores a 5.0m, se dispondrá de una berma intermedia de al menos 3.0m

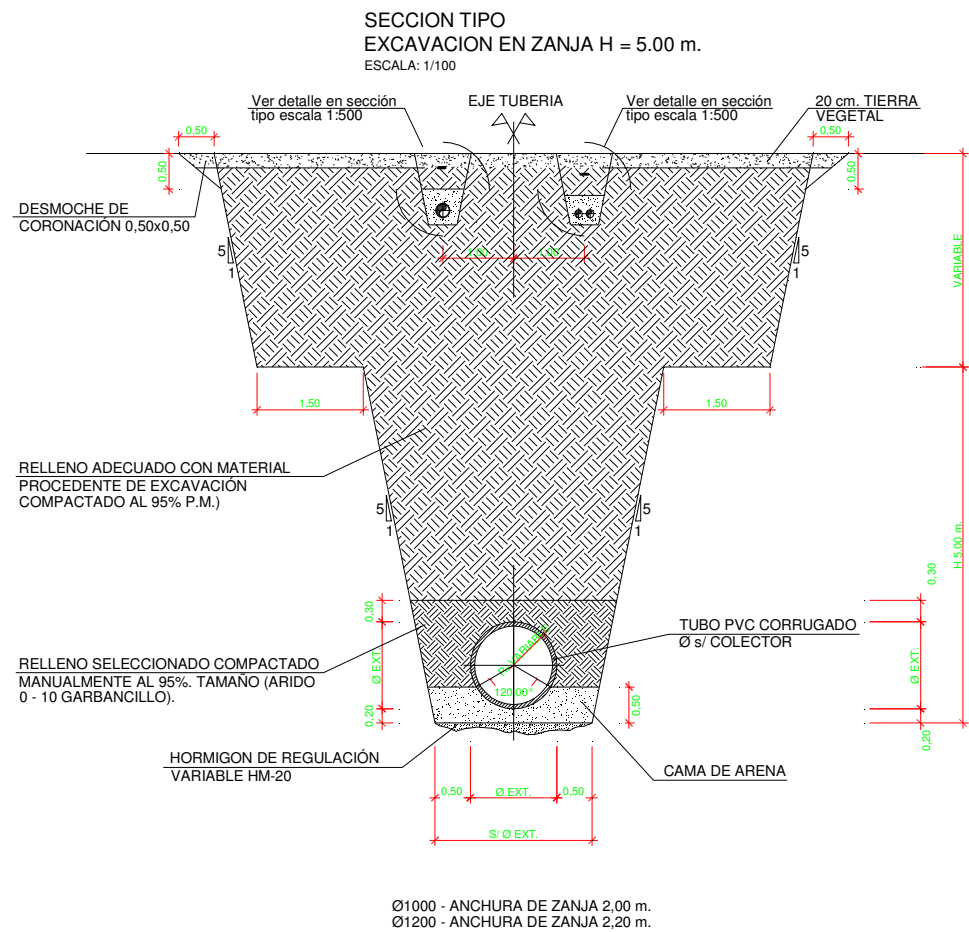


COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS
MADRID

Expediente
142109

Fecha
20/11/2013

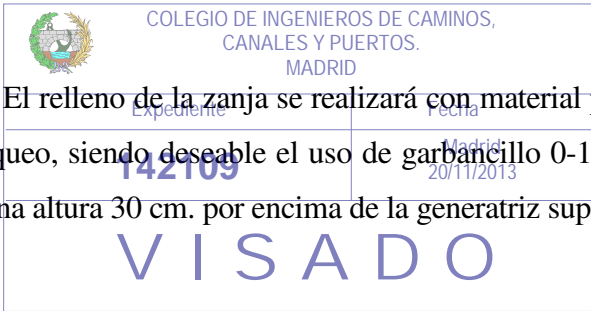
VISADO



El fondo de caja de la excavación siempre deberá garantizar una capacidad portante superior a 2kg/cm². Siempre que existan blandones, se deberá proceder al saneo de dicho fondo de caja para garantizar la capacidad portante exigida.

El tubo irá apoyado en una cama de apoyo de arena con características especificadas en el PPTP. La cama de arena de río será de espesor 20 cm. La cama se medirá desde la generatriz inferior del tubo al fondo de excavación, debiendo estar compactada al 95 % del PN y ángulo de apoyo de la conducción respecto al eje longitudinal de la conducción sea de 120°. (Nota: será muy importante en obra garantizar la tipología de apoyo (120°) ya que en tubos flexibles la ovalización y cálculo mecánico depende de este factor.)

El relleno de la zanja se realizará con material procedente de excavación que deberá someterse a machaqueo, siendo deseable el uso de garbancillo 0-10, y compactado al 95% del Próctor Modificado, hasta una altura 30 cm. por encima de la generatriz superior exterior del tubo.



El resto de la zanja hasta alcanzar el terreno natural, se rellenará con material procedente de la excavación de un tamaño máximo de 10 cm compactado al 95% del Próctor Modificado, hasta los últimos 20 cm que se recubrirán con tierra vegetal.

Sección tipo de zanja en cruces de caminos y carreteras (sección tipo-2, y 3)

Se distinguen dos tipos de secciones, según su cruce sea a camino existente constituido por zahorra (sección tipo-1) y carretera existente constituida por un pavimento de aglomerado (Sección tipo-2)

La sección tipo será similar a la del caso anterior, variando únicamente, en que se sustituye, el relleno con suelo seleccionado hasta los últimos centímetros donde se sustituirá el pavimento existente según la conformación y estructura existente, adoptándose como mínimo 20cm de zahorra natural para caminos de servicio y 30 cm de ZA1, 8 cm de G-40 y 5 cm de s-20 y 4 cm de S-12 para carreteras municipales o vías de servicio pavimentadas

Sección tipo en zanja en cruces de ríos, arroyos y barrancos (sección tipo-4)

La sección tipo será similar a la de zanjas de cruce de caminos, que se rellenará de hormigón HM-20 hasta 30 cm por encima de su generatriz, Adicionalmente por encima del hormigón se rellenará con escollera de más de 100Kg de peso (en el caso de utilizarse bolos aluviales, estos deberán estar hormigonados)

La sección de la zanja en situaciones normales será trapezoidal de 2,2 m de anchura en base, y la profundidad de excavación será tal que cumpla como mínimo 1.00m de relleno sobre la clave del tubo.

ARQUETAS DE RESALTO

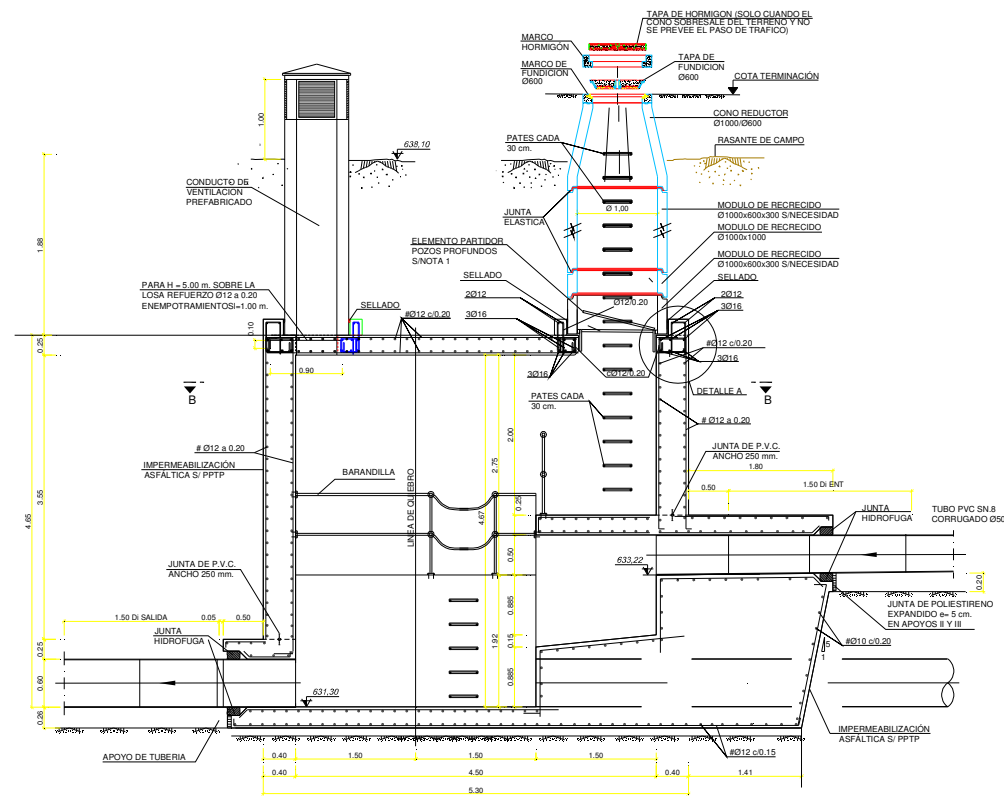
Se dispondrá de dos arquetas de resalto, denominados AR-1 y Ar2, que ya estaban contempladas en el proyecto inicial.

Estas arquetas estarán ejecutadas con hormigón armado HA-30/p/20-IIA-Qb y armadura B-500-S, y dispondrán de todos los elementos prefabricados de acceso (similares a los definidos en los pozos de registro), pates cada 30 cm y shunt de ventilación. Adicionalmente se colocará barandilla de seguridad galvanizada en caliente de forma que las operaciones a realizar en su interior sean seguras.

Los escalones mínimos entre saltos serán de 0.5m y dispondrán de pendiente en el sentido del flujo. Para facilitar el resalto, evitar succiones entre escalones y disminuir la erosión de la base, se colocará un tubo de PVC de diámetro 315mm que conectará las bases de salto.

En todas las arquetas definidas se dispondrá de cadena de amarre de seguridad de forma que se evite deslizamientos.

Las dimensiones de dichas arquetas se encuentran detalladas en los Planos.



LIMPIEZA DE LOS ESTANQUE DE TORMENTAS

Dado que el estanque de tormentas tiene el objeto de laminar el agua entrante a la EDAR, circulante por el colector nuevo ejecutado, se ha de esperar gran acumulación de sedimentos en su solera, que pueden anegar la entrada al colector, y generar malos olores. Por ello es necesario diseñar un sistema de limpieza de solera lo más sencillo posible.

Alternativas estudiadas

Entre los sistemas estudiados se encuentra:

- Bombas de limpieza que reubicarían en la solera, en su parte superior, y que se alimentarían de agua. Esta solución se comercializa actualmente por diversas casas comerciales de bombas, y consiste en la disposición de una bomba de alta presión que actúa con un émbolo giratorio, que permite mover el chorro de limpieza en un ángulo establecido próximo a los 45° y limpia las calles asignadas por medio de presión.

La solución se hace rentable cuando se dispone de red eléctrica próxima, y en calles de lavado no extremadamente largas. Suele utilizarse en estanques de tormenta de tamaño medios hasta 5000 m3.

- Depósitos de limpieza autobasculantes, que se dispondrían apoyados a las pilas, y que se llenarían con agua limpia.

El limpiador basculante vacío se encuentra en reposo sobre unos amortiguadores elásticos de caucho especial. Cuando después de haber pasado una etapa de lluvia es necesario usar el limpiador, da comienzo el ciclo de limpieza; se empieza a llenar el limpiador de agua y cuando éste está casi lleno de agua, justo antes de que se desborde, bascula por caprichos de la mecánica de fluidos y vierte todo el contenido a modo de una fuerte ola. El limpiador bascula espontáneamente y gracias a su diseño vuelca totalmente en el plazo de un segundo y vierte el contenido de agua hacia el muro de atrás; es decir que recoge durante un largo tiempo un débil caudal de agua y lo liberan después a modo de golpe seco.

Esta ola ó masa de agua produce una presión dinámica (50 KN/ m²) y una fuerza de arrastre (150 N/m²) tan fuertes que limpia de manera segura y eficaz los materiales decantados que se encuentran en la solera del depósito.

Esta solución requiere una conducción que permita el llenado controlado del depósito. Especial interés tiene garantizar el mantenimiento de los ejes de giro de los mismos que a veces quedan obstruidos.



Las pendientes de los carriles de limpieza deberían estar entre 2 y 4 %. Pendientes superiores son desaconsejadas por el peligro de deslizamientos. Por contra, pendientes inferiores son propicias para desarrollar sedimentaciones. Los limpiadores basculantes deben estar suspendidos lo más alto posible y si es posible por encima del nivel de

agua máximo a fin de que la altura de caída sea lo más grande posible. La energía lograda por el limpiador depende directamente de la altura del mismo y de la masa de agua que contiene.

A fin de que la ola de fondo no sea reflectada sobre el muro opuesto, y no continúe fluctuando por el fondo del tanque, son necesarios sumideros ó fosas de evacuación que permitan recoger un volumen igual al arrojado por el limpiador basculante cada vez que voltea.

- Depósito de descarga, cuya función es similar al de una “cisterna” de inodoro. Se produce la acumulación de agua , en un depósito de volumen suficiente para producir arrastre en la descarga del mismo. El accionamiento se produce de forma controlada . de esta forma sería necesario disponer de válvulas de corte telemandadas en cada depósito.
Tiene la necesidad de que las compuertas se gestionen mediante telemando, para que la apertura sea controlada en calles de forma ordenada.

La solución finalmente adoptada para el ETCN es la de depósitos de lavado que producen una descarga rápida mediante la apertura de unas clapetas de accionamiento rápido a través de un sistema hidráulico. Dicho sistema provoca una ola de lavado que arrastra el sedimento depositado sobre la solera de las 6 calles.

Para el ETCE la solución más idónea por las dimensiones y configuración del estanque es la de los autobasculantes.

Descripción del sistema adoptado

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, la solución adoptada para la limpieza del ETCN se realizará mediante la ejecución de pequeños depósitos que funcionan como cisternas y permiten mediante la apertura controlada mediante la instalación de compuertas clapetas de accionamiento rápido mediante sistema hidráulico.

Los depósitos dispondrán de muros transversales de 0.4m de espesor armado con # 10 a 15, y esperas de arranque de 12/15. La coronación de los muros será hasta la cota de la lámina de agua máxima esperada. En todos los casos se dispondrá de calles de lavado que se resolverán mediante muretes de 0,60 m de altura, terminados en pico a fin de facilitar la decantación de los sólidos, y 0.4m de espesor, armados en ambas caras con #12 a 20. Dichas calles abarcarán la anchura global entre pilares, siendo de 6.0m.en el ETCN.

El agua que abastece a las cámaras de lavado puede provenir del colector, del pozo drenante, que recoge y rebaja el nivel freático, bombeando el agua hasta los depósitos de lavado o de la propia EDAR desde su pretratamiento

El sistema dimensiona los depósitos de lavado y el foso de recogida de aguas para asegurar un caudal, una velocidad de barrido y una recogida de aguas que garanticen el perfecto funcionamiento del sistema, una vez producida la apertura de las clapetas de accionamiento rápido mediante sistema hidráulico

A fin de que la ola de fondo no sea reflectada sobre el muro opuesto y continúe fluctuando por el fondo del estanque, se ejecuta un foso que permite recoger un volumen mayor al arrojado por el vertido de un depósito de lavado.

Cámaras de lavado del estanque de tormentas ETCV

En el ETCE se disponen 4 limpiadores autobasculantes de 500 litros/m.
Requieren un volumen total de 20 m. x 500 l/m2 = 10.000 litros = 10 m3.

El limpiador basculante vacío se encuentra en reposo sobre unos amortiguadores elásticos de caucho Cuando después de haber pasado una etapa de lluvia es necesario usar el limpiador, da comienzo el ciclo de limpieza; se empieza a llenar el limpiador de agua y cuando éste está casi lleno de agua, justo antes de que se desborde, bascula y vierte todo el contenido a modo de una fuerte ola. El limpiador bascula espontáneamente y gracias a su diseño vuelca totalmente en el plazo de un segundo vertiendo su contenido de agua hacia el muro de atrás, es decir que recoge durante un largo tiempo un débil caudal de agua y lo liberan después a modo de golpe seco.

Esta ola ó masa de agua produce una presión dinámica (50 KN/ m2) y una fuerza de arrastre (150 N/m2) tan fuertes que limpia de manera segura y eficaz los materiales decantados que se encuentran en la solera del depósito.

Se disponen 4 calles de 5 metros de ancho y 17,0 m. de longitud, separadas por muretes terminados en forma de pico y 0,40 m. de anchura.

La pendiente longitudinal de las calles de limpieza es del 2 %.

Cámaras de lavado de estanque de tormentas ETCN

Se han adoptado 6 cámaras de lavado, una por calle., cinco de ellas análogas , siendo la sexta de dimensiones más larga y menos ancha al situarse en la calle de entrada por donde proviene el caudal entrante de la Arqueta aliviadero.

Las características y volúmenes requeridos se citan a continuación:

ETCN: Cámara	longitud	ancho	altura	Volmen (m3)
1	5,80	5,73	1,78	59,32
2	5,80	5,73	1,78	59,32
3	5,80	5,73	1,78	59,32
4	5,80	5,73	1,78	59,32
5	5,80	5,73	1,78	59,32
6	9,80	2,34	1,78	40,82
		337,42 m3		

Las soleras de las cámaras de llenado se ejecutan con una pendiente del 10 %, rellenándolas con cuñas de hormigón HM-20, facilitando la salida del agua y evitando posibles atascos en la apertura además de facilitar la limpieza posterior del fondo.

Conducción de llenado de cámaras

El agua entrante en las cámaras de lavado y basculantes puede provenir del colector, de la EDAR desde su pretratamiento o desde el pozo drenante ejecutado a fin de controlar el nivel freático.

Se diseña la conducción, que irá desde el pretratamiento de la E.D.A.R. hasta los estanques de tormentas ETCN y ETCV.

La conducción será de polietileno PE-100, de diámetro 160 mm nominal .Se dispondrá una bomba sumergible que garantice un caudal Q=13,88 l/S que impulsará el agua hasta su destino.

Trazado

La conducción partirá desde la arqueta de agua pretratada de la EDAR, discurriendo su trazado paralelo al de los colectores, permitiendo así su mantenimiento y explotación asociado al mismo, cuyas arquetas serían coincidentes con las de inspección de la conducción de saneamiento.

Los criterios adoptados para el alzado condicionan al perfil longitudinal. El perfil longitudinal será aquel que genere los mínimos problemas de explotación, y suponga el mínimo coste económico en ejecución y explotación.

Por ello se adoptarán pendientes ascendentes y descendentes mínimas encajadas en una banda de profundidad entre 1,0 y 2.0 m (salvo casos excepcionales, donde puede haber una profundidad mayor), respetando este máximo en la medida de lo posible, minimizando así las excavaciones. Los criterios generales seguidos son:

Relleno de tierras sobre la tubería, contando desde la generatriz superior e interior del tubo:

- Mínimo 1,00 m en cruces de caminos, carreteras y bajo acera
- Mínimo 1,00 m en tramos donde no se prevé circulación de tráfico rodado
- Pendientes mínimas de la conducción:
- Descendente en dirección del flujo: 5‰
- Ascendente en dirección del flujo: 2‰
- Pendientes máximas en desagües a salvar, que no superan un 10%.
- Puntos bajos de la conducción: preferentemente en los puntos con mayor facilidad para realizar el desagüe.
- Puntos altos de la conducción: preferentemente en cambios de alineación de la conducción en zonas altas.

Condicionantes hidráulicos

Se han definido los siguientes parámetros en el cálculo hidráulico:

- Cota de partida: La cota adoptada de bombeo es la 630,50 y la cota del estanque de tormentas la 638.
- Presión mínima de entrega: 5 mca
- Velocidades límites:
 $V_{m\acute{a}x} = 2,5 \text{ m/s}$
 $V_{m\acute{i}n} = 0,5 \text{ m/s}$
- Pérdidas de carga localizadas e incremento de longitud de los ramales: con objeto de introducir en el tramo una suma de pérdidas de carga localizadas debidas a la presencia de elementos de control hidráulico, válvulas parcialmente cerradas, codos, cambios de sección, etc, así como por la proyección en planta del trazado desarrollado se ha considerado una pérdida total adicional de un 6.5%
- Diámetro mínimo interior: 156 mm.
- Rugosidad de la tuberías: Polietileno: 0.007-0.01 mm, se adopta 0.01

Tipología de materiales

Las tuberías ha utilizar serán de Polietileno de Alta Densidad, PE100, que cumplirá con las normas UNE 12201 "Sistemas de canalización de materiales plásticos para el suministro de agua. Polietileno (PE)" y la Norma UNE-EN 13244 "Plastics piping systems for buried and above-ground pressure systems for water for general purposes, drainage and sewerage. Polyethyln (PE)". El sistema de unión seleccionado es por electrofusión o manguito electrosoldable.

Para el tipo de tubería elegido, Polietileno de Alta Densidad PE-100-PN6, el diámetro necesario es de 147,6 mm medido interiormente (Diámetro nominal de 160 mm) PN 6

La tubería se ha previsto igualmente a cargas exteriores, tanto de tierras como de cargas dinámicas.

Sección tipo

La sección de la zanja en situaciones normales será trapezoidal de 0,40 m de anchura en base. Definiéndose dicha base de excavación como el diámetro exterior + 2xC, siendo C un parámetro función de cada tamaño de tubo, y resultando un valor entre 0,12 cm capaz de garantizar la ejecución de la compactación del material alrededor del tubo, mediante "rana" o compactador estrecho.

La profundidad de excavación será tal que cumpla como mínimo 1,00 m de relleno sobre la clave del tubo. El talud de excavación será 1H/5V en condiciones normales.

El fondo de caja de la excavación siempre deberá garantizar una capacidad portante superior a 1 kg/cm2. Siempre que existan blandones, se deberá proceder al saneo de dicho fondo de caja para garantizar la capacidad portante exigida.

El tubo irá apoyado en una cama de apoyo de arena con características especificadas en el PPTP. La cama de arena será de espesor 10 cm. para diámetros, y el ángulo de apoyo de la conducción respecto al eje longitudinal de la conducción sea de 90°.

El relleno de la zanja se realizará con arena compactado por saturación, hasta una altura 20 cm por encima de la generatriz superior exterior del tubo.

Posteriormente se realiza el relleno de cobertura con material procedente de la excavación, y los últimos 20 cm se completan con la tierra vegetal procedente de la propia excavación.

Para el caso de cruce de carreteras o caminos, Posteriormente se procederá al relleno con suelo seleccionado hasta los últimos centímetros donde se sustituirá el pavimento existente según la conformación y estructura existente, adoptándose como mínimo 20 cm de zahorra artificial ZA1 compactada al 95% del PM, para caminos de servicio y la indicada por Diputación Provincial de Ciudad Real para el cruce sobre la CR-5111.

A continuación se adjuntan los parámetros adoptados según el diámetro del tubo:

Tipo	DN (mm)	Φ int (mm)	Esp. Pared (mm)	Tipo de apoyo	e cama de arena (m)	Rrecub. S/ generat. (m)	Base de zanja (m)	Talud (H/V)
PEAD 100 Pn 6 atm	160	147.6	6.2	90°	0,10	0,30	0,8	1:5

Cruce de la carretera CR-5111

Se realizará, según el Condicionado impuesto por la Excma. Diputación Provincial de Ciudad Real, a cielo abierto embutiéndola dentro de una tuberia de 30 cms a modo de vaina. Se hormigonará toda la zanja con hormigón HM-20 y se coronará con la capa de aglomerado en caliente existe en el firme actual.(8 cms de MBC en capa intermedia y 5 cms en rodadura).

En ambos bordes del cruce se dispondrá de una arqueta, colocándose una ventosa que permita su seccionamiento en caso de avería.

Ventosas y válvulas de entrada de aire

El correcto funcionamiento de las conducciones exige un adecuado dimensionamiento de la aireación tanto en lo que se refiere a caudales de admisión como en lo concerniente a la eliminación del aire en condiciones normales de llenado y vaciado controlado, así como a las necesidades de aire cuando se cierra una válvula de seccionamiento. El sistema de aireación se proyecta, por tanto, en base a ventosas y válvulas de admisión de aire

La longitud y diámetro de las tuberías aconsejan instalar los equipos necesarios y en los puntos adecuados, con la misión de:

Purgar el aire disuelto y las burbujas que lleva el agua y que tienden a concentrarse en los puntos altos de la conducción.

- Expulsar el aire en el llenado de las tuberías.
- Inyectar aire en la tubería para un vaciado controlado.
- Introducción de aire cuando se produce un vaciado por rotura o falsa maniobra.

Para cumplir estas funciones existen en el mercado distintos modelos y, entre ellos, se han elegido para la red objeto de este Proyecto son Ventosa trifuncional (a+b+c).

Criterios de instalación

La colocación de uno u otro elemento de los indicados, se hará con los siguientes criterios:

- En los puntos altos se colocarán ventosas trifuncionales,
- La longitud máxima entre ventosas será como mínima de 500 m.
- En los cambios marcados de pendiente, aunque no formen puntos altos, tanto en la rama descendente como ascendente de los sifones, se colocarán ventosas, ya que el aire, en su ascensión a favor o en contra de la corriente, aumentará su volumen por pérdida de presión y perderá velocidad al disminuir la pendiente.

- El dimensionamiento de estos aparatos se ha realizado de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes, en cuanto a las capacidades de entrada y salida de aire de cada uno de los elementos.

- **Dimensionado de las Ventosas Trifuncionales**

El dimensionamiento de las ventosas se ha realizado de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes y en función de la capacidad necesaria de aducción y salida de aire en el vaciado y llenado de la conducción.

Los valores de los diámetros de ventosas a emplear, deben garantizar la entrada de aire y evacuación de aire, de manera que, en función del tamaño de la conducción, se emplearán los siguientes diámetros de la ventosa, recogidos en la “Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión” (CEDEX, 2002):

Diámetro de la tubería (mm)	Ventosa	Válvula de cierre	Dn (mm)
<200	Trifuncional	Compuerta	50

Desagües

Los desagües son necesarios para poder vaciar un tramo de tubería, una vez aislados sus extremos por válvulas de cierre, y así poder proceder a su reparación.

Se dispondrá desde el macizo de derivación un tubo de características similares al tubo de la red principal, es decir de PE100 –PN6

Siguiendo las recomendaciones recogidas en la “Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión” (CEDEX, 2002), se disponen desagües de las siguientes dimensiones:

Diámetro de la tubería (mm)	Dn desagüe (mm)
<200	80

- **Tipos de Desagües**

Como criterio general los desagües verterán en redes de drenaje existentes. Se han definido 2 tipo de desagües: desagüe por gravedad simple y doble. Se ha de entender que la generalidad de los desagües adoptados se realiza adosando la arqueta de desagüe a la arqueta de la red de saneamiento de forma que el vertido se haga en lo posible directamente a esta.

Desagüe por gravedad simple

Los desagües por gravedad, se colocan en aquellos puntos bajos de la conducción en los que es posible realizar el vertido por gravedad en una distancia no mayor de 20 m a un cauce o arroyo.

Desagüe por gravedad doble

El desagüe por bombeo, se coloca en aquellos puntos bajos de la conducción en los que no es posible desaguar por gravedad con una longitud de la tubería de vertido no mayor de 20 m. a un cauce o arroyo.

El desagüe se realiza de igual forma que el desagüe por gravedad por medio de una arqueta doble. El desagüe se realiza por gravedad por accionamiento de la válvula, que vierte el agua en la arqueta adosada y a su vez a la zanja adjunta a la pared de la arqueta.

Derivaciones y válvulas de seccionamiento

- **Parámetros de diseño adoptados**

Para aislar la red en caso de derivación a los diversos estanques de tormentas , se dispondrá de válvulas de corte no motorizadas.

- **Tipología de válvulas de seccionamiento**

La válvula de seccionamiento será de un diámetro comercial válido para al diámetro de la tubería.

- **Válvulas de compuerta**

Las válvulas de compuerta de cierre serán de accionamiento manual en la red de distribución y automatizada en el llenado de cada cámara. Se dispondrá de válvulas de corte en el vertido a cada cámara y en las arquetas de derivación. Para el caso del grupo de bombeo las válvulas de corte serán de 100 mm.

Carretes de desmontaje

Las válvulas de corte llevarán carretes de desmontaje. Las válvulas de cierre de ventosas y purgadores no los llevan. Las válvulas de compuerta incluso las existentes en los desagües llevarán carrete de desmontaje. La presión nominal del carrete de desmontaje será la misma que la de la válvula adyacente.

El carrete de desmontaje será de acero moldeado al carbono del tipo St 37, según la Norma DIN 17100, galvanizado, siendo sus partes móviles de acero inoxidable del tipo AISI grado 314. Los tirantes roscados y las tuercas hexagonales serán de acero galvanizado.

Llevarán una protección interior y exterior de laca bituminosa negra, de calidad alimentaria, para su uso en agua potable.

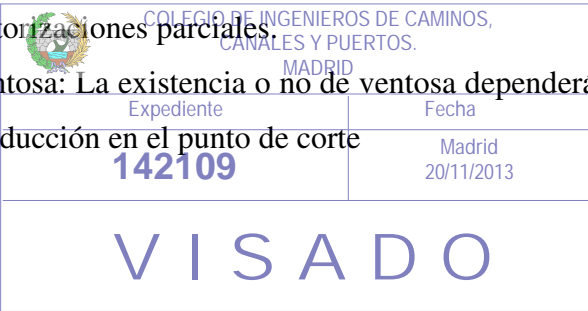
Los carretes deberán ser montados de tal forma que en su posición de trabajo, no superen la longitud máxima admitida, pero se encuentren cercana a la misma.

Arquetas

Con objeto de alojar todos los elementos auxiliares de la conducción (ventosas, desagües, válvulas de seccionamiento), se han dispuesto arquetas, cuya tipología ha obedecido a siguientes características:

Arquetas de corte

- Ubicación: se ubicará arqueta de corte en los puntos de cruce de carretera y en la derivación a cada cámara
- Tipología constructiva: solera de hormigon y base de apoyo de hormigón, conducto central de acceso a base de pozo de registro, formado por anillos prefabricados de hormigón con pates de polipropileno montados en fábrica y cierre superior de pozo de registro formado por un cono asimétrico prefabricado de hormigón armado, de altura útil 100 cm.
- Ventilación: se considera necesaria la disposición de ventilación en la arqueta.
- Pates: Todas las arquetas dispondrán de pates de acceso de Polipropileno de 30 cm de ancho y 20 mm de DN, cada 30 cm cm y dimensiones especificadas en planos. Los pates se arriostrarán al muro mediante epoxy.
- Dimensiones: Las dimensiones de las arquetas serán tales que permitan el trabajo adecuado dentro de esta. Además deberá garantizar las distancias para la instalación de los equipos electromecánicos:
- Macizo de anclaje: Las arquetas de seccionamiento y aireación disponen de macizo de anclaje de dimensiones especificadas en planos
- Desagüe: Las arquetas de seccionamiento no dispondrán de arqueta de desagüe, por lo que cualquier desagüe de la red se deberá realizar entre puntos bajos de desagüe, no existiendo sectorizaciones parciales
- Ventosa: La existencia o no de ventosa dependerá de la pendiente ascendente o descendente de la conducción en el punto de corte



Arquetas de desagüe

- Ubicación: Corresponde al desagüe de puntos bajos y puntos terminales de ramal que permitan el vaciado de red. Se procederá a disponer uno en cada punto bajo de la conducción o en su defecto cada 500 metros.
- Tipología constructiva: Las arquetas de desagüe serán pozos de registro prefabricados de hormigón formados por anillos con junta de goma de iguales características que las citadas anteriormente
- Existirán dos tipos de arquetas desagüe, las arquetas de desagüe simples, las cuales presentan una arqueta para poner la válvula y de ahí parte el tubo hasta la zona baja de desagüe del propio cauce. Y luego tenemos las arquetas de desagüe dobles, en las cuales en una de sus partes se ubicará la válvula de compuerta y en la otra se realizará una rotura de carga y posterior desagüe al exterior, ganando cota si fuera necesario
- Tapa de fundición de 0,60 m .
- Dimensiones: Las dimensiones de las arquetas serán tales que permitan el trabajo adecuado dentro de esta.
- Pates: Todas las arquetas dispondrán de pates de acceso de Polipropileno de 30 cm de ancho y 20 mm de DN, cada 30 cm y dimensiones especificadas en planos. Los pates se arriostrarán al muro mediante epoxy.
- Macizo de anclaje: la derivación T deberá disponer de anclaje según dimensiones especificadas para ello
- Válvula de corte: Compuerta

Arquetas de ventosa

- Ubicación: Corresponden ventosas en los puntos altos, cambios de pendiente o en su defecto cada 500 metros.
- Tipología constructiva: Las arquetas de ventosa serán pozos de registro prefabricados de hormigón formados por anillos con junta de goma.
- Tapa será de fundición d e 0,60m.
- Dimensiones: Las dimensiones de las arquetas serán tales que permitan el trabajo adecuado dentro de esta..
- Pates: Todas las arquetas dispondrán de pates de acceso de Polipropileno de 30 cm de ancho y 20 mm de DN, cada 30 cm y dimensiones especificadas en planos. Los pates se arriostrarán al muro mediante epoxy.

- Macizo de anclaje: la derivación T deberá disponer de anclaje según dimensiones especificadas para ello.

Arquetas de conexión a ETCV

Para facilitar la gestión del llenado de las diferentes cámaras se dispondrá de arquetas de corte en cada una de las cámaras,

Arqueta para bomba de impulsión de agua de lavado


Se ejecutará una arqueta con HA-30/ B/20-IIa-Qb, y armado B-500S, de muros y solera de espesores de 20 cm y dimensiones interiores 2.0x2.0x1.4-1.9m.

En dicha arqueta se dispondrán los elementos y valvulería necesaria para la gestión de los grupos de bombeo, esto es: Válvula de corte manual de 100 mm, carrete de desmontaje de 100 mm, Ventosa trifuncional de 50 mm , válvula de retroceso de 100 mm. y contador.

9.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS

Durante la ejecución y construcción de los colectores se contemplaron las siguientes actuaciones:

- Se dejó previsto que se ejecutará la Arqueta aliviadero en vez del pozo PTC-8.
- A partir del pozo PTC-8, la conducción del tramo común junto con su trazado se ve modificado por dos razones:
 - Modificación en trazado que permita considerar la servidumbre requerida por Diputación para la ampliación de la carretera CR-5111.
 - Reducción del diámetro de la tubería del tramo común de 1200 mm a 600 mm de forma que el caudal máximo entrante en la EDAR sea el de tratamiento en fase-2
- La modificación del tramo común del pozo PTC-8, supondrá la ejecución del colector C1 de forma permanente .
- La ubicación del estanque de tormentas no requiere la necesidad de ejecución del pozo PTC-9, por lo que no se considerará su demolición.

 <div>SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS, CANALES Y PUERTOS. CIUDAD REAL</div>	
Expediente	Fecha
142109	20/11/2013
VISADO	

- Ejecución de las arquetas AR-1 y AR-2, como arquetas de resalto para salvar las diferencias de cotas existentes y aglutinar varios colectores facilitando el conexionado de las tuberías de desagüe de los estanques.

- El pozo PTC-10 no requiere ser ejecutado si se hace coincidir con la arqueta AR-1, y por lo tanto no es necesaria su demolición.

Adicionalmente se han considerado las siguientes afecciones:

- Reposiciones generadas por la ejecución del ETCE, y su afección a la arqueta aliviadero del colector general existente
- Demolición y retirada a vertedero autorizado de la tubería de fibrocemento de diámetro 500 mm.
- Reposición del camino de servicio y acceso a las fincas colindantes a la ubicación del ETCN y ETCV.

Al objeto de poder ejecutar las obras correspondientes al cruce de las tuberías de abastecimiento a los depósitos de lavado y canalización eléctrica a través de la carretera CR-5111, es necesario cumplir el Condicionado impuesto por la Diputación Provincial de Ciudad Real y que se adjunta en el Anejo nº 10 “Reposición de Servicios Afectados”.

10.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS

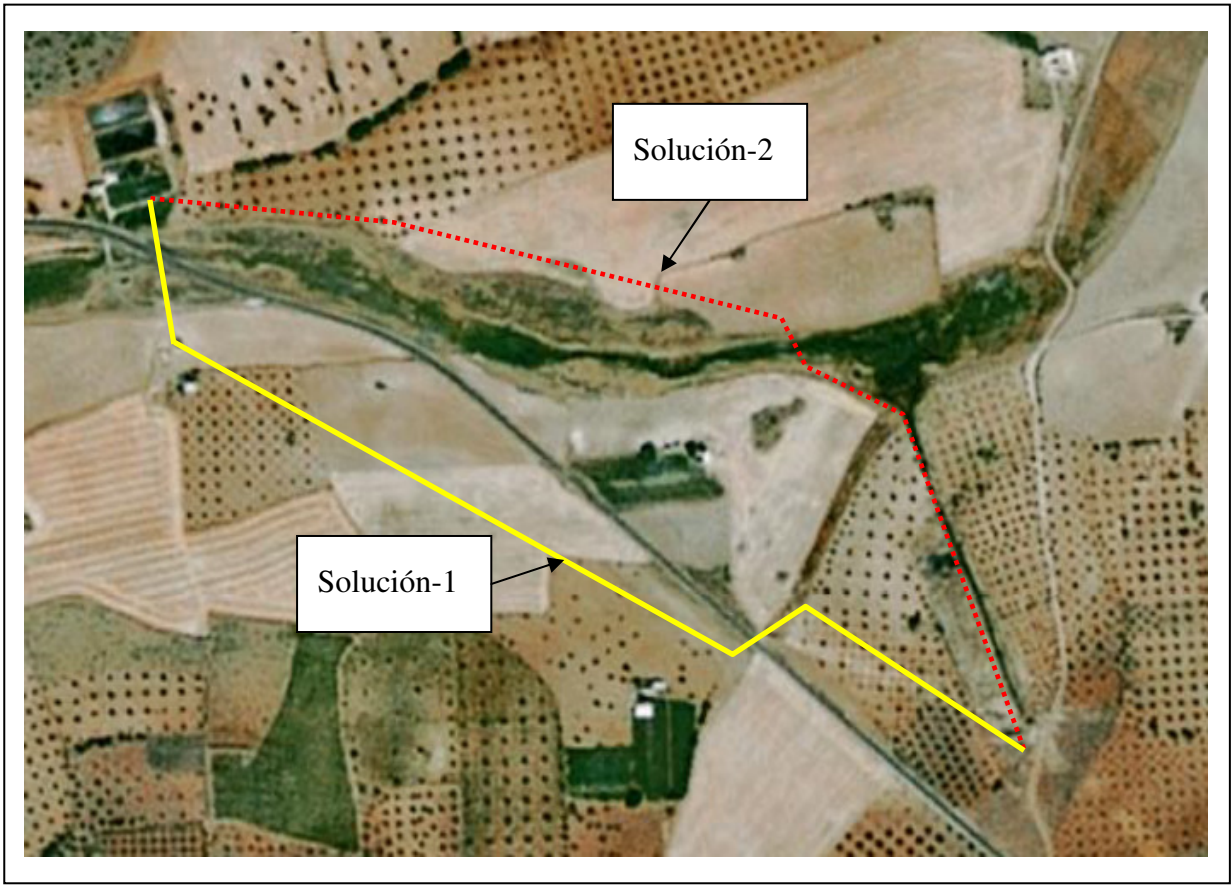
Se pretende dotar de suministro eléctrico a la iluminación requerida, a las compuertas ,clapetas y válvulas motorizadas, al resto de equipos electromecánicos y equipos de transmisión de comunicaciones instalados en los estanques de tormentas, de forma que el proceso de limpieza del mismo pueda realizarse de forma controlada..

Las soluciones estudiadas se corresponden a:

- Punto de conexión: Suministro eléctrico a los diferentes elementos del estanque de tormentas desde las líneas de media tensión disponibles en la zona
- Línea aérea o subterránea: Suministro eléctrico desde el centro de transformación ubicado en la EDAR y que abastece de electricidad en BT a los diferentes equipos de la EDAR

Respecto al punto de conexión , se plantean dos alternativas, una conectarse a una línea próxima de MT o al propio centro de transformación de la EDAR. La solución de conectarse a una línea de MT próxima no se hace viable, al no disponerse líneas próximas a la ubicación del estanque de tormentas. Por lo tanto, la única solución viable de conexionado es abastecerse desde el Centro de transformación de 1000 KVA ubicado en EDAR

Respecto a la tipología de conexión, parece más razonable que la conexión se realice al trafo de la EDAR y realizar toda la línea en baja hasta los estanques de tormentas, ya que dicha solución además de ser más económica, permite concentrar la gestión en un solo punto próximo a la EDAR.



Respecto al trazado, se plantean dos soluciones, la solución-1, conectando la línea al trafo de la EDAR y cuyo trazado discurriría paralelo al trazado de el colector del tramo común.

La solución-2 se plantea desde la línea de derivación de MT o el trafo de la EDAR, hasta los estanques de tormentas cruzando el arroyo de forma aérea, cuya longitud es ligeramente inferior a la solución-1, aunque plantea el problema de cruce de arroyo cuyos requerimientos de gálibo y distancias entre postes es muy superior a los expuestos en la solución-1

Por sencillez de explotación y mantenimiento de la red se opta por la solución-1 con trazado paralelo al colector del tramo común.

La opción propuesta consiste en acometer desde el centro de transformación de la E.D.A.R. la potencia requerida para el uso de todos los equipos electromecánicos e iluminación de los dos estanques.. Es importante indicar que las hipótesis de cálculo realizadas asumen que según los

requerimientos del pliego de licitación de la E.D.A.R., el transformador de que se dispondrá en la E.D.A.R. de (1000 KVA) dispondrá de una reserva de 20% para otros usos múltiples, permitiéndose así su conexión, sin necesidad de ampliar la potencia del mismo.

La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en los circuitos derivados, que se instalará junto al CCM y cuadro general del trafo.

Se dispondrá un cuadro general de protección, con magnetotérmicos de protección general.

En el Anejo nº8, se desarrollan los cálculos y comprobaciones necesarias para la definición del suministro eléctrico en baja tensión, desde el Centro de Transformación ubicado en la Edar .hasta el Estanque. En dicho Anejo también se reflejan los cálculos necesarios para el dimensionamiento de las secciones que alimentan a los equipos instalados y sus respectivas redes de fuerza y control. Se incluye la definición del alumbrado interior de los estanques.

La acometida desde el Centro de Transformación de la Edar al Estanque de Tormentas, debido a su longitud (1,3 Km) y amplia sección se proyecta en aluminio. Las instalaciones interiores se ejecutan en cobre

11.- COMUNICACIONES

El proyecto pretende permitir el control sobre el funcionamiento de los dos Estanques de Tormentas, se dota a éstos de un sistema control y telemando que se gestionará desde la EDAR. El objeto es por un lado, mantener la información del estado de llenado de los estanques de tormentas, para proceder su vaciado en el mejor momento de gestión del mismo. Por ello deberá existir un nivel ultrasónico que permita conocer el nivel disponible en los estanques de tormentas. Esto supone el envío de una señal en dirección Estanque de tormentas ➔EDAR

Por otro lado, el sistema deberá ser capaz de actuar sobre las compuertas de vaciado de los estanques de tormentas (compuertas de husillo motorizadas), la señal deberá ser de apertura, cierre y estado parcial. Esto se gestionará mediante un autómatas programables para gestionar la monitorización y el automatismo. La señal enviada será EDAR➔Estanque de Tormentas ➔EDAR

Para la gestión del lavado de los estanques de tormentas, será necesario conocer el nivel del estanque de tormentas (vacio/ lleno/ parcial) , y posteriormente una vez vaciado este, se ha de conocer el nivel de los depósitos de lavado (vacio/ lleno). Para el caso de estar vació se ha de poder accionar el grupo de bombeo, que se encargará de llenar dichos depósitos de lavado.

Desde la EDAR se ha de poder accionar las electroválvulas de llenado de las diferentes cámaras de lavado, esto implica que se pueda llenar la cámara deseada de forma controlada.

Por todo ello se ha de disponer de de sensores de nivel, y actuadores de las electroválvulas, que deberán ser gestionados mediante un autómata, con comunicación bidireccional de señales.
EDAR→Estanque de Tormentas→EDAR

El sistema está basado en un PLC que se conectará al actual SCADA de la E.D.A.R.

12.- ORGANISMOS CONSULTADOS Y AUTORIZACIONES

Como paso previo a la realización de las Obras se han realizado visitas personalizadas a las Dependencias Municipales de Almagro y Bolaños de Calatrava para conocer tanto los servicios que pudieran ser afectados por las obras, como los Planes Generales Municipales de Ordenación Urbana existentes. Tras la identificación de los diferentes Organismos, se les comunicó por escrito o verbalmente sobre el alcance de los trabajos, y en particular sobre la ejecución de sondeos de verificación de la traza del emisario existente y cruce de la carretera que va hacia Torralba, solicitándose planos de ubicación de servicios..

Se ha realizado consulta a la Diputación Provincial de Ciudad Real para la realización del cruce de las tuberías de agua y electricidad a través de la carretera CR-5111 de la cual ostenta su titularidad. El condicionado se adjunta en el Anejo nº 10 correspondiente a Servicios Afectados.

Adicionalmente en el Anejo-14 “Coordinación con otros organismos” se adjunta la relación de Organismos que se puedan ver afectados por las obras.

13.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL

La actuación planteada tiene como finalidad mejorar la eficiencia de saneamiento y depurativa de la E.D.A.R. de forma que el efluente reúna los parámetros exigidos por la Directiva 91/271/CEE de 21 de mayo, incorporada al ordenamiento jurídico por el Real Decreto Ley 11/1995 de 22 de diciembre.

La actuación se encuentra asociada a la mejora sel sistema de depuración y ampliación de la EDAR, que se encuentra incluida en el Anexo II de la Ley 6/2001, grupo 9 apartado k), que recoge *cualquier cambio o ampliación de los proyectos que figuran en el Anexo I o II, ya autorizados y ejecutados, que puedan suponer un incremento significativo de la generación de residuos.*

No existen dentro de este proyecto otras actuaciones que pudieran contemplarse dentro del Anexo I ni el II

Si se considera la legislación ambiental vigente en Castilla-La Mancha, Decreto 178/2002 y sus correcciones a través de la disposición de 17 de febrero de 2003, la modificación o ampliación de una estación depuradora no se recoge expresamente en ninguno de sus anexos, dado que sólo se

considera las estaciones de nueva creación. De esta forma, se encuadran dentro del Anexo II, la construcción de estaciones depuradoras y emisarios superiores a 15.000 habitantes, siempre que supongan un aumento en la carga contaminante que reciban los ecosistemas acuáticos receptores. En el Anexo III figura también la construcción de depósitos de lodos.

El presente proyecto se corresponde a la construcción de estanques de tormentas donde el proceso de depuración corresponde a poblaciones de los municipios inferiores a 15.000 habitantes, por lo que no se considera necesario su sometimiento a procedimiento de Impacto Ambiental, aunque en el Anejo-8 se ha desarrollado el informe ambiental correspondiente, que contempla el análisis de medidas correctoras y protectoras, así como la regeneración del medio.

Se ha comprobado que la zona donde se ejecutará el proyecto no afecta a la Red Natura 2000, ni contiene hábitats o especies prioritarias de las que figuran en los Anexos I y II de la Directiva 92/43/CEE. Se adjunta cartografía de la red de espacios naturales protegidos en la zona, actualizada a fecha de 2005

La parcelas donde se efectuarán las obras de colectores no afecta ningún espacio protegido. Los espacios presentes en el entorno son: las Tablas de Daimiel que se localizan al Norte de la E.D.A.R. y que se encuentran a una distancia en línea recta de la misma de más de 19 km; y en dirección Este, el LIC de la Laguna del Prado, a una distancia de la estación de 11,5 km y la ZEPA del Campo de Calatrava a 15,5 km de la misma.

Las distancias mínimas de la red de colectores a estos espacios son: 10,6 km desde el inicio del colector de Almagro al LIC de la Laguna del Prado y 14 km desde ese mismo punto hasta la ZEPA del Campo de Calatrava. La distancia mínima de la red a las Tablas de Daimiel, es prácticamente la misma que la existente desde la E.D.A.R..

La remodelación de la E.D.A.R., junto con la nueva red de colectores , supone en términos generales una notable mejora medioambiental, por la propia finalidad del proyecto, la de depurar las aguas residuales. permitiendo cumplir los parámetros exigidos por la Directiva 91/271/CEE de 21 de mayo, incorporada al ordenamiento jurídico por el Real Decreto Ley 11/1995 de 22 de diciembre,

La creación de una nueva red de colectores para aguas residuales, independiente de la de pluviales, al conducir las mismas por la antigua red de colectores, conlleva también importantes ventajas ambientales. En este sentido, y de acuerdo con los criterios de valoración se determina un impacto positivo por la existencia del proyecto valorado como Óptimo.

En consecuencia y dentro del capítulo de Medidas Correctoras se incluyen Plan de Vigilancia Ambiental, Restauración Vegetal y Integración Paisajística de las obras.

En lo que se refiere al Plan de Vigilancia Ambiental se han incluido los gastos derivados de realizar el seguimiento ambiental descrito en apartados anteriores por un Licenciado en especializado

en Medioambiente. Para este menester se ha tenido en cuenta los gastos derivados de desplazamientos, dietas y material que fuese necesario para redactar todo tipo de informes.


En lo referente a integración paisajística restauración, compuesto por la limpieza y acondicionado de las zonas afectadas por el desarrollo de los trabajos, incluyendo la realización de labores mecánicas, pases de subsolado y acondicionamiento del suelo y del terreno. El jalonamiento necesario para la delimitación de las zonas destinadas a instalaciones auxiliares de obra y a parques de maquinaria. El jalonamiento estará compuesto por postes que se encuentran unidos entre sí mediante cinta sencilla de señalización que presente colores vistosos. Adicionalmente se contempla la restauración vegetal en el entorno de los estanques de tormentas.

En relación al Patrimonio arqueológico el trazado de la nueva red de colectores, paralelo a la red actual y a dos vías de comunicación antropizadas. no podemos destacar la presencia de ningún otro elemento arquitectónico y cultural de cierta importancia en la zona, por lo que es presumible que no se produzcan hallazgos durante las tareas de construcción de las instalaciones. El impacto que pueda generarse sobre el patrimonio se valora como negativo, de intensidad baja, extensión puntual, aparición a medio plazo, de persistencia media y carácter reversible. De acuerdo con los criterios de valoración se considera que el impacto que se producirá resulta ser Poco Significativo

Se ha previsto el desarrollo de un programa de protección y restauración, en el caso en que pudiera verse afectados posibles hallazgos arqueológicos por determinadas actuaciones del proyecto como excavaciones o movimientos de tierras.

Para el desarrollo de las obras se ha previsto el seguimiento arqueológico a realizar por técnico competente durante la fase de desbroce y excavación de las obras.

El soterramiento del Estanque de Tormentas del Colector Nuevo , contemplado en el actual Proyecto Modificado N°1 supone una mejora a nivel medioambiental, ya que todo el área correspondiente a la cubierta del mismo será rellenada con material térreo, cobertura de tierra vegetal procedente del desbroce inicial y posterior plantación de especies aromáticas como son el romero y la lavanda.



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
MADRID

14.- SEGURIDAD Y SALUD

Expediente

142109

Fecha

20/11/2013

En cumplimiento del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y de la Ley 51/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de prevención de riesgos laborales dispuesta en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 de 8 de noviembre, se ha redactado el correspondiente

Estudio de Seguridad y Salud que se incorpora en el documento nº5 del actual Proyecto Modificado nº1.

15.- EXPROPIACIONES

Para la identificación de los bienes a expropiar se ha consultado la Oficina del Catastro de Ciudad Real. La afección que las obras provocan en el territorio es diferente en función de su duración temporal y de las servidumbres que conlleva. Por eso se han distinguido tres tipos de afecciones como son:

- la expropiación del pleno dominio o permanente
- la expropiación u ocupación temporal
- la imposición de servidumbres de paso

Los detalles y planos correspondientes a las expropiaciones a realizar se encuentran adjuntos en el Anejo-11.

Memoria
Página 49 de 52

16.- PRESUPUESTO

El Cuadro de Precios nº 1 y nº 2 se ha preparado a partir de la justificación de precios.

En la misma, se obtienen los costes de ejecución material de las diversas unidades de obra, siguiendo el método habitual: cálculo de los costes de mano de obra; obtención del coste directo de cada una de las unidades; deducción del precio de ejecución material, agregando al coste anterior un 6% en concepto de costes indirectos.

El presupuesto por capítulos correspondiente al Modificado nº 1 es:		
C.1	CONDUCCIONES Y POZOS DE RESALTO	137.729,06
C.2	ESTANQUE TORMENTAS ETCE	251.189,07
C.3	ESTANQUE TORMENTAS ETCN	2.070.072,08
C.4	ARQUETA ALIVIADERO	99.572,28
C.5	OBRA DE CONEXIÓN A RÍO	10.867,40
C.6	CONDUCCIÓN DE LAVADO	92.004,85
C.7	ELECTRICIDAD	173.692,40
C.8	COMUNICACIONES	27.311,14
C.9	REPOSICIÓN DE SERVICIOS	33.858,77
C.10	INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y ARQUEOLÓGICO	26.948,56
C.11	SEGURIDAD Y SALUD.....	40.521,31
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		2.963.766,92
13,00 % Gastos Generales		385.289,70
6,00 % Beneficio Industrial		177.862,02
Total Ejecución por Contrata sin I.V.A.		3.526.882,64

Asciende el Presupuesto de EJECUCION POR CONTRATA SIN I.V.A. a la expresada cantidad de: TRES MILLONES QUINIENTOS VEINTESEIL MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO...

EL SALDO ADICIONAL SIN IVA RESPECTO AL PRESUPUESTO DE ADJUDICACIÓN ES DE CERO (0) EUROS

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración se incluye en el Anejo N° 16.

17.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Las obras que se incluyen en el presente proyecto Modificado nº 1 constituyen una unidad completa que puede entregarse al uso general por lo que reúne los requisitos exigidos en el Real

Decreto Legislativo 2/2000 de 16 de Junio que aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

18.- PLAN DE OBRA

De acuerdo con lo reflejado en los programas de trabajo que se adjunta en el Anejo nº 13 “Plan de Obra”, las obras afectadas por el presente Proyecto Modificado nº1 se planifican ejecutarse en un plazo de ocho (8) meses.

El plazo vigente actual, es de 13 meses.

El plazo total previsto para la realización de la totalidad de la obra es de: 13+8 = 21 meses

19.-CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Los grupos y subgrupos de aplicación para la clasificación de empresas en los contratos de obras, a los efectos previstos en el artículo 25 de la Ley de Contratos del Sector Público

Se procede a continuación a justificar la clasificación exigida al contratista para la ejecución de las obras del presente proyecto.

Para llevar a cabo esta justificación se han tenido en cuenta todos los posibles grupos y subgrupos de los diferentes conceptos que intervienen en la obra,

“Cuando la obra presente partes fundamentalmente diferenciadas, de modo que cada una de ellas corresponda a tipos de obra de distinto subgrupo, será exigida la clasificación en todos ellos con las siguientes limitaciones:

- a) El número de subgrupos exigibles, salvo casos excepcionales, no podrá ser superior a cuatro.
- b) El importe de la obra parcial que por su singularidad dé lugar a la exigencia de clasificación en el subgrupo correspondiente deberá ser superior al 20 por 100 del precio total del Contrato, salvo casos excepcionales”.

Los grupos y subgrupos exigidos para la clasificación del Contratista, son aquellos conceptos que superen el 20% del Presupuesto de Ejecución Material. Este caso se da en el grupo E (Obras hidráulicas) subgrupo 1 (Abastecimientos y Saneamientos), concepto que engloba el 100% del Presupuesto de Ejecución Material.

Por tanto, al Contratista que aspire a licitar la ejecución de las obras, le será exigida su clasificación en los grupos y subgrupos E-1.

En lo referente a la categoría exigida al Contratista, se observa la norma 19, según la cual: “En los casos en que sea exigida la clasificación en varios subgrupos se fijará la categoría en cada uno de ellos teniendo en cuenta los importes y los plazos parciales...”

Así, considerando que la ejecución de las obras se realizará por un único Contratista , según la clasificación de categorías expuesta en la norma 2ª de la Orden del 28 de junio de 1991, resulta para el caso del subgrupo E-1 cuando exceda de 2.404.048,42 € de anualidad media siempre referidas a Presupuesto de Ejecución por Contrata, categoría f.

Por lo tanto la clasificación exigida será:

G rupo	Su bgrupo	Ca tegoría
E	1	f

20.-REVISIÓN DE PRECIOS

Al ser el plazo mayor de 12 meses es de aplicación la fórmula nº 9, de revisión de precios:

$$K_t = 0,33 \frac{H_t}{H_o} + 0,16 \frac{E_t}{E_o} + 0,20 \frac{C_t}{C_o} + 0,16 \frac{S_t}{S_o} + 0,15$$

Siendo:

Kt = Coeficiente teórico de revisión para el momento de la ejecución t.

Ht = Índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.

Ho = Índice de coste de la mano de obra en la fecha de licitación.

Et = Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.

Eo = Índice de coste de la energía en la fecha de la licitación

Ct = Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.

Co = Índice de coste del cemento en la fecha de la licitación.

St = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de ejecución t.

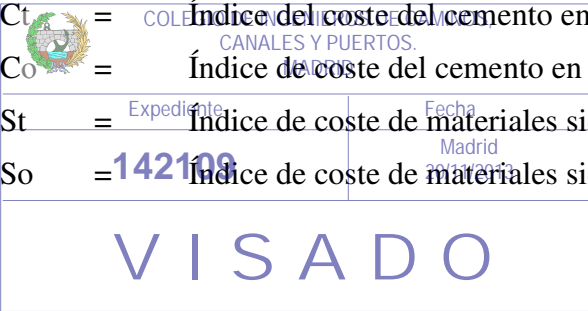
So = Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de la licitación

21.-PLAZO DE GARANTÍA

Una vez finalizadas las obras, antes de ser recibidas, preceptivamente se deberá probar toda la instalación, de acuerdo con lo que se especifica en el Pliego de Prescripciones., levantando el correspondiente Acta de inspección Previa, en cuyo momento la Contrata deberá facilitar al Director de Obra, si no lo ha hecho anteriormente, toda la documentación que defina la obra ejecutada.

No será necesario que ésta sea exhaustiva, dejando a criterio de la Dirección de Obra su ampliación y concreción en el caso que lo estime oportuno.

La garantía será de un plazo de 24 meses, contando a partir de la recepción de las obras.



22.-DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Los documentos que integran el proyecto son:

DOCUMENTO 1: Memoria y Anejos

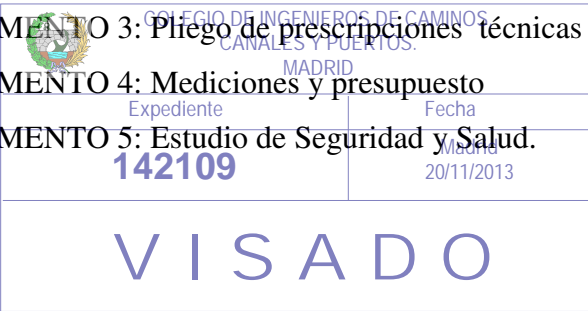
- Anejo nº 1.- Ficha Técnica
- Anejo nº 2.- Cartografía y Topografía
- Anejo nº 3.-Geología y geotecnia
- Anejo nº 4.- Estudio hidráulico
- Anejo nº 5- Cálculos estructurales y mecánicos
- Anejo nº 6.- Trazado y Replanteo
- Anejo nº 7.,- Integración medioambiental
- Anejo nº 8.- Cálculos eléctricos
- Anejo nº 9.- Comunicaciones
- Anejo nº 10.- Reposición de servicios
- Anejo nº 11.- Expropiaciones
- Anejo nº 12.- Justificación de precios
- Anejo nº 13.- Plan de Obra
- Anejo nº 14.- Coordinación con otros organismos
- Anejo nº 15.- Estudio de Seguridad y Salud
- Anejo nº 16.- Presupuesto para conocimiento de la Administración
- Anejo nº 17.- Gestión Ambiental de Residuos
- Anejo nº 18.- Orden autorización redacción proyecto modificado nº1

DOCUMENTO 2: Planos

DOCUMENTO 3: Pliego de prescripciones técnicas particulares

DOCUMENTO 4: Mediciones y presupuesto

DOCUMENTO 5: Estudio de Seguridad y Salud.



23.-CONCLUSIONES

El presente proyecto ha sido redactado de acuerdo a la normativa vigente. Representa una obra completa en el sentido exigido en Artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y su grado de definición es el suficiente para proceder a su construcción,

En Ciudad Real, a 15 de Noviembre de 2012

El Ingeniero Autor del Proyecto Modificado nº1

Fdo.: José Jiménez Fernández
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 15.678

Conforme El Contratista

Fdo.: Ramón Fraga Rivas
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 9.811

Vº Bº El Director de Planificación, Explotación y Gestión Medio Ambiental.

Fdo.: Francisco Pastor Payá
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 6.457