

**PROYECTO DE COLECTORES 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
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
MADRID

Expediente

Fecha

136756

Madrid
27/06/2008

V I S A D O

INDICE

1.-	INTRODUCCIÓN	6
2.-	OBJETO DEL PROYECTO	8
3.-	ANÁLISIS DE LOS COLECTORES EXISTENTE	10
3.1.-	COLECTOR GENERAL EXISTENTE DE BOLAÑOS DE CALATRAVA..	12
3.2.-	COLECTOR GENERAL EXISTENTE DE ALMAGRO	16
3.3.-	TRAMO COMÚN	19
3.4.-	CONCLUSIONES Y PARÁMETROS ADOPTADOS PARA EL DISEÑO...	22
4.-	TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA	24
5.-	GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA	25
5.1.-	GEOLOGÍA REGIONAL	28
5.2.-	GEOTÉCNIA	30
5.2.1.-	Caracterización de suelos	30
5.2.2.-	Excavaciones:	31
5.2.3.-	Consideraciones generales de l Movimiento de Tierras.....	31
5.2.4.-	Materiales de relleno	38
5.2.5.-	Análisis químico	38
5.2.6.-	Sismicidad	39
5.2.7.-	Tensión admisible del terreno:	39
5.2.8.-	Riesgo de asentamiento	39
5.2.9.-	Riesgo de expansividad	39
5.2.10.-	Riesgo de sifonamiento , disolución y karstificación.....	39
5.2.11.-	Otras consideraciones:.....	40
5.3.-	PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS.....	41
5.3.1.-	Préstamos.....	41
5.4.-	VERTEDEROS	42
6.-	INVENTARIO DE VERTIDOS	42
7.-	CÁLCULOS POBLACIONALES Y DOTACIONALES	45
8.-	CÁLCULOS DEL CAUDAL PLUVIOMETRICO	52
8.1.-	CLIMATOLOGÍA.....	52
8.2.-	PRECIPITACIONES.....	53
8.3.-	CÁLCULOS DE PRECIPITACIONES Y CAUDAL DE PLUVIALES.....	53
9.-	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	55



9.1.- ALTERNATIVAS DE MATERIALES	56
9.1.1.- Costes de primera inversión.	56
9.1.2.- Proceso de construcción,	57
9.1.3.- Pérdidas de carga, la rugosidad de los materiales:	59
9.1.4.- A efectos de la explotación,.....	61
9.1.5.- Conclusiones.....	62
9.2.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO: COLECTOR UNITARIO DE PLUVIALES Y AGUAS NEGRAS	63
9.2.1.- Estudio de alternativas necesarias para la laminación de hidrograma de pluviales.....	63
9.2.2.- Estudio de alternativas del colector común de pluviales y aguas negras función de la pendiente.	67
9.3.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL COLECTOR DE AGUAS NEGRAS	70
9.4.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO	77
9.4.1.- Alternativa de trazado en el colector de ALMAGRO hasta arqueta de reunión.....	77
9.4.2.- Alternativa de trazado en el colector de BOLAÑOS hasta arqueta de reunión.....	78
9.4.3.- Alternativa de trazado a partir de la arqueta de reunión hasta pozo de bombeo de la EDAR.....	79
9.4.4.- Resultado y conclusiones de alternativas de trazado.....	81
9.5.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS AL PROCESO CONSTRUCTIVO	81
9.6.- CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y APLICACIÓN AL PROYECTO	82
10.- TRAZADO DEL COLECTOR.....	83
10.1.- TRAZADO EN EL COLECTOR DE ALMAGRO HASTA ARQUETA DE REUNIÓN.....	85
10.2.- TRAZADO EN EL COLECTOR DE BOLAÑOS HASTA ARQUETA DE REUNIÓN.....	85
10.3.- TRAZADO A PARTIR DE LA ARQUETA DE REUNIÓN HASTA POZO DE BOMBEO DE LA EDAR- TRAMO COMÚN	86
11.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS	86
12.- CÁLCULOS MECÁNICOS Y ESTRUCTURALES	90
12.1.- CÁLCULOS MECÁNICOS DEL TUBO	90
12.2.- CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA HINCA Y CÁLCULO DE SUBSIDENCIAS	91



12.3.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES	91
13.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	92
13.1.- TIPOLOGÍA DE TUBO Y MATERIALES	92
13.2.- SECCIÓN TIPO DE ZANJA	93
13.2.1.- Sección tipo de zanja normal (sección tipo-2-2)	94
13.2.2.- Sección tipo de zanja en cruces de caminos y carreteras (sección tipo-2, y 3)	96
13.2.3.- Sección tipo en zanja en cruces de ríos, arroyos y barrancos (sección tipo-4)	96
13.2.4.- Sección tipo cruce del colector de Bolaños con la CR-5111	97
13.3.- CRUCES ESPECIALES	98
13.4.- POZOS DE REGISTRO	99
13.5.- ARQUETAS DE RESALTO	102
13.6.- ARQUETA DE ROTURA	103
13.7.- ARQUETA DE HOMOGENIZACIÓN	107
13.8.- ARQUETA DE TERMINACIÓN	110
13.9.- VENTILACIÓN DEL COLECTOR	113
14.- ORGANISMOS CONSULTADOS Y AUTORIZACIONES	113
15.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL	113
16.- SEGURIDAD Y SALUD	117
17.- SERVICIOS AFECTADOS	117
18.- EXPROPIACIONES	118
19.- PRESUPUESTOS	119
19.1.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	119
19.2.- PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	120
19.3.- PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN ..	121
20.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA	122
21.- PROPUESTAS PARA LA LICITACIÓN	122
21.1.- PLAN DE OBRA	122
21.2.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	122
21.3.- REVISIÓN DE PRECIOS	123
21.4.- PLAZO DE GARANTÍA	124
22.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	125
23.- CONCLUSIÓN	126



1.- INTRODUCCIÓN

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.

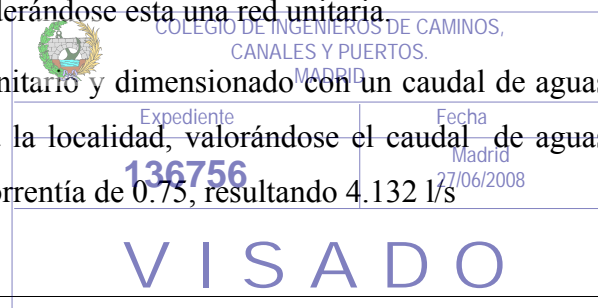
El colector de Bolaños se dimensionó con una población de partida de 10.000 habitantes y una dotación de abastecimiento de 150 l/hab-día según especificaba el Plan hidrológico de cuenca.

Topográficamente Bolaños de Calatrava está constituido por dos cuencas para desagüe, las cuales fueron utilizadas como concepción del diseño del saneamiento: C/ Vía Crucis, Avd. del Generalísimo y C/ de la Virgen del Monte (s/ especifica el proyecto de 1971), y un segundo colector a lo largo de la C/ Ramón y Cajal, que discurre posteriormente por el parque y la carretera de Torralba. El Colector objeto de proyecto se refiere a este último y parte paralelo a la Carretera de Torralba.

En relación a los terrenos circulantes, Bolaños de Calatrava y Almagro, se encuentra en un fondo de hoya natural con casi imposible desagüe natural por gravedad. Estaba atravesada por el Arroyo Pellejero de bajo calado. Este arroyo fue posteriormente rellenado y del cual no queda constancia, siendo uno de los problemas de desagüe existente actualmente.

El proyecto no se circunscribía exclusivamente a los colectores generales, sino que considera el dimensionamiento de la red de saneamiento global y cuyo resultado es la actual red de saneamiento constituida por tubos de fibrocemento de diversos diámetros comprendidos entre 200 mm y 600 mm, considerándose esta una red unitaria.

El tipo de saneamiento adoptado fue unitario y dimensionado con un caudal de aguas pluviales para 122.95 Has, considerando toda la localidad, valorándose el caudal de aguas pluviales en 44 l/s-Ha, y un coeficiente de escorrentía de 0.75, resultando 4.132 l/s



El caudal de aguas negras se calculó para 10.000 hab y 150 l/hab-día, resultando un caudal de 42 l/s

De acuerdo con los datos de proyecto de 1971, el colector principal y emisario general son de secciones ovoides de 120-180 de pendiente 0.003 que discurre por a C/ Vía Crucis y caudal 2.64m³/s y 140-210 construida in situ de pendiente es de 0.0012 que discurre paralelo a la carretera de Torralba. No obstante tras inspección de campo se comprobó que la sección adoptada finalmente durante la ejecución de los trabajos se correspondió con una sección en galería de altura 1,8 m, anchura variable 1,65 – 1,80 m, y con canal de aguas bajas de radio 0,4m. No habiéndose identificado el proyecto modificado que se ejecutó.

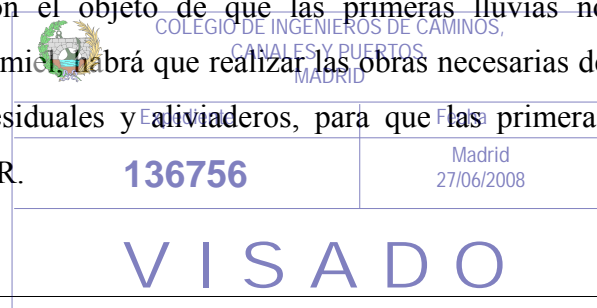
Por otro lado, el colector de Almagro se dimensionó para las siguientes características:

- Población de cálculo: 11.440 hab
- Dotación de agua potable: 200 l/hab-día
- Superficie: 158-55-34 Ha
- Caudal de aguas pluviales de 30 l/s-Ha
- Coef. De escorrentía : 0.64

Resultando un caudal aguas pluviales : 1.469 m³/s, y caudal de aguas negras de 63.55 l/s. Adicionalmente se consideró un caudal de filtraciones de 100m³/Km, lo que resultó 32.47l/s. Resultando un caudal total 1.565 m³/s

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, habrá que realizar las obras necesarias 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, habrá que tener especial cuidado con garantizar que no existan vertidos con nutrientes, por lo que la EDAR futura deberá eliminarlos y el sistema de colectores tendrá que transportar los caudales adecuados para que se garantice que las aguas residuales urbanas son tratadas en la Planta.

Por ello 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.

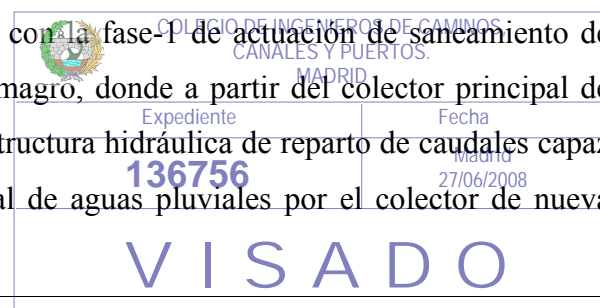
Con fecha de 20 de septiembre de 2006 se adjudica la “Redacción del proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro” a la empresa INGIOPSA INGENIERÍA S.L., firmándose el contrato el 26 de octubre de 2006, debiéndose ejecutar dicha redacción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

2.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la redacción y diseño del proyecto de construcción de los colectores de la actuación de saneamiento de aguas residuales urbanas de Bolaños de Calatrava y Almagro, donde se incluye la prognosis de los diferentes caudales a en los sistemas de colectores, así como las estructuras necesarias para su funcionamiento.

Adicionalmente y con objeto de identificar las necesidades futuras de ampliación se ha realizado la prognosis de los diferentes caudales a transportar y/o trasegar en los sistemas de colectores

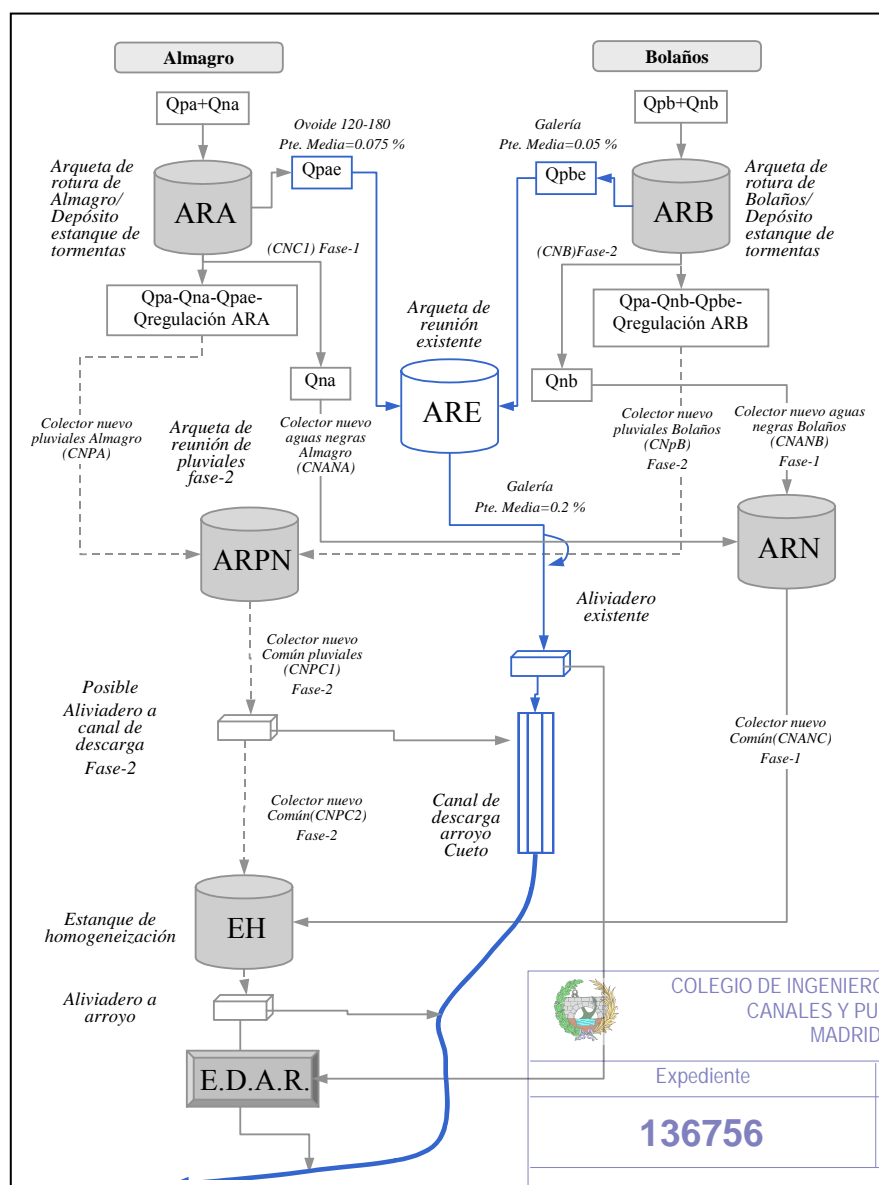
El presente proyecto se corresponderá con la fase-I de actuación de saneamiento de los Municipios de bolaños de Calatrava y Almagro, donde a partir del colector principal de cada uno de los municipios se instalará una estructura hidráulica de reparto de caudales capaz de bifurcar las aguas negras y parte del total de aguas pluviales por el colector de nueva



ejecución (hasta un máximo de cuatro veces el caudal de aguas negras d,e 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.

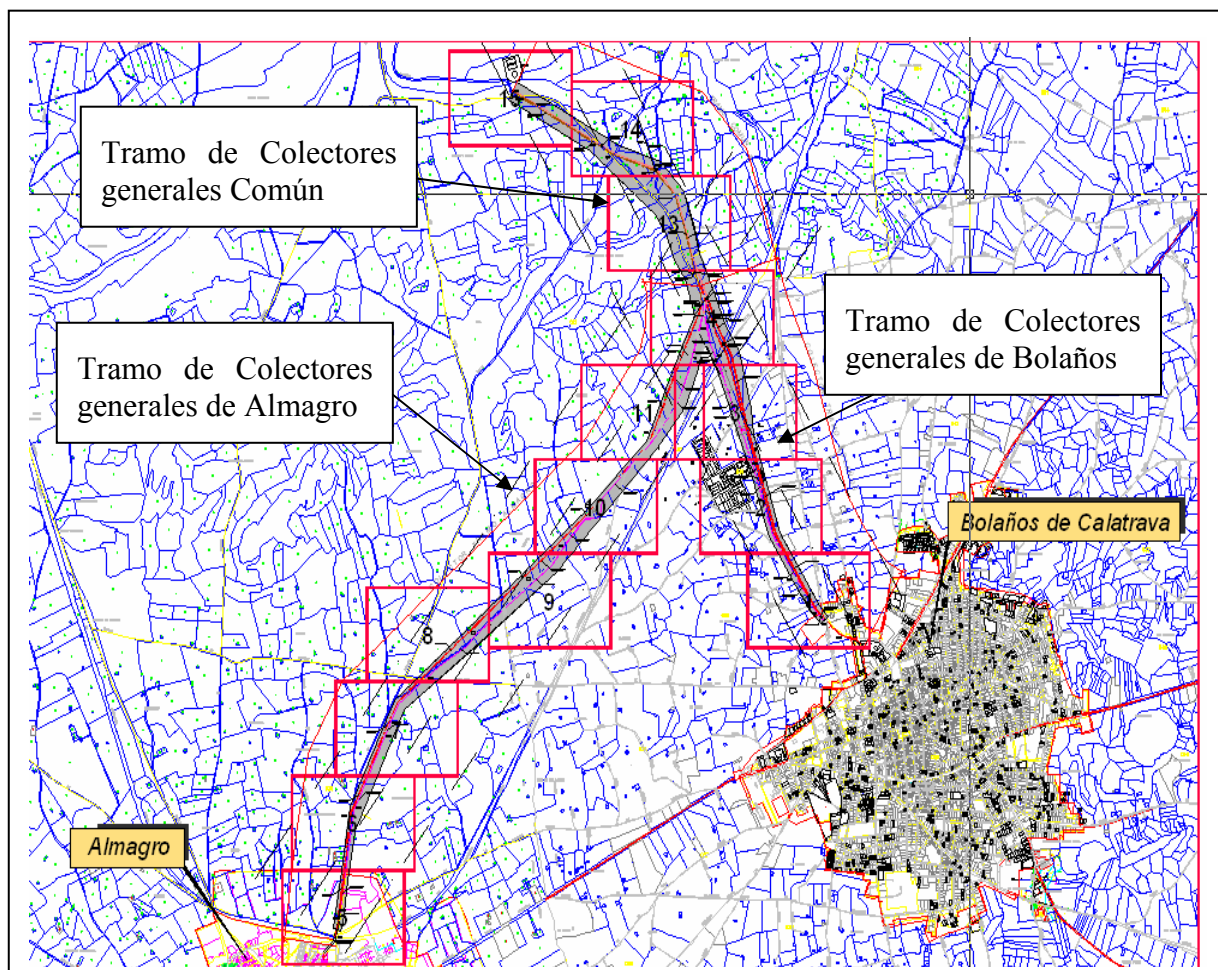
Posteriormente, en una fase-2 no incluido en el presente proyecto será necesario ampliar la red de colectores de pluviales capaz de absorber el caudal de pluviales para un periodo de retorno de 25 años. Estudios realizados en el presente proyecto.

El esquema de funcionamiento previsto será el siguiente:




COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
VISADO	

La ejecución de los trabajos se ha descompuesto en tres tramos claramente diferenciados: Tramo de Almagro, Tramo de Bolaños y Tramo Común.



3.- ANÁLISIS DE LOS COLECTORES EXISTENTE

Actualmente el sistema de colectores generales de los Municipios de Almagro y Bolaños son unitarios e independientes. 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

 <p>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALATRAVA CANALES Y PUERTOS.</p>	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
<p>V I S A D O</p>	

En el Anejo-1 “Antecedentes y análisis de la situación actual” se describe en detalle las características de funcionamiento actual de los colectores generales de Almagro y Bolaños,

Con objeto de determinar el estado resistentes , la posibilidad de uso de estos, las dimensiones geométricas , y la pendiente de los colectores generales de Bolaños de Calatrava y Almagro e identificar la capacidad de transporte y posibilidad de su utilización , se ha procedido a realizar los siguientes trabajos:

- Visita de campo e inspección visual conjunta con los responsables de explotación del servicio de saneamiento municipal, permitiendo identificar la traza del colector existente. Adicionalmente se levantaron las tapas de diversas arquetas comprobándose la sección y profundidad del colector.
- Trabajo topográfico de campo para la identificación de las coordenadas, cotas de tapas de pozos de registro y cotas de solera de galería en pozos, permitiendo así obtener la alineación de dicho colector. Hay que indicar que el equipo de topografía se limitó a la realización de toma de datos topográficos sin ser capaces de confirmar las dimensiones interiores de la galería existente, criterio adoptado por la empresa INGIOPSA al no disponer estos de equipo de protección individual (EPI) ante el riesgo de gases.
- Trabajo de medida de dimensiones geométricas interiores de galería: Aprovechando los trabajos de realización de toma de muestras analíticas y medida de caudales realizado por AGRIQUEM para INGIOPSA, bajo medidas de seguridad y equipos de protección individual, se procedió a introducirse en el pozo de registro y realizar la medición de la dimensión geométrica de la galería, sección considerada uniforme a lo largo del tramo.

A continuación se describen las características de dichos colectores :

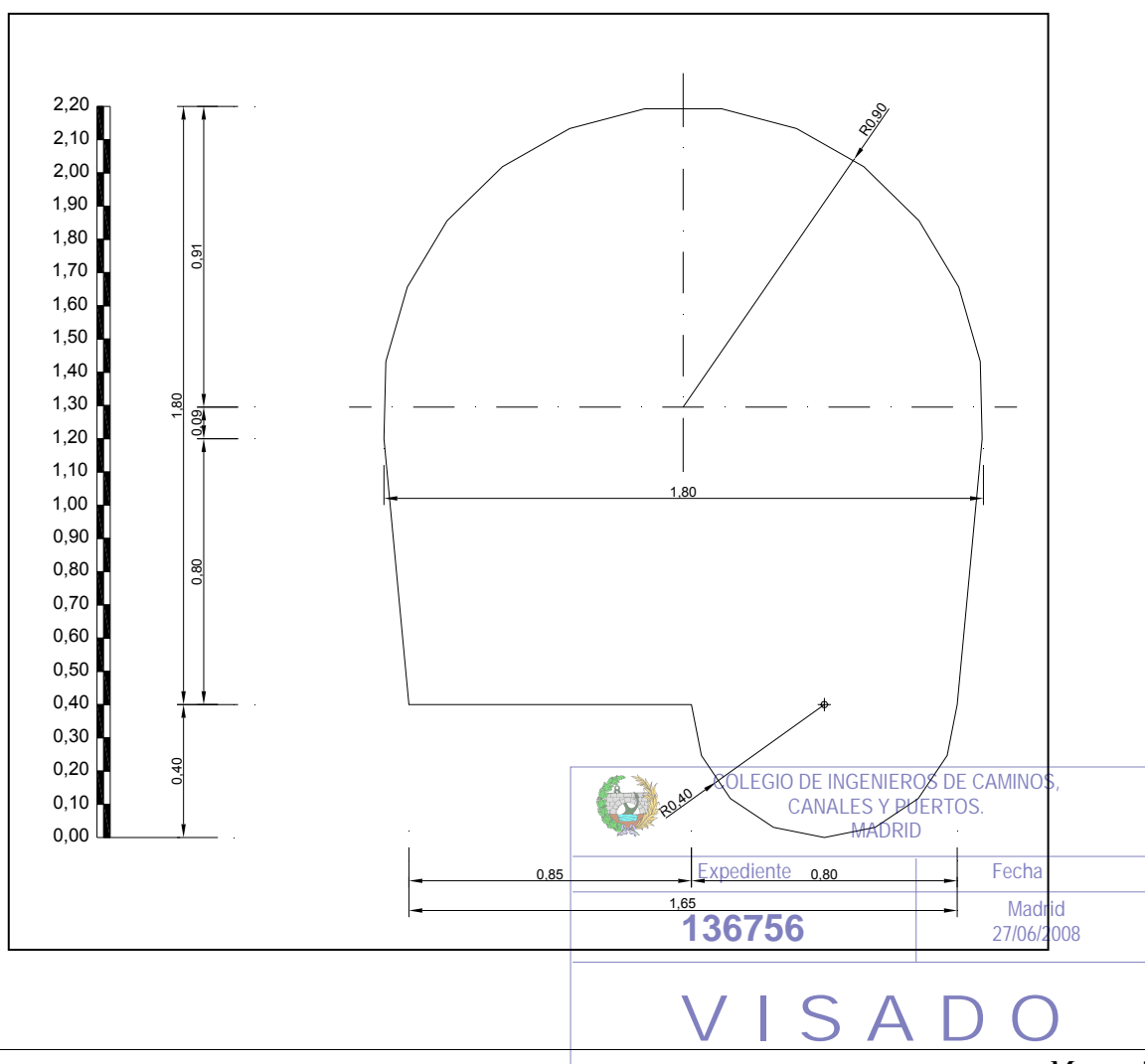
 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

3.1.- COLECTOR GENERAL EXISTENTE DE BOLAÑOS DE CALATRAVA

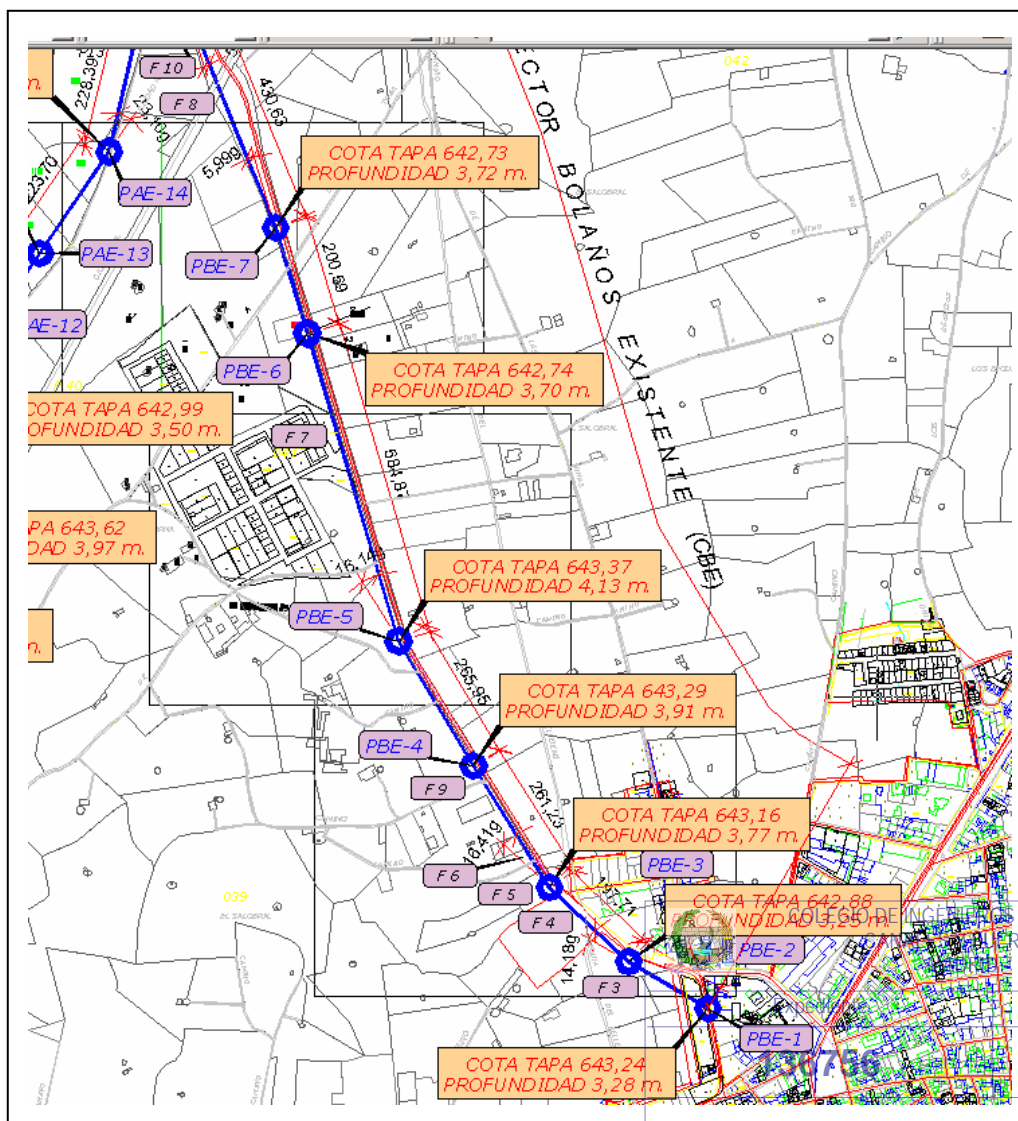
El colector general de Bolaños de Calatrava se dimensionó con una población de partida de 10.000 habitantes y una dotación de abastecimiento de 150 l/hab-día según data el proyecto constructivo de 1971 y redactado empresa Mantenimiento Industrial SA, siendo autor de dicho proyecto D. J. López de Velasco.

El colector está ejecutado con hormigón armado, su aspecto es deteriorado, mostrando fratasado en las caras interiores. Se puede apreciar erosiones en hastiales y anegación de gran parte del canal de aguas bajas producido probablemente por la baja pendiente del colector.

La sección del colector se corresponde a una galería con arco de medio punto de radio 0.9m y altura 1.8m . en su base se dispone de plataforma de 0.8m y canal de aguas bajas de diámetro 0.4m.



Su trazado parte de la arqueta ubicada en el parque municipal y discurre por a C/ Vía Crucis hasta la carretera de Torralba (CR-5111), donde discurre paralelo a esta por su margen izquierda (saliendo de Bolaños). El colector continúa su trazado paralelo a la carretera de Torralba y sin cruzar al carril bici existente, interceptando con los accesos y servicios de dicha margen, identificándose los pozos denominados PBE-2, y 3. En el pozo PBE-4 de coordenadas X: 441650,691 Y : 4307660,072, la alineación del colector pasa bajo el carril bici y se cruza hasta la berma de la carretera CR-5111, quedando el pozo tapado parcialmente por el aglomerado. El pozo PBE-5 se encuentra con la tapa cubierta siendo imposible la medida de la cota de solera. Posteriormente el colector cruza el FFCC hasta la confluencia con el pozo PBE-7



Fecha
Madrid
27/06/2008

Las características del colector existente según datos topográficos se resume en la siguiente tabla:

DATOS TOPOGRÁFICOS DEL COLECTOR EXISTENTE DE BOLAÑOS

Colector general	Pozo	Angulo alineación (°)	Cota pozo	Cota solera	Diff. (m)	Distancia relativa (m)	Distancia a origen (m)	Pte. Tramos (%)	Pte. Colector (%)
Bolaños	PBE-1	0	643,24	639,96	3,28	0,00	0,00		0,053
Bolaños	PBE-2	0	642,88	639,63	3,25	168,65	168,65	0,196	
Bolaños	PBE-3	14,18	643,29	639,52	3,77	197,71	366,36	0,056	
Bolaños	PBE-4	16,14	643,29	639,38	3,91	261,23	627,59	0,053	
Bolaños	PBE-5	16,14	643,37	639,24	4,13	265,95	893,54	0,053	
Bolaños	PBE-6	0	642,74	639,04	3,70	584,87	1.478,41	0,034	
Bolaños	PBE-7	-5,99	642,73	639,01	3,72	200,59	1.679,00	0,015	
Bolaños	PBE-8	5,72	643,19	638,84	4,35	430,63	2.109,63	0,039	
Bolaños	PARE-1	-22,57	643,28	638,56	4,72	250,42	2.360,05	0,11	

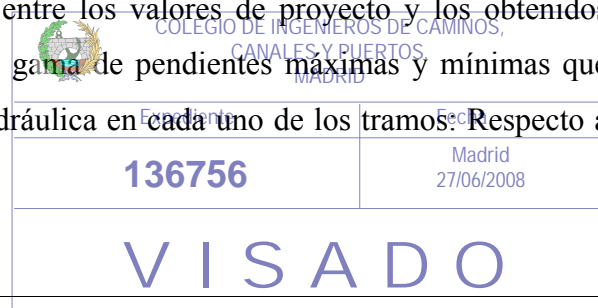
Valores estimados

Pte. Min	0,015%	Pte.max	0,196%
----------	--------	---------	--------

De acuerdo con los datos analizados, la pendiente media del colector es de 0.053%, existiendo tramos de entre 0.015% y 0.196%. La pendiente original de proyecto era 0.12%

Para la realización del análisis hidráulico se han realizado las siguientes consideraciones:

- Tipo de régimen: Cálculo en régimen uniforme
- Geometría del colector: Galería con canal de aguas bajas según plano adjunto
- Geometría de la traza: Se adopta la geometría según datos topográficos obtenidos
- Rugosidad: El aspecto presentado es aceptable, mostrandose fratasado en los hastiales del colector. Por lo tanto y a criterio general se utilizará una rugosidad de Manning de 0.015.
- Pendiente: Al existir discrepancia entre los valores de proyecto y los obtenidos topográficamente, se establece una gama de pendientes máximas y mínimas que permita determinar la capacidad hidráulica en cada uno de los tramos: Respecto a



la pendiente en proyecto de 1971 se indica 0.12%, mientras que las identificadas muestra valores medios de 0.053%, existiendo tramos de entre 0.015% y 0.196%.

- La capacidad máxima del colector se establece en $H/D=0.9$ para aguas pluviales

El resumen de los cálculos y características del colector se adjunta en la siguiente tabla:

Pyto.	Colector	Bolaños
Proyecto 1971	Dimensiones	Galería
	Pte (%)	0,120%
	Q (m3/s), Pte y $H/D=0,9$	3,00
Análisis de situación actual	Dimensiones	Galería
	Pte (%) min.	0,015%
	Pte (%) max.	0,196%
	Pte (%) media.	0,053%
	Q (m3/s).Pte min. $H/D=0,9$	1,57
	Q (m3/s).Pte max. $H/D=0,9$	5,28
	Q (m3/s).Pte med. $H/D=0,9$	2,86

La capacidad del colector para $H/D=0.9$ y pendiente mínima de 0.015% es de 1.57 m3/s, mientras que para la pendiente media de 0.053% se estima en 2.86 m3/s. Por otro lado la capacidad original de diseño del proyecto de 1971 se había estimado en 2.6m3/s con una pendiente de 0.12%, resultando del cálculo 3m3/s .

Las velocidades máximas siempre son inferiores a 2.4 m/s en todos los escenarios, cumpliéndose $F<0.8$, y por lo tanto funcionando en régimen lento.

→En consecuencia el principal problema de explotación se debe a las bajas pendientes de los tramos existentes junto con las bajas velocidades que producen sedimentaciones

Si se analiza la galería considerando el canal de aguas bajas anegado se obtiene resultados similares:

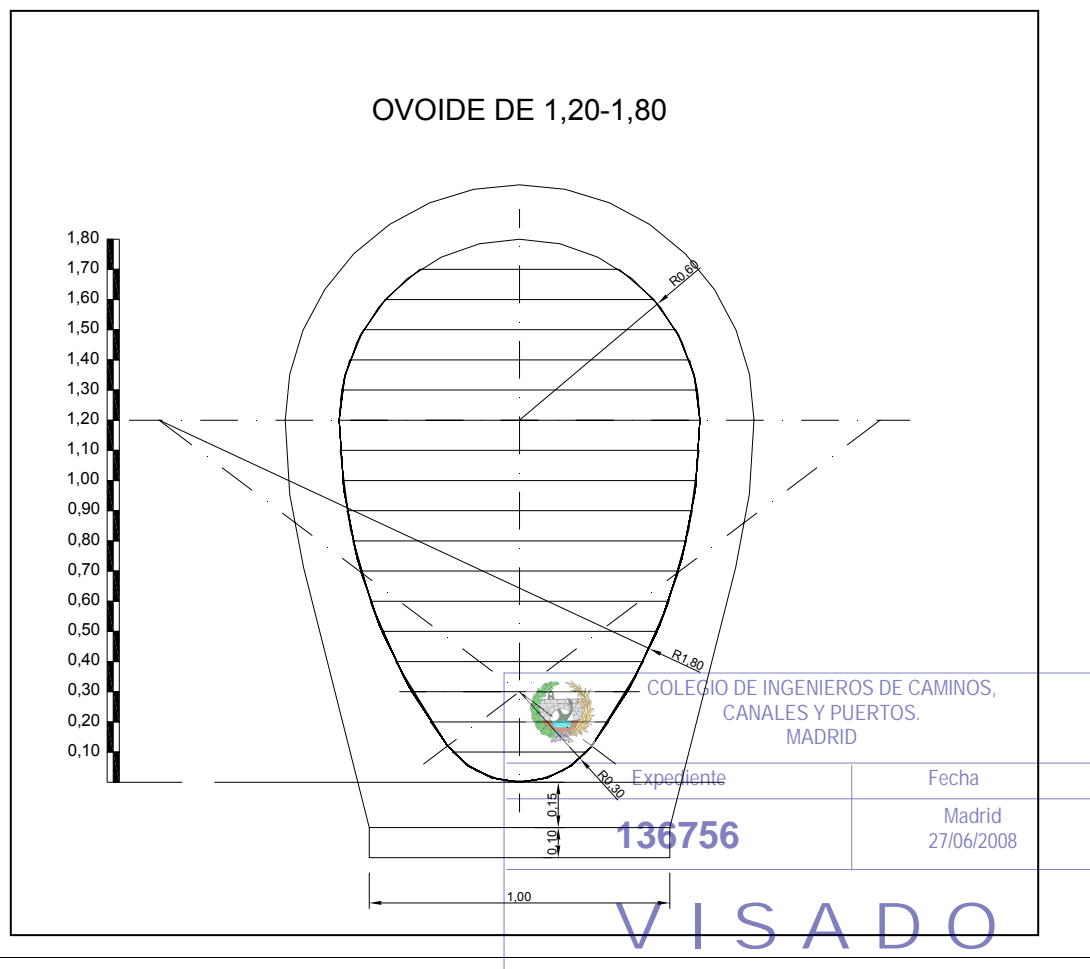
- Capacidad máxima de 6.1m3/s para pendiente de 0.2%
- Capacidad máxima de 1.6 m3/s para pendientes mínimas de 0.15%

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

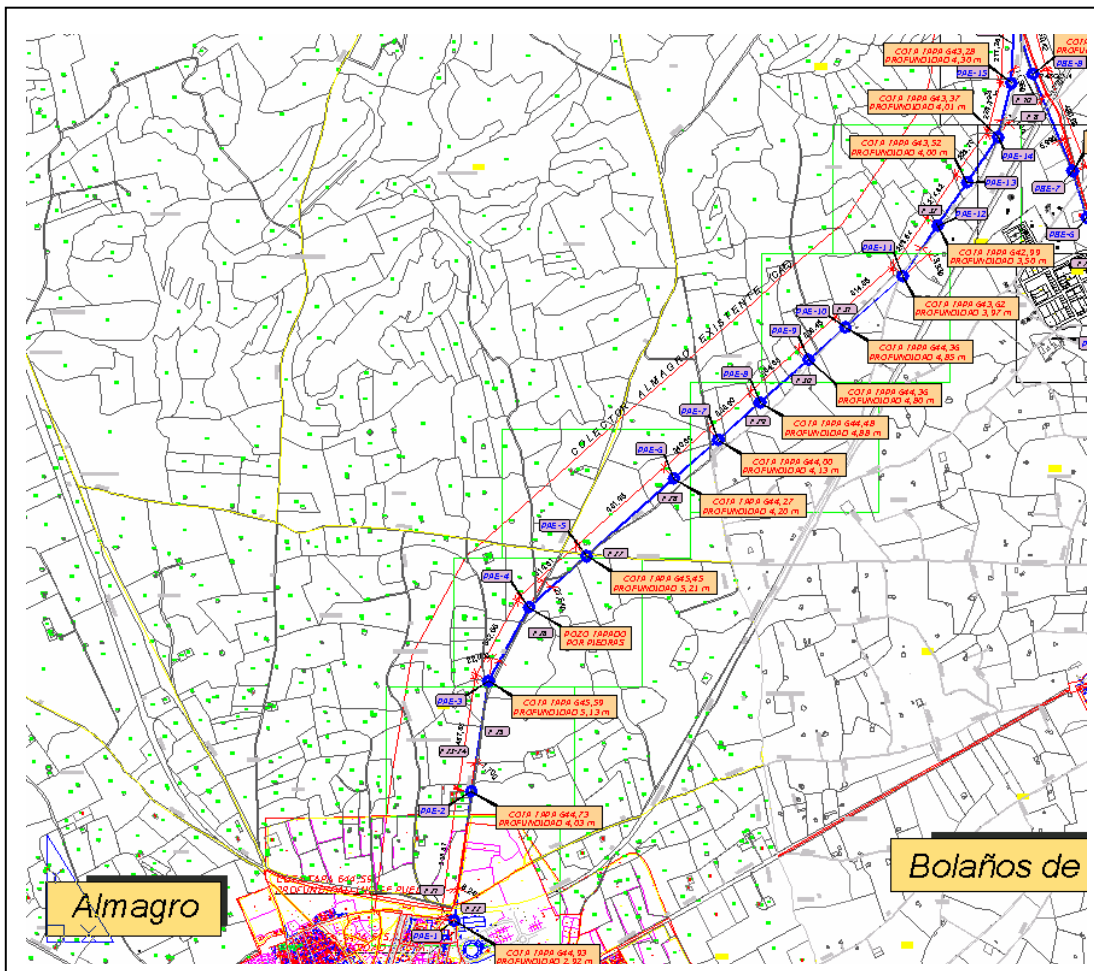
- ### 3.2.- COLECTOR GENERAL EXISTENTE DE ALMAGRO

Resultando un caudal aguas pluviales : 1.469 m³/s, y caudal de aguas negras de 63.55 l/s. Adicionalmente se consideró un caudal de filtraciones de 100m³/Km, lo que resultó 32.47l/s. Resultando un caudal total 1.565 m³/s

El colector general de Almagro dispone de una sección ovoide de 120-180 ejecutado en hormigón armado y hormigón en masa (según planos de proyecto) .



Su trazado que discurre paralelo al camino de servicio existente denominado “Camino de la Mina” en dirección al arroyo seco (Bolaños), en dirección de cruce con la carretera CR-5111. discurriendo este normalmente por su margen derecha . Véase figura adjunta.



Las características del colector existente según trabajos topográficos realizados se resume en la siguiente tabla:

Pozo	Cota pozo	Cota solera	Diff. (m)	Distancia relativa (m)	Distancia a origen (m)	Pte. Tramos (%)	Pte. Colector (%)
PAE-1	644,93	642,01	2,92	0,00	0,00	0,00	0,072
PAE-2	644,73	640,70	4,03	536,81	536,81	0,244	
PAE-3	645,59	640,46	5,13	457,65	994,46	0,052	
PAE-5	645,45	640,24	5,21	314,61	1.656,62	0,00033	
PAE-6	644,27	640,07	4,20	481,45	2.138,07	0,035	
PAE-7	644,00	639,87	4,13	240,69	2.378,76	0,083	

VISADO


Pozo	Cota pozo	Cota solera	Diff. (m)	Distancia relativa (m)	Distancia a origen (m)	Pte. Tramos (%)	Pte. Colector (%)
PAE-8	644,48	639,60	4,88	228,90	2.607,66	0,118	
PAE-9	644,36	639,56	4,80	264,63	2.872,29	0,015	
PAE-10	644,36	639,51	4,85	203,45	3.075,74	0,025	
PAE-11	643,62	639,65	3,97	314,85	3.390,59	-0,044	
PAE-12	642,99	639,49	3,50	253,64	3.644,23	0,063	
PAE-13	643,52	639,52	4,00	214,82	3.859,05	-0,014	
PAE-14	643,37	639,36	4,01	223,70	4.082,75	0,072	
PAE-15	643,28	638,98	4,30	228,39	4.311,14	0,166	
PAE-16	643,28	638,56	4,72	277,26	4.588,40	0,15	

Pte. Min	-0,044%	Pte.max	0,244%
----------	---------	---------	--------

Tal y como se puede observar se aprecian tramos con pendientes invertidas, pudiendo ser resultado de una inadecuada ejecución o error de medición al existir sedimentación en el fondo de solera. Las pendientes mínimas se corresponden a valores próximos a 0%, pudiéndose adoptar el valor 0.015% a efectos de cálculo, mientras que la pendiente máxima es de 0.24% correspondiente al primero de los tramos. La pendiente media se estima en 0.7%, muy próxima al 0.6% de proyecto de 1970.

Para la realización del análisis hidráulico y proceder a la determinación de la capacidad de transporte, se han realizado las siguientes consideraciones:

- Tipo de régimen: Cálculo en régimen uniforme
- Geometría del colector: Ovoide 120-180
- Geometría de la traza: Se adopta la geometría según datos topográficos obtenidos
- Rugosidad: rugosidad de Manning de 0.015.
- Pendiente: Al existir discrepancia entre los valores de proyecto y los obtenidos topográficamente, se establece una gama de pendientes máximas y mínimas que permita determinar la capacidad hidráulica en cada uno de los tramos. Se analizan pendientes entre 0.01% y 0.1%
- La capacidad máxima del colector se establece en $H/D=0.9$ para aguas pluviales.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente 136756	Fecha Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

La capacidad del colector para $H/D=0.9$ y pendiente mínima de 0.015% es de 0.85 m³/s, mientras que para la pendiente media de 0.075% se estima en 1.87 m³/s. Por otro lado la capacidad original de diseño del proyecto de 1970 se había estimado en 1.6m³/s con una pendiente de 0.06%.

Se observa que el colector no cumple las velocidades necesarias para arrastre de una partícula de 3 mm, por lo que es de suponer que en aquellos tramos con pendientes inferiores a 0.1% se estén produciendo sedimentaciones.

Las velocidades máximas siempre son inferiores a 1.2 m/s en todos los escenarios, cumpliéndose $F<0.8$, y por lo tanto funcionando en régimen lento.

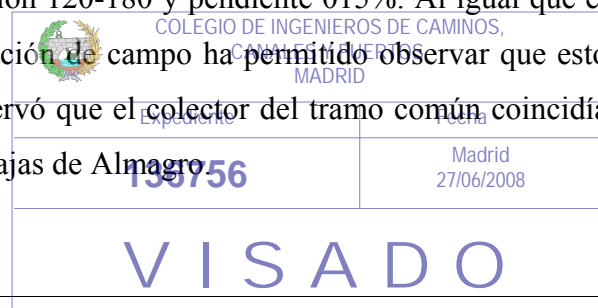
➔En consecuencia el principal problema de explotación se debe a las bajas pendientes de algunos de los tramos existentes junto con las bajas velocidades que producen sedimentaciones

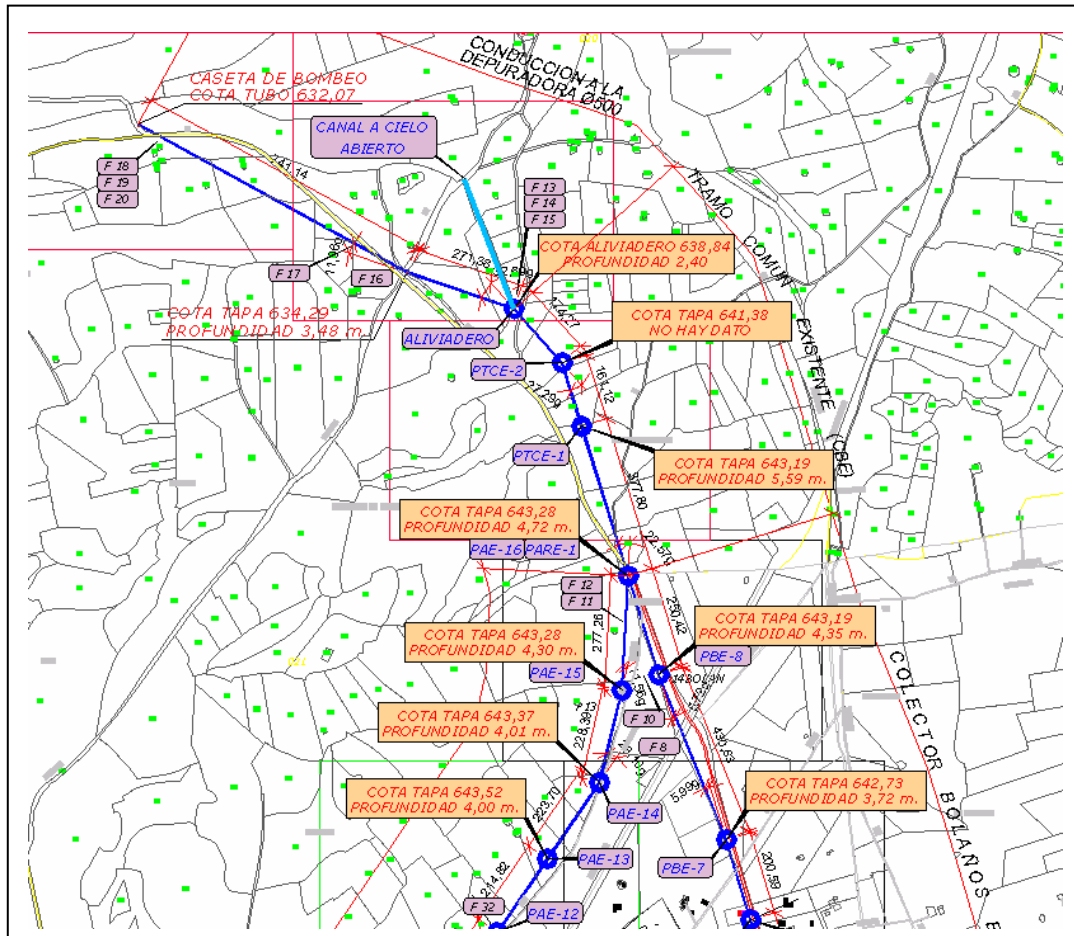
3.3.- TRAMO COMÚN

El tramo común se corresponde con el tramo que parte desde la arqueta de reunión de los colectores general de Almagro y Bolaños de Calatrava, hasta el aliviadero que reparte el caudal de aguas negras a la conducción de la Depuradora y el canal a cielo abierto que conecta el caudal restante con el arroyo seco.

El proyecto de abastecimiento, distribución y saneamiento de Almagro, cuyo autor es D. Manuel de la Barreda y fechado en 1971, incluye dicho tramo como parte del emisario de Almagro, sin considerar la unión del colector de Bolaños, que en 1971 se conceptualizaba como un canal a cielo abierto a la salida del municipio. Este tramo parte desde la arqueta de registro en el perfil 92 (Véase perfiles del proyecto 1971) antes de cruzar la carretera comarcal de Torralba, actual CR-5111.

El emisario proyectado tiene una sección 120-180 y pendiente 015%. Al igual que el colector de Bolaños, no obstante, la identificación de campo ha permitido observar que esto no coincide con la realidad ejecutada. Se observó que el colector del tramo común coincidía con la sección en galería con canal de aguas bajas de Almagro






El tramo común está ejecutado en excavación en túnel (previsiblemente en mina) para salvar el cerro existente en la margen derecha de la carretera CR-5111 de cota máxima sobre perfil de 552. El emisario continua posteriormente hasta el aliviadero de crecidas (perfil P-110 del proyecto de saneamiento de Almagro 1971 CHG)

El tramo común parte desde la arqueta de reunión (ARE-1) en las coordenadas UTM siguientes: X: 441682.06, Y: 4309300,75, hasta el aliviadero de descarga en las coordenadas X: 440776.62, Y: 4309923.32, con una longitud de 713 m. La arqueta de descarga dispone de un aliviadero en lámina fina ejecutado con un murete de 20 cm de espesor. Su estado es deplorable y su funcionamiento es dudoso

Desde el aliviadero existe una compuerta rajadera desde donde parte una conducción de diámetro 500 mm de fibrocemento que transporta las aguas negras a la depuradora de Almagro – Bolaños. La conducción tiene una longitud de 1.012,52 m y una pendiente media de 2%.

 COLECCIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente 136756	Fecha Madrid 27/06/2008
VISADO	

Las características del colector existente según datos topográficos se resume en la siguiente tabla:


Pozo	Cota pozo	Cota solera	Diff. (m)	Distancia relativa (m)	Distancia a origen (m)	Pte. Tramos (%)	Pte. Colector (%)
PARE-1	643,28	638,56	4,72	0,00	0,00		0,298
PTCE-1	643,19	637,60	5,59	377,80	377,80	0,255	
PTCE-2	641,38	No hay dato	No hay dato	161,12	538,92	No hay dato	
Alivieadero	638,84	636,44	2,40	174,27	713,19	0,346	

→ Se puede observar que las pendientes medias de este tramo son muy superiores a las estipuladas en el proyecto de abastecimiento, distribución y saneamiento de Almagro de 1971 que cifraba la pendiente en 015%.

Para la realización del análisis hidráulico se adoptan las mismas hipótesis que en los tramos anteriores:

- Tipo de régimen: Cálculo en régimen uniforme
- Geometría del colector: Galería con canal de aguas bajas circular de 0.4 m de radio y andén visitable de anchura 0.85.
- Geometría de la traza: Se adopta la geometría según datos topográficos obtenidos
- Rugosidad: rugosidad de Manning de 0.015.
- Pendiente: Al existir discrepancia entre los valores de proyecto y los obtenidos topográficamente, se establece una gama de pendientes máximas y mínimas que permita determinar la capacidad hidráulica en cada uno de los tramos: Se analizan pendientes entre 0.15% y 0.3%
- La capacidad máxima del colector se establece en $H/D=0.9$ para aguas pluviales y $H/D=0.8$ para colectores unitarios que utilizan aguas negras y pluviales.

Los resultados del colector común se resumen en la siguiente tabla:

	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

Pyto.	Colector	Tramo común
Proyecto 1971	Dimensiones	Galería
	Pte (%)	0,150%
	Q (m3/s), Pte y H/D=0,9	5,73
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

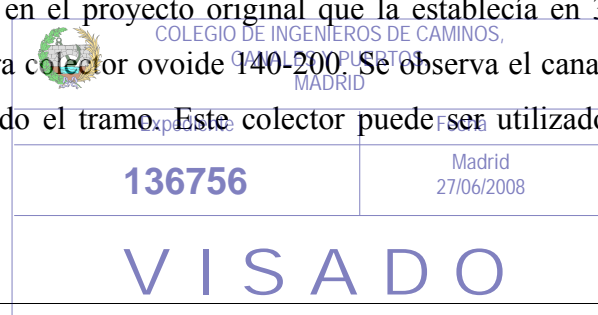
Para H/D=0.8 y pendientes de 0.15%, tal y como se estipulaba en el proyecto de 1971 de la CHG, la capacidad del colector sería de 5.8 m3/s.

Adoptando los datos obtenidos de la topografía e inspección de campo, y para H/D =0.9 en caso de permanecer el colector existente exclusivamente para aguas pluviales, y una pendiente de 0.3 %, la capacidad del es de 7.53 m3/s, siendo capaz de absorber los caudales de los colectores de Almagro y Bolaños para sus pendientes máximas.

3.4.- CONCLUSIONES Y PARÁMETROS ADOPTADOS PARA EL DISEÑO

Como resumen de los apartados anteriores se obtienen las siguientes conclusiones a considerar en el diseño:

- 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 (m ³ /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 (m ³ /s).Pte min. H/D=0,9	1,57	2,54	6,46
	Q (m ³ /s).Pte max. H/D=0,9	5,28	5,54	7,53
	Q (m ³ /s).Pte med. H/D=0,9	2,86	1,94	6,98

136756

Madrid
27/06/2008

V I S A D O

Memoria

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.

4.- TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA

Para la definición de los colectores existentes y nuevos se realizaron trabajos de cartografía y topografía los cuales fueron subcontratados a la empresa GSG, SA, cuya Memoria Técnica se adjunta en el Anejo -4.

Los trabajos realizados se resumen en:

- Definición geométrica y trazado de los colectores existentes: toma de datos topográficos de los pozos, definición de cotas de solera, sección tipo y coordenadas de ubicación.
- Vuelo a escala 1/3500 y Colección de negativos y 1 colección de positivos, en blanco y negro
- Red y Bases (Realizado con GPS). Enlace con la Red Geodésica, bases distribuidas en la traza de las conducciones, caminos de accesos y en líneas eléctricas. Medición, cálculo y memoria
- Restitución del vuelo 1/3500 en plano a escala 1/500 con equidistancia de 0,5 m
- Clavo Feno amojonado; 31 Ud

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

- Taquimétricos a escala 1/200 para implantación de obras singulares: Arqueta de reunión de almagro, Arqueta de reunión de Bolaños, Cruce de Almagro con carretera Cr-5111, Arqueta de homogeneización y Arqueta final de bombeo.
- Orotofoto digital con imagen en formato TIF y salida gráfica de una copia en papel fotográfico con impresión láser, con la misma distribución y escala que la cartografía realizada

5.- GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

Con objeto de obtener los parámetros geotécnicos y el conocimiento completo de la traza y puntos donde se precisen actuaciones puntuales, se ha procedido a realizar los siguientes trabajos:

- Recopilación, análisis y síntesis de la información geológica y geotécnica disponible.
- Características geológicas generales del terreno y análisis de la cartografía geológica del trazado de las conducciones, mediante Mapa Geológico de España escala 1:50.000. (IGME) y Descripción de las características geológico-geotécnicas de los diferentes materiales atravesados por la traza de ambas conducciones. Igualmente se contemplan aspectos relacionados con la ejecución de las futuras obras tales como la excavabilidad, préstamos, etc.
- Identificación de las características litológicas, naturaleza y condiciones geotécnicas del sustrato rocoso atravesado.
- Determinación de los espesores de suelos, naturaleza, origen y características geotécnicas de los mismos.
- Identificación y análisis de las características hidrogeológicas.
- Aspectos geomorfológicos generales y con incidencia en la traza.
- Visita de campo e inspección del sustrato atravesado según inspección de los cortes geológicos visibles en la galería


 <p>GOBIERNO REGIONAL DE MADRID DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

- Desarrollo de prospecciones sísmicas mediante tomografía
- Desarrollo de calicatas
- Los ensayos realizados en cada una de las catas fueron:
 - Granulometría por tamizado. Norma NLT-104/91
 - Límites de Atterberg. Normas NLT-105/91 y NLT-106/91.
 - Contenido en materia orgánica. Norma NLT-117/91.
 - Densidad relativa. Norma UNE-103.302/94.
 - Contenido en sulfatos. NLT-120/72.

Los ensayos realizados en cada uno de los sondeos fueron:

- SPT
- Granulometría por tamizado. Norma NLT-104/91
- Límites de Atterberg. Normas NLT-105/91 y NLT-106/91.
- Contenido en materia orgánica. Norma NLT-117/91.
- Densidad relativa. Norma UNE-103.302/94.
- Contenido en sulfatos. NLT-120/72.

El resumen de prospecciones y ensayos realizados se adjunta en la presente tabla:

Concepto	Ud	Observaciones
Prospecciones		
Ud Transporte e instalación de equipo de sonda	1	
Ud. Emplazamientos	3	hincia FFCC y cruce carretera CR-5111 , arqueta final
MI sondeo en rocas	18	6m / Ud.  MADRID
MI de tubo piezométrico PVC ranurado, incl. colocación	18	Lectura
		Expediente
		Fecha
		Madrid
		27/06/2008
		136756
		V I S A D O

Memoria

Concepto	Ud	Observaciones
Calicata manual o mecanica de 3 m de profundidad mínima incluidas fotografías en color y reposición	5	Tramo Bolaños: Inicio, Intemedio, Hincia y EDAR; Tramo Almagro: dos puntos Intermedios

Caracterización de suelos

Uso de materiales para rellenos y caracterización

Densidad relativa de las partículas de un suelo	5	
Análisis granulométrico de suelo por tamizado	--	No fue posible al detectarse roca
Límites de Atterberg	--	No fue posible al detectarse roca
Determinación de contenido de materia orgánica por el método del permanganato potásico	6	

Resistencia del terreno

SPT	2	
Ensayo de corte directo en muestras inalteradas o remoldeadas con humedad y densidad determinadas (3 puntos). Consolidado y drenado	1	Al ser todo roca

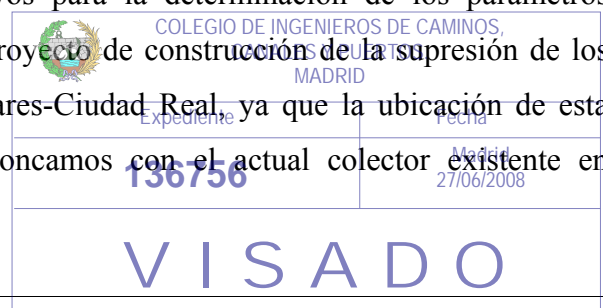
Ensayos químicos

Análisis de agua	1	
Contenido de sulfatos solubles	5	
carbonatos en suelos por el método del calcímetros de Bernard	5	

Todos estos trabajos fueron realizados por IDEYCO, y cuyos resultados se encuentran adjuntos en el Anejo –5 Geología y Geotécnia.

Adicionamente y con objeto de identificar la excavabilidad del terreno, y ante la dureza presentada en las prospecciones y catas realizadas, se procedió a la realización de una prospección sísmica con cobertura a lo largo de toda la traza con ubicaciones estimadas cada 500 m lo que supuso el procesado e interpretación 20 implantaciones de 44 m / 12 geófonos / 5 tiros. Dichos trabajos fueron realizados por la empresa IGT, y cuyos resultados e interpretaciones se encuentran en el Anejo –5 Geología y Geotécnia..

Aparte de nuestra campaña de ensayos para la determinación de los parámetros geotécnicos hemos utilizado también la del proyecto de construcción de la supresión de los pasos a nivel de la Línea de FFCC Manzanares-Ciudad Real ya que la ubicación de esta estructura se encuentra donde nosotros entroncamos con el actual colector existente en



Almagro. Los trabajos de prospección y ensayos realizados fueron contratados a la empresa CEPASA

Los trabajos recopilados fueron:

- Sondeos (2 Ud)
- Los ensayos realizados en cada sondeo fueron(1 ensayo /estrato (5 Ud/ sondeo):
 - SPT
 - Granulometría por tamizado. Norma NLT-104/91
 - Límites de Atterberg. Normas NLT-105/91 y NLT-106/91.
 - Densidad relativa y humedad. Norma UNE-103.302/94.
 - Contenido en sulfatos. NLT-120/72.
 - Ensayos químicos

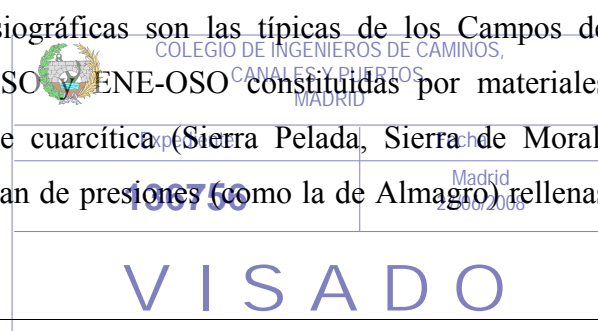
Adicionalmente se recopiló información de los materiales suministrados por las canteras colindantes.

5.1.- GEOLOGÍA REGIONAL

Las obras objeto de proyecto se encuentran situadas en los términos municipales de Almagro y Bolaños de Calatrava, situados en la zona limítrofe entre la Llanura Manchega occidental y los Campos de Calatrava. Administrativamente pertenece en su totalidad a la provincia de Ciudad Real.

El relieve es poco accidentado en la parte septentrional con cotas que oscilan entre los 620 y 680 m. Sólo en la parte meridional la orografía llega a ser moderadamente abrupta, alcanzándose la altura de 919 m. en el volcán Vizuera.

En esta zona S las características fisiográficas son las típicas de los Campos de Calatrava, con sierras de orientaciones NE-SO y ENE-OSO constituidas por materiales paleozoicos de naturaleza predominantemente cuarcítica (Sierra Pelada, Sierra de Moral, Sierra de Almagro) que eventualmente engloban de presiones (como la de Almagro) rellenas



por materiales pliocenos y cuaternarios. En este sector son abundantes los restos de antiguos cráteres y edificios volcánicos, los cuales dan lugar a depresiones cerradas y cerros de contornos circulares característicos en el paisaje del Campo de Calatrava.

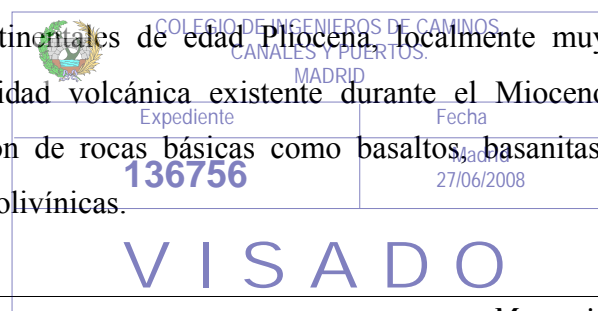
En la zona septentrional el paisaje participa de caracteres intermedios con la llanura manchega occidental. Está constituido por una extensa planicie con cotas que van desde los 640 m. en el E y los 620 en el O, ocasionalmente interrumpida por la aparición de relieves residuales paleozoicos y morfologías de origen volcánico similares a las anteriores.

La red hidrográfica de la zona objeto de proyecto es prácticamente nula. Apenas existen escasos arroyos de circulación esporádica, el más importante de los cuales recibe el definitorio toponímico de Arroyo del Seco. Algunas depresiones de origen cárstico o volcánico han constituido en tiempos lagunas endorreicas, todas las cuales actualmente están desecadas salvo la Laguna de la Inesperada, al N de Pozuelo de Calatrava.

Desde el punto de vista geológico los materiales más antiguos existentes en la región pertenecen a la zona Centroibérica, en la que afloran sedimentos pelítico-grauváquicos de edad precámbrica cubiertos en discordancia por formaciones ordovícicas, silúricas y devónicas de carácter detrítico con frecuentes intercalaciones de rocas volcánicas. Todos estos materiales están afectados por la orogenia hercínica, que los plegó y fracturó sin desarrollar metamorfismo. Durante las fases tardías se produjo la intrusión de masas de granitoides y se desarrolló una fase de fracturación tardihercínica.

Regionalmente se conoce la existencia de materiales del Carbonífero superior que reposan discordantemente sobre las formaciones hercínicas.

En el Campo de Calatrava no existen afloramientos de sedimentos mesozoicos y paleógenos, presentes sin embargo en la llanura manchega central y oriental, cuyo afloramiento más occidental se encuentra en la vecina hoja de Manzanares. Sobre el zócalo hercínico se sitúan en clara discordancia corazas ferruginosas de edad incierta (¿Paleógeno superior-Mioceno inferior?) y depósitos continentales de edad Pliocena, localmente muy deformados como consecuencia de la actividad volcánica existente durante el Mioceno superior, Plioceno y Pleistoceno, con emisión de rocas básicas como basaltos, basanitas, nefelinitas olivínicas, limburgitas y melilititas olivínicas.



A finales del Plioceno y hasta el Pleistoceno más inferior se producen extensos aplanamientos con desarrollo de amplias superficies de erosión y erosión-depósito (superficiales de La Mancha, Rañas, etc.), que preceden a la instalación de la red fluvial actual.

Estatigráficamente afloran materiales pertenecientes al Ordovícico, Plioceno y Cuaternario, así como rocas volcánicas cuya edad se extiende regionalmente desde el Mioceno superior al Pleistoceno inferior

Desde el punto de vista geomorfológico la zona objeto de proyecto de Almagro se sitúa parcialmente en un área de características propias que se conoce por el nombre de Campos de Calatrava. Esta unidad geomorfológica (MOLNA, 1974, 1975) se sitúa entre dos unidades morfoestructurales diferentes: Los Montes de Toledo y la llanura manchega.

5.2.- GEOTÉCNIA

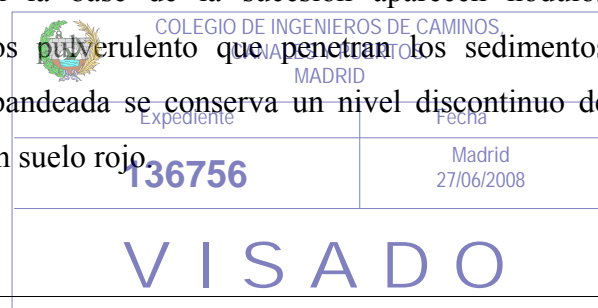
A continuación se describen los principales parámetros geotécnicos de los terrenos atravesados por las obras.

5.2.1.- Caracterización de suelos

En general el subsuelo de la zona objeto de estudio Se trata de una superficie de erosión tapizada por costras laminares de diferente espesor.

El carácter de superficie de erosión se hace patente en la cubeta de Almagro, donde recubre a diferentes términos del Plioceno superior.

Se ha estudiado en la serie de Cerro Moreno, donde se observa la existencia de un nivel de 0,4 m. de costra laminar bandeada de colores beige y rosados, muy compacta por recristalización. Este nivel reposa sobre 1,70 m. de encostramiento muy cementado en los 0,5 m. superiores y que pierde contenido en carbonato hacia la parte inferior, pasando a ser margas calcáreas limosas. Generalmente en la base de la sucesión aparecen nódulos columnares de material calizo más o menos pulverulento que penetran los sedimentos pliocenos. Por encima de la costra laminar bandeada se conserva un nivel discontinuo de arcillas rojas, correspondiente a los restos de un suelo rojo.



5.2.2.- Excavaciones:

5.2.3.- Consideraciones generales de l Movimiento de Tierras

Tal y como se ha descrito en el Anejo de Geología y Geotécnia, la ejecución del movimiento de tierras se ha planteado discretizando la potencia del material excavado según su dureza, y por lo tanto su proceso de ejecución, distinguiéndose así los siguientes procesos separados:

Desbroce y retirada de la tierra vegetal: Esta actividad supone la retirada de los primeros 20 cm de material , acopiado en caballones para su posterior uso

Excavación de suelos por medios mecánicos incluida la aplicación de Ripper: La potencia de suelo excavable y de aplicación de ripper oscila entre el 1.0m y 3.0m según los tramos. Por ello se ha considerado el uso de un bulldozer CAT D-3 a D4 que permita mediante empuje ejecutar la excavación y su ripado , debiendo acojerse a la anchura de la zanja.


Durante el proceso de excavación y ripado, se puede producir algunos excesos de excavación por los arrastres del ripado, estos sobreanchos han sido considerados en el precio y no en la medición (véase PPTP, apartado de medición y abono, ya que se considera la medición sobre perfil teórico).

Una vez ripado el material se arrastra hasta borde acopiandose en caballones para su posterior carga y transporte a acopio de cribado y machaqueo .

Voladura con taqueo: Una vez la dureza se incrementa y el material no se puede extraer por medios mecánicos se procederá al uso de voladura por taqueo minimizando así los sobreanchos generados por la excavación.

La extracción del material para su posterior acopio en caballones se realiza mediante retroexcavadora, la cual cargará el material sobre camión que lo transportará a acopio de machaqueo y cribado.

Cribado y machaqueo: Con objeto de evitar altos excedentes de material, se ha considerado el cribado y posterior machaqueo de material procedente de la excavación.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

Para ello se instalará una cribadora y machacadora portátil que se moverá a varios puntos de la obra. La carga y transporte del material procedente de la excavación se ha considerado incluida dentro de las correspondientes unidades de excavación y relleno.

Adicionalmente en el caso de la excavación en zanja del tramo común con altura de tierras superior a 5.0m y con objeto de minimizar la excavación de materiales se ha considerado una berma de 1.5m que permite dotar de mayor estabilidad y seguridad a la excavación.

Al ser la zanja estrecha y la berma no lo suficientemente ancha para alojar camiones, se ha considerado el proceso de excavación mediante frentes de excavación, en vez de la excavación con ubicación lateral de la retroexcavadora y carga a camión con 90°. Se seguirá el proceso anteriormente descrito en el que bien la retroexcavadora o el ripper ataca el frente y la carga (una vez se alcanza gran profundidad) se realiza con giro a 180° sobre camión que entra marcha atrás.

Se ha de considerar que los primeros 5.0m de profundidad se podran realizar de forma indiferente ya que la altura lo permite.

5.2.3.1.- Medios mecánicos:

La excavabilidad variará entre regular a mediocre, ya que la presencia de encostramientos y la presencia de costras calcáreas en las facies de arroyada, puede exigir la necesidad de emplear métodos mixtos y voladura martillo hidráulico –excavación tipo tránsito-). La manejabilidad de los materiales excavados en previsible que sea buena, excepto en aquellas zonas donde aparezcan costras o zonas muy encostradas (cementadas). La excavación , a tenor de lo visto en los apartados 11.6 y 11.7 del Anejo –5, tendrá que hacerse con voladura, salvo en tramos puntuales de algunas arquetas y pozos

Se ha procedido a relacionar los valores de Vp de los macizos rocosos con su facilidad/dificultad de excavación mediante tablas empíricas que, en términos generales, establecen los límites siguientes:

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

- Como “recubrimiento” o material excavable se clasifican los materiales con valores de Vp inferiores a 1.000 m/s. En este término se agrupan normalmente los recubrimientos y los materiales con un alto grado de meteorización. Esta zona es prácticamente inexistente en las secciones sísmicas obtenidas.
- En la categoría de material ripable se incluyen las zonas con valores de Vp de hasta 1.800 m/s, si bien este límite superior puede ser objeto de discusión. En general corresponden a rocas meteorizadas.
- Finalmente, las zonas con valores de Vp superiores a 1.800 m/s se consideran como material que normalmente requiere la ayuda de explosivos para su arranque. Su grado de integridad es tanto mayor cuantos más altos sean sus valores de Vp.

A continuación se adjunta la tabla resumen de tramificaciones de excavabilidad función de los resultados obtenidos, se desarrolla la siguiente tabla de profundidades (m) en relación con la excavabilidad:

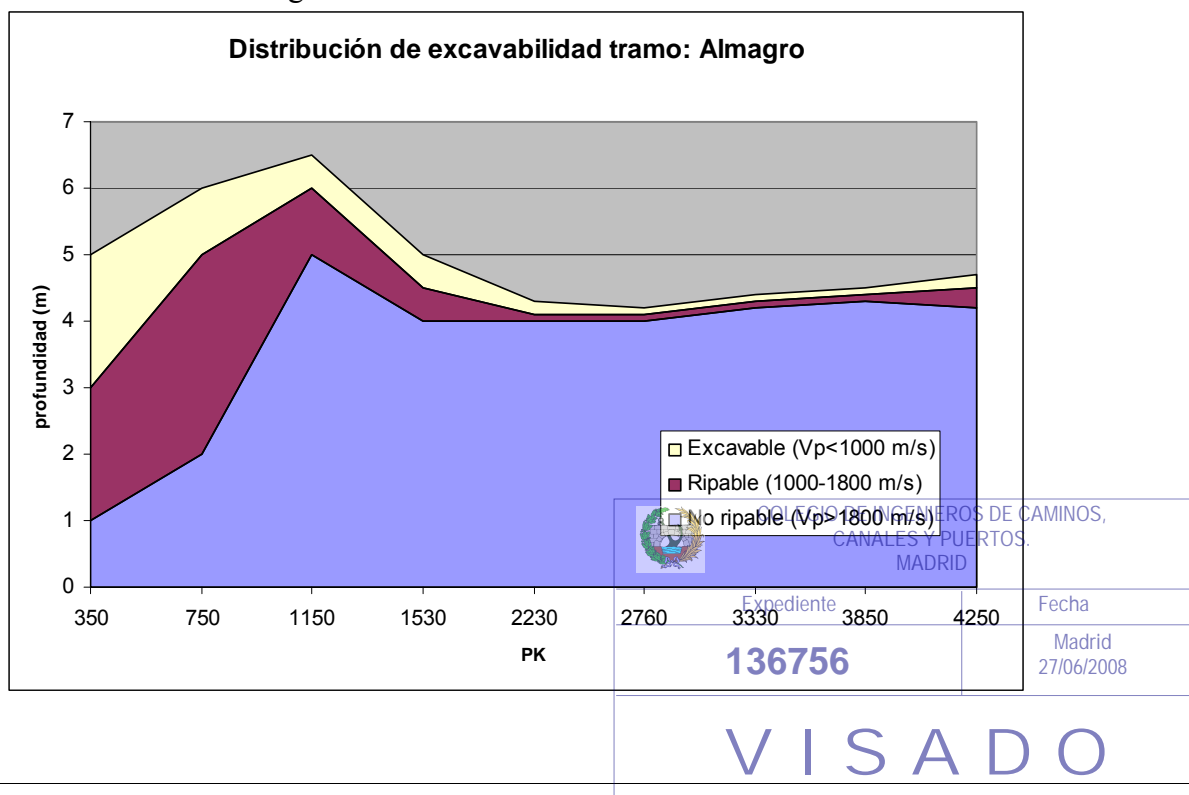
Profundidad (3 m)					
PK aprox.		Perfil sísmico	Excavable (Vp<1000 m/s)	Ripable (1000-1800 m/s)	No ripable (Vp>1800 m/s)
0+350	Tramo Almagro	PS-1		1500	
0+750	Tramo Almagro	PS-2			2000
1+150	Tramo Almagro	PS-3	1100		
1+530	Tramo Almagro	PS-4			1800
2+230	Tramo Almagro	PS-5			1900
2+760	Tramo Almagro	PS-6			1900
3+330	Tramo Almagro	PS-7			2000
3+850	Tramo Almagro	PS-8			2000
4+250	Tramo Almagro	PS-9			1800
0+450	Tramo Común	PS-10		1500	
0+950	Tramo Común	PS-11	1000		
1+550	Tramo Común	PS-12		1500	
1+920	Tramo Común	PS-13		1700	
0+350	Tramo Bolaños	PS-14	1200		
0+950	Tramo Bolaños	PS-15		1550	
1+450	Tramo Bolaños	PS-16			1900
1+850	Tramo Bolaños	PS-17			1900



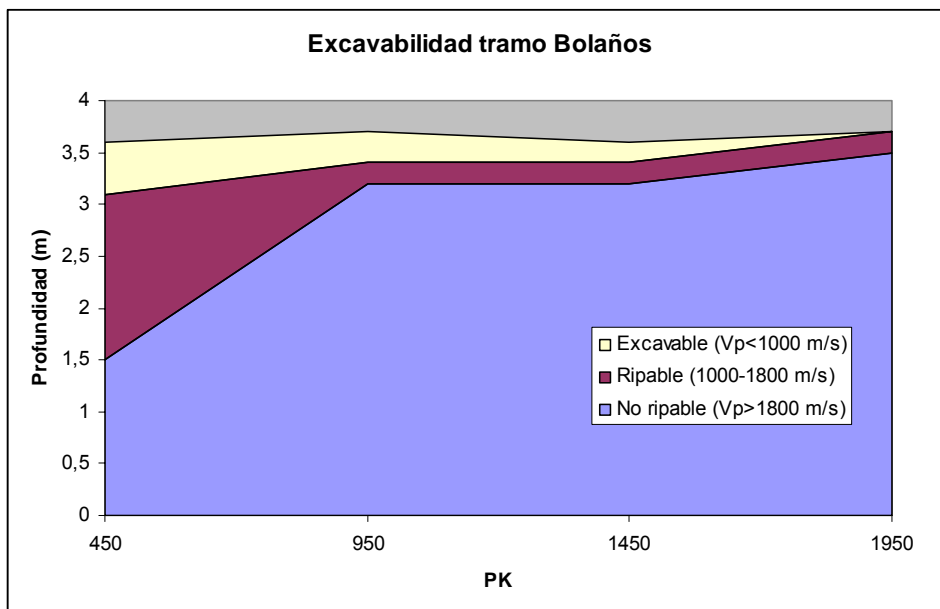
Profundidad (5 m)					
PK aprox.		Perfil sísmico	Excavable (Vp<1000 m/s)	Ripable (1000-1800 m/s)	No ripable (Vp>1800 m/s)
0+350	Tramo Almagro	PS-1			1800
0+750	Tramo Almagro	PS-2			2300
1+150	Tramo Almagro	PS-3		1500	
1+530	Tramo Almagro	PS-4			2500
2+230	Tramo Almagro	PS-5			2100
2+760	Tramo Almagro	PS-6			2500
3+330	Tramo Almagro	PS-7			2600
3+850	Tramo Almagro	PS-8			2600
4+250	Tramo Almagro	PS-9			1800
0+450	Tramo Común	PS-10		1700	
0+950	Tramo Común	PS-11		1200	
1+550	Tramo Común	PS-12			1800
1+920	Tramo Común	PS-13			2100
0+350	Tramo Bolaños	PS-14	1400		
0+950	Tramo Bolaños	PS-15			2100
1+450	Tramo Bolaños	PS-16			2400
1+850	Tramo Bolaños	PS-17			2500

Como gráficos resumen de la excavabilidad según tramos tenemos las siguientes profundidades medidas desde fondo de rasante:

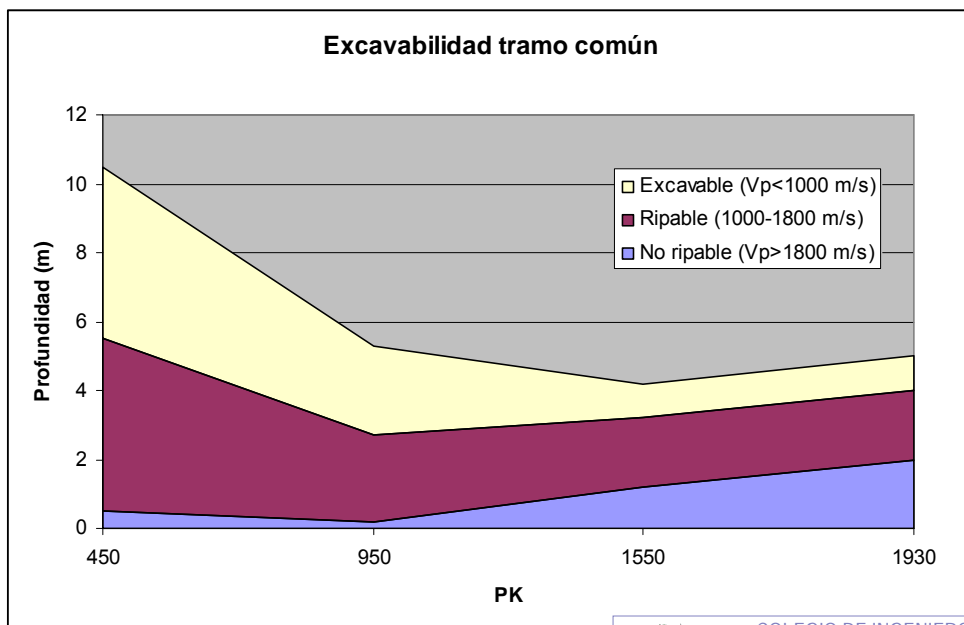
Para el tramo de Almagro



Para el tramo de Bolaños



Para el tramo común:



Del análisis de los gráficos anteriores obtenemos los porcentajes Excavables, Ripables y no Ripables de cada tramo.

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente 136756	Fecha Madrid 27/06/2008
VISADO	

TRAMO ALMAGRO	KM: 4,3	EXCAVABLE: 11%
		RIPABLE: 16%
		NO RIPABLE: 73%

TRAMO BOLAÑOS	KM: 2	EXCAVABLE: 7%
		RIPABLE: 15 %
		NO RIPABLE: 78 %

TRAMO COMUN	KM: 2	EXCAVABLE: 38 %
		RIPABLE: 46 %
		NO RIPABLE: 16 %

5.2.3.2.- Presencia de agua en zanjas:

No se prevé la presencia de aguas en zanjas, salvo en el tramo final de entrada al la depuradora, en las inmediaciones del arroyo Seco. Hay que indicar que salvo el sondeo 3, ninguno otro indicó la presencia de nivel freático aunque se deberán tomar las medidas de protección necesarias, especialmente en época de lluvias, para lo que se ha de prevér bombeos localizados.

5.2.3.3.- Taludes recomendados:

Para la determinación del talúd de diseño se ha procedido a modelizar las rebanadas de deslizamiento, para lo que se han consdierado los siguientes parámetros geotécnicos:

Estrato	Dens ap (g/cm3)	C(kp/cm2)	Φ°	Módulo elástico (kp/cm2)
Marga calcárea sana	2,4	250	25	5000
Marga calcárea algo alterada	2	0,4	33	250
Marga calcárea bastante alterada	2	0,1	33	250

VISADO

Estrato	Dens ap (g/cm ³)	C(kp/cm ²)	Φ °	Módulo elástico (kp/cm ²)
Margas muy alteradas	1,6	0	25	35
Margas y calizas	1,6	1	30	500

Como resultado se obtienen coeficientes de estabilidad superiores a 1.3, resultando taludes de 1H:5V estables hasta alturas de 5 m. 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.

Adicionalmente se realizan las siguientes recomendaciones: :

- 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

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

- Se recomienda tener abierta la excavación el tiempo más corto posible procediéndose pronto al hormigonado del cimiento 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 cimiento.

5.2.4.- Materiales de relleno


La textura heterométrica de los materiales excavados permite su reutilización en los rellenos de los tramos en zanja siempre por lo que será necesario proceder al cribado y machaqueo. Se utilizará un relleno del tubo a base de material tipo garbancillo (0-30) 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 seleccionado y tamaño máximo 100 mm .

Las exigencias para rellenos de zanjas son elevadas al tener que ser realizadas sobre PVC en todos los casos. (Caso que nos compete en el presente proyecto), por lo que los materiales de relleno , 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.

5.2.5.- Análisis químico

De los análisis químicos realizados en cada una de las catas no se determina contenido de sulfatos, aunque en el ensayo del agua realizado en el sondeo 3 tenemos un valor de sulfatos en mg/l de 208, inferior a 600 mg/l según la norma EHE, por lo que se considera que no es esperable que tanto el terreno como el agua ataquen al hormigón por la acción de los sulfatos.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

5.2.6.- Sismicidad

Teniendo en cuenta que del Anejo 1 incluido en NCSE-02 se deduce una aceleración sísmica menor de 0,04 en los municipios de Almagro y Bolaños, no será preciso tener en cuenta ningún tipo de acción sísmica en los cálculos que se desarrollan en este proyecto

5.2.7.- Tensión admisible del terreno:

A efectos del proyecto cabe resumir las características geotécnicas como buenas e incluso muy buenas (si se cimenta en roca), pudiéndose diseñar cimentaciones aisladas con capacidad portante en el intervalo de los 2 a 2,5 kp/cm², pudiendo efectuarse una cimentación directa de tipo superficial, a 1,5- 2 m de profundidad, una vez retirada la cobertera vegetal y la zona de alteración superficial. Las estructuras a cimentar son arquetas, que se consideran losas empotradas en sus cuatro lados debido a las paredes perimetrales. Debido a la caracterización geológica geotécnica estudiada no son esperables asientos importantes ni cargas de hundimiento que pudieran afectar nuestras tipologías estructurales ó estratos.

5.2.8.- 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.

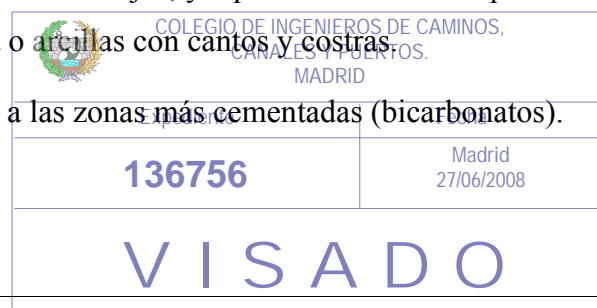
5.2.9.- Riesgo de expansividad

El riesgo de expansividad está limitado por la propia textura heterométrica de las formaciones geológicas, a pesar de la existencia de formaciones con predominio de arcillas en los tramos final.

5.2.10.- Riesgo de sifonamiento , disolución y karstificación

Los riesgos de tubificación o sifonamiento son bajos, ya que las formaciones presentes responden a conglomerados en matriz arcillosa o arcillas con cantos y costras.

Los riesgos de disolución son limitados a las zonas más cementadas (bicarbonatos).



Los suelos presentan una componente bicarbonatada predominante, por lo que es esperable que NO resulten agresivos al hormigón.

El riesgo de karstificación es muy limitado, aunque es posible la presencia de “coqueras” en las formaciones más cementadas por la disolución del cemento bicarbonatado.

La erosionabilidad de las formaciones cuaternarias es baja por la existencia de cementación calcárea y la presencia de costras.

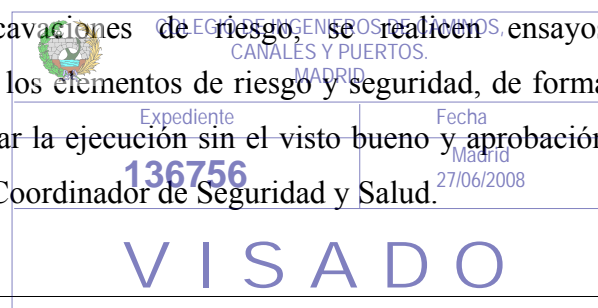
La textura heterométrica de los materiales excavados permite su reutilización en terraplenes o incluso pedraplenes. Respecto a su reutilización como rellenos, es factible su utilización como relleno ordinario, pero parece inviable su utilización como relleno seleccionado

5.2.11.-Otras consideraciones:

La definición geotécnica, identificación de suelos y definición de excavaciones, taludes y medidas a seguir en la ejecución que se vierten de este proyecto son conclusiones a nivel de proyecto con la información obtenida de la investigación geotécnica. Sin embargo, esta documentación y resultados, y su posterior interpretación han servido para el diseño de este proyecto, y NO DEBE CONSIDERARSE COMO DOCUMENTACIÓN DEFINITIVA.

Durante la ejecución de las excavaciones se comprobará que los terrenos existentes coinciden con las previsiones del presente estudio. Si se encontrasen discordancias entre el terreno existente en algún punto y los resultados del estudio del terreno, deberá estudiarse detalladamente el caso y completar la prospección si ello fuera necesario

Durante la ejecución de la obra, y en los lugares de riesgo potencial como grandes excavaciones, ha de extenderse el análisis y definición de las prospecciones. Jamás, y digo jamás, podrán ser suficientes los datos de este proyecto para definir la idoneidad del talud de una excavación, y menos tan extensa como esta. Por todo ello será necesario e imprescindible, que antes de la ejecución de estas excavaciones de riesgo, se realicen ensayos complementarios de forma que se determinen los elementos de riesgo y seguridad, de forma que el Director de las Obras no pueda autorizar la ejecución sin el visto bueno y aprobación del responsable de la Asistencia Técnica, y el Coordinador de Seguridad y Salud.



Una vez realizados los ensayos complementarios necesarios y con la conformidad de ambos responsables podrá entonces el Director de la Obra autorizar la ejecución de dichas unidades de obra. No trabajar de la forma aquí indicada resultaría un riesgo innecesario y mermaría la Seguridad de la Obra de forma considerable y de ninguna forma achacarse a este proyecto la falta de seguridad en la ejecución de la Obra.

5.3.- PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS

5.3.1.- Préstamos

La actividad minera en la zona objeto de proyecto de Almagro es escasa en el presente, pese a la relativa abundancia de antiguas labores, abandonadas en tiempos recientes.

Se explotan de modo intermitente los óxidos de hierro de la coraza ferralítica en una pequeña cantera de la esquina SO de la zona objeto de proyecto, aunque se trata de minerales de poco rendimiento, dado el elevado contenido en cuarzo que presentan.

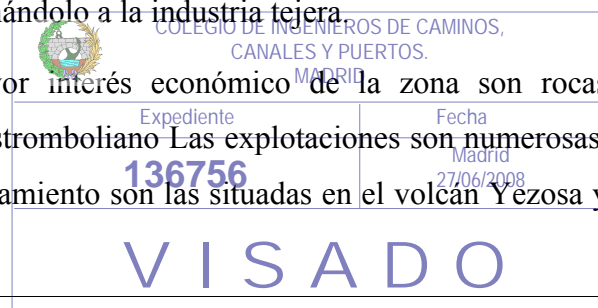
En las cercanías de Bolaños de Calatrava existen diversas canteras actualmente abandonadas. Estas labores se beneficiaban de los óxidos de manganeso relativamente abundantes en la formación detrítica pliocena (unidad 16).

Los yesos, tanto pliocenos (unidad 17), como cuaternarios (asociados a las depresiones endorreicas de la unidad 27), han sido aprovechados también en el pasado, tanto en las proximidades de Pozuelo de Calatrava, como al SE de Sierra Lucía.

Las cuarcitas del Tremadoc y Arenig se han extraído de forma puntual para su uso como árido de construcción (cercanías de Almagro y Valenzuela de Calatrava). Asimismo, se encuentran abandonadas estas explotaciones en la actualidad .

Mayor interés presenta el nivel de alteración prerraña sobre las pizarras de anvim-Llandeilo. Al oeste de Sierra Pelada existe una cantera que aprovecha el material pizarroso profundamente transformado en arcillas, destinándolo a la industria tejera.

Sin embargo, los materiales de mayor interés económico 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.

Adjuntamos en los Apéndices 3 y 4 la situación de las canteras más próximas a la ejecución de los trabajos.

5.4.- VERTEDEROS

Los materiales sobrantes provenientes de la excavación y no utilizados para el relleno, se transportarán a vertedero autorizado al considerarse los volúmenes resultantes moderados debiéndose tramitar todos los permisos y autorizaciones pertinentes y pagando los respectivos cánones según el material vertido.

En el Término de Bolaños se dispone de un vertedero de inertes, un Punto Limpio ubicado en el polígono 32, Parcela 121 y una escombrera vigilada en el Polígono 13 , parcela 70.

6.- INVENTARIO DE VERTIDOS

El objeto de esta actividad es conocer la realidad existente, tanto desde el punto de vista cuantitativo (caudales) como cualitativo (composición), de los vertidos de la población de Almagro y Bolaños por separado, obteniendo el máximo de información posible en cuanto a sus valores medios y extremos y su evolución diaria, semanal y estacional, así como cualquier otro aspecto de interés por su anomalía respecto de la caracterización general que pudieran tener incidencia en el proyecto (vertidos masivos, tóxicos, inhibidores, altamente contaminantes, etc.).

Para el desarrollo de los trabajos, INGIOPSA subcontrató los servicios de toma de muestras y analítica a la empresa AGRIQUEM

Los trabajos de campo y de análisis se desarrollaron en dos fases, una correspondiente a la caracterización de vertidos y otra relativa a la verificación y contraste de los datos obtenidos.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

La campaña de caracterización se realizó durante tres semanas consecutivas, a razón de 3 días alternos por semana, en los que al menos uno de ellos coincidió con el fin de semana, incluyendo exclusivamente aquellas modificaciones que han sido necesarias en función de las posibles incidencias se presentaron a lo largo del desarrollo del trabajo

Esto supone que la duración de los trabajos ha sido de 2 semanas en tres campañas de muestreos de tres días alternativos lo que hace un total de 18 analíticas.

Se procedió a la toma de muestras con toma muestras automático 24 h en los puntos de vertido principales.

Cada analítica analizó los siguientes parámetros:

Ph, conductividad, T^a, .DBO₅, DQO, P, NTKjeldahl, SS , SSV, SSed, Nitratos, Nitritos, Nitro. Amoniacal, aceites y grasas, ortofosfatos y detergentes aniónicos, Aluminio, Cadmio, cinc, Cobalto , Cobre, Cromo, Hierro, Manganese Mercurio, Níquel, Plomo.

Adicionalmente se midió el caudal en continuo durante el periodo de campaña en cada uno de los colectores generales.

Primera subcampaña							
Análisis	Lunes-Martes	Martes-Miércoles	Miércoles-Jueves	Jueves -Viernes	Viernes-Sábado	Sábado-Domingo	Domingo-Lunes
	Medición de caudales en 2 puntos, PH, CE, OD, T ^a aire y T ^a agua, cada 5 minutos (en continuo)						
A. Simples	Inst. equipos	2 Muestras simples	Inst. equipos	2 Muestras simples	Inst. equipos	2 Muestras simples	Inst. equipos
A. Metales		1 Metales					

Segunda subcampaña							
Análisis	Lunes-Martes	Martes-Miércoles	Miércoles-Jueves	Jueves -Viernes	Viernes-Sábado	Sábado-Domingo	Domingo-Lunes
	Medición de caudales en 2 puntos, PH, CE, OD, T ^a aire y T ^a agua, cada 5 minutos (en continuo)						
A. Simples	2 Muestras simples	Inst. equipos	2 Muestras simples	Inst. equipos	2 Muestras simples	Inst. equipos	12x2 Muestras simples
A. Metales		1 Metales					



Expediente

136756

Fecha

Madrid
27/06/2008

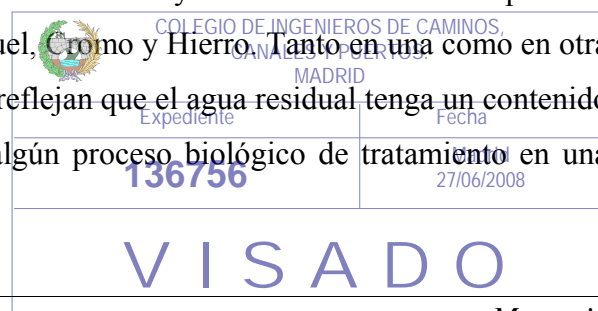
V I S A D O

Memoria

Posteriormente y con el objeto de verificar los datos obtenidos , se procedió a realizar una campaña de contraste a ejecutar 3 meses después. La campaña se ha realizado en la semana del 19 de marzo en cada punto de vertido seleccionado de cada municipio, realizándose dos tomas por municipio (colector general) en días alternos.

Los resultados obtenidos y adjuntos en el Anejo-2 “Inventario de vertidos”, se resume a continuación:

- Tanto la DBO_5 como la DQO de Bolaños son superiores a las de Almagro, lo que denota una mayor actividad industrial en la primera localidad. De todas formas los valores aforados son inferiores a los que denotarían procesos industriales importantes (alrededor de 700 mg/l para la DBO_5 y 1500 mg/l para la DQO).
- La conductividad eléctrica tiene un valor similar en las dos poblaciones (alrededor de 2.500), pero es inferior a la que mide la depuradora (3.250). Vemos que son valores elevados y que denotan una gran cantidad de cloruros. De hecho el agua de abastecimiento de las dos localidades proviene de pozos.
- La medida del Oxígeno Disuelto también es homogénea en las dos poblaciones (cerca de 0,1 mg/l) y a su vez es inferior a los valores registrados por la depuradora 0,85 mg/l.
- Los S.S tienen valores ligeramente superiores en Bolaños que en Almagro. Los valores que da la EDAR para este periodo de tiempo son similares a los aforados.
- Los valores de N y P también son superiores en Bolaños. No tenemos valores registrados de estos parámetros en la EDAR
- En cuanto a los metales tenemos valores mayores en Bolaños con respecto al Cadmio, Mercurio, Plomo, Niquel, Cromo y Hierro. Tanto en una como en otra localidad los datos aforados no reflejan que el agua residual tenga un contenido en metales que pueda inhibir algún proceso biológico de tratamiento en una depuradora.



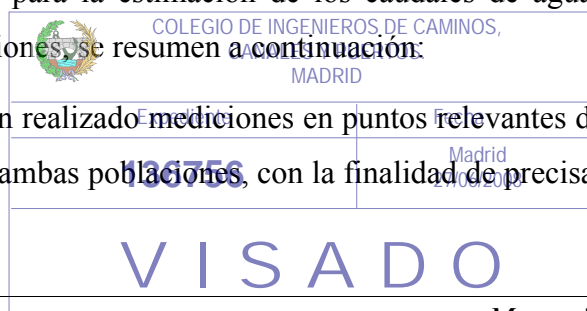
Los parámetros se resumen en la siguiente tabla:

Parámetro	ALMAGRO	BOLAÑOS
DBO 5 (mg/l)	324.19	516
DQO (mg/l)	506	777
SS (mg/l)	121	266
N (mg/l)	73	97
P (mg/l)	8.9	12
Aluminio (µg/l)	654.65	3425
Zinc Total (µg/l)	175.6	< LDT
Cobre Total (µg/l)	31.75	1,53
Cadmio (µg/l)	< 0,1	41,81
Mercurio (µg/l)	< 0,1	7,14
Plomo (µg/l)	0.6	0,62
Níquel (µg/l)	8.7	71,64
Cobalto (µg/l)	0.9	0,24
Cromo (µg/l)	4.3	7,92
Manganeso Total (µg/l)	56.6	10,88
Hierro (µg/l)	190	308,11

7.- CÁLCULOS POBLACIONALES Y DOTACIONALES

Los métodos que han sido empleados para la estimación de los caudales de aguas negras y determinación del crecimiento poblaciones, se resumen a continuación:

Método 1.- Campaña de aforos: se han realizado mediciones en puntos relevantes de la red de saneamiento de los dos colectores de ambas poblaciones, con la finalidad de precisar



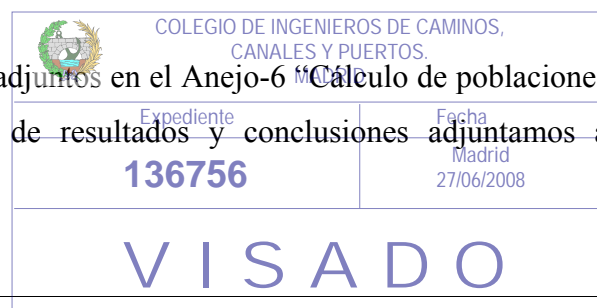
los caudales reales circulantes de aguas negras. Éste método permite que determinados caudales, especialmente los procedentes de infiltraciones y explotaciones no inventariadas de pozos y otros recursos hídricos subterráneos, sean tenidas en consideración. Las mediciones se han llevado a efecto en noviembre de 2006 por la empresa AGRIQUEM, estimándose el período semiseco, sin registro de precipitaciones ni en los días de aforo, aunque sí en los inmediatamente anteriores. De tal forma que los caudales registrados son realmente los caudales de aguas negras, con alguna posible aportación de aguas pluviales, por lo que ha sido necesario realizar un ajuste y posterior comprobación de contraste, tal y como se muestra en el Anejo – 2 “ Inventario de vertidos”

Método 2.- Aforo realizado por la E.D.A.R.: La empresa INGIOPSA se puso en contacto con la empresa EMASER encargada de la explotación de los servicios de depuración de Almagro Bolaños, a quien se solicitó los datos de explotación. Dicha empresa no dispone de aforos o caudales de medida limitándose a los controles ajustados a los caudales bombeados por los grupos de bombeo anteriores a la EDAR , por lo que este método nos aportará valores estimados y de consumo.

Método 3.- Vertidos calculados a partir del abastecimiento: se ha realizado la hipótesis de un retorno del orden del 80% de las aguas blancas que son vertidas a la red de saneamiento en forma de aguas residuales. Para ello se ha recopilado los caudales de abastecimiento suministrados y registrados por la empresa en el período comprendido entre los años 1998 y 2006.

Método 4.- Método analítico. Población (hab)-industria(m²)-dotación (l/hab/d): partiendo del censo demográfico actual y las conclusiones del estudio de evolución de la población realizado en el presente proyecto, en el que se ha realizado la media de las hipótesis de prognosis más razonables, y de la consideración de unas dotaciones en función de la actividad económica e industrial y el censo de la población, se obtienen los caudales de aguas negras .

Los detalles del análisis se encuentran adjuntos en el Anejo-6 “Cálculo de poblaciones y caudal de aguas negras”, cuyo resumen de resultados y conclusiones adjuntamos a continuación:



1. De los valores aforados en la campaña de toma de datos y contraste se puede concluir que los valores a utilizar en el municipio de Almagro son: Dotación ($\text{m}^3/\text{hab-día}$) = 0,190; Coeficiente de caudal punta = 2,58 y Coeficiente de caudal mínimo = 0,26
2. De los valores aforados en la campaña de toma de datos y contraste se puede concluir que los valores a utilizar en el municipio de bolaños son: Dotación ($\text{m}^3/\text{hab-día}$) = 0,170; Coeficiente de caudal punta = 1,75; Coeficiente de caudal mínimo = 0,23
3. El caudal real de entrada a la E.D.A.R. (Método 1 según datos aportados por EMASER) es similar al método 2 basado en el 80 % del abastecimiento ($0.039 \text{ m}^3/\text{s}$ frente a $0.0368 \text{ m}^3/\text{s}$, resultando caudales unitarios de $0.028 \text{ m}^3/\text{s}$ en Bolaños y $0.021 \text{ m}^3/\text{s}$ en Almagro, dando lugar a dotaciones unitarias muy similares.
4. La dotación del Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadiana, están sobredimensionados ligeramente con respecto a los datos reales de consumo facilitados por Aquagest: $0,2 \text{ m}^3/\text{hab día}$ frente a los $0,250 \text{ m}^3/\text{hab día}$ para localidades de entre 10.000 y 50.000 habitantes. No obstante también hay que considerar en dicho valor de cuenca posibles homogenizaciones de poblaciones rurales con industriales.

	Aforo en colectores	Aforo en EDAR	Vertidos calculados a partir del 80% del abastecimiento.	Método analítico. Población (hab)-industria (m^2)-dotación ($\text{l}/\text{hab}/\text{d}$).
Q med. Bolaños (m^3/s)	0,028	0,039	0,028	0,033
Q. Med. Almagro (m^3/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 ($\text{l}/\text{día-hab}$)	192,0	266,7	190,6	225,0
Dotación Almagro ($\text{l}/\text{día-hab}$)	170	266,7	192,6	225,0

136756

27/06/2008

V I S A D O

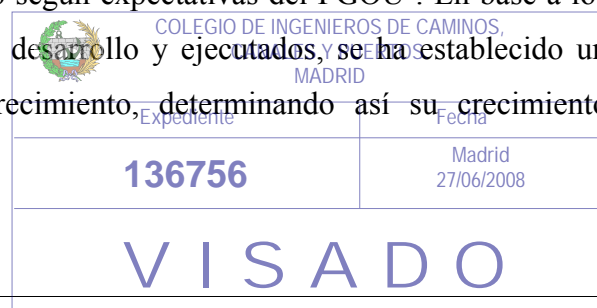
Memoria

➔ 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 prognosis poblacional se han utilizado varios métodos:

- Método del MOPU: Dicho modelo se basa en calcular las tasas de crecimiento anual acumulativo entre las poblaciones de los años correspondientes a los diez y veinte años anteriores al último censo disponible
- 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.



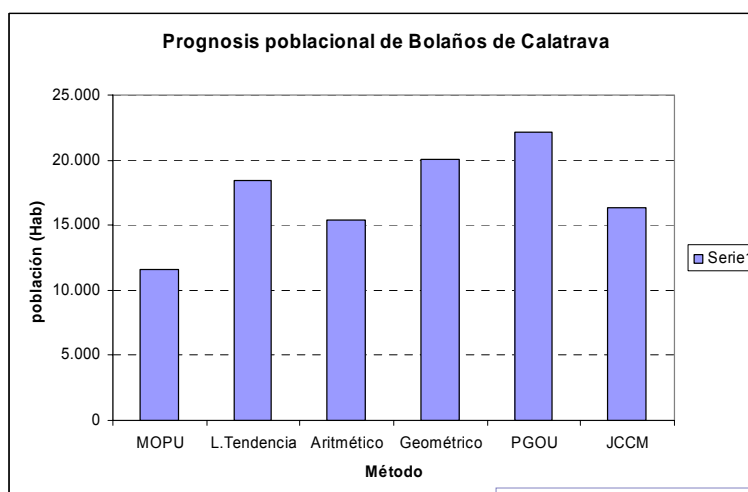
- Modelo de Junta de Comunidades de Castilla la Mancha: Según el informe realizado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha en todos los municipios de la región, se prevé un crecimiento constante para las poblaciones en estudio de al menos 275 personas al año, para lo que se aplica una fórmula 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 prognosis se deduce:



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
MADRID

Expediente

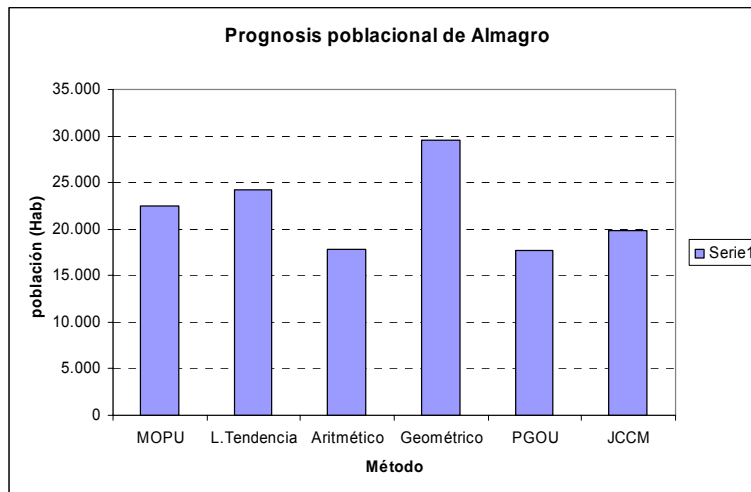
Fecha

136756

Madrid
27/06/2008

V I S A D O

Memoria



- En las dos poblaciones va a pesar los datos obtenidos de los P.G.O.U. ya que aunque no están basados en ningún modelo matemático recogen de una manera más fiable las posibles desviaciones que no pueden ser recogidas por los otros métodos Para Almagro vamos a hacer 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.** 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.** Estos valores son calculados para diferentes escalones temporales con objeto de analizar la sensibilidad del diseño propuesto.

Año	Pob Almagro
2006	9.636
2008	10.341
2011	11.396
2016	13.154
2021	16.912
2026	18.671
2031	20.208

Año	Pob Bolaños
2006	12.557
2008	14.509
2011	16.435
2016	17.213
2021	18.828
2026	20.843
2031	21.426

- Teniendo en cuenta la estacionalidad para la población de Almagro del 60% tenemos para el año horizonte en el mes pésimo un valor de **32.333 habitantes.**

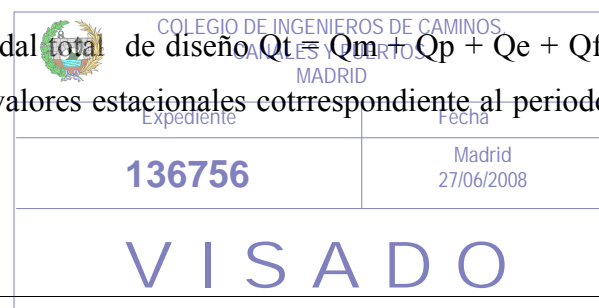
 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

- Por tanto, para el año horizonte 2031, se trabaja con una población aproximada de **32.333** habitantes para Almagro y **21.426** para Bolaños lo que hace un total de **53.760 habitantes**.

De los apartados anteriores adoptamos las siguientes conclusiones 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 correspondiente al periodo estacional:



	Almagro		Bolaños	
Año	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:

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

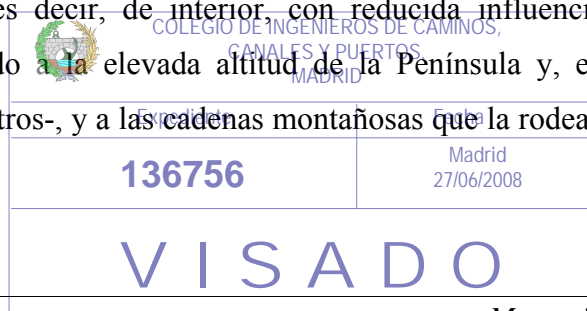
8.- CÁLCULOS DEL CAUDAL PLUVIOMETRICO

El objetivo fundamental del cálculo es determinar las precipitaciones máximas en la zona del proyecto. Estas constituyen la base para el posterior cálculo de caudales aportantes a la red de colectores.

Con objeto de determinar las dimensiones del colector requerido se calcularán los caudales de 10 y 25 años de período de retorno

8.1.- CLIMATOLOGÍA

El clima de Almagro y Bolaños de Calatrava, ubicados en la Llanura Manchega es clasificado como mediterráneo continental, es decir, de interior, con reducida influencia marítima del Atlántico y Mediterráneo debido a la elevada altitud de la Península y, en concreto, de la llanura -entre los 600 y 700 metros-, y a las cadenas montañosas que la rodean al norte, este y sur.



Todo esto tiene como resultado: inviernos fríos y veranos cálidos, sequía estival y precipitaciones irregulares a lo largo del año debido a que las borrascas llegan muy debilitadas por su recorrido continental antes de alcanzar nuestra zona.

Si atendemos a las temperaturas, nos encontramos en una zona con una temperatura media anual de entre 12° y 15°C; el mes más frío tiene una temperatura mínima media de -1°C, mientras que su temperatura máxima media es de 8°-13°C.

La temperatura media anual varía entre 5,7 y 25,4 °C, con máximas en julio (25,4 °C) y mínimas en enero (5,7 °C). Las máximas temperaturas absolutas se alcanzan en julio (33,7 °C), con una media térmica de 21°C. Las temperaturas mínimas absolutas corresponden a enero, con 0.6 °C, oscilando la media anual de mínimas entorno a los 8 °C.

8.2.- PRECIPITACIONES


Si dejamos las temperaturas, y atendemos solamente a la precipitación media anual, obtenemos el “ombroclima”, que es tipo seco, pues en éste la precipitación se sitúa entre 400 - 600 mm.. La precipitación media anual se encuentra entorno a los 400 mm, presentando valores mínimos en agosto (7,0 mm) y máximos en diciembre (550,0 mm). Los periodos de máxima precipitación corresponden a la primavera y al invierno, siendo muy escasa la pluviosidad en verano.

8.3.- CÁLCULOS DE PRECIPITACIONES Y CAUDAL DE PLUVIALES

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:

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

Memoria

- ♦ precipitación.
- ♦ intercepción e infiltración.
- ♦ escorrentía.

Los resultados de ambos métodos se recogen en forma de tabla a continuación:

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

Para transportar los caudales de pluviales requeridos será necesario disponer de colectores de diámetro 3.000mm o superior según se deduce del estudio de alternativas, en consecuencia, al ser el caudal de aguas muy superior a las dimensiones de colectores dispuesto presupuestariamente, se adopta para el diseño del presente proyecto el diseño exclusivo y único del colector de aguas negras con capacidad de transporte igual o superior a 4 veces el caudal de aguas negras de proyecto, aprovechándose la capacidad del colector existente para el transporte de pluviales. Esto supone periodos de retorno próximos a 1 año, por lo que en el futuro será necesario acometer infraestructuras capaces de transportar los caudales pluviales de periodo de retorno de 25 años.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

9.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El estudio de alternativas se ha realizado en las siguientes disciplinas: alternativas de materiales, alternativas relacionadas con afección de la excavación, pendiente y rugosidad de los materiales sobre el dimensionamiento, alternativas de trazado, y alternativas de procesos constructivos.

Todos estos estudios han considerado como paso previo el análisis de los condicionantes de contorno que finalmente determinarán la solución técnica y económica más viable.

Los condicionantes analizados son:

- Condicionantes al uso y aprovechamiento del colector general existente de Almagro y Bolaños: Capacidad de colector existente
- Condicionantes topográficos y pendiente del colector y del terreno: cota de entrega y cota de salida
- Condicionantes a las pendientes de partida y llegada del nuevo colector: puntos de corte, cotas existentes e incertidumbres
- Condicionantes geotécnicos: excavabilidad, estabilidad del terreno, resistencia, ...
- Condicionantes hidráulicos previos: caudales de aguas negras y pluviales
- Criterios de diseño en colector nuevo de aguas negras
- Criterios de diseño en el colector existente usado para aguas pluviales
- Condicionantes de trazado
 - Mínimo coste de primera instalación:
 - De explotación y de mantenimiento
 - Distancia de eje de conducción a borde de talud de caminos, carreteras, ferrocarril y parcelas: 8.0m a borde carretera y FFCC
 - Camino existente: 3m a borde de talud

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

- Condicionantes de expropiación: Minimizarla
- Condicionantes en la reposición de servicios: Minimizarla
- Condicionantes ambientales

A continuación se resumen las alternativas y conclusiones resultantes:

9.1.- ALTERNATIVAS DE MATERIALES

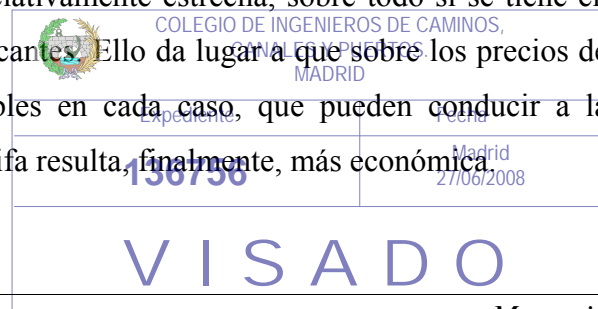
El estudio de alternativas de materiales se circunscribe al estudio propio de material para el dimensionamiento de colectores según las características y condiciones de contorno existente en el presente proyecto. Los materiales estudiados son:

- Tubería de PVC liso interior y corrugada exteriormente para diámetros (DE) desde 100 a 1000/1200 mm. Liso desde 100 a 500 mm.
- Tubería de PVC armada: RIB-LOC o similar para diámetros superiores a 1000 mm hasta 1800 mm.
- Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)
- Tuberías de polietileno corrugado (hasta dimensiones de 1000mm, circunstancialmente 1200 mm)
- Tuberías de hormigón armado

El análisis de la tipología del tubo debe estar sometido a un análisis económico y un análisis técnico sobre las cualidades exigidas al tubo para el dimensionamiento. De las conclusiones del estudio realizado y adjunto en el Anejo –8 “estudio de Alternativas” se deduce que los diámetros técnica y económicamente óptimos son:

9.1.1.- Costes de primera inversión.

Los costes se mueven en una banda relativamente estrecha, sobre todo si se tiene en cuenta la competencia entre los distintos fabricantes. Ello da lugar a que sobre los precios de tarifa se apliquen unos descuentos, negociables en cada caso, que pueden conducir a la paradoja de que una tubería más costosa en tarifa resulta, finalmente, más económica.



Para el caso que nos compete, los precios analizados se corresponden a precios de tarifa a los que se puede considerar un descuento próximo entre 20 y 25%.

Los precios más competitivos se corresponden al PVC en todos los diámetros fabricados. Para diámetros mayores a 1000 mm será necesario el uso de tubos reforzados como el caso del PVC tipo Rib loc o similar, pudiendo dejar de ser competitivo frente al hormigón y PRFV en el proceso constructivo ya que este requiere refuerzos de hormigón de entre 0.2 y 0.3 cm de HM-20 según el diámetro, lo que supone creación de accesos, encofrado de hastiales, ..., de ahí que la práctica habitual sea el uso de tubos de hormigón armado para estos diámetros.

Para diámetros superiores a 2.200 mm sólo compete el hormigón armado por las dimensiones y falta de fabricación en otros materiales. En este caso a partir de 3.000 mm se considera fabricación especial para los tubos de hormigón incrementándose considerablemente el coste, lo que conlleva a realizar estudios sobre la viabilidad de secciones en galería ejecutadas in situ.

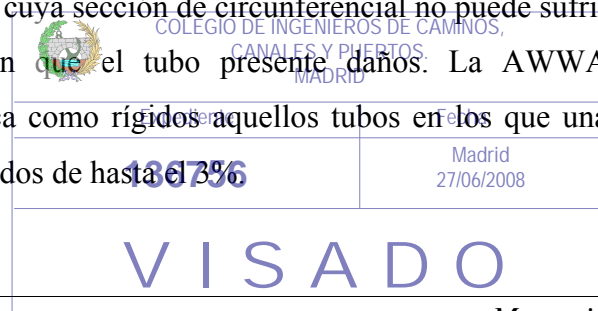
De entre todos los precios, el PRFV es el menos competitivo, aunque no debe despreciarse en terrenos adecuados, por su bajo peso y reducción en el coste de instalación frente al hormigón.

9.1.2.- Proceso de construcción,

El PVC y Polietileno tiene la ventaja del menor peso y la mayor facilidad, por lo tanto, de su puesta en obra, requiriendo menor coste de maquinaria y accesos.

No obstante, para el caso que nos compete, especial importancia tiene la consideración a la deformabilidad del tubo en terrenos rocosos, como es el caso del PVC, PE y Polietileno.

Se definen rígidos todos aquellos tubos cuya sección de circunferencial no puede sufrir deformaciones horizontales ni verticales, sin que el tubo presente daños. La AWWA (American Water Works Association) clasifica como rígidos aquellos tubos en los que una deformación del 0,1% causa daños y semi- rígidos de hasta el 3%.



Sin embargo se definen como flexibles aquellos en los cuales la sollicitación externa puede causar cambios en la forma de la sección de circunferencial (para AWWA > 3%, adoptándose generalmente el límite en 5%) sin causar daños.

Para el caso de tuberías flexibles debiendo cumplir una deformabilidad inferior a 5 %. Esto supone que la instalación en zanja y condiciones de los materiales de relleno con las cargas de tráfico esperadas garanticen deformaciones inferiores a 5 % .De lo contrario sería necesario un refuerzo de hormigón y/o el uso de materiales que permitieran una mejor distribución de las cargas.


Normalmente en ninguno de los casos de tubos flexibles se recomienda el apoyo directo sobre cama rígida io roca, por lo que se recomienda su uso a no ser que se establezca una cama de granular (arena o garbancillo) superior a 20 cm (siendo recomendable 30 cm para diámetros superiores a 1000mm)

Para el caso de PVC con refuerzo helicoidal, se distinguen dos tipologías de tubos: Tubos autoportantes y tubo RSE, RSG para hormigonar de diámetros grandes.

Los resultados de cálculos mecánicos realizados en tubos de PVC de diámetros entre 1200mm y 1500 mm con apoyos rígidos con rellenos granulares controlados resultan :

Diam (mm)	Tipo de relleno	Profundidad s/ clave(m)	Deformación (%)	Normativa UNE 53331
1500	Grava 20/40	4,5	>5	No cumple
1500	Grava 20/40	2,5	>5	No cumple
1200-1400	Grava 20/40	4,5	3,8	cumple
1200-1400	Grava 20/40	2,5	3,4	cumple
1200-1400	Relleno seleccionado	4,5	5,7	No cumple
1200-1400	Relleno seleccionado	2,5	4,6	cumple

→ En consecuencia la deformación y riesgo de deformación es muy alta siendo necesaria la formación de un refuerzo de recubrimiento de hormigón HM-20 de al menos 20 cm en hastiales y 20 cm en coronación reforzado con mallazo B-500S de 10 mm c/ 10 cm.

 COLECCIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

Esta circunstancia hace que pierda competitividad el tubo flexible (PVC reforzado) frente al rígido (hormigón armado) en terrenos rocosos.

→ Por otro lado es importante considerar que en terrenos rocosos el proceso de excavación no es tan fino, por lo que se ha de disponer de una base de hormigón de regulación en ambos casos, resultando un apoyo hormigonado.

En el caso de que se quisiera utilizar tubos flexibles sería necesario cambiar la rigidez del terreno, por lo que sería necesario una sobre excavación y disponer de una cama de apoyo flexible que permitiera absorber las deformaciones.

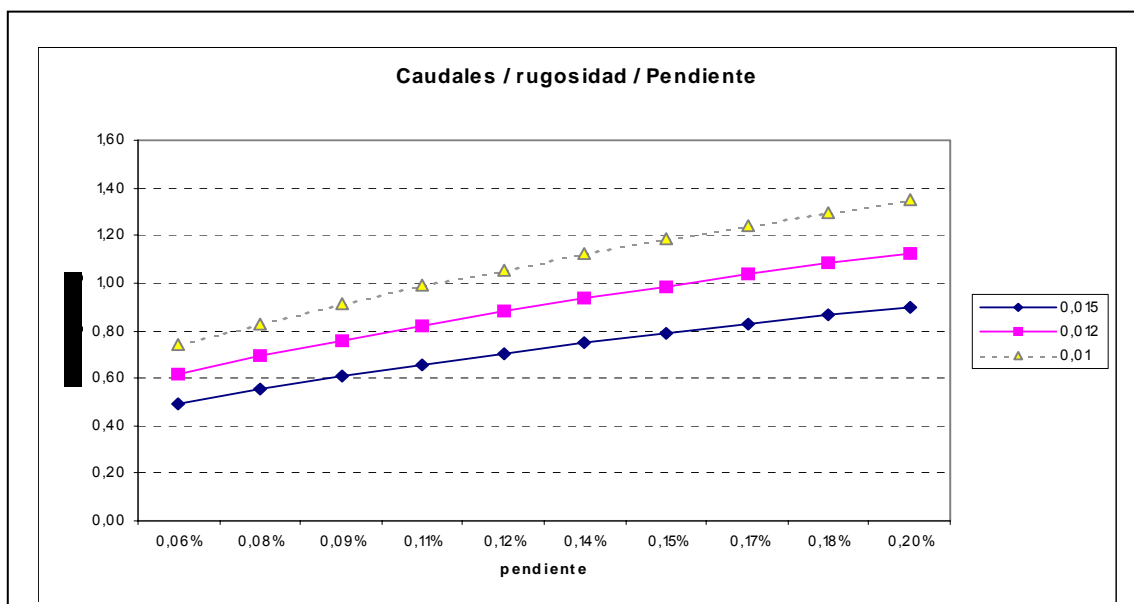
Por otro lado si se estudia el PVC reforzado frente al tubo de hormigón, el bajo coste del material hace que sea altamente competitivo, pero considerando la necesidad del refuerzo por condiciones mecánicas y/o de deformación, el proceso de construcción se encarece considerablemente quedando limitado a circunstancias particulares.

Adicionalmente, para el caso que nos compete, al existir un material pedregoso de tamaño mayor a 30 mm, será necesario tratar el material de relleno con objeto de aprovechar el resultante de la excavación como material de cubrición, siendo por lo tanto necesario utilizar material seleccionado, que a su vez incrementa el coste del proceso constructivo convencional.

9.1.3.- Pérdidas de carga, la rugosidad de los materiales:

Tal y como se ha indicado anteriormente, al disponer de muy baja pendiente oscilante entre 0.06% y 0.2%, el parámetro de rugosidad afecta considerablemente al diámetro del colector. Analizando un colector estándar de diámetro 1000 mm (diámetro mínimo para caudal de aguas negras), se obtienen los siguientes resultados:

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	



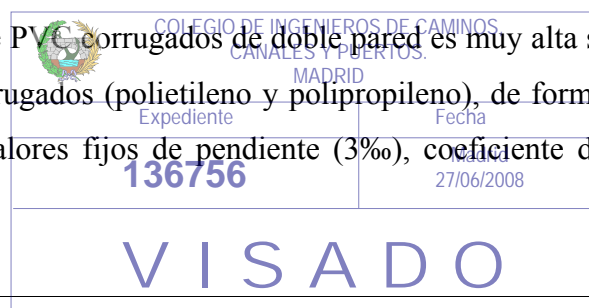
n	0,06%	0,08%	0,09%	0,11%	0,12%	0,14%	0,15%	0,17%	0,18%	0,20%
0,015	0,49	0,55	0,61	0,66	0,70	0,75	0,79	0,83	0,87	0,90
0,012	0,62	0,69	0,76	0,82	0,88	0,94	0,99	1,04	1,08	1,13
0,01	0,74	0,83	0,91	0,99	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,35

Se puede observar que al disminuir la rugosidad del tubo, la capacidad del colector se incrementa hasta un 50%. Por lo tanto podríamos establecer la siguiente equivalencia para tubos de hormigón armado y tubos de PVC o PE.

Un colector de 1200 mm de HA tiene una capacidad muy similar a un colector de PVC o polietileno, si se considera $n = 0.15$ para el HA y $n = 0.1$ para el PVC / PE. Al igual los valores de capacidad son muy similares entre el colector de diámetro de 1400 mm de HA y el colector de diámetro de 1200 mm de PVC, lo que supone un ahorro en coste.

Por otro lado si se analiza la capacidad hidráulica entre tubos plásticos, obtenemos lo siguiente:

La capacidad hidráulica de los tubos de PVC corrugados de doble pared es muy alta si se compara con otros materiales plásticos corrugados (polietileno y polipropileno), de forma que en los diámetros considerados, y para valores fijos de pendiente (3‰), coeficiente de



rugosidad (0,10 mm) y viscosidad cinemática (1,24 m/s² para aguas limpias), los caudales y velocidades en los distintos materiales son,:


Diámetro Nominal (mm)	Material	Diámetro interior (mm)	A Sección llena	
			Caudal Q (l/s)	Velocidad V (m/s)
600	PVC	590,0	421	1,54
	PE	535,0	326	1,45
	PP	545,0	342	1,46
800	PVC	775,0	861	1,82
	PE	678,0	606	1,68
	PP	693,0	642	1,70
1000	PVC	970,0	1.549	2,10
	PE	851,0	1.100	1,93
	PP	868,0	1.158	1,96

Es decir, las diferencias de caudal por este motivo son, en % sobre el del tubo de PVC:

	Tubo de Polietileno	Tubo de Polipropileno
DN 600	77 %	81 %
DN 800	70 %	75 %
DN 1000	71 %	75 %


9.1.4.- A efectos de la explotación,

La de hormigón armado es sensible a los ataques al hormigón, por lo que habría que aconsejar también la protección y uso de hormigones especiales. En cuanto al PRFV, el problema está en la incertidumbre del comportamiento a largo plazo del material, lo que supone un riesgo notable para una inversión cuantiosa como la presente y con vocación de larga vida. La de fundición resiste bastante bien los fenómenos de oxidación.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

9.1.5.- Conclusiones

- Diámetros hasta 1000 mm: Siempre que las condiciones del terreno lo permita (nunca en apoyos rígidos con roca) el tubo de PVC corrugado se ve favorecido por el bajo peso, facilidad de ejecución, bajo coste y baja rugosidad. Para el caso de apoyos rígidos o en roca, la solución debería estar revestida como el caso de tubo helicoidal reforzado, cuyo coste se ve incrementado por el refuerzo en hormigón a ejecutar, siendo normalmente más competitiva la solución de tubo de hormigón armado. La solución de PVC corrugado de doble pared presenta ventajas óptimas en rigidez, frente al PE y PP. La elección de tuberías corrugadas de PVC, frente a las de otros materiales (PE y PP), resulta altamente ventajosa, tanto para las propiedades mecánicas como hidráulicas de la conducción, y que los valores nominales de la rigidez y el diámetro no son suficientes para definir el tipo de tubería, debiéndose especificar unos valores mínimos de rigidez a largo plazo, y de diámetro interior real.
- Para diámetros entre 1000 mm y 1500 mm, el tubo de PVC corrugado pierde competitividad económica frente al tubo de hormigón armado, siendo necesario considerar tubo con refuerzo helicoidal, el cual función del tipo de relleno y apoyo requiere normalmente refuerzo adicional mediante el revestimiento de hormigón en su cubrición. En nuestro caso se considera más competitivo el tubo de hormigón armado, aunque su uso no es recomendable en tramos con pendientes tan limitadas como es el caso objeto de proyecto, debido a su alta rugosidad.
- Para diámetros superiores a 1500mm, la solución técnica y económica viable se corresponde con la instalación del tubo de hormigón, fundamentalmente por la ausencia de fabricación disponible como es el caso del polietileno, el encarecimiento de los tubos como es el caso del PRFV o PVC corrugado, y el alto coste que conlleva el refuerzo de hormigón capaz de dotar de la capacidad portante al tubo, como es el caso de tubo con refuerzo helicoidal (ej. PVC tipo ribloc)

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

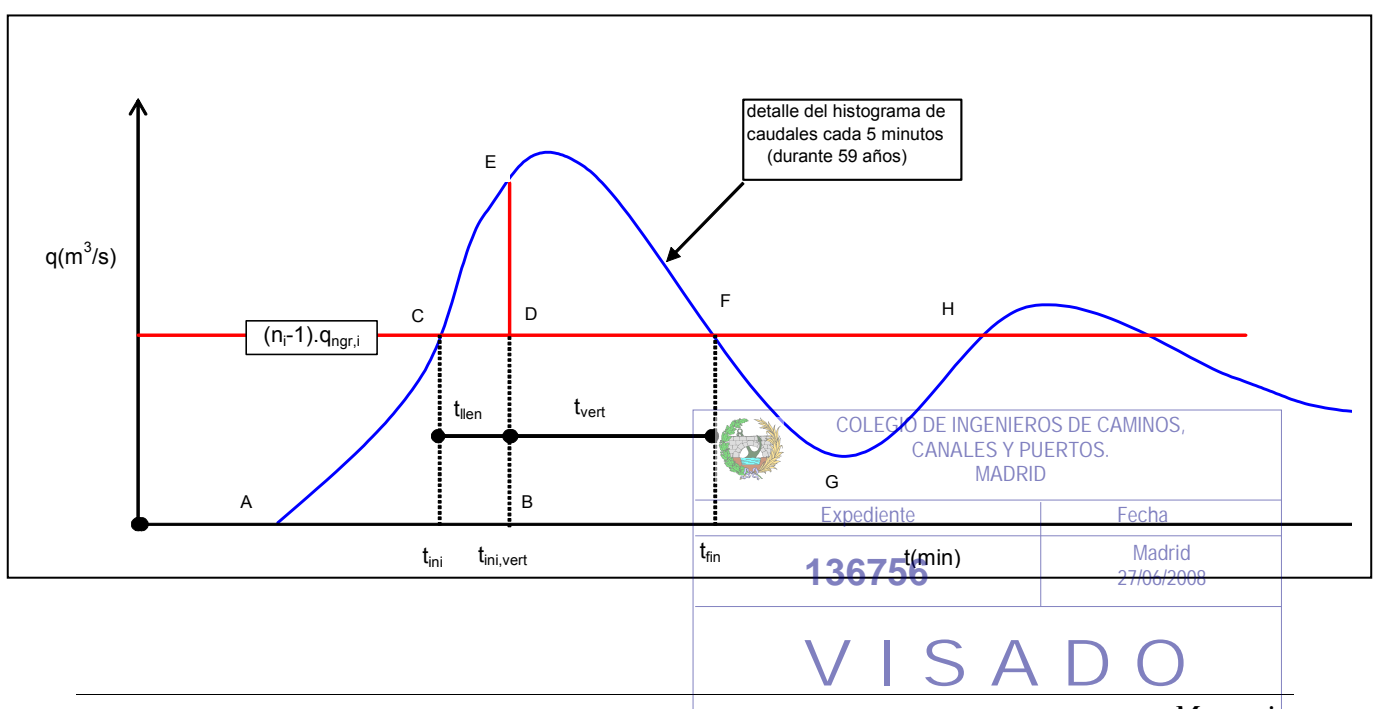
9.2.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO: COLECTOR UNITARIO DE PLUVIALES Y AGUAS NEGRAS

El estudio de alternativas del colector unitario, pretende identificar la solución óptima de diseño del colector unitario capaz de recoger el caudal de pluviales para un periodo de retorno de 25 años, y las aguas negras necesarios (casi despreciables relativamente respecto al caudal de pluviales). Para disminuir la capacidad de este nuevo colector se aprovecha la existencia y capacidad del colector existente y se analiza la capacidad de laminación del hidrograma de pluviales teniendo en cuenta la acción de un depósito de regulación, necesario en algunos casos para poder desaguar el hidrograma de escorrentía generado en cada una de las cuencas de estudio.

9.2.1.- Estudio de alternativas necesarias para la laminación de hidrograma de pluviales

Se procede a realizar un estudio de dimensiones de tubos y estanque de tormentas con objeto de identificar la viabilidad técnica del colector de pluviales.

Tal y como se ha indicado anteriormente el estudio pretende laminar el hidrograma de pluviales mediante la construcción de un estanque capaz de absorber el diferencial del caudal entrante respecto el tamaño y capacidad del colector a dimensionar.



ALMAGRO		PERIODO DE RETORNO DE 2 AÑOS				
CAPACIDAD EMISARIO ACTUAL (m ³ /s)	CAPACIDAD EMISARIO NUEVO (m ³ /s)	CAPACIDAD DE DESAGÜE (m ³ /s)	VOLUMEN DEPOSITO (m ³)	ALTURA (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)
1.0	1.0	2.0	11460	4.0	60.0	47.8
2.0	1.0	3.0	4638	2.0	75.0	30.9
1.0	2.0	3.0	4638	2.0	75.0	30.9
2.0	2.0	4.0	606	2.0	30.00	10.1
1.0	3.0	4.0	606	2.0	30.0	10.1
2.0	3.0	5.0	No es necesario			
1.0	4.0	5.0	No es necesario			

ALMAGRO		PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS				
CAPACIDAD EMISARIO ACTUAL (m ³ /s)	CAPACIDAD EMISARIO NUEVO (m ³ /s)	CAPACIDAD DE DESAGÜE (m ³ /s)	VOLUMEN DEPOSITO (m ³)	ALTURA (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)
1.0	1.0	2.0	41317	4.0	100.0	103.3
2.0	1.0	3.0	29003	4.0	100.0	72.5
1.0	2.0	3.0	29003	4.0	100.0	72.5
2.0	2.0	4.0	20001	4.0	75.0	66.7
1.0	3.0	4.0	20001	4.0	75.0	66.7
2.0	3.0	5.0	12820	4.0	65.0	49.3
1.0	4.0	5.0	12820	4.0	150.0	21.4
2.0	4.0	6.0	7136	2.0	65.0	54.9
1.0	5.0	6.0	7136	2.0	65.0	54.9
1.0	6.0	7.0	2898	2.0	50.0	29.0
2.0	5.0	7.0	2898	2.0	50.0	29.0
1.0	7.0	8.0	279	2.0	15.0	9.3
2.0	6.0	8.0	279	2.0	15.0	9.3
1.0	8.0	9.0	No es necesario			
2.0	7.0	9.0	No es necesario			

ALMAGRO		PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS				
CAPACIDAD EMISARIO ACTUAL (m ³ /s)	CAPACIDAD EMISARIO NUEVO (m ³ /s)	CAPACIDAD DE DESAGÜE (m ³ /s)	VOLUMEN DEPOSITO (m ³)	ALTURA (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)
2.0	9.0	11.0	4769	2.00	50.00	47.7
2.00	10.0	12.0	1724	2.00	35.00	24.6
2.00	11.0	13.0	No es necesario			

ALMAGRO		PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS				
CAPACIDAD EMISARIO ACTUAL (m ³ /s)	CAPACIDAD EMISARIO NUEVO (m ³ /s)	CAPACIDAD DE DESAGÜE (m ³ /s)	VOLUMEN DEPOSITO (m ³)	ALTURA (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)
2.00	11.0	13.0	29657	4.00	100.00	74.1

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS
14 de Mayo de 2008

Excmo. Sr. Presidente
136756

Fecha
Madrid
27/06/2008

VISADO

Memoria

2.00	12.0	14.0	24257	4.00	80.00	75.8
------	------	------	-------	------	-------	------

BOLAÑOS		PERIODO DE RETORNO DE 2 AÑOS				
CAPACIDAD EMISARIO ACTUAL (m ³ /s)	CAPACIDAD EMISARIO NUEVO (m ³ /s)	CAPACIDAD DE DESAGÜE (m ³ /s)	VOLUMEN DEPOSITO (m ³)	ALTURA (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)
1.5	1.0	2.5	7614	4.0	50.0	38.1
2.0	1.0	3.0	4901	4.0	50.0	24.5
1.5	2.0	3.5	2743	2.0	40.0	34.3
3.0	1.0	4.0	1115	2.0	40.0	13.9
2.0	2.0	4.0	1115	2.0	40.0	13.9
1.5	3.0	4.5	111	2.0	10.0	5.6
3.0	2.0	5.0	No es necesario			
2.0	3.0	5.0	No es necesario			

BOLAÑOS		PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS				
CAPACIDAD EMISARIO ACTUAL (m ³ /s)	CAPACIDAD EMISARIO NUEVO (m ³ /s)	CAPACIDAD DE DESAGÜE (m ³ /s)	VOLUMEN DEPOSITO (m ³)	ALTURA (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)
1.5	1.0	2.5	33368	4.0	100.0	83.4
2.0	1.0	3.0	28994	4.0	100.0	72.5
1.5	2.0	3.5	24757	4.0	75.0	82.5
3.0	1.0	4.0	21039	4.0	75.0	70.1
2.0	2.0	4.0	21039	4.0	75.0	70.1
1.5	3.0	4.5	17735	4.0	75.0	59.1
3.0	2.0	5.0	14663	4.0	65.0	56.4
2.0	3.0	5.0	14663	4.0	60.0	61.1
1.5	4.0	5.5	11771	4.0	60.0	49.0
3.0	3.0	6.0	9319	4.0	50.0	46.6
2.0	4.0	6.0	9319	4.0	60.0	38.8
3.0	4.0	7.0	5058	2.0	50.0	50.6
1.5	6.0	7.5	3395	2.0	45.0	37.7
2.0	6.0	8.0	1961	2.0	35.0	28.0
1.5	7.0	8.5	783	2.0	20.0	19.6
2.0	7.0	9.0	84	2.0	10.0	4.2
2.0	7.5	9.5	No es necesario			

BOLAÑOS		PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS				
CAPACIDAD EMISARIO ACTUAL (m ³ /s)	CAPACIDAD EMISARIO NUEVO (m ³ /s)	CAPACIDAD DE DESAGÜE (m ³ /s)	VOLUMEN DEPOSITO (m ³)	ALTURA (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)
2.0	9.0	11.0	5451	2.0	60.0	45.4
3.0	9.0	12.0	3149	2.0	45.0	35.0
2.0	10.0	12.0	3149	2.0	45.0	35.0
3.0	10.0	13.0	1349	2.0	30.0	22.5

VISADO

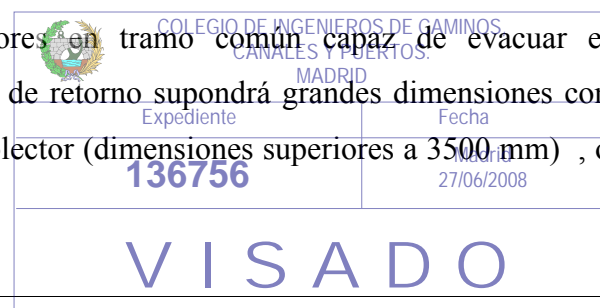
Memoria

3.0	11.0	14.0	80	2.0	10.0	4.0
-----	------	------	----	-----	------	-----

BOLAÑO		PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS				
CAPACIDAD EMISARIO ACTUAL (m ³ /s)	CAPACIDAD EMISARIO NUEVO (m ³ /s)	CAPACIDAD DE DESAGÜE (m ³ /s)	VOLUMEN DEPOSITO (m ³)	ALTURA (m)	LARGO (m)	ANCHO (m)
3.0	11.0	14.0	26272	4.0	85.0	77.3
3.0	12.0	15.0	21472	4.0	75.0	71.6

A la vista de los resultados de regulación se puede extraer las siguientes conclusiones:

- El estanque de tormentas permite laminar el hidrograma de pluviales. La altura máxima de este viene definida por la altura del colector existente, por lo que a efectos de estudios se ha considerado 4.0m. En su defecto, será necesario el uso de bombeos.
- Para ambos casos, Almagro y Bolaño, se debe de ir a capacidades totales (colector actual + colector nuevo) de mas de 5 m³/s para poder evacuar los hidrogramas 2 años de periodo de retorno, 8 m³/s, para poder evacuar los hidrogramas de 5 años y 13 m³/s para 10 años de periodo de retorno, requiriéndose un depósito de regulación de dimensiones anteriormente especificadas para caudales inferiores asociados a los periodos de retornos específicos.
- La máxima capacidad de desagüe con tubos prefabricados y pendientes existentes disponibles es del orden de 12m³/s, de forma que la capacidad de desagüe máxima entre emisario nuevo y existente es de 14-15m³/s (Almagro-Bolaños), lo que supone diámetros de 3.000 mm y pendientes entre el 0.10% (Bolaños) y 0.12% (Almagro), de esta forma se consigue laminar el periodo de retorno de 25 años, requiriéndose depósitos estanque de tormentas de dimensiones pequeñas (4x80x80, y 4x75x71.6)
- El diseño de los nuevos colectores en tramo común capaz de evacuar el hidrograma de 25 años de periodo de retorno supondrá grandes dimensiones con ejecución de sección especial de colector (dimensiones superiores a 3500 mm) , o



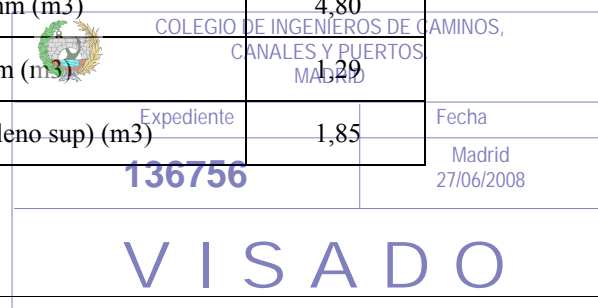
la ubicación de un estanque de tormentas que permita minimizar las dimensiones del tramo común.

9.2.2.- Estudio de alternativas del colector común de pluviales y aguas negras función de la pendiente.

Una vez realizado el estudio anterior, se determina el diámetro óptimo de evacuación condicionado a los parámetros hidráulicos deseados (velocidad máxima y mínima, tipo de régimen, y relación de llenado H/D), y pendientes de diseño. Esto implica que a mayor pendiente, mayor excavación y por lo tanto mayor penalización en el presupuesto de las obras, pero sin embargo menor diámetro y mayor capacidad de transporte.

Para analizar el coste económico de las alternativas estudiadas y determinar el periodo de retorno viable económicamente se ha procedido a valorar las mediciones y unidades de obra que equivalen (genéricamente) el 75 % del presupuesto y que se resumen a continuación:

Concepto	Precio (€)
MI instalación de tubo HA de diámetro 1,000 mm	179,35
MI instalación de tubo HA de diámetro 1,500 mm	220,00
MI instalación de tubo HA de diámetro 2,000 mm	408,00
MI instalación de tubo HA de diámetro 2,500 mm	688,00
MI instalación de tubo HA de diámetro 3,000 mm	1.050,00
Excav. Zanja en roca (m3)	6,45
Excav. Zanja medios mecánicos (m3)	2,45
Cama (m3) HM-20	45,00
Material granular (garbancillo 5-11)	8,94
Relleno Seleccionado 95% PM, <3 mm (m3)	4,80
Relleno mat. Excav. 95% PM, >10 cm (m3)	1,29
Sobrante a extender (Excav-selecc-relleno sup) (m3)	1,85



Concepto	Precio (€)
M2 retirada y posterior colocación de T. Vegetal 20cm	0,25

Para cada una de las alternativas de pendiente anteriormente expuesta, y diámetros comprendidos entre 1.000 mm y 3.000 mm que garantizan las diversas capacidades especificadas, se calculan sus correspondientes mediciones

Adoptando la solución que permita laminar los hidrogramas de los diferentes periodos de retorno sin necesidad de estanque de tormentas se obtienen los siguientes resultados:

Periodo de retorno (T años)	Almagro Q (m ³ /s)	Diámetro de colector Almagro (mm)	Alternativas Almagro	Alt-1 PBL-Almagro (m€)	Alt-2 PBL-Almagro (m€)	Alt-3 PBL-Almagro (m€)	Alt-4 PBL-Almagro (m€)	Alt-5 PBL-Almagro (m€)	Alt-6 PBL-Almagro (m€)	Alt-7 PBL-Almagro (m€)	Alt-8 PBL-Almagro (m€)	Alt-9 PBL-Almagro (m€)	Alt-10 PBL-Almagro (m€)
2	3	1500	10				2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2
		2000	1 a 10	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2
5	8	2500	5 a 10					4,7	4,7	4,8	4,9	5,0	5,0
		3000	1 a 10	11,4	11,5	11,6	11,8	11,9	12,1	12,2	12,4	12,5	12,7
10	11	3000	3 a 10			11,6	11,8	11,9	12,1	12,2	12,4	12,5	12,7
25	14	3000	5 a 10						12,1	12,2	12,4	12,5	12,7

Periodo de retorno (T años)	Bolaños Q (m ³ /s)	Diámetro de colectores Bolaños (mm)	Alternativas Bolaños	Alt-1 PBL-Bolaños (m€)	Alt-2 PBL-Bolaños (m€)	Alt-3 PBL-Bolaños (m€)	Alt-4 PBL-Bolaños (m€)	Alt-5 PBL-Bolaños (m€)	Alt-6 PBL-Bolaños (m€)	Alt-7 PBL-Bolaños (m€)	Alt-8 PBL-Bolaños (m€)	Alt-9 PBL-Bolaños (m€)	Alt-10 PBL-Bolaños (m€)
2	2	1500	3 a 10			1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0
		2000	2 a 10		2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3
5	7,5	2500	2		4,1	4,2	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,7
10	11,5	3000	2 a 10		5,8	5,8	5,9	6,0	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4
25	13	3000	4 a 10					6,0	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4

Periodo de retorno (T años)	Bolaños Q (m ³ /s)	Diámetro de colectores Bolaños (mm)	Alternativas Bolaños	Alt-1 PBL-Bolaños (m€)	Alt-2 PBL-Bolaños (m€)	Alt-3 PBL-Bolaños (m€)	Alt-4 PBL-Bolaños (m€)	Alt-5 PBL-Bolaños (m€)	Alt-6 PBL-Bolaños (m€)	Alt-7 PBL-Bolaños (m€)	Alt-8 PBL-Bolaños (m€)	Alt-9 PBL-Bolaños (m€)	Alt-10 PBL-Bolaños (m€)
2	4	1500	1 a 10	0,9	0,9	0,9	1,0						

VISADO

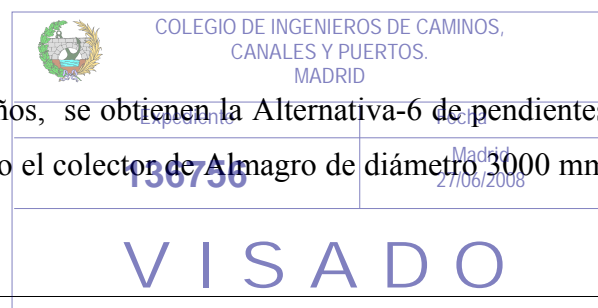
		2000	1 a 10	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3
5	15	2500	3 a 10	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1					
		3000	1 a 10	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6
10	22,5	3000	1 a 7	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	4,4	4,4			
25	27	3000	1 a 2	4,1	4,1								

SOLUCIONES ECONÓMICAS	Alt-1	Alt-2	Alt-3	Alt-4	Alt-5	Alt-6	Alt-7	Alt-8	Alt-9	Alt-10
Total T=2			6,3							
Total T=5					12,0					
Total T=10			21,6							
Total T=25						23,34				

➔ Entrando en la tabla para cada periodo de retorno se marca en amarillo la alternativa de menor coste, resultando así la combinación de diámetros óptimos para cada alternativa, capaz de evacuar el caudal solicitado.

En consecuencia:

- Para un periodo de retorno de 2 años, se obtienen la Alternativa-3, siendo el colector de Almagro de diámetro 2000 mm , el colector de Bolaños de 1500 mm , y el colector del tramo común de 2.000 mm, y el importe estimado (PBL) de 6.3 M€, no requiriéndose depósito-estanque de tormentas de regulación.
- Para un periodo de retorno de 5 años, se obtienen la Alternativa-5 de pendientes como la más óptima y viable, siendo el colector de Almagro de diámetro 2500 mm , el colector de Bolaños de 2500 mm , y el colector del tramo común de 2.500 mm, y el importe estimado (PBL) de 12.0 M€, no requiriéndose depósito-estanque de tormentas de regulación.
- Para un periodo de retorno de 10 años, se obtienen la Alternativa-2 de pendientes como la más óptima y viable, siendo el colector de Almagro de diámetro 3000 mm , el colector de Bolaños de 3000 mm , y el colector del tramo común de 3000mm, y el importe estimado (PBL) de 21.6 M€, no requiriéndose depósito-estanque de tormentas de regulación.
- Para un periodo de retorno de 25 años, se obtienen la Alternativa-6 de pendientes como la más óptima y viable, siendo el colector de Almagro de diámetro 3000 mm



, el colector de Bolaños de 3000 mm , y el colector del tramo común de 3500mm, y el importe estimado (PBL) de 23.34 M€, no requiriéndose depósito-estanque de tormentas de regulación.

Adicionalmente se puede profundizar en optimizar las pendientes de forma que se disponga arquetas de resalto. Escenario que se determinará en el estudio de alternativas de trazado. (Pej. Dejando el colector de Bolaños ligeramente por encima del de Almagro en la arqueta de reunión, así minimizando el coste de excavación en roca. Aunque condicionando el tramo de colector común a la cota mínima del colector de Almagro), dicha solución permitiría optimizar ligeramente el presupuesto en valores próximos al 5%

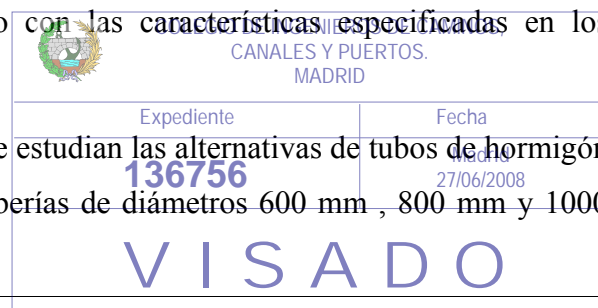
El análisis de estanques de tormenta en cabecera de Colector de Almagro y Bolaños dependerá de la capacidad de este. Si se observa el estudio de laminación realizado las capacidades de regulación (m3) exigidas a los estanque de tormentas 30.000-15000 m3 son enormes si se pretende reducir los caudales a circular por el colector nuevo, por lo que adoptando volúmenes máximos a ejecutar no superiores a 200 m3, la solución adoptada no se ve afectada ya que las reducciones de caudales son mínimas.

Por otro lado en el estudio se puede considerar incluido el caudal de aguas negras, ya que los valores de estos son mínimos: 0.23m3/s en Almagro y 0.15 m3/s en Bolaños, frente a caudales circulantes de entre 2 y 12m3/s según la solución adoptada de periodo de retorno.

9.3.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL COLECTOR DE AGUAS NEGRAS

A la vista de los resultados anteriores, y ante la falta de disponibilidad presupuestaria para su ejecución, se analizan los colectores de aguas a negras independientemente, considerando el aprovechamiento del colector existente hasta su máxima capacidad para evacuar las aguas pluviales posibles , la ejecución de un nuevo colector de pluviales capaz de evacuar el caudal de aguas negras en una fase inicial y la ejecución en una fase posterior de otro nuevo colector de pluviales de acuerdo con las características especificadas en los apartados anteriores

Para estas condiciones de pendientes, se estudian las alternativas de tubos de hormigón armado y tubos de PVC, para la gama de tuberías de diámetros 600 mm , 800 mm y 1000



mm, determinándose así los caudales característicos capaces de transportar, y las dimensiones mínimas que han de tener estos colectores para transportar el caudal de aguas negras y el requerido por dilución ($4 \times Q_n$).

Como conclusión se determina que los diámetros de colector necesarios en Almagro Bolaños son 800 mm de PVC con capacidad de 0.83 m³/s lo que implicaría disponer de al menos un tubo de diámetro 1000 PVC en el tramo común.

Para el caso de adoptar un caudal circulante en cada colector de al menos 4 veces el caudal de aguas negras correspondiente a la dilución de vertido, esto supondría:

- Colector de Almagro: 0.92 m³/s → 0.07% pte → diámetro 1200 mm PVC (H/D = 0.8; Q=1.05 m³/s) o diámetro 1200 mm de HA (H/D=0.8, Q=0.9 m³/s)
- Colector Bolaños: 0.616 m³/s → 0.05% de pte → diámetro 1000 mm de PVC (H/D=0.8; Q=0.68 m³/s)
- Colector común: 1.53 m³/s → 0.22% de pte → Diámetro 1200 mm PVC (H/D=0.8, Q=1.9 m³/s) o tubo de diámetro 1200 mm (H/D =0.8, Q=1.5 m³/s)

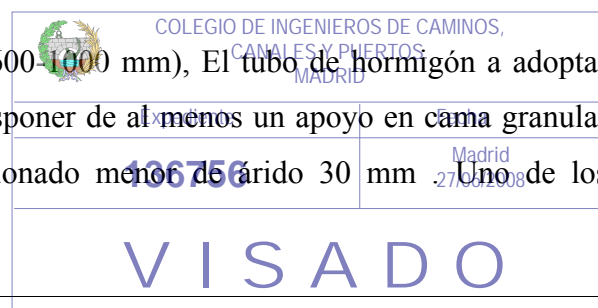
Adoptando la solución que reduzca al mínimo la excavación, la cual penaliza considerablemente el presupuesto.

Una vez identificados los diámetros capaces de transportar el caudal de dilución ($4 \times Q_n$) se procede a realizar una valoración económica para determinar la solución técnica y económicamente óptima que penalice lo menos posible el coste de las obras.

Se analizan tres tipo de tubos: tubos de hormigón armado, tubo de PVC corrugado y tubo de PVC tipo rib loc.con las siguientes consideraciones:

▪ Tubo de hormigón:


- Para el diámetro que se considera (600-1000 mm), El tubo de hormigón a adoptar puede ser de clase -60 , debiendo disponer de al menos un apoyo en cama granular de más de 15 cm y relleno seleccionado menor de arido 30 mm. Uno de los



principales aspectos a considerar es el posible punzonamiento de materiales procedentes de excavación, por lo que se ha de cuidar el relleno de cobertura, que ha de ser menor a 30 mm.

- El rendimiento medio que se puede considerar es de 100m/ día, que debido al peso del tubo (muy superior al PVC) será necesario disponer de maquinaria de mayor envergadura, tanto en descarga como en instalación.
- Tubo de PVC corrugado
 - El tubo de PVC corrugado no debe considerarse como apoyo directo ya que de lo contrario fallará a deformación, por lo que el apoyo mínimo considerado será de 0.15 cm. Al igual que en hormigón especial importancia tendrá el posible punzonamiento de materiales procedentes de excavación, por lo que se ha de cuidar el relleno de cobertura, que ha de ser menor a 30 mm.
 - El rendimiento y medios en la instalación será mayor que los tubos de hormigón.
- Tubo de PVC reforzado helicoidalmente (tipo Rib loc o similar)
 - Este tipo de tubo dispone de baja capacidad portante, por lo que su colocación directa como el tubo de PVC corrugado es muy rara ya que se obtienen deformaciones superiores al 5% permitido por la normativa. Por ello, se exige un refuerzo mínimo de HM-20 de 0.3m espesor en hastiales y 0.2m en clave, normalmente estando reforzada la clave con un mallazo de #10 a 20, y apoyo sobre cama de regularización de hormigón.
 - La ventaja de este material es su bajo coste, bajo peso y fácil instalación, pero que por otro lado se ve penalizada por el coste de hormigón frente al coste de relleno seleccionado. Por otro lado en este tipo de instalación, para optimizar el consumo de hormigón se tiende a minimizar la excavación, utilizando los hastiales de excavación como encofrado (hormigonando contra la excavación).

Se adoptan los siguientes precios:

Concepto	 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
	Expediente	Fecha
	136756	Precio (€) Madrid 27/06/2008
V I S A D O		

Concepto	Precio (€)
Excav. Zanja en roca (m3)	6,45
Excav. Zanja medios mecánicos (m3)	2,45
HM-20	45,00
Cama arena (m3)	10,5
Cama HM-20 (m3)	45,00
Material granular (garbancillo 5-11)	8,94
Relleno Seleccionado 95% PM, <3 cm (m3) en tubo de hormigón	4,80
Relleno Seleccionado (0-10) 95% PM, <3 cm (m3) en tubo de PVC	6,80
Relleno mat. Excav. 95% PM, >10 cm (m3)	1,29
Sobranterío a extender (Excav-selecc-relleno sup) (m3)	1,85
M2 retirada y posterior colocación de T. Vegetal 20cm	0,25

Analizando dichos costes se observa que la solución más económica se corresponde con aquella que optimiza la excavación en roca, y se corresponde con el mínimo diámetro, siendo comúnmente la alternativa de PVC corrugado la opción de material que permite obtener una solución más económica ya que su precio de instalación es ligeramente inferior a las anteriores y favorece la capacidad de transporte al disponer de una menor capacidad.

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

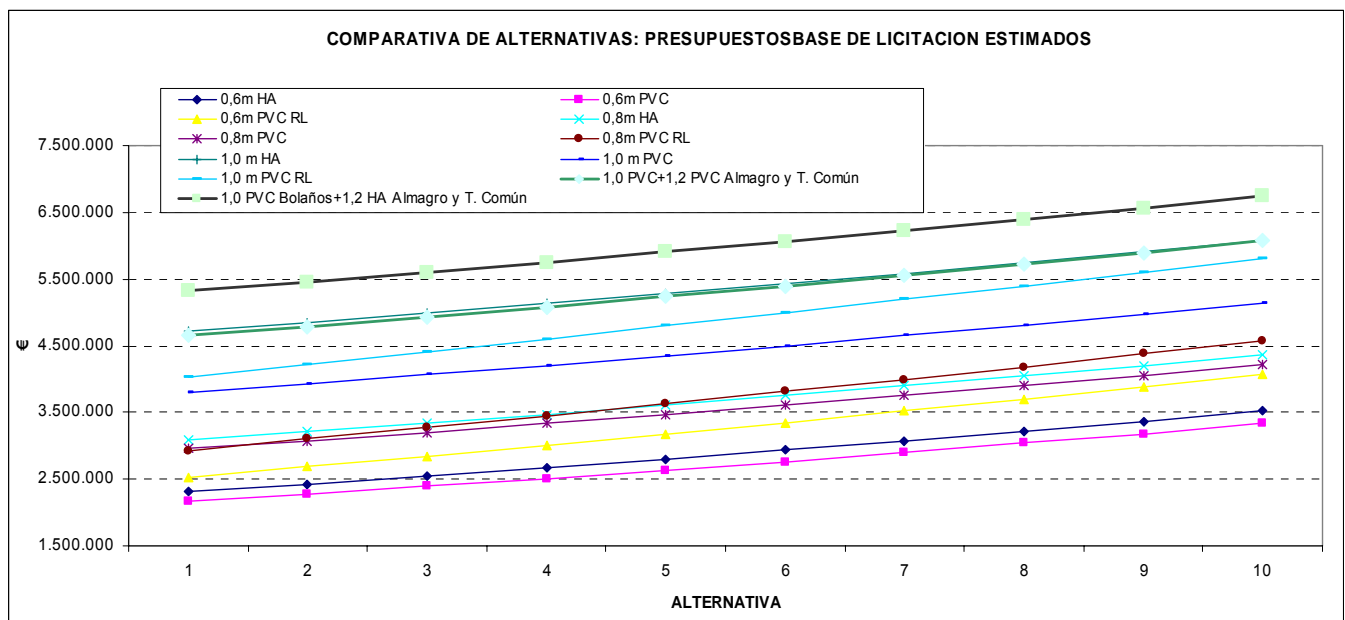
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (PBL=PEM(75%)X1,25 X 1,23X1,16; INCL. GASTOS GENERALES, BENEFICIO INDUSTRIAL E IVA)

DN	Alt1	Alt2	Alt3	Alt4	Alt5	Alt6	Alt7	Alt8	Alt9	Alt10
0,6m HA	2.314.572	2.425.249	2.545.262	2.669.982	2.799.469	2.933.767	3.072.908	3.216.918	3.365.816	3.519.617
0,6m PVC	2.168.452	2.274.533	2.389.722	2.509.571	2.634.148	2.763.507	2.897.684	3.036.709	3.180.605	3.329.390
0,6m PVC RL	2.524.116	2.683.344	2.844.413	3.008.047	3.174.763	3.344.938	3.518.855	3.696.729	3.878.729	4.064.988
0,8m HA	3.080.052	3.204.287	3.333.075	3.466.517	3.604.682	3.747.623	3.895.378	4.047.979	4.205.447	4.367.802
0,8m PVC	2.955.726	3.077.398	3.203.498	3.334.156	3.469.462	3.609.485	3.754.273	3.903.865	4.058.292	4.217.576
0,8m PVC RL	2.928.378	3.101.386	3.275.365	3.451.243	3.629.679	3.811.154	3.996.029	4.184.580	4.377.021	4.573.523
1,0 m HA	4.718.240	4.851.619	4.989.412	5.131.751	5.278.731	5.430.418	5.586.865	5.748.111	5.914.187	6.085.116

VISADO

Memoria

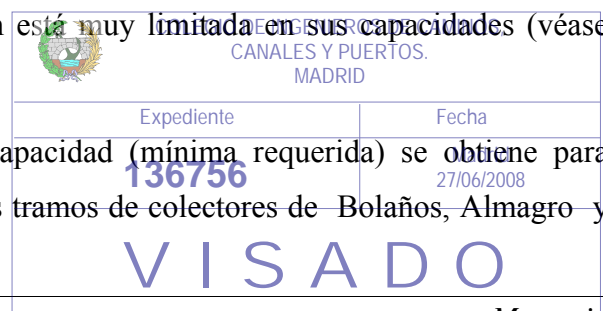
DN	Alt1	Alt2	Alt3	Alt4	Alt5	Alt6	Alt7	Alt8	Alt9	Alt10
1,0 m PVC	3.796.668	3.928.118	4.063.802	4.203.893	4.348.515	4.497.756	4.651.685	4.810.354	4.973.802	5.142.062
1,0 m PVC RL	4.021.778	4.214.626	4.407.180	4.600.659	4.795.929	4.993.625	5.194.220	5.398.076	5.605.476	5.816.643
1,0 PVC+1,2 PVC Almagro y T. Común	4.651.926	4.791.911	4.935.909	5.084.144	5.236.775	5.393.920	5.555.664	5.722.074	5.893.204	6.069.093
1,0 PVC Bolaños+1,2 HA Almagro y T. Común	5.317.500	5.458.140	5.603.026	5.752.328	5.906.168	6.064.633	6.227.789	6.395.689	6.568.371	6.745.867



Una vez analizados los costes, se analiza su combinación con las capacidades de colectores, obteniéndose las siguientes combinaciones óptimas:

➔ La combinación óptima económica se obtiene para diámetros de 0.6m con PVC corrugado en los tramos de colectores de Bolaños, Almagro y Tramo común, resultando un valor presupuestario de 2.6M€, siendo la alternativa-5 de pendientes, y que sólo da capacidad a los caudales de aguas negras. Esta solución está muy limitada en sus capacidades (véase caudales circulantes en apartados anteriores)

Por otro lado la opción óptima de capacidad (mínima requerida) se obtiene para diámetros de 0.8m con PVC corrugado en los tramos de colectores de Bolaños, Almagro y



Tramo común, resultando un valor presupuestario de 2.95M€, siendo la alternativa-1 de pendientes, que minimiza la excavación en roca y permite una capacidad total muy superior.

También es muy importante exponer las capacidades máximas del colector en el tramo común, caso que la alternativa seleccionada, aún siendo muy superior al requerimiento de aguas negras.

Véase tablas adjuntas:

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS COLECTOR DE AGUAS NEGRAS: caudales requeridos en colector tramo común, considerando los caudales máximos a transportar en cada colector (Almagro y Bolaños) con H/D=0.8

	Alt-1	Alt-2	Alt-3	Alt-4	Alt-5	Alt-6	Alt-7	Alt-8	Alt-9	Alt-10
1000 HA	0,98	1,13	1,25	1,36	1,47	1,56	1,65	1,74	1,82	1,90
1000 PVC	1,48	1,69	1,88	2,04	2,20	2,34	2,48	2,61	2,73	2,84
800HA	0,54	0,62	0,69	0,75	0,81	0,86	0,91	0,96	1,00	1,05
800 PVC	0,73	0,83	0,92	1,00	1,08	1,15	1,22	1,28	1,34	1,40
600HA	0,25	0,29	0,32	0,35	0,38	0,40	0,42	0,44	0,47	0,49
600PVC	0,32	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	0,58	0,62	0,65	0,68

→ Como se puede observar, para diámetros de 800 mm PVC, para la alternativa –1 de pendientes, el caudal máximo requerido en los colectores del tramo común debería ser superior o igual al requerido de 0.73 m³/s correspondiente al caudal máximo a transportar por cada colector de Almagro y Bolaños de diámetro 800 mm PVC, los que supondría disponer de pendientes superiores a 0.22% y tubo de PVC 800 mm, como se observa en la tabla siguiente:


Material	DN	DN ext	DN int	Rug. Manning	Qan (M3/s)	Pte (%) recomnd. Vel. Mínima	0,47%	0,44%	0,41%	0,37%	0,34%	0,31%	0,28%	0,24%	0,21%	0,18%
HA	1000	1200	1000	0,015	0,384	0,20%	1,39	1,34	1,29	1,23	1,18	1,12	1,06	1,00	0,93	0,86
PVC	1000	1072	968	0,01	0,384	0,20%	1,92	1,85	1,78	1,71	1,63	1,55	1,47	1,38	1,28	1,18
HA	800	1000	800	0,015	0,384	0,25%	0,76	0,74	0,71	0,68	0,65	0,62	0,59	0,55	0,51	0,47
PVC	800	855	766	0,01	0,384	0,25%	1,02	0,98	0,95	0,91	0,87	0,83	0,78	0,74	0,68	0,63
HA	600	760	600	0,015	0,384	0,33%	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22
PVC	600	649	584	0,01	0,384	0,33%	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36	0,33	0,31

VISADO

Memoria

Página 75 de 126

Material	DN	DN ext	DN int	Rug. Manning	Qan (M3/s)	Pte (%) recomnd. Vel. Mínima										
							0,47%	0,44%	0,41%	0,37%	0,34%	0,31%	0,28%	0,24%	0,21%	0,18%

 Valores que no cumplen las condiciones de caudal de aguas negras a transportar

En consecuencia, utilizar colectores de 800 mm a pendiente de 0.22% en tramo común, permiten transportar un caudal de aguas negras de 0.73 m³/s, superior al requerido de 0.384 m³/s. Esta solución permite considerar un transporte de caudal de pluviales adicional al de aguas negras de 0.346 m³/s que si se considera repartido en un porcentaje de 50% para Almagro y un 50% para Bolaños, resultando 0.173m³/s de aguas pluviales.

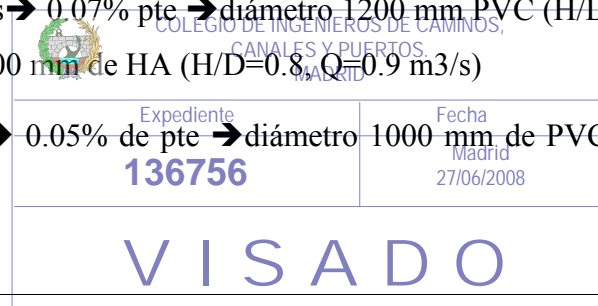
El único gran inconveniente que tiene la ejecución de tubo de PVC reforzado consiste en la adecuada puesta en obra del relleno, de forma que además de garantizar que no se punzonamiento, se ha de garantizar que la deformación del tubo es inferior al 5%.

Adicionalmente se ha de considerar la gran dificultad de la puesta en obra de muy bajas pendientes, lo que da lugar a posibles tramos con pendiente nula o incluso contrapendiente, limitando aún mas la capacidad del colector. Por ello en caso de que se adopte dicha solución , el control y supervisión de ejecución de obra debe ser muy estricto.

Para el caso de que se adoptase tubo de hormigón de 800 mm correspondiente a la alternativa -1, el importe económico ascendería a la cantidad de 3.3M€, con una capacidad máxima de 0.54 m³/s (H/D=0.8) inferior al tubo de PVC por su superior rugosidad

Por otro lado, para garantizar que el agua de pluviales mezcladas con las aguas negras pueden ser vertidas al arroyo sin ser tratadas, y transportadas por el colector existente o un nuevo colector de pluviales complementario, será necesario garantizar una dilución equivalente o superior de al menos, 4 veces el caudal de aguas negras:

- Colector de Almagro: 0.92 m³/s → 0.07% de pte → diámetro 1200 mm PVC (H/D = 0.8; Q=1.05 m³/s) o diámetro 1200 mm de HA (H/D=0.8, Q=0.9 m³/s)
- Colector Bolaños: 0.616m³/s → 0.05% de pte → diámetro 1000 mm de PVC (H/D=0.8; Q=0.68 m³/s)



- Colector común: 1.53 m³/s ➔ 0.22% de pte ➔ Diámetro 1200 mm PVC (H/D=0.8, Q=1.9m³/s) o tubo de diámetro 1200 mm (H/D =0.8, Q=1.5m³/s)

➔ **En consecuencia y para este escenario deseado, la solución óptima será la correspondiente al tubo de PVC de diámetros 1000 mm en Bolaños y 1200 mm en Almagro y Tramo Común**

9.4.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO

A partir de los análisis anteriores, y adoptando para el estudio de alternativas de trazado la solución de tubería anteriormente especificada, como válida, se definen diversas alternativas de trazado para cada uno de los colectores.

Es importante que el lector de este documento entienda que dicho estudio pretende evaluar la idoneidad de cada trazado y su comparativa presupuestaria. Para ello se evalúa exclusivamente los volúmenes de excavación sin entrar en disquisitudes de materiales de relleno o tipología de material de tubería, caso estudiado anteriormente.

Se definen las siguientes alternativas, función del tramo analizado:

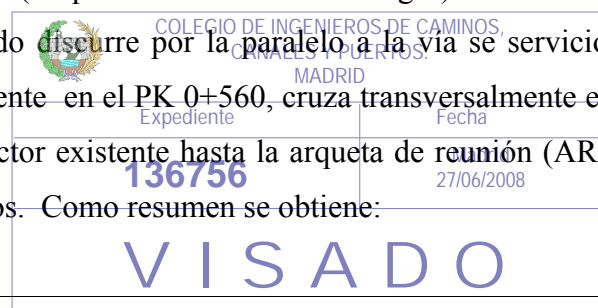
9.4.1.- Alternativa de trazado en el colector de ALMAGRO hasta arqueta de reunión

Se parte desde la arqueta de reunión de Almagro desde donde se repartirá el caudal circulante en el colector nuevo y el colector existente, hasta la nueva arqueta de reunión donde se reunirán los colectores de Almagro y Bolaños.

A este ramal se denominará “Colector nuevo Almagro” (CNA), considerándose dos alternativas muy similares, que difieren principalmente en el número de alineaciones rectas y la proximidad a la vía de servicio (camino de la mina):

9.4.1.1.- Alternativa-1 CNA

La alternativa -1 CNA parte de la ARA (Arqueta de reunión de Almagro) a la cota de solera del colector existente. El nuevo trazado discurre por la paralela a la vía de servicio existente por su margen derecha y posteriormente en el PK 0+560, cruza transversalmente el camino de la Mina y discurre paralelo al colector existente hasta la arqueta de reunión (AR) de unión entre colectores de Almagro y Bolaños. Como resumen se obtiene:



- ➔ Alineaciones rectas y largas ➔ Pocos quiebros
- ➔ Ejecución de obra en variante afectando a fincas colindantes

9.4.1.2.- Alternativa –2 CNA

La alternativa –2 CNA parte de la ARA (Arqueta de reunión de Almagro) a la cota de solera del colector existente. El nuevo trazado discurre por la paralelo a la vía de servicio existente por su margen derecha y posteriormente en el PK 0+560, cruza transversalmente hasta llegar al camino de la Mina y discurre paralelo a este camino hasta la arqueta de reunión (AR) de unión entre colectores de Almagro y Bolaños. La única diferencia respecto a la anterior se basa en que se pretende aprovechar el camino de servicio para la instalación y mantenimiento. Como resumen se obtiene:

➔ Mayor número de alineaciones rectas lo que supone más quiebros, pero ejecución paralela al camino de la mina, con menor afección a fincas colindantes.

9.4.2.- Alternativa de trazado en el colector de BOLAÑOS hasta arqueta de reunión

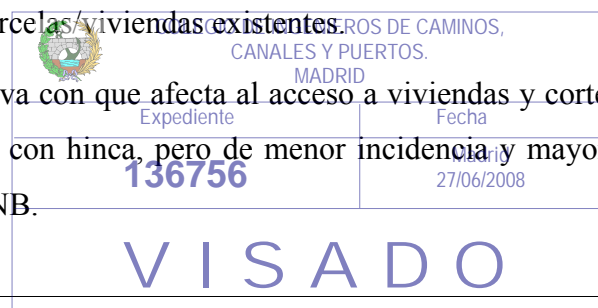
Se parte desde la arqueta de reunión de Bolaños, arqueta donde repartirá el caudal circulante en el colector nuevo y el colector existente, hasta la nueva arqueta de reunión donde se reunirán los colectores de Almagro y Bolaños. La diferencia de las alternativas planteadas se basa en desarrollar el trazado del colector por la margen derecha o izquierda de la carretera CR5111. Ambas soluciones contemplan el cruce del FFCC.

A este ramal se denominará “Colector nuevo Almagro” (CNB), considerándose dos alternativas:

9.4.2.1.- Alternativa –1 CNB

La alternativa-1 CNB, parte desde la arqueta de reunión ARB, a las afueras del municipio de Bolaños, y situada en la margen izquierda de la carretera Cr 5111 (dirección Ciudad real). Se cruza la carretera CR5111 y el trazado discurre toda su longitud en este lado de la carretera, ubicado entre la cuneta y las parcelas/viviendas existentes.

Como resumen se obtiene una alternativa con que afecta al acceso a viviendas y corte previsible de la calzada CR 5111 o ejecución con hinca, pero de menor incidencia y mayor facilidad de ejecución que la Alternativa –2 CNB.



9.4.2.2.- Alternativa –2 CNB

La alternativa-2 CNB, parte desde la arqueta de reunión ARB, a las afueras del municipio de Bolaños, y situada en la margen izquierda de la carretera CR 5111 (dirección Ciudad real). Manteniéndose toda su longitud a la izquierda de la carretera, entre el carril bicicleta y a borde del colector existente primero y posteriormente entre la calzada (berma) y las viviendas existentes.

En este caso se identifican varios puntos de alineación bastante estrechos con espacios no superiores a 3.0m entre el colector existente y medianería de vivienda. Además de los cruces con los accesos a viviendas, accesos a polígono, existen posibles afecciones a carril bicicleta y red de abastecimiento.

9.4.3.- Alternativa de trazado a partir de la arqueta de reunión hasta pozo de bombeo de la EDAR.

Se plantean cuatro alternativas:

9.4.3.1.- Alternativa-1 tramo común:

Se corresponde con el trazado que discurre por la margen derecha de la carretera CR-5111 y paralelo exteriormente al colector existente, evitándose así cruce alguno con él. Esta solución se plantea con la concepción equivalente al existente, es decir el ramal tramo común llega hasta el aliviadero actual, donde se dispondrá una arqueta de homogeneización y un nuevo aliviadero desde donde se verterá el caudal al cauce siempre que se alcance la dilución esperada o se enviará a la EDAR.


Desde esta arqueta de homogenización se discurrirá paralelo al colector existente hasta el pozo de bombeo de la EDAR, siendo necesario un cruce con la carretera CR-5111.

Como resumen tenemos:

➔ Un cruce con la CR-5111

➔ No hay cruce con el colector existente

➔ Se plantea una arqueta de homogeneización, para lo que se optimiza el diámetro entre el aliviadero y pozo de bombeo.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

→ Hay gran profundidad de excavación (casi 11.6m)

9.4.3.2.- Alternativa-2 Tramo común

Se corresponde con el trazado que parte de la AR (Arqueta de reunión) ubicada en la margen derecha de la CR-5111. Posteriormente, discurre por la margen derecha de la carretera hasta el pozo de bombeo, siendo necesario un cruce con la CR-5111, y colector existente.

Como resumen se obtiene:

→ Un cruce con la CR-5111

→ Un cruce con el colector existente

→ Profundidad de excavación de casi 10.5m (reducción en excavación)

9.4.3.3.- Alternativa-3 Tramo común

Se corresponde con el trazado que parte de la AR (Arqueta de reunión) ubicada en la margen derecha de la CR-5111. Posteriormente, a unos 200m aproximados, cruza la carretera a su margen izquierda, por donde discurre hasta el pozo de bombeo.

Como resumen se obtiene:

→ Un cruce con la CR-5111

→ Un cruce con el colector existente

→ Profundidad de excavación de casi 10.5m (reducción en excavación)

9.4.3.4.- Alternativa-4 Tramo común

Se corresponde con el trazado que parte de la AR (Arqueta de reunión) ubicada en la margen izquierda de la CR-5111. y que discurre por esta margen hasta el pozo de bombeo.

Como resumen se obtiene:

→ No hay cruce con la CR-5111 (Se ahorran dos si se conecta con la alternativa-2 de Bolaños)

→ Un cruce con el colector existente

→ Profundidad de excavación de casi 10.5m (reducción en excavación)

→ Requiere partir de la alternativa-2 de Bolaños.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
<h1>V I S A D O</h1>	

9.4.4.- Resultado y conclusiones de alternativas de trazado

La solución más económica se corresponde con la alternativa 2 de Almagro y Alternativa-2 de bolaños y Alternativa-4 de Tramo común, existiendo diferencias mínimas de 245.000 € (PEM) respecto la solución más cara económicamente analizada, considerándose casi despreciable. Por otro lado si se valora la posibilidad de utilización de explosivo en la excavación de roca y la proximidad a la carretera de el trazado del tramo común, se observa que a medida que nos alejamos de la carretera para ajustar los taludes de excavación, la medición de excavación se incrementa y los costes se igualan con el resto de alternativas, disminuyendo las diferencias

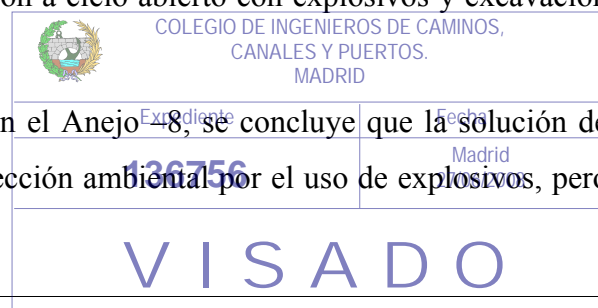
→ En consecuencia se adopta la solución correspondiente al trazado de:

- Alternativa-2 de Almagro con objeto de Beneficiar el mantenimiento y ejecución de las obras, minimizando la afección a terceros.
- Alternativa – 1 de Bolaños, con objeto de minimizar las afecciones, y ante la falta de espacio evidente debida a la proximidad del colector existente, calzada y medianería de viviendas de la alternativa-2 de Bolaños.
- Alternativa-1 de tramo común ya que beneficia la construcción de la arqueta de homogeneización que permita verter las aguas negras a partir de una dilución no deseada, y tratar las primeras aguas de limpieza de los colectores de pluviales, minimizando así la posible unión exigida para este colector de pluviales.

9.5.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS AL PROCESO CONSTRUCTIVO

Este apartado pretende analizar las alternativas constructivas al proceso constructivo del tramo común, en el cual existen grandes profundidades de excavación (de hasta 14 m), para lo que se comparan procesos de excavación a cielo abierto con explosivos y excavación en hinca con escudo cerrado.

Como resultado del análisis incluido en el Anejo 8, se concluye que la solución de excavación a cielo abierto tiene una mayor afección ambiental por el uso de explosivos, pero



un coste de hasta 3 veces menor, beneficiado principalmente por el alto coste de la hinca de baja disponibilidad en el mercado, bajo rendimiento de la hinca aún esperándose una roca de baja resistencia, la necesidad de utilizar estaciones intermedias de alto coste, y la necesidad de incrementar el diámetro del tubo a 1600 mm al verse reducida la capacidad hidráulica del colector por el uso de tubería de hormigón armado.

Por otro lado se ha de tener en cuenta que las excavaciones en este tramo deben ejecutarse con un tren de excavación y relleno desde cabecera, al no haberse considerado taludes intermedios para su instalación (carga, descarga, relleno, ...), por la necesidad de disminuir los volúmenes de excavación.

9.6.- CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y APLICACIÓN AL PROYECTO

Las conclusiones al estudio de alternativas , y que han permitido definir el presente proyecto son:

- No se contempla un colector único de pluviales y aguas negras capaz de aliviar el periodo de retorno de 25 años requerido , considerándose la necesidad de proceder a una segunda fase constructiva que contemple la ampliación del colector.
- El presente proyecto sólo contempla, por condiciones presupuestarias, la ejecución de un nuevo colector capaz de desaguar al menos 4 veces el caudal de aguas negras, correspondiente con el caudal de dilución, así como el aprovechamiento del colector existente para el desagüe del caudal de pluviales condicionado a su máxima capacidad.
- Se utilizarán tuberías de PVC 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.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

- 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
- Se opta por ejecutar con excavación a cielo abierto las excavaciones del tramo común.

10.- TRAZADO DEL COLECTOR

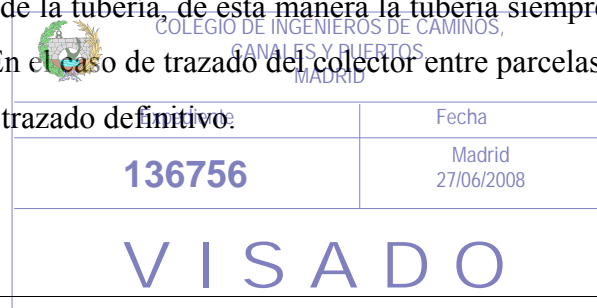
Para comprensión del lector, se ha descompuesto el trazado de los colectores en los tramos anteriormente descritos : Almagro, Bolaños y Tramo común.

La definición del trazado parte del estudio de alternativas y adopta los criterios técnicos descritos en el Anejo – 9 “trazado y replanteo”.

El trazado debe cumplir inexorablemente la condición relativa a que la pendiente de la línea de energía nunca se sitúe en presiones negativas en ningún punto de la tubería y que el funcionamiento del sistema sea por gravedad, cumpliendo todos los requisitos exigidos en el Anejo de cálculo hidráulico ($H/D=0.8$, velocidades, ...). En consecuencia se adoptan las siguientes pendientes según tramos:

- Tramo Almagro: 0.07%
- Tramo Bolaños: 0.05%
- Tramo Común: 0.22%

Adicionalmente , se han utilizado, en la medida de lo posible las zonas de servidumbre de los trazados actuales, los caminos rurales y las vías de servicio existentes para minimizar las expropiaciones. Como criterio general, se ha adoptado la distancia de 3 m. al borde del talud del camino existente, para situar la traza de la tubería, de esta manera la tubería siempre se situará en el límite interior de las parcelas. En el caso de trazado del colector entre parcelas, se ha considerado el linde entre parcelas como trazado definitivo.



En el caso del trazado paralelo a carreteras y ferrocarriles, la tubería se trazará a una distancia del pie de talud correspondiente a la zona de servidumbre, tal y como indicaron los responsables de la Demarcación de Carreteras y FFCC. (véase correspondencia), de 8 m

Para el caso de caminos existente, siempre que la traza discurra paralela a esta, se ha adoptado una distancia mínima de 3.0 m. a borde del pié de talud, con objeto de afectar al mínimo el camino existente. Aunque en algunos casos se pueda ver afectado por limitar la afección a viviendas colindantes o accesos a fincas.

En los tramos urbanos y rurales, en los que la traza va paralelo a la carretera existente CR-5111, se ha encajado el trazado entre la misma y el cerramiento de parcela.

Los tramos donde la tubería atraviesa caminos, carreteras, líneas de ferrocarril o cauces se ha diseñado el cruce de manera que, en la medida de lo posible, el eje de la tubería esté en perpendicular con el eje del elemento con el que se cruza. El resguardo mínimo entre la coronación de la vía de comunicación y la clave de la tubería deberá ser superior a 2.00m y al menos 2 veces el diámetro.

En los cruces con grandes vías, como son las carreteras y las líneas de ferrocarril se han planteado mediante hinca de hormigón armado clase I, II y III de diámetro 1200 mm

En relación a los aspectos constructivos y quiebros; se ha intentado minimizar la longitud de la tubería, para de esta manera abaratar el coste global de la obra, siempre y cuando la afección a las fincas colindantes no suponga un mayor quebranto económico. Se ha diseñado con tramos rectos sin considerar posibles acuerdos que se pudiera producir en las juntas del tubo de PVC (próximas a 1º). Se utilizarán piezas especiales en quiebros angulados.

En el Anejo-8, se adjunta coordenadas y bases de replanteo de la traza y pozos de acceso.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

10.1.- TRAZADO EN EL COLECTOR DE ALMAGRO HASTA ARQUETA DE REUNIÓN

Se parte desde la arqueta de rotura de Almagro desde donde se repartirá el caudal circulante en el colector nuevo y el colector existente, hasta la nueva arqueta de reunión donde se reunirán los colectores de Almagro y Bolaños.

A este ramal se denominará “Tamo Almagro”, denominado hidráulicamente “Colector nuevo de Almagro”, (CNA)

El trazado parte de la ARO-A (Arqueta de rotura de Almagro) a la cota de solera del colector existente (641,49). El nuevo trazado discurre paralelo a la vía de servicio existente por su margen derecha y posteriormente paralelo al camino de la Mina hasta la arqueta de reunión (ARE-A-B-TC) de unión entre colectores de Almagro y Bolaños. La longitud total del tramo es de 4.279,19 m con una pendiente uniforme de 0.07%

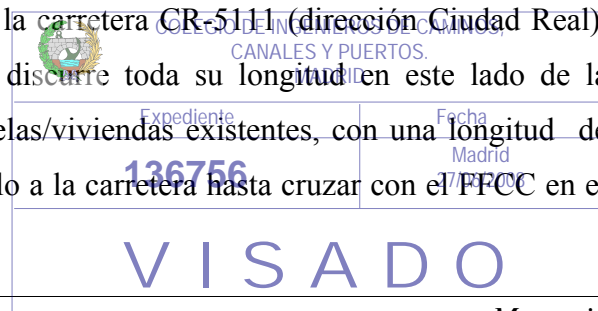
Como resumen se obtiene:

- ➔ alineaciones rectas y largas de longitudes medias de 250m
- ➔ Ejecución de obra en variante afectando a fincas colindantes

10.2.- TRAZADO EN EL COLECTOR DE BOLAÑOS HASTA ARQUETA DE REUNIÓN

Se parte desde la arqueta de rotura de Bolaños, arqueta donde repartirá el caudal circulante en el colector nuevo y el colector existente, hasta la nueva arqueta de reunión donde se unirán los colectores de Almagro y Bolaños.

El trazado adoptado parte desde la arqueta de rotura ARO-B (Arqueta de reunión de Bolaños) a la cota de solera del colector existente (639.63), a las afueras del municipio de Bolaños, y situada en la margen izquierda de la carretera CR-5111 (dirección Ciudad Real). Se cruza la carretera CR-5111 y el trazado discurre toda su longitud en este lado de la carretera, ubicado entre la cuneta y las parcelas/viviendas existentes, con una longitud de 1.353,79 m. Posteriormente discurre en paralelo a la carretera hasta cruzar con el FFCC en el



PK 1.846,49. Una vez pasado el cruce converge en la arqueta de reunión (ARE-A-B-TC) de los colectores de Almagro y Bolaños.

Como resumen se obtiene una alternativa con que afecta al acceso a viviendas y corte previsible de la calzada CR 5511 o ejecución con hincas, pero de menor incidencia y mayor facilidad de ejecución, con una longitud total de 2.063,41 m y una pendiente uniforme de 0.05%.

10.3.- TRAZADO A PARTIR DE LA ARQUETA DE REUNIÓN HASTA POZO DE BOMBEO DE LA EDAR- TRAMO COMÚN

Se corresponde con el trazado que parte de la arqueta de reunión (ARE-A-B-TC), a la cota 636.30, que discurre por la margen derecha de la carretera CR-5111 y paralelo exteriormente al colector existente, evitándose así cruce alguno con él. Esta solución se plantea con la concepción equivalente al existente, es decir el ramal Tramo Común llega hasta el aliviadero actual, donde se dispondrá una Arqueta de Homogeneización (AH), en el P.K. 890.0, y un nuevo aliviadero desde donde se verterá el caudal al cauce siempre que se alcance la dilución esperada o se enviará a la EDAR.

Desde esta arqueta de homogenización se discurrirá paralelo al colector existente hasta el pozo de bombeo de la EDAR, siendo necesario un cruce con la carretera CR-5511, en el P.K. 1374.98. La longitud total de este tramo es de 1.923,42 m y una pendiente uniforme de 0.22%.

11.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Los cálculos hidráulicos necesarios para el dimensionamiento de los colectores se adjunta en el Anejo-10 “Cálculos hidráulicos y mecánicos de la tubería”.

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

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

Se realizará una fuerte simplificación al asumir que el flujo dentro del mismo es el uniforme. Esta hipótesis permite estar del lado de la inseguridad en aquellos tramos en donde se puedan producir efectos de remanso. Por lo tanto, y ante la dificultad de la modelización en régimen transitorio, se adopta como aceptable el cálculo en régimen permanente y uniforme

Se cumplirán los siguientes requisitos, según sea el colector nuevo o existente, es decir de aguas negras 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 (Q_p+Q_n) , la velocidad máxima será inferior a 3,5 m/s.
- Para el caso de aguas negras (Q_n), 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**

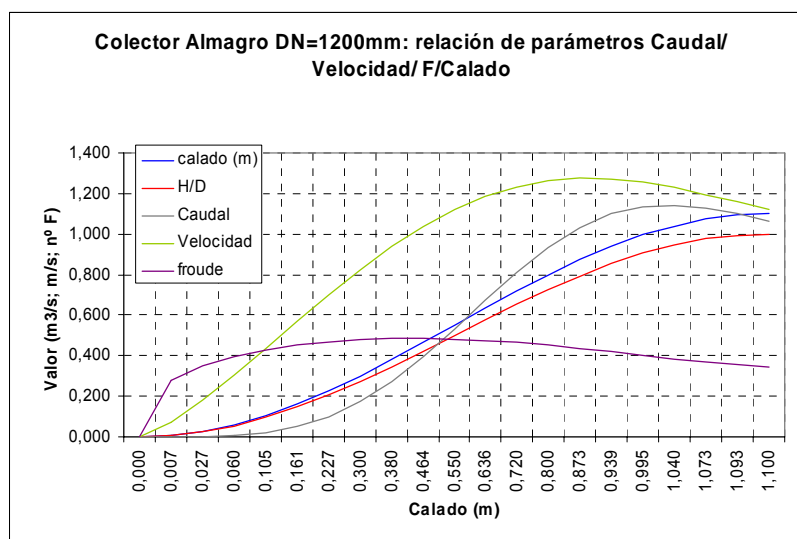
COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

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:

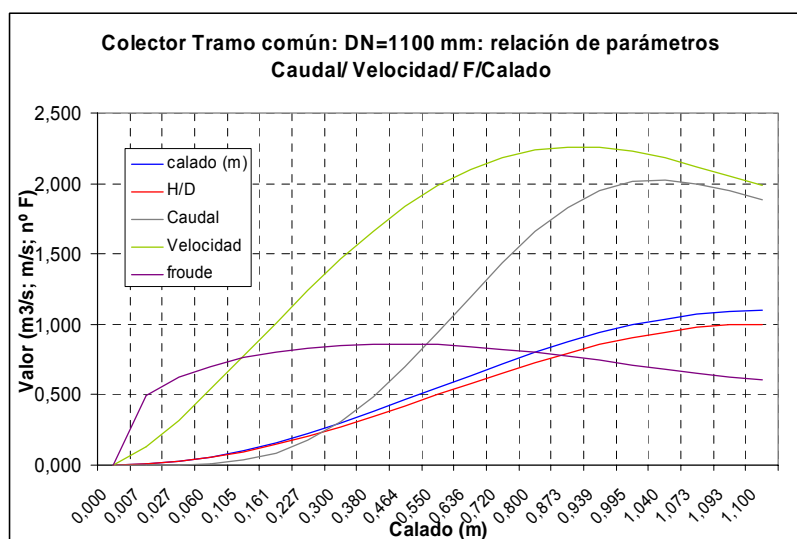
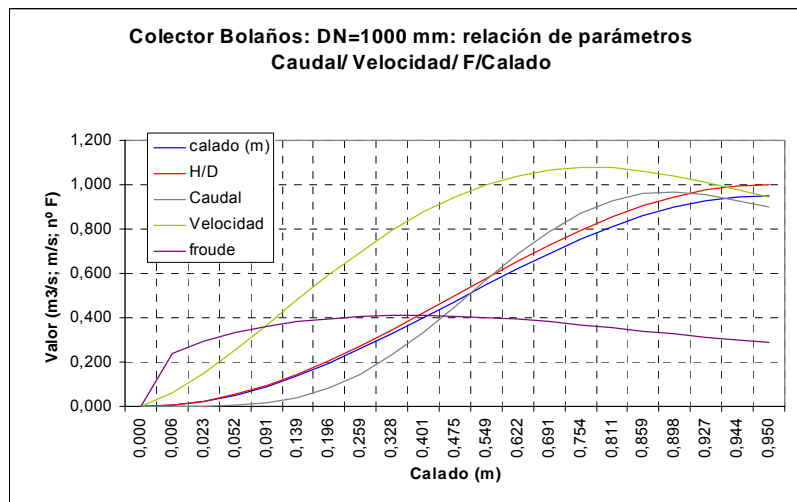
- Funcionamiento hidráulico en régimen lento, lo que implica adoptar un nº de froud $F < 1$, adoptando como deseable $F=0.8$ para la gama de caudales de diseño.
- El calado relativo (y/D) para el caudal máximo de proyecto no es superior a 0,9 con objeto de garantizar la aireación mínima exigida.
- La 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.

El resultado de dicho cálculo se resume en las siguientes gráficas:



 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	




En relación a las comprobaciones de diseño hidráulico:

→ Se observa que cumple todas las condiciones de capacidad exigidas, e incluso su caudal máximo correspondiente a la relación $H/D=0.9$

→ Las velocidades máximas nunca se alcanzan

→ Las velocidades mínimas se cumplen para el caudal de aguas negras y $4 \times Q_n$.

Existe riesgo de sedimentaciones para caudales inferiores al caudal de aguas negras de diseño, el cual se resuelve exclusivamente mediante el incremento de pendientes, que penalizarán considerablemente la obra.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

➔ Las condiciones de régimen lento se cumplen, aunque algunos valores presentan n° F en el tramo común son ligeramente superior a 0.8, lo que implica un régimen supracrítico, pero nunca alcanzándose en la gama de caudales el régimen rápido (n° F=1)

En relación a las estructuras hidráulicas, se ha procedido al dimensionamiento de :

- Arqueta de reparto en cada uno de los colectores existentes, disponiendo de un aliviadero que limita el caudal de derivación al colector nuevo hasta 4 veces el caudal de aguas negras (caudal de dilución)
- Arquetas de resalto de forma que los cambios de cotas se salven mediante un régimen de tránsito que permita garantizar el funcionamiento hidráulico en régimen lento.
- Arquetas de cambio de dirección que minimicen la pérdida de carga localizada producida en dichos cambios

En relación a la ventilación se comprueba : Depresión proporcionada por los extractores; Variación de caudal en los colectores.; Arrastre del aire por el agua; Variación de la presión atmosférica; Variación de la temperatura, Resultando valores limitativos en Bolaños por su baja pendiente, y adoptándose genéricamente la necesidad de disponer de pozos de aireación cada 1000m

12.- CÁLCULOS MECÁNICOS Y ESTRUCTURALES

12.1.- CÁLCULOS MECÁNICOS DEL TUBO

Los cálculos mecánicos de los tubos se encuentran localizados en el Anejo-10 “Cálculos hidráulicos y mecánicos de la tubería”, cumpliéndose en todos los casos y condiciones de entorno estudiadas los requerimientos de la UN 55331 para tubos de PVC.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

12.2.- CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA HINCA Y CÁLCULO DE SUBSIDENCIAS

Los cruces a la carretera comarcal en el ramal de Almagro y Tramo Común y FFCC en el ramal de Bolaños, se ejecutará con hınca. A continuación se adjuntan los puntos de cruce que será necesario ejecutar mediante hınca, así como el diámetro adoptado para la hınca:

HINCA	P.K. INICIO HINCA (km)	P.K. SALIDA DE HINCA (km)	LONG DE HINCA (m)
Almagro -CR 5111	4.239,80	4277,69	37,89
Bolaños-FFCC	1846,89	1878,32	31,43
T. Común -CR 5111	1375,38	1406,84	31,46

El diámetro de los tubos será de 1200 mm. La hınca a ejecutar será de forma que el tubo a hincar quede como permanente y parte del colector existente. La norma UNE 127.010 especifica las siguientes tolerancias dimensionales para los tubos de hınca

Los cálculos mecánicos y de subsidencia de las hincas a realizar se encuentran localizados en el Anejo-10 “Cálculos hidráulicos y mecánicos de la tubería”, cumpliéndose en todos los casos y condiciones de entorno estudiadas los requerimientos. El tubo a hincar en todos los casos será de 1200 mm de hormigón armado de clase 60 o clases I para la hınca de Almagro – CR5111, clase-III para la hınca Bolaños –FFCC y clase II para el tramo común – CR5111.

12.3.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En relación a los cálculos estructurales realizado se adjuntan comprobaciones realizadas en cada una de las diferentes arquetas y estructuras hidráulicas a construir, en el Anejo –11 “Cálculos estructurales”.

El hormigón estructural será:

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

ELEMENTO	AMBIENTE	TABLA 37.3.2 EHE		HORMIGÓN
		a/c	Mínimo contenido en cemento kg/m ³	
TODA LA ESTRUCTURA	IIa+Qb	0.50	350	HA-30

13.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Tal y como se ha indicado anteriormente el proyecto contempla la construcción de los colectores generales de Almagro y Bolaños para un caudal de al menos 4 veces el caudal de aguas negras y correspondiente al caudal de dilución de diseño.

La red de colectores está 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 a utilizar son de PVC 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 resalto de planta quebrada en Almagro, arqueta de reunión de los dos colectores de las poblaciones, 3 arquetas de resalto en el tramo común, arquetas de ventilación , arqueta final en las inmediaciones de la E.D.A.R. existente y arqueta-depósito de homogeneización. Cerca del Arroyo Seco.

A continuación se adjuntan características principales:

13.1.- TIPOLOGÍA DE TUBO Y MATERIALES

Se adopta tubería en PVC de diámetro 1200 mm en el tramo de Almagro y Tramo Común y 1.000 mm en el tramo de Bolaños, todos de color teja de doble pared, corrugada

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	27/06/2008
V I S A D O	

exterior y lisa interior, de 6 m de longitud, que posea los valores nominales que se definen a continuación, y cuyo acoplamiento se realice mediante unión por copa y la estanqueidad se garantice con junta elástica, cuyos requisitos se definen más abajo:

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

13.2.- 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 recosos constituidos por costra calcárea.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

- 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 talúd
- 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.

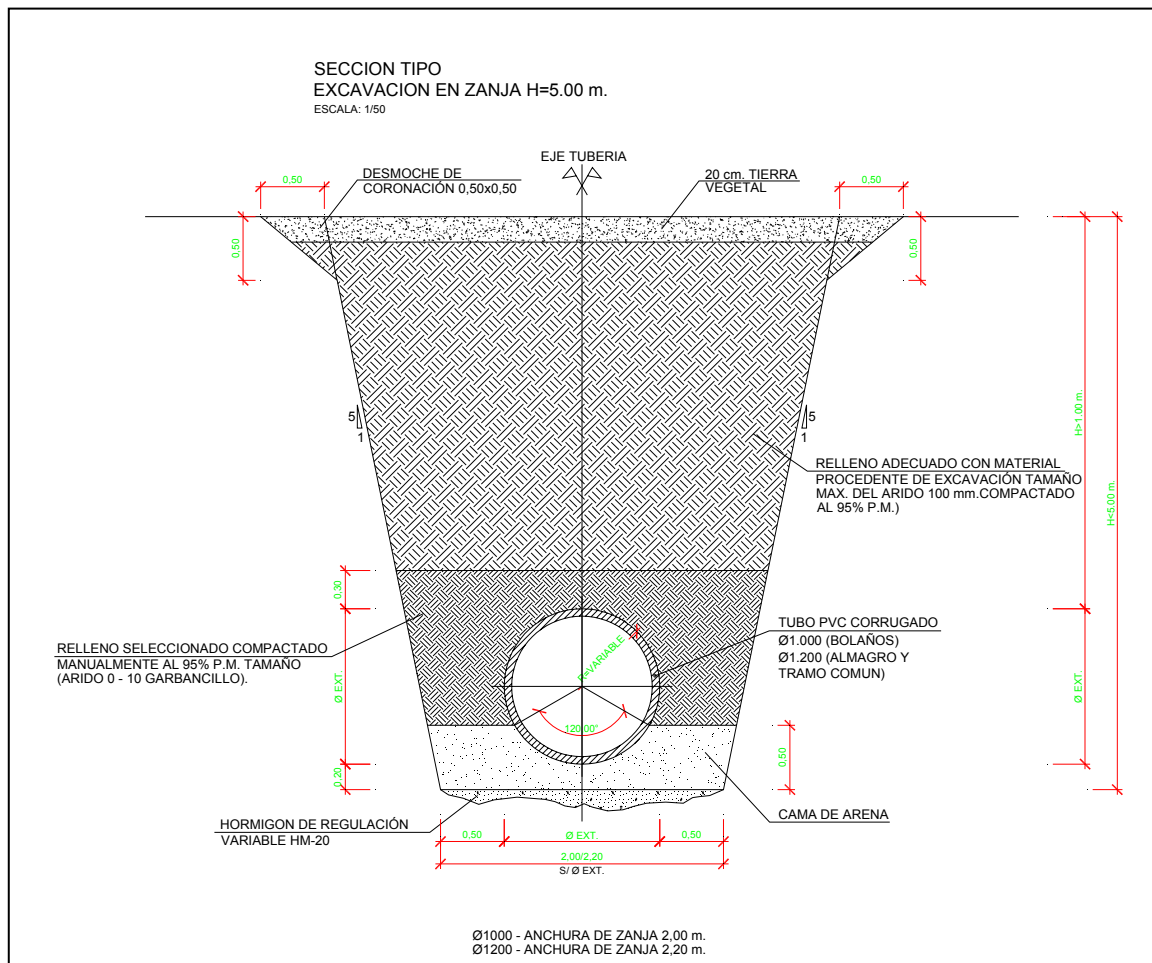
A continuación, se efectúa la definición completa de las distintas secciones tipo que se han adoptado a lo largo de la conducción, en cuanto a los materiales de relleno, ya que en todos los casos la sección transversal de la zanja es la definida anteriormente.

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

La sección de la zanja en situaciones normales será trapezoidal de 2.2 de anchura en base para Almagro y Tramo Común y 2.0m en el tramo de colector de Bolaños. Definiéndose dicha 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.


 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	



El talúd de excavación será 5V/ 1H en condiciones normales (los taludes vienen condicionados por la tipología del terreno y su justificación puede verse en el Apéndice - Estabilidad de Taludes.)

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.)

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
<p>VISADO</p>	

El relleno de la zanja se realizará con material procedente de excavación que deberá someterse a machaqueo para garantizar cumplir un tamaño máximo de árido de 3 cm , 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.

Para el caso de alturas superiores a 5.0m se dispondrá de berma intermedia de 1.5m de anchura.

13.2.2.-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 constituido 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

13.2.3.-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.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
VISADO	

13.2.4.-Sección tipo cruce del colector de Bolaños con la CR-5111

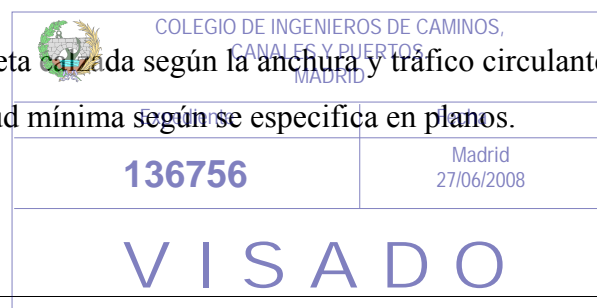
Bolaños se prevé el cruce de la carretera CR-5111 con excavación a cielo abierto. Esto supondrá la instalación de un desvío provisional, mediante señalización con semáforo y stop-go.

El desvío se ejecutará en un plazo no superior a 14 h, siempre debiéndose ejecutar con luz diurna, y abriéndose al tráfico la actuación antes del anochecer.

Para ello se han previsto las siguientes actividades:

- Solicitud e información de desvío de tráfico a los organismos competentes (Demarcación de carreteras, Guardia Civil de tráfico, ...)
- Preparación de desvío de tráfico:
 - Ejecución de movimiento de tierras de ensanche
 - Ejecución de pavimento de ensanche
 - Ejecución de protecciones de tráfico
 - Señalización vertical y horizontal
- Apertura de desvío de tráfico
- Demolición del pavimento
- Excavación de la zanja
- Colocación del tubo
- Relleno del tubo con hormigón seco HM-20, compactándose tongadas de 20cm con rodillo hasta la cota de calzada –10cm
- Extendido y compactado de 10cm aglomerado
- Apertura del tráfico

El desvío se ejecutará a media o completa calzada según la anchura y tráfico circulante en esta, debiendo tener una transición y longitud mínima según se especifica en planos.



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 5V/ 1H en condiciones normales (los taludes vienen condicionados por la tipología del terreno y su justificación puede verse en el Anejo 5- Estudio Geológico y Geotécnico.)

Para el paso provisional de vehículos se dispondrá una chapa de acero de al menos de 20 mm . El relleno de la excavación se realizará con hormigón HM-20 de consistencia seca que se compactará en cuanto se instale el tubo, con objeto de poder proceder a realizar la apertura al tráfico lo más rápidamente posible.

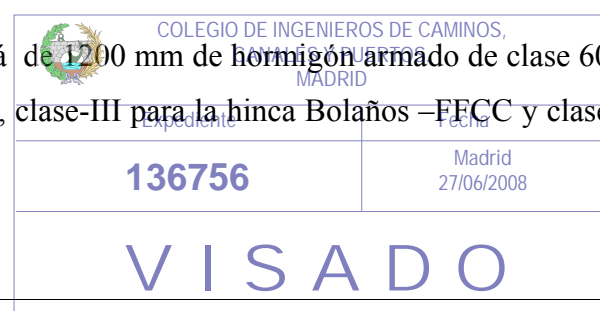
Posteriormente se procederá al relleno con suelo seleccionado hasta los últimos centímetros donde se sustituirá el pavimento existente según la conformación y estructura existente, adoptándose como mínimo 20cm de zahorra natural para caminos de servicio y 30 cm de ZA1, 8 cm de G-40 y 5 cm de s-20 y 4 cm de S-12 para carreteras municipales o vías de servicio pavimentadas

13.3.- CRUCES ESPECIALES

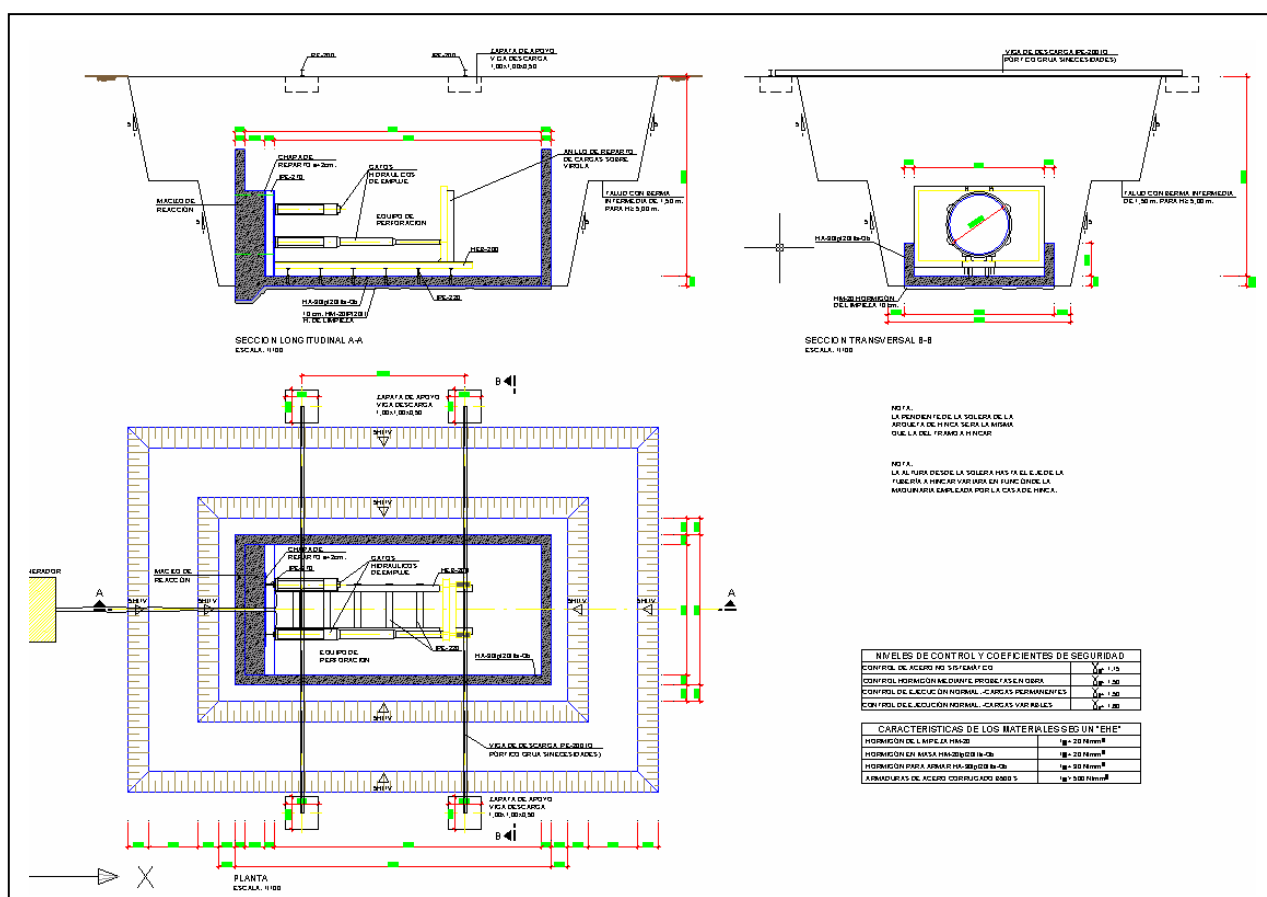
Tal y como se ha indicado anteriormente existen tres cruces a ejecutar en hinca:

HINCA	P.K. INICIO HINCA (km)	P.K. SALIDA DE HINCA (km)	LONG DE HINCA (m)
Almagro -CR 5111	4.239,80	4277,69	37,89
Bolaños-FFCC	1846,89	1878,32	31,43
T. Común -CR 5111	1375,38	1406,84	31,46

El tubo a hincar en todos los casos será de 1200 mm de hormigón armado de clase 60 o clases I para la hinca de Almagro – CR5111, clase-III para la hinca Bolaños –FFCC y clase II para el tramo común –CR5111.



Para la ejecución de la hinca será necesario ejecutar los correspondientes pozos de empuje y descarga. Estos se realizarán en hormigón armado HA-30, de espesores y características especificadas en planos, debiéndose considerar la extracción de materiales, carga, transporte a vertedero, así como la inyección y sellado de oquedades mediante lechada de mortero de cemento. Adicionalmente para garantizar la estanqueidad de las juntas entre tubos de hinca se ha de considerar la instalación de junta flexible. En el Anejo-10 "Cálculos hidráulicos y mecánicos de la tubería", se describe en detalle el proceso de construcción.



13.4.- POZOS DE REGISTRO

Se dispondrá de pozos de acceso al colector cada 100m y ubicados en puntos singulares, bien de cruce o cambio de dirección. Los pozos de acceso y registro han sido denominados PA (pozos del colector de Almagro), PB (pozos del colector de Bolaños) y PTC

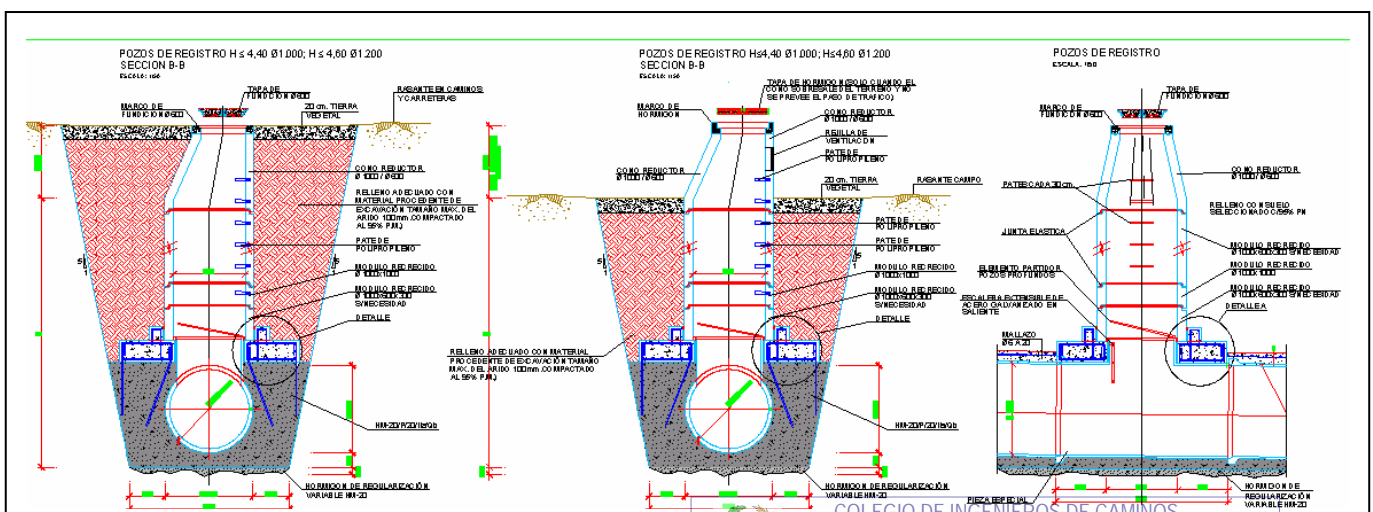


(pozos del colector del tramo común), adicionalmente y con objeto de garantizar la ventilación, se distinguen pozos de registro con ventilación (PVA, PVB y PVTC, según su ubicación)


En todos los casos el pozo sobresaldrá 1.0m sobre el terreno, siempre que no se prevea paso de tráfico, en cuyo caso estará rasanteado y se dispondrá de tapa de fundición.

Estos pozos serán de dos tipologías según la altura a cota de rasante de tubo:

- Altura menor a 5.0m: Se dispondrá de pozos de acceso compuestos por anillos prefabricados contruidos con hormigón HA-30/p/20/1ia-Qb, y cuantía superior a 30 Kg/m³, que irán apoyados en una base maciza de hormigón HM-20. estos anillos serán de diámetro 1.0m, y dispondrán de conos reductores en su superficie 100/600, donde se dispondrá la tapa de hormigón armado , si no se prevé paso de vehículos o de fundición en caso contrario, debiendo estar 1.0m sobre la cota del terreno si no se prevé paso de vehículos y rasanteada en caso contrario . Los pozos dispondrán de pates cada 30 cm, y de un tramex de apoyo 30x5x3 de acero galvanizado y tapa de 60 cm sobre la pieza en T del tubo de PVC corrugado SN-8, de forma que se permita un acceso seguro.



- Altura mayor a 5.0m: Se dispondrá de Pozo de registro con anillos prefabricados de hormigón de 1 metro de altura y 1 m de diámetro interior, HA-30 /p/20/1ia-Qb , cortes de piezas de tubo de PVC, inserción de elementos de piezas especiales de tubo

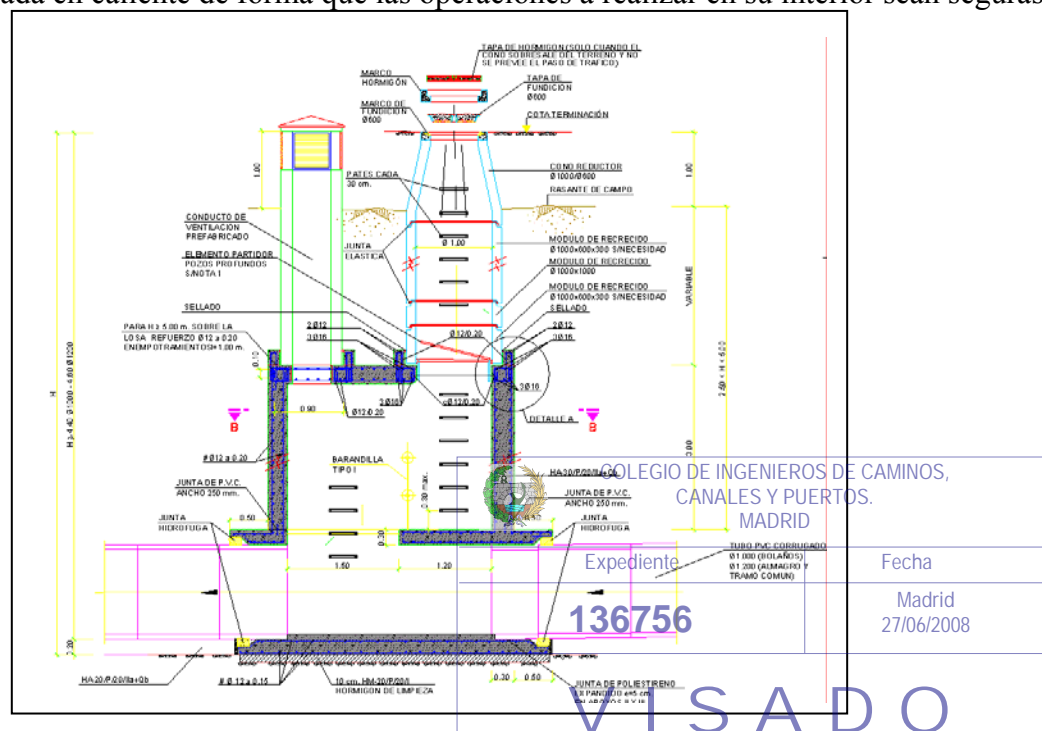


COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
MADRID

Expediente 136756
Fecha 27/06/2008

VISADO

Los alzados y solera dispondrán de juntas hidrófugas que permitan impermeabilizar la estructura. Adicionalmente se contempla la instalación de una barandilla de seguridad galvanizada en caliente de forma que las operaciones a realizar en su interior sean seguras.



Diferenciándose fundamentalmente por la altura de resalto entre ellas de 1.5m (PRVTC1, PRVTC2) , 1.75m (PRVTC3), y 2.1m (ARA) por disponer adicionalmente de cambio de dirección, cuya altura de resalto se corresponde con la diferencia de cota necesaria para salvar el cruce con el colector existente y el cambio de dirección necesario para garantizar la alineación perpendicular a la carretera CR-5111 que se ejecutará en hinca, y disminuir al máximo la longitud de la hinca, y la mayor dimensión longitudinal en el caso de Almagro por disponer de cambio de dirección



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 peraciones a realizar en su interior sean seguras.

Los escalones mínimos entre saltos serán de 0.6m 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.

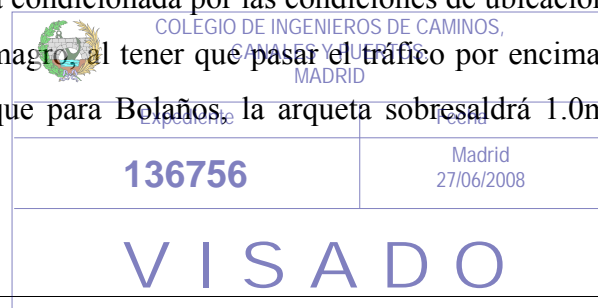
Las dimensiones de dichas arquetas se encuentran detalladas en los Planos.

13.6.- ARQUETA DE ROTURA

Se distinguen dos arquetas de rotura y reparto en cada colector (Almagro y Bolaños), encargadas en bifurcar los caudales de los colectores existentes al colector de nueva construcción. Estas se construirán intersectadas con los colectores existentes y sus dimensiones interiores será de 6.0x5.0 m.

En su interior se dispondrá de un aliviadero cuya altura viene limitada por la cota correspondiente a cuatro veces el caudal de aguas negras correspondiente al caudal de dilución. La longitud del aliviadero esde 5.2m y su espesor es de 30 cm, capaz de garantizar el anclaje del filtro que se instalará.

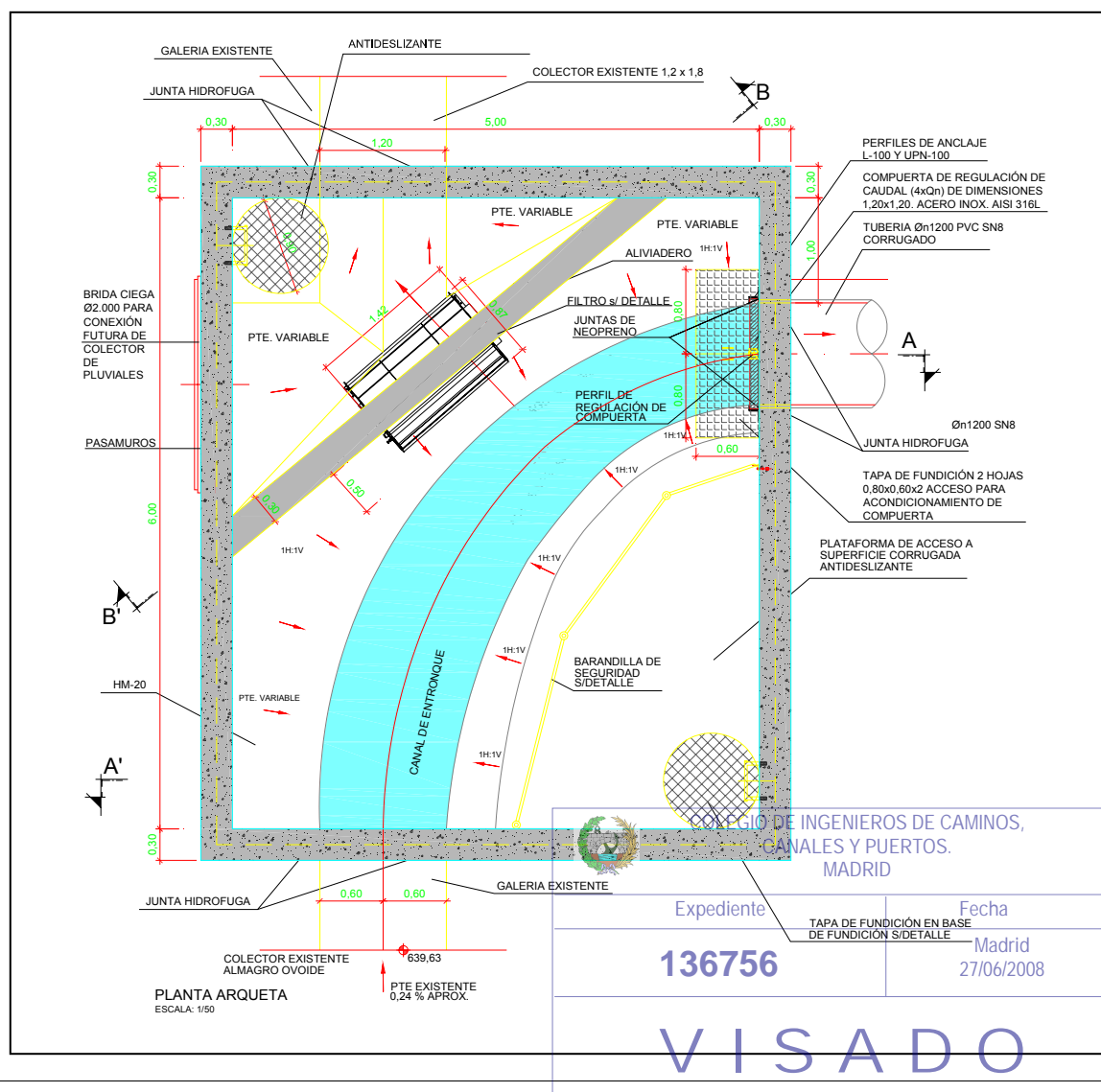
La estructura se ejecutará in situ mediante hormigón armado HA-30/p/20IIa-Qb, y armadura B-500-S. Los espesores de muro y solera serán de 30 cm, que apoyará en hormigón de limpieza de 10 cm HM-20. La altura vendrá condicionada por las condiciones de ubicación de cada arqueta de rotura: para el caso de Almagro, al tener que pasar el tráfico por encima, esta irá rasanteada con el terreno, mientras que para Bolaños, la arqueta sobresaldrá 1.0m sobre el terreno.



La solera se ejecutará a la cota de intersección de los colectores. A este respecto, indicar que los valores adoptados se corresponden con la interpolación de las cotas medidas entre los pozos anterior y posterior de su ubicación, por lo que el contratista al comienzo de los trabajos deberá verificar dichas cotas y adecuarlas si fuera necesario a la realidad.

Los bordes interiores estarán regularizados con HM-20 de forma que la incrustación de sedimentos en la arqueta sea mínima. Adicionalmente se dispondrá de dos plataformas de apoyo con solado rugoso y antideslizante en cada uno de los accesos a la arqueta.

El acceso a la arqueta se realizará por dos extremos, uno a cada lado del aliviadero, de forma que se pueda permitir el mantenimiento de forma segura sin tener que saltar el aliviadero. La bajada al interior se realizará mediante la ubicación de pates cada 30 cm.



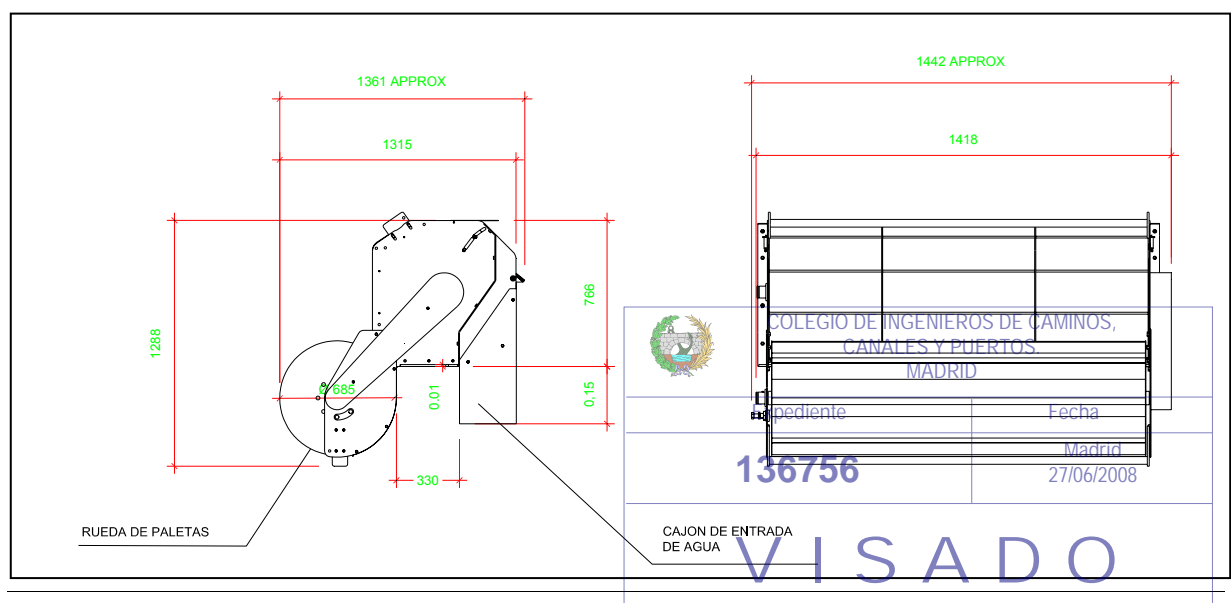
Tal y como se ha indicado anteriormente se dispondrá de plataforma de apoyo ejecutada con HM-20 sobre la solera de la arqueta. Esta plataforma estará a 0.5m por encima de la cota de la solera, de forma que su cota sea superior a la cota del caudal de aguas negras. En dicha plataforma se dispondrá de barandillas de seguridad de acero inoxidable con anclajes y pernos de alta resistencia según detalle adjunto en Planos.

Siempre que se prevéa el paso de tráfico pesado, se dispondrá de tapa de registro con marco de fundición, en caso contrario, será de hormigón armado en base de cerco y precerco de fundición. Adicionalmente se dispondrá de una tapa doble compuesta por dos hojas de 0.8 x 0.6 de fundición de forma que se permita el accionamiento de la compuerta de regulación desde el exterior de la arqueta.

Se dispondrá de ventilación siempre que esta sea posible: Para el caso de Bolaños, se dispondrán de tubos de PVC de 315 mm que se embebirán en el hormigón durante la fase de hormigonado. Su separación será cada metro y dispondrán de rejilla de PVC

La losa superior será prefabricada de forma que se pueda establecer un mantenimiento y retirada de los filtros si esto fuese necesario. Las losas dispondrán de ganchos de amarre para su retirada, e irán selladas mediante mástic asfáltico entre sus juntas. Las dimensiones será de 5.0 x 1.2 x 0.3

Se dispondrá de un filtro en cada una de las arquetas de rotura/ reparto de Almagro y Bolaños, siendo el pase de 6 mm.

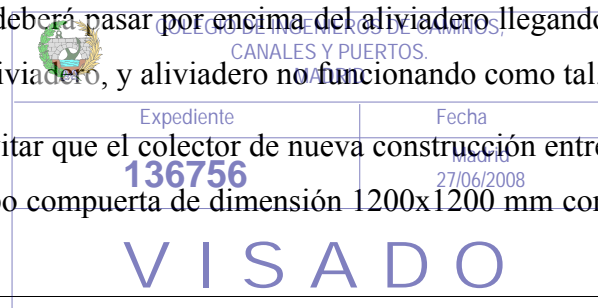


El Filtro de Almagro será tipo storm marca Albosa o similar modelo SC 3A 12067 de luz de paso 6 mm, calado 700 mm Longitud 1250 mm, caudal nominal 507 l/s , mientras que el filtro de bolaños será de calado 400 mm y longitud 2000 mm, dispondrá de rejilla de acero inoxidable 304 , cepillo de nylon 612, cuerpo de acero inoxidable 304, rodamientos y soporte inferior de acero inoxidable 304. Este irá ubicado y anclado de forma que no se permita el paso de agua hasta que la dilución alcanzada sea $4 \times Q_n$. Para ello y en conocimiento de que existe una pérdida de carga en el paso de caudal, y que no se puede producir remansos aguas arriba del aliviadero que aneguen el funcionamiento, se adjuntan las cotas de diseño:

	Almagro	Bolaños
Cota de aliviadero teórica s/ solera para $4 \times Q_n$ (m)	0,70	0,50
Reducción por tranquilización para filtración (m)	0,2	0,1
Cota de aliviadero rebajada s/ solera	0,50	0,40
Caudal diseño/m por Ud de tambor/m	0,41	0,17
Caudal a derivar por filtro	0,45	0,32
Calado del agua aguas abajo del filtro	0,75	0,60
Long (m) mínima requerida	1,11	1,86
Long/ Ud tamiz	1,25	1,00
Nº tamices	1	2
Dimensión en altura de filtro (m)	0,7	0,4
Dimensión en largo de filtro (m)	1,25	2,00
sección de filtro (m ²)	0,88	0,80
Velocidad de paso (m/s)	0,50	0,50
caudal máximo filtrado (m ³ /s)	0,44	0,40
Cota máxima de calado aguas arriba	1,20	0,80

El lector de este documento deberá entender que a medida que se supere el caudal de cuatro veces el caudal de aguas negras, la dilución se alcanzará y empezará a verter por el aliviadero, pasando dicho caudal primero por el filtro evitándose así el arrastre del primer lavado del colector aguas arriba de la ubicación de dichas arquetas. No obstante a medida que el caudal de pluviales se incrementa , el agua deberá pasar por encima del aliviadero llegando al extremo de producirse la sumergencia del aliviadero, y aliviadero no funcionando como tal.

En este escenario, y con el objeto de evitar que el colector de nueva construcción entre en carga se dispone una válvula de corte de tipo compuerta de dimensión 1200x1200 mm con

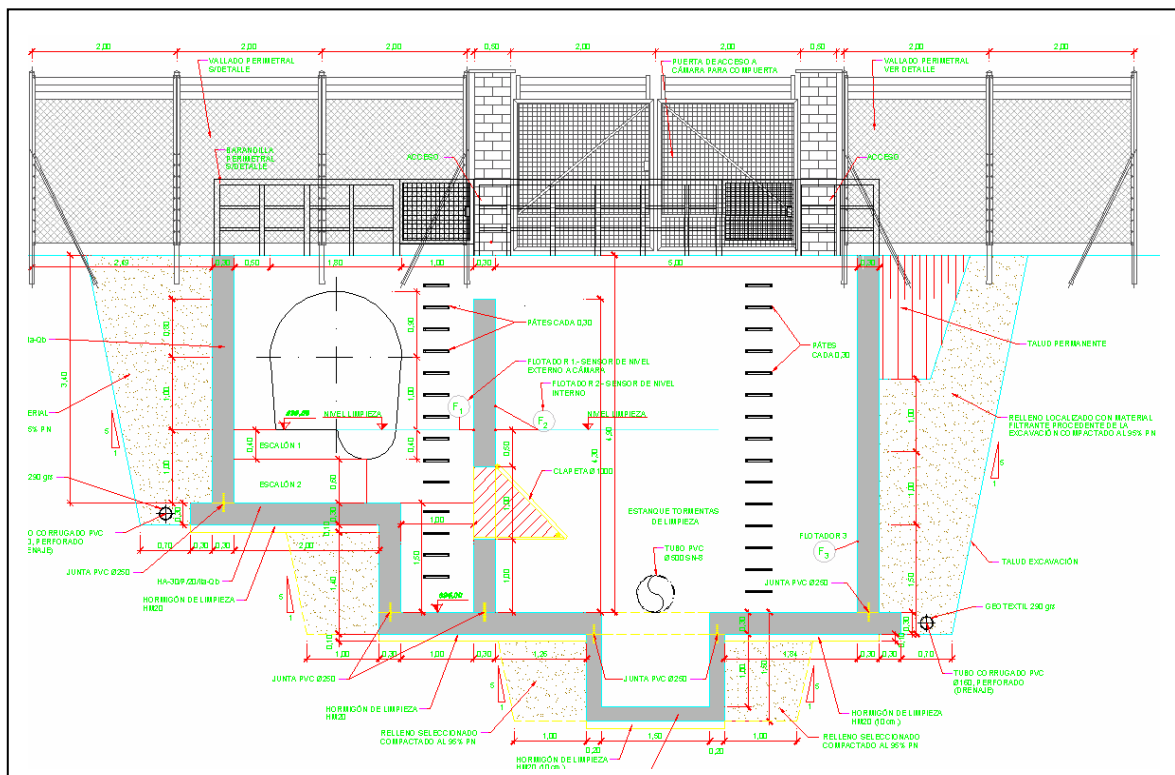


La compuerta será de acero inoxidable e irá anclada en guías de perfil UPN de acero inoxidable. Dispondrá de juntas de estanqueidad a 4 lados, y de guía ,husillo y volante de accionamiento para su elevación y apertura en caso de que fuera necesario. Adicionalmente se ha previsto una brida ciega para la conexión del futuro colector de pluviales de dimensiones especificadas en planos

Una vez superado 4 veces el caudal de aguas negras, se vierte agua por el aliviadero dispuesto en las arquetas de rotura de Almagro y Bolaños a los colectores existentes.

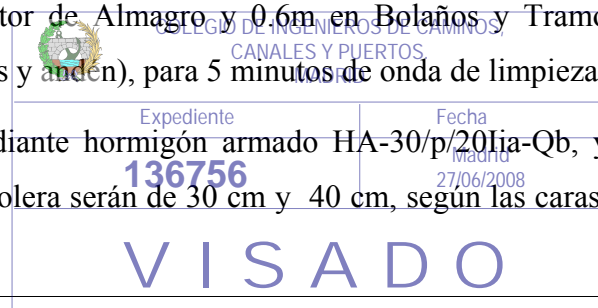


Al circular la primera agua pluvial en el colector existente (al producirse el hidrograma de lluvias) se produce un arrastre de sedimentos y otros elementos que pudieran estar en el colector durante largos periodos secos, pudiendo contaminar el cauce receptor. Por ello, se ha considerado necesario la ubicación de un estanque de tormentas a la salida del colector existente del tramo común, capaz de absorber la limpieza de estas primeras lluvias, que posteriormente puedan ser enviadas al colector nuevo (de aguas negras) y ser tratadas en la E.D.A.R.



El volumen del estanque de tormentas, se debe corresponder con el caudal de limpieza considerado en cada colector suficiente para producir el arrastre de sólidos. Para ellos se ha considerado un calado de 0.3m en el colector de Almagro y 0.6m en Bolaños y Tramo Común (altura para cubrir canal de aguas bajas y anden), para 5 minutos de onda de limpieza.

La estructura se ejecutará in situ mediante hormigón armado HA-30/p/20Iia-Qb, y armadura B-500-S. Los espesores de muro y solera serán de 30 cm y 40 cm, según las caras,



que apoyará en hormigón de limpieza de 10 cm HM-20. Su dimensión en planta será de 20 x 5 y su altura mínima será de 2.5m, disponiéndose de una pendiente mínima de 1% hasta la arqueta arenero de recogida.

Una vez que el caudal sale de la galería del tramo común, el agua de lavado entrará en una primera arqueta de descarga de dimensiones 3.3 x 10.0m con un rebaje de 1.0m, que junto con la pendiente transversal de la losa del 1% , se conducirá el agua a una arqueta de dimensiones 1.0x2.0x1.5, de espesores 0.2 m en alzados, la cual dispondrá de un arenero para la recogida de arrastres.

A través de dos compuertas tipo clapeta de acero inoxidable de diámetro 1000 mm el agua de lavado entrará en la arqueta de homogeneización.

A medida que el volumen de agua se incrementa y supera en 0.5m la cota de las clapetas, esta se cierra automáticamente ésta, accionada adicionalmente mediante un flotador de apoyo (flotador-2: F-2).

Una vez pasada las lluvias y cuando el calado del agua en la arqueta de descarga es inferior a 1.0m (altura identificada con el flotador-1:F-1) se dará la señal de que ya no hay lluvias o agua circulante que pueda pasar a la arqueta de homogeneización. Y en este momento la compuerta de paso al colector de PVC corrugado de doble pared de 500 mm SN-8 se abrirá.

La compuerta de paso al colector de diámetro 500 mm será de acero inoxidable de dimensiones 0.5x0.5, que se accionará mediante un mecanismo de poleas y accionamiento de un flotador (F-3) que indica que la cota de la lámina de agua en el interior de la arqueta de homogeneización ha alcanzado el nivel máximo y el flotador (F-1) que indica que la lámina en la arqueta de descarga es inferior a la cota deseada de 1.0m.

El colector de diámetro de 500 mm se conectará a nuevo colector del tramo común en la arqueta de resalto PRVTC1, en su primer escalón de salto.

La sección de la excavación de este colector será igual que en los casos anteriores, disponiéndose de una base de anchura de 1.5m y taludes 1H/5V. Se aprovechará al máximo

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente 136756	Fecha Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

la excavación en zanja del colector del tramo común compartiendo en lo posible el proceso de ejecución y rellenos.

El tubo de PVC-500 SN-8, irá apoyado en una cama de 0.2m de arena y su apoyo angular será de 120°. El relleno de riñoneras y cubrición será con material procedente de excavación, seleccionado y cribado de tamaño máximo 30 mm, compactado al 95% del PM en tongadas de 20 cm hasta 30 cm por encima de su clave. Posteriormente se rellenará con material procedente de excavación con suelo adecuado de tamaño máximo 100 mm compactado al 95% del próctor modificado.

La intersección de ambos tubos se resolverá mediante un revestimiento de hormigón con Hm-20 según se indica en planos.


Perimetralmente y arriostrada al muro de la arqueta de homogeneización se dispondrá de una barandilla galvanizada con puertas de acceso para su limpieza. Posteriormente y perimetralmente a esta, se dispondrá de un vallado de simple torsión de 2m de altura, con postes galvanizados en caliente y hormigonados con HM-20 según detalles adjuntos en planos. Para el acceso se dispondrá de una puerta de dos hojas de 2.0m de largo.

Para proteger el vertido al encauzamiento existente se dispondrá de una escollera hormigonada con Hm-20 de bolques de peso mínimo de 100 Kg y espesor 1.0m según detalles adjuntos en planos.

13.8.- ARQUETA DE TERMINACIÓN

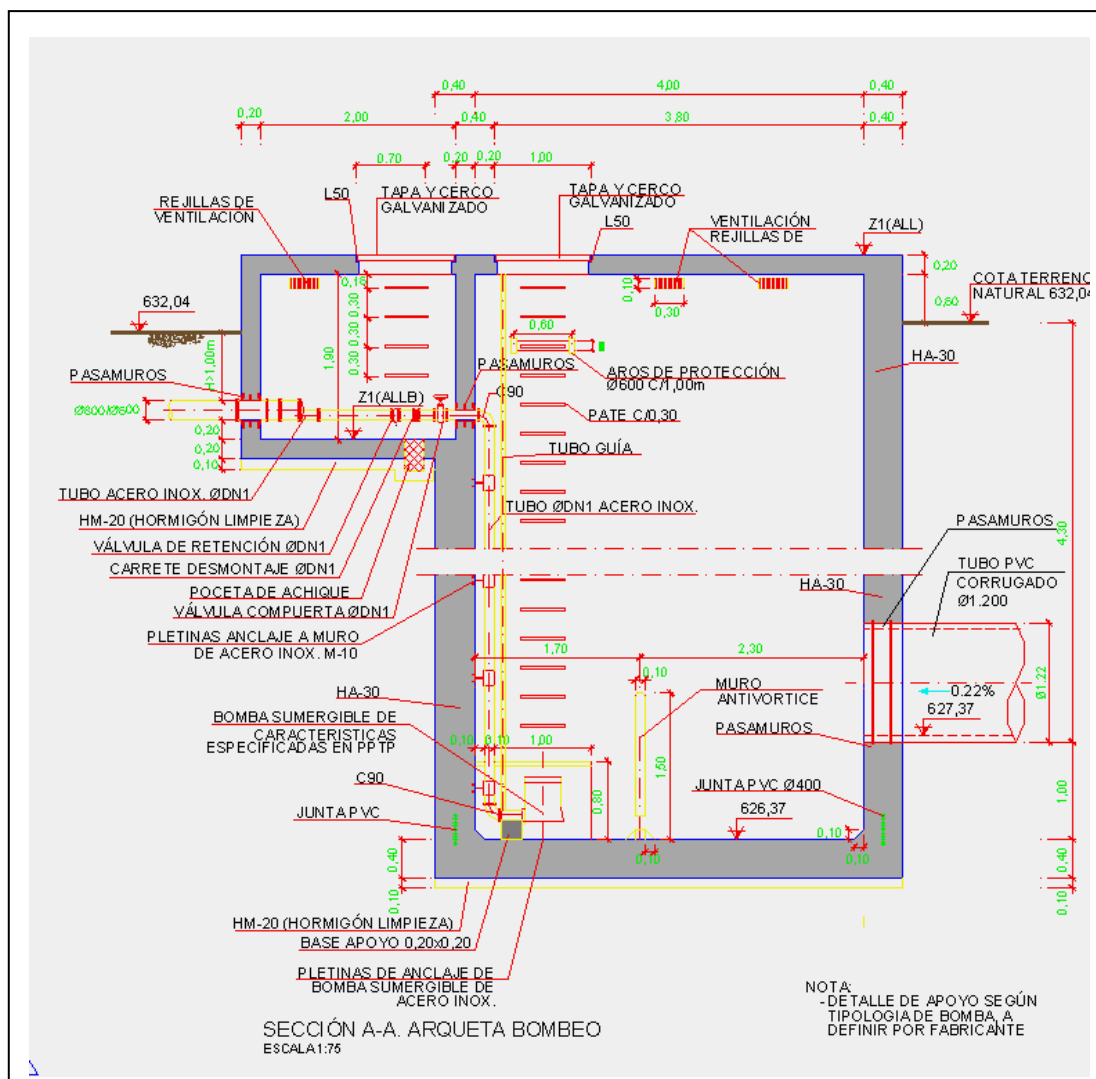
La arqueta de terminación y bombeo a la E.D.A.R está incluida en la redacción del presente proyecto, aunque no se contempla los grupos de bombeo, valvulería y elementos asociados, que serán parte incluida en la ejecución y construcción de la EDAR. No obstante con objeto de definir los pasamuros y dimensiones de la arqueta de bombeo a la EDAR, se han dibujado en los planos los elementos de regulación y valvulería asociada.

La dimensión de la arqueta de bombeo será de 3.5 x 4.0m, y la altura será de 6.5m, sobresaliendo 1.0m sobre el terreno.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, ANALES DE PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

Se dispondrá de orificios de ventilación de 315 mm de diámetros, con rejillas de PVC que impidan la entrada de animales al interior.

La estructura se ejecutará con hormigón HA-30/p/20-IIA-Qb y armadura B-500-S. Los espesores de los muros y solera serán de 0.4m, que irán apoyados en un hormigón de limpieza de espesor 0.1m de HM-20.



Las juntas entre alzado y solera se resolverán mediante junta de PVC de 250 mm y cordón hidrófugo.

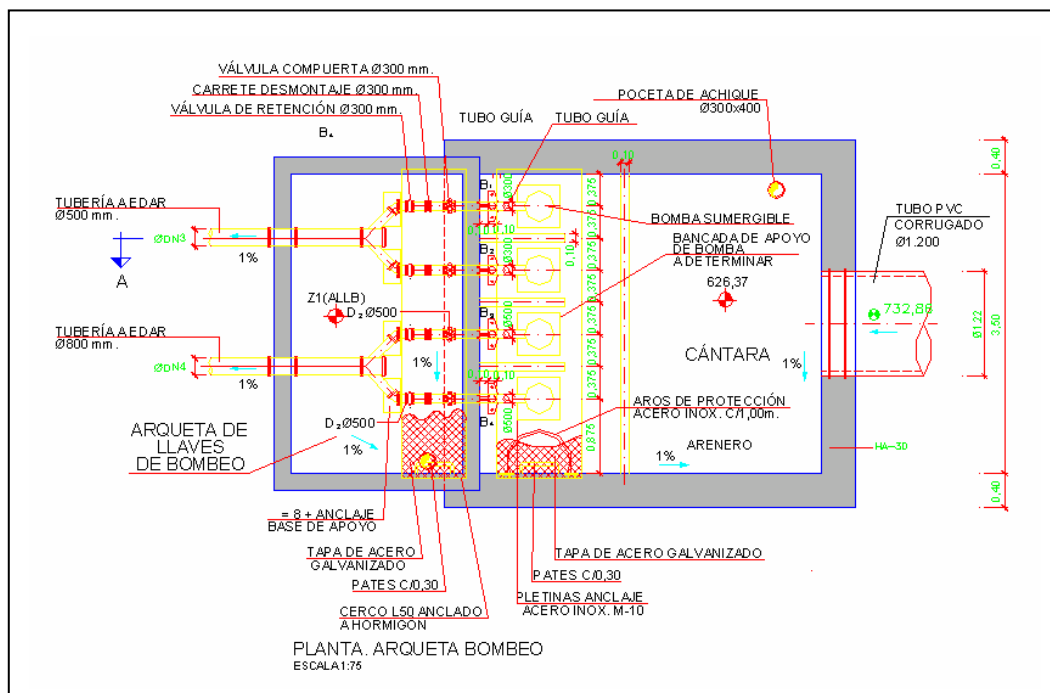
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

Incluido en el presente proyecto está la colocación de pasamuros y bridas pasantes de los tubos de bombeo, los cuales se ejecutarán en fundición según las dimensiones y detalles adjuntas en planos.


El acceso a la arqueta se realizará a través de 3 hojas con tapas extrusionadas y galvanizadas en caliente de dimensión 1.0m de ancho x 1.2, que irán apoyadas en cerco y angular L50 galvanizado en caliente. Esta dimensión se mantiene para garantizar la extracción y mantenimiento de los grupos de bombeo.

El acceso al interior de la arqueta se realizará mediante pates de propipotileno ubicados cada 30 cm.

Para garantizar la sumergencia requerida en los bombeos se ubicará la solera de la arqueta a 1.0m debajo de la cota inferior del tubo de conexión. Adicionalmente se dispondrá de un muro separador antivórtice y banquetas de apoyo para grupos de bombeo.



La unión del tubo del colector del tramo común con la arqueta se resolverá mediante un pasamuros de dimensión 1200 mm, con cordón hidrófugo en su perímetro. Adicionalmente en el hueco conformado se dispondrá de armadura de refuerzo con mallazo perimetral de #12 a 20.

 INSTITUTO UNIVERSITARIO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

El relleno de la arqueta se ejecutará con material procedente de excavación, suelo tolerable compactado en tongadas de 20 cm a l 955 del róctor modificado. La última capa de 20 cm se rellenará con material de tierra vegetal previamente retirada.

13.9.- VENTILACIÓN DEL COLECTOR

Se dispondrá de ventilación en todos los pozos prefabricados, donde se dispondrá perforaciones de 315 mm con rejilla de PVC. Adicionalmente y por cuestiones de seguridad laboral, cada 1000 m y en todos los pozos de resalto se dispondrá de un pozo de ventilación que se ejecutará prefabricado y cuyas dimensiones mínimas serán de 1.2 x 0.5m. El shunt de ventilación sobrealdrá al menos 1.0m por encima del la cota del terreno de forma que se pueda garantizar la ventilación en el interior del pozo.

14.- ORGANISMOS CONSULTADOS Y AUTORIZACIONES

Como paso previo a la realización de las Obras y 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 ubicación de los posibles pozos de ataque de hinca y cruce de la carretera que va hacia Torralba, solicitándose planos de ubicación de servicios. Todas estas referencias y comunicaciones se recogen en el Anejo de reposición de servidumbres y servicios afectados.

Adicionalmente en el Anejo-17 “Coordinación con otros organismos” se adjunta la relación de Organismos que se puedan ver afectados por las obras.

15.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL

La remodelación 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

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente 136756	Fecha Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

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 del 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 un emisario en sustitución a uno existentes, siendo las 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-12 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

 COMISIÓN TÉCNICA DE OBRAS DE CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente 136756	Fecha Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

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..

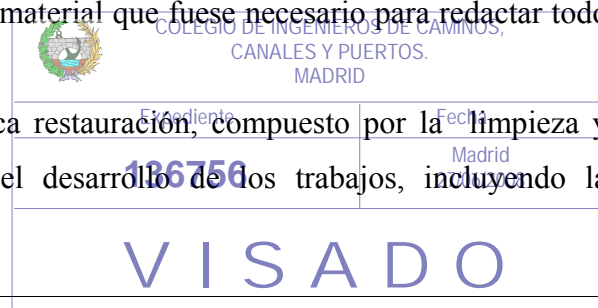
La remodelación de la E.D.A.R., junto con la nueva red de colectores como ya se ha comentado, supondrá en términos generales una notable mejora medioambiental, por la propia finalidad del proyecto, la de depurar las aguas residuales. La situación actual sin proyecto, radica en que los efluentes vertidos por la E.D.A.R. existente no reúnen 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, dado que su construcción se efectuó en 1989, suponiendo un riesgo importante de contaminación de las Tablas de Daimiel y de las aguas subterráneas. El proyecto permite eliminar este riesgo, al incorporar un tratamiento biológico que incrementa la eficacia depurativa y al adecuar la capacidad de la misma de cara los caudales residuales previstos en el futuro, posibilitando el desarrollo sostenible de los municipios a los que da servicio.

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 angulares dispuestos en “L”, metálicos y con unas dimensiones de 30 mm de lado y 1 m de longitud. Estos postes se sitúan cada 50 m, y se encuentran unidos entre sí mediante cinta sencilla de señalización que presente colores vistosos. Incluyendo barreras de retención de sedimentos cuando sean necesarias.

Adicionalmente se contempla Partida alzada a justificar de restauración vegetal, compuesto por el suministro y plantación de Alisos en un marco de 4x4 ,colocando 300 árboles por ha, y Quercus ilex en un marco de 3x3 ,colocando 1200 arbustos por ha , incluso apertura manual de hoyo, aporte de mantillo, relleno y compactado manual, formación de alcorque y riego de implantación en un marco de 3x3, 1200 unidades por ha. Incluso la seimbra necesaria, reposición de mallas y riegos de mantenimiento por el periodo de garantía.

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.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

16.- SEGURIDAD Y SALUD

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 como anejo nº 18 al presente proyecto.

17.- SERVICIOS AFECTADOS

Tras contestación de los Ayuntamientos de Bolaños de Calatrava y Almagro y de los respectivos Organismos competentes, así como de las distintas entidades suministradoras de servicios, se ha elaborado una relación de servicios afectados considerando la información cartográfica existente y la identificación “in situ” de los distintos servicios.

No obstante, el trazado del colector ha sido condicionado por la necesidad de evitar el paso de tuberías en las proximidades de los núcleos urbanos, de manera que la afección que pudiera producirse sobre alguno de los servicios sea nula.

Para la ejecución de los trabajos será necesario redactar y enviar al Organismo afectado un informe de solicitud de afección , adjuntándose las coordenadas y referencias del cruce a realizar, así como la tipología de cruce, sección tipo adoptada, detalles constructivos y plazo de ejecución previsto.

Como resultado se adjunta en el Anejo 13 la relación de los correspondientes Servicios Afectados, que se pueden resumir en:

- Reposición de camino de servicio
- Cruce con camino de servicio
- Acceso a finca particular
- Reposición de cerramiento

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

Memoria

- Reposición conexiones de red de saneamiento
- Reposición carril bici
- Cruce en hinca con ferrocarril y carretera CR- 5111
- Reposición de salvacunetas
- Reperfilado de taludes

Durante la ejecución de las obras se garantizará el acceso a todas las fincas, caminos y servidumbres existentes.


Especial importancia tiene la mención al mantenimiento del servicio de colectores existentes durante la ejecución de las obras, lo que implicará que la ejecución de las arquetas de rotura que intersectan con los colectores existentes deban ejecutarse en el último periodo de las obras. Esta actuación deberá ser realizada por personal cualificado, debiéndose adoptar las suficientes medidas de protección individual y colectiva relacionadas con la seguridad laboral. Para su ejecución se ha previsto una partida presupuestaria que contempla el desvío y bombeo de cesario para el mantenimiento del servicio, así como dichas medidas de protección.

18.- EXPROPIACIONES

Se han analizado con detalle los bienes y derechos afectados por las obras de este Proyecto según se detalla en el Anejo nº 14.- “Expropiaciones”, con la finalidad de permitir cumplimentar el trámite de aprobación definitiva del Proyecto, e inicio del expediente de ocupación temporal por parte del Ministerio de Medio Ambiente de acuerdo con la legislación vigente

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

 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, RURAL Y TERRITORIO CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

- 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-14. por otro lado indicar que no adjuntándose datos personales por cuestiones de protección de datos, y entregándose en fichero en formato electrónico a Hidroguadiana para su proceso durante las expropiaciones.

19.- PRESUPUESTOS

19.1.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

El presupuesto de ejecución material se ha descompuesto en los siguientes capítulos:

CAPÍTULO	NOMBRE	EUROS	%
C.01	TRAMO ALMAGRO	1.524.784,67	46,08
C.02	TRAMO BOLAÑOS	569.180,05	17,20
C.03	TRAMO COMÚN	864.309,99	26,12
C.04	ESTRUCTURAS	184.610,15	5,58
C.05	SERVICIOS AFECTADOS	84.459,70	2,55
C.06	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	45.169,52	1,36
C.07	SEGURIDAD Y SALUD	36.631,14	1,11
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		3.309.145,22	

Asciende el PRESUPUESTO BASE DE EJECUCIÓN MATERIAL a la expresada cantidad de TRES MILLONES TRESCIENTOS NUEVE MIL CIENTO CUARENTA Y CINCO EUROS CON VEINTIDÓS CÉNTIMOS.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

CAPÍTULO	€	%
TRAMO ALMAGRO	1.524.995,84	46,08
TRAMO BOLAÑO	569.291,38	17,20
TRAMO COMÚN	864.366,93	26,12
ESTRUCTURAS	184.836,73	5,59
SERVICIOS AFECTADOS	84.188,36	2,54
INTEGRACIÓN AMBIENTAL	45.146,24	1,36
SEGURIDAD Y SALUD	36.319,74	1,10
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	3.309.145,22	

Asciende el presupuesto de ejecución material a la cantidad de TRES MILLONES TRESCIENTOS NUEVE MIL CIENTO CUARENTA Y CINCO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

19.2.- PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

El presupuesto base de licitación se ha determinado a partir de los presupuestos parciales de los diversos capítulos, a los que se ha aplicado el 13% de gastos generales y 6% de beneficio industrial, resultando:

	EUROS
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	3.309.145,22
13,00% Gastos generales	430.188,88
6,00 % Beneficio industrial	198.548,71
SUMA DE G.G. y B.I.	628.737,59
16,00 % I.V.A.	630.061,25
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	4.567.944,06

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

Asciende el PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SEIS CÉNTIMOS.

19.3.- PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

El presupuesto para conocimiento de la Administración se ha determinado a partir del de Contrata, añadiendo los costes de las expropiaciones, indemnizaciones por ocupación temporal, Vigilancia y Control de las Obras durante la construcción, y el coste de otras medidas correctoras de impacto ambiental no incluidas en el Proyecto

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (PEM)		3.309.145,22 euros
Gastos Generales	13%	430.188,88 euros
Beneficio Industrial	6%	198.548,71 euros
Subtotal		628.737,59 euros
IVA	16%	630.061,25 euros

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN 4.567.944,06 euros

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		4.567.944,06 euros
EXPROPIACIONES		44.065,11 euros
MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL (incluido en PEM)		incl. PBL euros
PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL		14.400,00 euros
COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD		48.314,00 euros
PRESUPUESTO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA	5,0%	228.397,20 euros

PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACION 4.903.120,37 euros

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración asciende a la expresada cantidad de **CUATRO MILLONES NOVECIENTOS TRES MIL CIENTO VEINTE CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS.**

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

20.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Las obras que se incluyen en el proyecto 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 de las Administraciones Públicas.

21.- PROPUESTAS PARA LA LICITACIÓN

21.1.- PLAN DE OBRA

La duración total del Plan de Obras es de 12 meses. En el Anejo nº 16 “Plan de obras” se detallan las condiciones previas necesarias para la planificación de los trabajos , además se establecen hitos de trabajo con objeto de garantizar el cumplimiento de los plazos parciales estipulados.


21.2.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Se determina en este proyecto la Clasificación del Contratista. Para ello se ha tenido en cuenta el cumplimiento de la Orden Ministerial de 28 de Junio de 1.991, por la que se modifica la Orden de 28 de Marzo de 1.968 sobre clasificación de Empresas Contratistas de obras.

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, teniendo en cuenta las normas 16 y 14 de las Órdenes anteriormente citadas, según las cuales:

“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:

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

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 y en un plazo de 12 meses, se comprueba que, 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 tanto, la clasificación exigible al contratista es la siguiente: Subgrupo E-1, categoría f.

21.3.- REVISIÓN DE PRECIOS

Siempre que fuera de aplicación la revisión de precios, ésta atenderá a las condiciones marcadas para ello en la Ley de Contratos del Estado y disposiciones vigentes, en cuyo caso se aplicará las normas establecidas en las disposiciones correspondientes a la fórmula nº 9,

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

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

siendo:

Kt	=	Coefficiente 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 del 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

21.4.- 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, comprobando que todos los suministros y obras realizadas están de acuerdo con lo establecido en los documentos que componen el Proyecto, 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.

Cuando el plazo de garantía propio de algunos elementos suministrados sea superior, ese será el plazo de garantía que se establezca para esos casos.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

22.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Los documentos que integran el proyecto son:

- DOCUMENTO –1: Memoria y Anejos
 - Anejos
 - Anejo nº 0.- Ficha técnica.
 - Anejo nº 1.- Antecedentes e inventario de la situación actual
 - Anejo nº 2.- inventariod e vertidos
 - Anejo nº 3.- Criterios de Diseño y Normativa empleada.
 - Anejo nº 4.- Cartografía y topografía.
 - Anejo nº 5.- Estudio Geológico-Geotécnico.
 - Anejo nº 6.- Cálculo de poblaciones y caudales de aguas negras
 - Anejo nº 7.- Climatología, pluviometría, hidrología , caudal pluviométrico y drenaje
 - Anejo nº 8.- Estudio de alternativas
 - Anejo nº 9.- Trazado y replanteo.
 - Anejo nº 10.- Cálculos hidráulicos y mecánicos
 - Anejo nº 11.- Cálculos Estructurales.
 - Anejo nº 12.- Integración Ambiental
 - Anejo nº 13.- Reposición de servidumbres y servicios afectados
 - Anejo nº 14.- Expropiaciones.
 - Anejo nº 15.- Justificación de precios
 - Anejo nº 16.- Plan de obras.
 - Anejo nº 17.- Coordinación con otros organismos
 - Anejo nº 18.- Estudio de Seguridad y salud.
 - Anejo nº 19.- Presupuesto para conocimiento de la Administración
- DOCUMENTO –2: Planos
- DOCUMENTO –3: Pliego de condiciones técnicas particulares
- DOCUMENTO –4: Mediciones y presupuesto

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

23.- CONCLUSIÓN

A lo largo de las páginas de esta MEMORIA se han descrito las obras incluidas en el “Proyecto de colectores de la actuación de saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas. Bolaños y Almagro”, que se han proyectado por encargo de la Sociedad Estatal HIDROGUADIANA, S. A.

Considerando que con las obras incluidas en el presente PROYECTO de CONSTRUCCIÓN se recogen las previsiones y exigencias de HIDROGUADIANA, S. A., y que están suficientemente definidas y justificadas, se propone su aprobación, si procede.

Madrid, marzo de 2007

Vº Bº HIDROGUADIANA

Ingeniero Director

Fdo.: Rafael Barbero Palomero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº:12.352

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Rafael Fdez-Ordóñez Cervera
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 11.444

Vº Bº HIDROGUADIANA

Director Técnico

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

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
136756	Madrid 27/06/2008
V I S A D O	

Memoria