

MEMORIA

ÍNDICE:

1. ANTECEDENTES	5
2. OBJETO DEL PROYECTO	7
3. ALCANCE	8
4. ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL PROYECTO	9
5. NORMAS Y REFERENCIAS	10
5.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	10
5.2 PROGRAMAS DE CÁLCULO	11
6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	12
6.1 Soluciones al trazado definitivo	12
6.2 Conclusiones	12
7. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	14
7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	14
7.1.1 Nuevo aliviadero	14
7.1.2 Colector C-3	15
7.1.3 Colector B-4	15
7.1.4 Colector B-5	15
7.2 PLANEAMIENTO	16
7.3 CAUDALES DE DISEÑO	16
7.4 TRAZADO DE LA CONDUCCIÓN	18
7.4.1 Términos municipales afectados	18
7.4.2 Criterios de diseño del trazado	18
7.5 CONDUCCIONES	19
7.6 SECCIONES TIPO	19
7.6.1 Sección tipo zanja	20
7.6.2 Sección tipo entibada	21
7.6.3 Sección tipo en cruce de caminos	22
7.6.4 Sección tipo en cruce de cauce	23
7.6.5 Sección tipo Hincas	24
7.6.6 Tramificación	25
7.7 HINCAS	26
7.8 OBRAS DE INCORPORACIÓN Y ENLACE	28
8. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	29
9. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	30
9.1 MARCO GEOLÓGICO	30
9.2 SISMICIDAD	30
9.3 CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA	31
9.3.1 Sondeos mecánicos	31
9.3.2 Ensayos de Penetración Dinámica	32

9.3.3	Ensayos de laboratorio	33
9.4	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LAS UNIDADES	33
9.4.1	Estratigrafía	33
9.4.2	Parámetros geotécnicos	35
9.4.3	Excavabilidad	36
10.	ESTUDIO DE FLOTABILIDAD DE LA TUBERÍA	38
11.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS	41
11.1	TRAMOS 1 Y 2. EMISARIO C-3 DN800 EN PVC Y EMISARIO B-4 DN1200	41
11.2	TRAMO 3: EMISARIO B-5	42
11.3	ALIVIADERO	43
12.	CÁLCULOS MECÁNICOS	45
13.	CÁLCULOS ESTRUCTURALES	46
13.1	ALIVIADERO	46
13.2	POZOS DE REGISTRO CONSTRUIDOS “IN SITU”	47
13.3	POZOS DE HINCA	47
14.	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	48
15.	EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS	49
16.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	51
17.	TRAMITACIÓN AMBIENTAL	52
17.1	CONDICIONANTES GENERALES	52
17.2	CONDICIONANTES EXPUESTOS EN LA DIA	53
18.	TRAMITACIÓN ARQUEOLÓGICA	55
19.	TRAMITACIÓN URBANÍSTICA	56
20.	PLAN DE OBRA Y PROCESO CONSTRUCTIVO	57
21.	AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS Y CERTIFICADOS	58
22.	RELACIONES CON LA ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD	59
23.	GESTIÓN DE RESIDUOS	60
24.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	61
25.	SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA	62
26.	REPORTAJE FOTOGRÁFICO	63
27.	CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS	64
27.1	PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA	64
27.2	REVISIÓN DE PRECIOS	64
27.3	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	65
28.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	66
29.	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	68

30. CONCLUSIÓN

70

1. ANTECEDENTES

El sistema de “El Endrinal” se compone de varios emisarios y colectores denominados A, B, C, D, y F y un emisario final de diámetro 2.500 mm que recoge todas las aguas residuales de estos 5 colectores hasta llevarlas a la EDAR de El Endrinal.

El colector A-1 y emisarios A-2 y A-3 recogen las aguas residuales de Navacerrada y Collado Mediano respectivamente.

El colector B-1 recoge las aguas residuales de Collado Mediano y el emisario B-2 recoge las aguas del emisario A-3 y B-1, afectando a los términos municipales de Collado Mediano, Guadarrama y Alpedrete para descargar en el emisario B-3 que recoge además las aguas de parte de Alpedrete. El emisario B-4 recoge las aguas residuales que provienen del resto de Alpedrete más las que discurren por el emisario B-3.

Por otro lado, por los colectores y emisarios C-1, C-2, C-3 y C-4 discurren las aguas residuales recogidas en Moralarzarzal y una parte de Collado Villalba. Tanto el emisario B-4 de diámetro D=1000 mm de hormigón, como el emisario C-3 de diámetro D=800 mm de PVC-U se unen en el pozo N-42 en la margen derecha del arroyo de La Poveda junto a la autopista AP-6. Desde el pozo N-42, y una vez cruzada la autopista, discurre el emisario B-5 actual de diámetro D=1.200 mm de hormigón en paralelo a la margen derecha del arroyo.

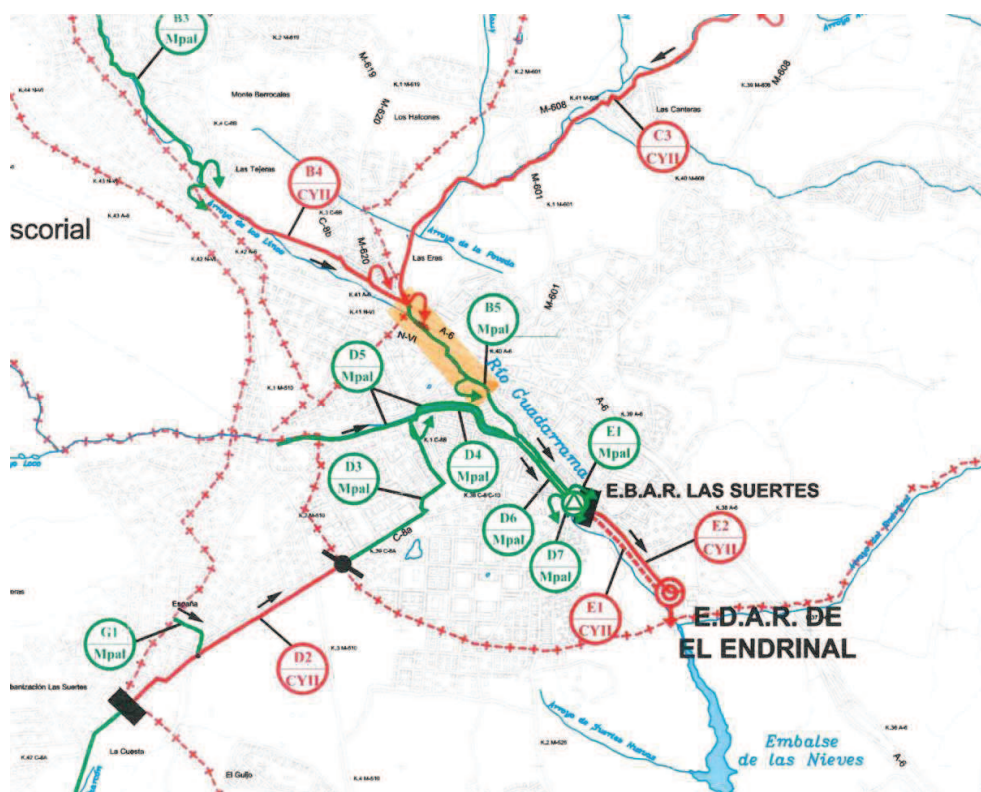


FIGURA 1. SISTEMA EL ENDRINAL

El proyecto tiene como objetivo sustituir un tramo del actual emisario B-5, (red unitaria de aguas fecales y pluviales) desde la arqueta aliviadero situada en el pozo N-42 (ENDB442A) hasta el pozo N-25 (P.BK43-118), punto en el que se conectará al emisario actual.

Finalmente, desde el pozo actual N-25 (P.BK43-118) hasta el aliviadero final situado junto al arroyo de Los Linos se renovará el colector existente, conectando el nuevo colector a la cota de entrada del aliviadero existente.

La longitud del nuevo trazado es de **873,22 metros**.

Actualmente, determinados tramos entre los pozos indicados se encuentran a contrapendiente y están originando vertidos al arroyo de La Poveda por los aliviaderos situados en el pozo 30 (ENDB320A) y pozo 42 (ENDB442A) cuando se producen episodios intensos de lluvia. Además, el proyecto incluirá la renovación los tramos finales de los colectores de llegada al aliviadero pozo 42 (ENDB442A), C3 y B4.

Aunque la mayor parte del tramo del emisario B-5 entre los pozos 42 y 25 discurre por una conducción de hormigón en masa de diámetro 1.200 mm, el actual cruce de la autopista AP-6 se realiza mediante 3 conducciones de hormigón en masa de diámetro 500 mm, lo que suele generar problemas de vertido aguas arriba del cruce en días de lluvia intensa.

Esta actuación prevista no va a incrementar el vertido respecto a los caudales que puedan discurrir por el Sistema el Endrinal en el emisario B-5.

En Septiembre de 2015 Canal de Isabel II Gestión redactó el Plan Especial para las actuaciones en el sistema "El Endrinal" en el tramo B-5, el cual se encuentra a la espera de aprobación definitiva. El presente documento desarrolla el proyecto constructivo correspondiente al mencionado Plan Especial.

2. OBJETO DEL PROYECTO

Siendo la descrita la situación actual y la problemática existente en el sistema de colectores y emisarios del Sistema El Endrinal, el objeto del presente proyecto es la definición, cálculo, desarrollo y valoración, a nivel de proyecto de construcción, de las actuaciones a llevar a cabo para mejorar el funcionamiento del sistema.

Para ello se incluye en el presente proyecto la definición de:

- **Nuevo aliviadero.** El nuevo aliviadero, como el existente se instalará en la confluencia de los emisarios C-3 y B-4, aunque su posición se desplazará ligeramente, alejándolo del cauce del arroyo y situándolo aproximadamente 16 metros aguas arriba del actual.

Se proyecta un aliviadero rectangular que consta de dos cámaras a diferente cota, la más profunda a la 869,85 msnm y la segunda a 871,47 msnm. La primera de las cámaras corresponde a la de llegada de agua residual y está conectada a la cámara de alivio de exceso de caudal a través de un vertedero lateral. En la pared del vertedero se colocará una pantalla deflectora para evitar el paso de flotantes a la cámara de alivio.

La regulación de caudal que se incorpora al emisario B-5 se realizará a través de un orificio circular de diámetro nominal 650 mm situado en la cámara principal. Este orificio limitará el paso de agua a la cámara de derivación previa a la entrada al colector de diámetro 1200 mm.

El recinto que recoge el exceso de pluviales vierte al arroyo de la Poveda a través de tres tuberías en PVC-U de 600 mm de diámetro, la distancia entre la cámara de alivio y el punto de vertido es de 30 metros aproximadamente.

- **Actuación sobre el ramal C-3.** Consiste en la renovación del último tramo de la conducción actual, desde el pozo existente N-1 hasta el nuevo aliviadero, por una tubería de PVC-U de diámetro nominal 800 mm. La longitud de la actuación es de 20 metros.
- **Actuación sobre el ramal B-4.** Consiste en la renovación de la conducción actual desde el pozo N-44 hasta el nuevo aliviadero por una tubería de PVC-U de diámetro nominal 1.200 mm. La longitud proyectada es de unos 40 metros.
- **Actuación sobre el ramal B-5.** Consiste en la renovación del emisario B-5, desde la arqueta aliviadero situada en el pozo N-42 hasta el pozo N-25, por una tubería de PVC-U de diámetro nominal 1.200 mm, excepto en la zona del cruce del arroyo de La Poveda, que se ejecutará mediante un marco de hormigón "in situ" de 0,8 x 1,5 m. Además desde el pozo N-25 hasta el aliviadero (ENB524S) final situado junto al arroyo de Los Linos se renovará el colector existente, conectando el nuevo colector a la cota de entrada del aliviadero existente.

A lo largo del trazado del colector se deberán ejecutar tres hincas: una para cruzar el paso superior sobre la autopista AP-6, otra para cruzar la citada autopista y la última, para atravesar la antigua N VI.

La longitud de esta actuación es de 873,22 metros.

3. ALCANCE

Todas las actuaciones mencionadas anteriormente relativas al presente proyecto han sido promovidas en su totalidad por **Canal de Isabel II Gestión**. El ámbito de aplicación del proyecto ha quedado configurado con el establecimiento de las infraestructuras de saneamiento necesarias y las definiciones y cálculos precisos desarrollados con la siguiente estructura:

- Definición del trazado en planta y alzado.
- Definición de secciones tipo, con expresión de los taludes de excavación en función de los terrenos atravesados, diferenciando la excavación en suelo y roca.
- Definición de las obras de incorporación y enlace: aliviaderos
- Estudio de la flotabilidad de las tuberías en tramos en los que pueda discurrir por debajo del nivel freático.
- Cruce de arroyos y acequias con definición de la protección necesaria para evitar socavaciones.
- Estudio de cruce de carreteras nacionales y municipales mediante tubería hincada.
- Cálculos hidráulicos
- Cálculos estructurales de los pozos de ataque de las hincas.
- Cálculos estructurales de los aliviaderos.
- Instrumentación y control del sistema.
- Cálculos mecánicos de la tubería. Comprobación del comportamiento de la conducción en relación a las cargas y presiones soportadas.
- Estudio de expropiaciones.
- Estudio de servicios afectados y reposiciones.
- Tramitaciones urbanística, ambiental y arqueológica.
- Medidas de restauración ambiental.

Para la correcta definición de todos los puntos indicados anteriormente, incluidos los trabajos propios relativos a un proyecto de construcción, se han realizado las siguientes actividades principales:

- Recopilación y análisis de la información existente.
- Trabajos cartográficos y topográficos.
- Estudios geológicos y geotécnicos.
- Investigación de los servicios existentes en la zona y que pueden verse afectados por el desarrollo de las obras.
- Delimitación de las bandas de ocupación: permanente y temporal.
- Plan de obras y presupuesto.
- Elaboración de los documentos del Proyecto.

4. ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL PROYECTO

El área de desarrollo de las obras del proyecto se sitúa al noroeste de la Comunidad de Madrid, concretamente en los términos municipales de Alpedrete y Collado Villalba



FIGURA 2. ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL PROYECTO

Ambos municipios están situados en un amplio valle en torno al río Guadarrama, sobre un collado de la vertiente madrileña de la Sierra de Guadarrama. Collado Villalba está situado a 40,3 km al noroeste de Madrid capital, tiene una altitud de 917 msnm y es la capital de la Comarca del Guadarrama. Está rodeado (Oeste, Norte y Este) por montañas entre 1.000 y 2.000 msnm (De Oeste a Este: Sierra de Malagón, Sierra de Guadarrama y Sierra de Hoyo de Manzanares).

Por su parte, Alpedrete está situado a 47 km de Madrid, muy próximo al municipio de Collado Villalba, al que perteneció desde la década de 1630 hasta la primera mitad del siglo XIX. Tiene una superficie de 12,60 Km² y está situado a 919 metros de longitud sobre el nivel del mar.

5. NORMAS Y REFERENCIAS

En este capítulo de la Memoria se relacionan las principales Normas y programas informáticos utilizados en este Proyecto.

5.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

Se contemplan a continuación, y como resumen de las más importantes, el conjunto de disposiciones legales (Leyes, Reglamentos, etc.) y las normas de obligado cumplimiento que se han tenido en cuenta para la realización del proyecto:

- Texto Refundido de la Ley de Contratos del *Sector Público*, Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre de 2011.
- Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley de Contratos del Sector Público.
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. (R.D. 1098/2001, de 12 de octubre).
- Real Decreto Legislativo 1/01, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.
- Reglamento del Dominio Público hidráulico (Real Decreto 849/1986, de 11 de abril).
- Modificación del Reglamento del Dominio Público hidráulico (Real Decreto 9/2008, de 11 de enero).
- Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la norma básica de protección civil.
- Directriz Básica de Planificación de Protección Civil de 1994.
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes del Ministerio de Obras Públicas (PG- 3).
- Instrucción para la recepción de cementos. (RC-08).
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.
- Normas Tecnológicas de la Edificación.
- Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial", de 14 de Mayo de 1990.
- Ley 31/1.995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

5.2 PROGRAMAS DE CÁLCULO

Se contemplan en este apartado la relación de los principales programas utilizados para el desarrollo de los cálculos realizados:

- Diseño de trazado y mediciones de movimiento de tierras: Istram.
- Cálculos hidráulicos de las tuberías: Flowmaster.
- Cálculos mecánicos de tuberías de PVC-U: Programa AseTUB versión 2.1.
- Cálculo de elementos de hormigón armado: Prontuario Informático del Hormigón Estructural EHE y programa STAAD PRO 8.1 de cálculo de estructuras.
- Realización de planos: Autocad.
- Cálculo de presupuestos: Presto.
- Uso Variado: Microsoft Office.

6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el anejo número 5 se describe detalladamente las alternativas estudiadas para la definición final del trazado.

Antes de proceder con el trazado definitivo del nuevo emisario se analizaron una serie de variaciones al trazado recogido en el Plan Especial. Estas alternativas fueron:

- CONEXIÓN CON ALCANTARILLADO DE TITULARIDAD MUNICIPAL
- RENOVACIÓN DEL COLECTOR EXISTENTE
- TRAZADO INICIAL DEL PLAN ESPECIAL

Las tres opciones están ampliamente detalladas en el citado anejo. Finalmente se concluye que estas alternativas o bien no mejoran la solución inicial o bien generan mayores inconvenientes o interferencias que ésta.

Por lo tanto se decide mantener el trazado inicial, si bien se han tenido en cuenta una serie de consideraciones para optimizar las pendientes y suavizar al máximo los quiebros en los cambios de sentido mejorando en la medida de lo posible la circulación del agua.

6.1 Soluciones al trazado definitivo

Una vez decidido el trazado definitivo se plantearon y valoraron una serie de alternativas en puntos que deben ser resueltos de la forma más eficiente posible para resolver las zonas más conflictivas del trazado. Estas alternativas son:

- CRUCE PASO ELEVADO AUTOPISTA Y AUTOPISTA
 - Pozo único para realizar hincas 1 y 2 – Alternativa 1A
 - Pozos independientes para realizar las hincas 1 y 2 – Alternativa 1B
- CRUCE AUTOPISTA AP-6 Y CARRETERA MUNICIPAL
 - Hinca única AP-6 y Carretera municipal – Alternativa 2A
 - Realizar dos hincas independientes – Alternativa 2B
 - Realizar hinca para AP-6 y la carretera municipal mediante zanja entibada. – Alternativa 2C.

Al igual que en el punto anterior estas alternativas están ampliamente detalladas en el anejo correspondiente.

6.2 Conclusiones

Una vez analizadas y valoradas las distintas soluciones que se han planteado, finalmente se han seleccionado las alternativas 1B y 2B es decir, realizar las hincas II y III mediante dos pozos de ataque independientes y atravesar la carretera convencional mediante una tercera hinca.

En cuanto a la primera solución, según el estudio económico la solución elegida es más ventajosa que la otra alternativa. Además, la solución mediante un único pozo de ataque como

es obvio implica un aumento del tamaño del pozo y la necesidad de realizar dos muros de reacción. Según el informe geotécnico la zona de ejecución del pozo entre el colegio y la AP-6 puede presentar dificultades constructivas por la presencia de agua por encima del nivel del colector. Por lo que reducir el tamaño de excavación en esta zona facilitaría las labores constructivas.

Otra ventaja de realizar dos pozos independientes de ataque es la de poder emplazar el pozo de la hinca II en el margen contrario de la AP-6 realizando la perforación en sentido ascendente de la tubería lo cual es más ventajoso para el proceso de hincado.

En cuanto a la segunda solución, como ya se ha comentado se ha optado por el cruce de la carretera municipal mediante una tercera hinca. Como se observa en el estudio económico esta no es la solución más favorable económicamente pero se ha optado finalmente por ella por otros condicionantes.

La carretera municipal (Calle Central) es la antigua N-VI la cual en esta zona ha pasado a ser de responsabilidad municipal. La intensidad de tráfico es muy elevada por lo que los cortes de circulación en esta vía generarían importantes interferencias y molestias, además de la peligrosidad que implican los trabajos sobre carreteras. Pese a plantear el cruce mediante zanja entibada, un colector de estas dimensiones implicaría zanjas de más de 2,00 m en superficie. En esta zona se han localizado también un gran número de servicios como telecomunicaciones, colectores de pluviales, alumbrado públicos, etc...

Todos estos factores implican un mayor riesgo de que aparezcan imprevistos y por lo tanto se generen sobrecostes no esperados y es por ello que ha optado finalmente por realizar el cruce mediante hinca.

7. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El trazado se ha tratado de proyectar ocupando la menor cantidad de suelo urbano posible, reduciendo el grado de afección a infraestructuras y servicios existentes. Sin embargo esto ha sido complicado debido al carácter urbano de la ubicación del colector a renovar. Nos encontramos pues con un gran número de servicios, vías de comunicación, infraestructuras urbanas y la fuerte influencia del arroyo La Poveda.

En general, se puede dividir el trazado en tres partes independientes cuyo punto común es el futuro aliviadero pozo 42 (ENDB442A) situado junto al arroyo de La Poveda.

7.1.1 Nuevo aliviadero

El nuevo aliviadero, como el existente se instalará en la confluencia de los emisarios C-3 y B-4, aunque su posición se desplazará ligeramente, alejándolo del cauce del arroyo y situándolo aproximadamente 16 metros aguas arriba del actual.

Se proyecta un aliviadero rectangular que consta de dos cámaras a diferente cota, la más profunda a la 869,85 msnm y la segunda a 871,47 msnm. La altura hasta la solera de las cámaras será 3,76 metros la más profunda y 2,135 la cámara de alivio, menos profunda. La primera de las cámaras corresponde a la de llegada de agua residual y está conectada a la cámara de alivio de exceso de caudal a través de un vertedero lateral. En la pared del vertedero se colocará una pantalla deflectora para evitar el paso de flotantes a la cámara de alivio.

En planta, el aliviadero tiene unas dimensiones de 8,55 metros de longitud y 5,85 metros de ancho, siendo el ancho interior de la cámara de entrada de 2,40 m y el de la cámara de alivio de 2,55 metros. Todos los muros de la estructura, incluido el labio del aliviadero tienen un espesor de 0,30 metros y la solera de cimentación de 0,50 metros.

La altura de la primera cámara es de 4,26 metros y la segunda mide 2,63 metros.

El labio del aliviadero tiene una longitud de 6,15 metros y una altura desde la solera de la cámara de alivio de 0,75 metros.

La regulación de caudal que se incorpora al emisario B-5 se realizará a través de un orificio circular de diámetro nominal 650 mm situado en la cámara principal, a 6,45 m de distancia de la entrada del emisario C-3. Este orificio limitará el paso de agua a la cámara de derivación previa a la entrada al colector de diámetro 1200 mm.

El recinto que recoge el exceso de pluviales vierte al arroyo de la Poveda a través de tres tuberías en PVC-U de 600 mm de diámetro, la distancia entre la cámara de alivio y el punto de vertido es de 30 metros aproximadamente.

La cubierta de ambas cámaras está formada por losas prefabricadas que apoyan directamente sobre las paredes del aliviadero y sobre dos perfiles metálicos HEB paralelos al lado mayor del aliviadero.

Como elementos auxiliares se dispondrá de una pantalla deflectora que evite el vertido al cauce de los sólidos en suspensión que lleguen a la cámara principal y de una reja de gruesos en la cámara de alivio extraíble mediante sistema tipo railes adosados a las paredes de la cámara de alivio.

El cuerpo de la pantalla será de acero inoxidable 316L con anclajes de también de acero inoxidable 316L sobre el muro de alivio.

Las rejas serán también de acero inoxidable 316L tendrán una altura de 0.35 metros una anchura de barrotes de 3 cm y una luz entre barrotes de 8 cm.

En el caso de que las rejas se colmataran tendríamos un resguardo de 0.40 metros para verter por encima de las rejas hacia los tubos de alivio.

7.1.2 Colector C-3

La actuación sobre el ramal C-3 consistirá en la renovación del último tramo de la conducción actual. El nuevo tubo partirá desde el pozo existente N-1, desde aquí discurre paralelo al margen derecho del arroyo durante unos 19 metros, conectando finalmente con el futuro aliviadero. La traza de la nueva tubería será prácticamente paralela a la de la antigua. La tubería actual es de DN 800 y se sustituirá por tubería de PVC-U del mismo diámetro.

7.1.3 Colector B-4

El segundo tramo a renovar es el final del emisario B-4 (desde el pozo N-44 hasta el aliviadero) que actualmente discurre paralelo al margen derecho de la AP-6 hasta llegar al antiguo aliviadero. La cota de inicio del nuevo colector B-4 se bajará 1.2 metros produciéndose un resalto en el mencionado pozo. La conducción Se trata de una conducción de Hormigón Armado de DN 1.000 que será sustituido por PVC-U de DN 1.200.

En este caso si existe una variación considerable del trazado de la conducción. Al desplazar la ubicación del nuevo aliviadero la longitud de este último tramo pasará de los 42 m actuales a 20 m. Desde el pozo N-44 el colector deberá realizar un quiebro de unos 45° dirigiéndose hacia el nuevo aliviadero.

7.1.4 Colector B-5

El tramo de mayor longitud a instalar es el correspondiente al del emisario B-5, 873 m aproximadamente. El cruce del arroyo de La Poveda se ejecutará mediante un marco de hormigón prefabricado de 0,8 x 1,5 m. El objetivo de este marco es el de realizar el paso bajo el cauce restringiendo al máximo el calado y sin necesidad de sifonar. Una vez atravesado el arroyo, la sección pasará a ser de nuevo circular de diámetro 1.200. Desde este punto, la traza discurre íntegramente por el término municipal de Collado Villalba hasta el final del trazado.

A partir de este punto, desde el pozo 3, la conducción discurre en paralelo a la autopista AP-6 durante 387 m, hasta el pozo 7 dónde girará para realizar el cruce bajo la AP-6 mediante hincas.

Los primeros 100 m de este tramo se realizan bajo finca privada, el resto pertenece a la zona de servidumbre de la carretera. En el P.K 0+186,30 la tubería realiza un pequeño giro acercándose hacia la urbanización y discurriendo paralela al muro que delimita la parcela de la urbanización.

En el P.K 0+397,29 se ubicaría el pozo de salida de la hinca bajo el paso superior a la AP-6. El pozo de entrada se realizará al otro lado del paso para aprovechar el mayor espacio que ofrece esta zona.

Para suavizar el quiebro necesario para encarar el cruce de la AP-6 este se dividirá en dos giros de unos 45° cada uno aproximadamente.

La tubería pasa bajo la AP-6 entre el P.K 0+497,07 y el PK 0+566,33, después de superar la autopista continúa atravesando una pequeña arboleda antes de atravesar la antigua N-VI, ahora denominada Calle Central, que también se atravesará mediante hincas entre los P.K

0+600 y 0+672.70. El pozo de recuperación del equipo de hinka se ubicará en la parcela situada junto a la escalera de acceso al paseo fluvial. En el pozo P10 del trazado se instalará la arqueta especial (definida en el documento nº2 planos) donde se conectará el emisario existente al nuevo emisario. El emisario existente seguirá en funcionamiento para dar servicio a todas las acometidas que existentes aguas arriba del P10.

En este punto la conducción gira unos 70° hacia el paseo. Todo el tramo del paseo por el que discurre el nuevo colector lo hará en paralelo al antiguo emisario.

En el P.K 0+790, la tubería intercepta una acometida que llega desde el otro lado del arroyo Los Linos. Se suprimirá esta conexión con el emisario antiguo para dejarla conectada al nuevo emisario.

La tubería continuará hasta el final del paseo, en el P.K 0+800 el colector se encuentra con la Calle Cañada Real que se atravesará mediante zanja entibada. Finalmente desde el pozo N-25 se realizará una renovación del antiguo colector hasta el aliviadero (ENB524S) existente junto al arroyo de Los Linos (unos 54 metros). Este tramo de colector deberá conectar al aliviadero existente a la misma cota que el colector a renovar.

7.2 PLANEAMIENTO

El planeamiento urbanístico vigente en los municipios por los que discurre la traza del nuevo colector es el siguiente:

- PGOU de Collado Villalba 2001
- PGOU de Alpedrete 2013

Según los planos de los Planes Generales de Ordenación vigentes en Collado Villalba y Alpedrete, las infraestructuras proyectadas se ubican en suelos clasificados como:

- Zonas verdes del PGOU de Alpedrete
- Suelo urbano no consolidado del PGOU de Alpedrete
- Montes preservados de la Comunidad de Madrid
- Suelo urbano consolidado del PGO de Collado Villalba
- Zonas libres de uso público del PGOU de Collado Villalba

Durante la redacción del proyecto se han tenido en consideración tanto el planeamiento vigente como el futuro de ambos municipios. Se ha tratado de minimizar las afecciones al desarrollo de los futuros desarrollos de los Planeamiento vigentes.

7.3 CAUDALES DE DISEÑO

Los caudales que se han utilizado para el diseño del nuevo emisario B-5 y del aliviadero, se recogen detalladamente en el **Anejo nº 08.- Cálculos Hidráulicos**. En el caso del aliviadero se han seguido las pautas marcadas por las Normas de Redes de Saneamiento para el diseño de aliviaderos sin cámara de retención.

Los caudales resultantes de los cálculos realizados se recogen en la siguiente tabla.

Caudal medio de aguas residuales (l.p)	254,42	l/s
Caudal punta de aguas residuales (l.p)	432,59	l/s
Caudal Pluviales (l/s)	1.781,92	l/s
Caudal max de entrada aliviadero (QEA)	2.214,52	l/s
Caudal salida aliviadero (QSA)	1.272,1	l/s
Caudal máximo aliviado Qaliv	942,42	l/s
5 x Q punta residuales	2.162.59	l/s

TABLA 1. CAUDALES DE CÁLCULO

En cuanto al nuevo emisario los caudales máximos que circulará aguas abajo de los aliviaderos en las redes unitarias se calcularán de la siguiente manera:

$$Q_{\max} = C_d \times (Q_m^h)$$

Dónde $Q_{\text{res},m}^h$ es el caudal de aguas residuales medio en el año horizonte (l/s) en nuestro caso para el Largo Plazo. Con lo que los caudales obtenidos serían los siguientes:

$$Q_{\text{med act}} = 219,81 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{med l.p}} = 254,42 \text{ l/s}$$

$$5 * Q_{\text{med}} = 1.099,05 \text{ l/s}$$

$$5 * Q_{\text{med l.p}} = 1.272,10 \text{ l/s}$$

Los caudales mínimos que circulan por el emisario B-5 han sido calculados a partir la expresión que los relaciona con el caudal medio en periodo seco

$$Q_{\min} = 0,25 \times Q_m$$

AÑO	ACTUAL	CP	MP	LP
$Q_{\min} \text{ (l/s)}$	46,70	48,70	54,9	63,60
$Q_{\min} \text{ (m}^3\text{/dia)}$	4.031,80	4.213,70	4.747,80	5.495,06

TABLA 2. CAUDALES MÍNIMOS EMISARIO B-5

7.4 TRAZADO DE LA CONDUCCIÓN

7.4.1 Términos municipales afectados

Como ya se ha indicado con anterioridad, los terrenos afectados por el trazado de la conducción pertenecen administrativamente a los municipios de Alpedrete y Collado Villaba.

En el siguiente cuadro se resumen las afecciones a estos términos municipales:

Término municipal	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)
Alpedrete	0+000	0+090,00	90,00
Collado Villaba	0+090	0+873,22	783,22

TABLA 3. TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS POR LAS OBRAS

7.4.2 Criterios de diseño del trazado

Los criterios que han determinado el trazado definitivo del colector B-5 del Sistema "El Endrinal" objeto del presente proyecto son los siguientes:

- Trazado de la conducción paralela a caminos y carreteras

La primera parte del recorrido del colector se ha definido paralela a la AP-6. A partir del P.K. 0+500 la conducción girar para cruzar esta vía mediante hincas.

- Cruce en hincas de carreteras nacionales y municipales

Para evitar afecciones al tráfico en estas carreteras:

- Carretera nacional AP-6
- Carretera municipal Calle Central, antigua N-VI.

- Pendiente mínima

Las pendientes mínimas consideradas han sido 0,105% que se corresponde con el último tramo del nuevo colector B-5, desde el pozo 10 hasta la conexión con la red existente.

- Pendiente máxima

Los tramos a renovar de los colectores C3 y B4 se han diseñado con pendientes de 0,4% en ambos casos.

- Condicionantes ambientales

Con objeto de minimizar las afecciones al Monte Preservado y a la vegetación de ribera del arroyo de La Poveda en el tramo que discurre por sus terrenos, la traza del nuevo colector se dispondrá sobre la plataforma del camino existente, de manera que el cruce con el arroyo se realice por el paso vadeable por el que dicho camino atraviesa su cauce. A su vez, el aliviadero se construirá fuera de la ribera del arroyo, en terrenos de pastos, debiéndose realizar la obra de vertido sin afectar a los pies de fresno existentes.

El tramo final del trazado del colector se ajustará de manera que no se produzca afección a la vegetación arbórea y arbustiva en los terrenos colindantes al colegio de educación infantil y primaria "Cañada Real" y se minimice la afección al pinar de repoblación situado entre la autovía AP-6 y la calle Central.

▪ Evitar afección a vías pecuarias

Se ha evitado la afección por paralelismo a las vías pecuarias, discurriendo siempre por fuera de las mismas, y produciéndose únicamente afección a las mismas por cruce. En toda la traza del proyecto únicamente existe afección con una vía pecuaria.

MUNICIPIO	VÍA PECUARIA	AFECCIÓN
Collado Villalba:	Vereda de Ontanillas	Cruce
Collado Villalba	Cañada Real Segoviana	Cruce

TABLA 4. AFECCIÓN VÍA PECUARIA

7.5 CONDUCCIONES

En el ámbito del proyecto constructivo el material utilizado para las conducciones es el Policloruro de Vinilo no Plastificado (PVC-U) corrugado con doble pared, lisa interior y corrugada exterior, de color teja y rigidez nominal igual o superior a 8 kN/m² (SN8).

Los colectores B-4 y B-5 tendrán diámetro DN1.200 mientras que el C-3 tendrá DN800.

Además se ha proyectado el tramo bajo el arroyo La Poveda con un marco de hormigón “in situ” con el objetivo de reducir el calado de la lámina de agua al cruzar el arroyo.

DIÁMETRO (mm)	MATERIAL	ESPESOR (mm)	Tramo
1200	PVC-U	58,50	B-5
1200	PVC-U	58,50	B-4
800	PVC-U	40,50	C-3

TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS EMPLEADAS

Las uniones se realizarán mediante copa de embocadura integrada, con junta de labio simple.

El cruce del arroyo La Poveda se ejecutará mediante un marco prefabricado de hormigón de dimensiones 0,80 x 1,50 metros.

7.6 SECCIONES TIPO

No existe en el trazado una gran variedad de secciones pues no se presentan grandes accidentes naturales a lo largo de éste. La mayor parte de los cambios de sección transversal se deben al cruce con infraestructuras existentes ya sea por cruce transversal (hincas bajo la A6) o por paralelismo (paseo fluvial).

La definición completa de las secciones propuestas se presentan en el plano correspondiente del **Documento nº2.- Planos**.

7.6.1 Sección tipo zanja

En las zonas en las que el nivel freático no es demasiado alto, o en las que no existe ningún otro condicionante que obligue a disminuir la banda de ocupación de las obras, la tubería irá alojada en zanja y el recubrimiento mínimo sobre la misma será de 1,00 m de tierras. Los taludes de la zanja serán de 2H:1V en la zona de rellenos antrópicos, 3H:4V en los depósitos aluviales y 1H:4V en el nivel de Jabre.

La zanja tiene un ancho en fondo de valor 2,05 m para la tubería de diámetro nominal 1.200 mm. La tubería se apoyará con un ángulo de 90° sobre una cama de arena de 20 cm de espesor entre correaguas y el terreno. Por encima de la tubería hasta una altura de 30 cm de la clave superior del tubo se utilizará un relleno con gravilla de canto rodado con un tamaño máximo de partícula de 32 mm y el resto del relleno será procedente de la excavación o de préstamos con un nivel de compactación del 100% de Proctor Modificado y tamaño máximo 15 cm.

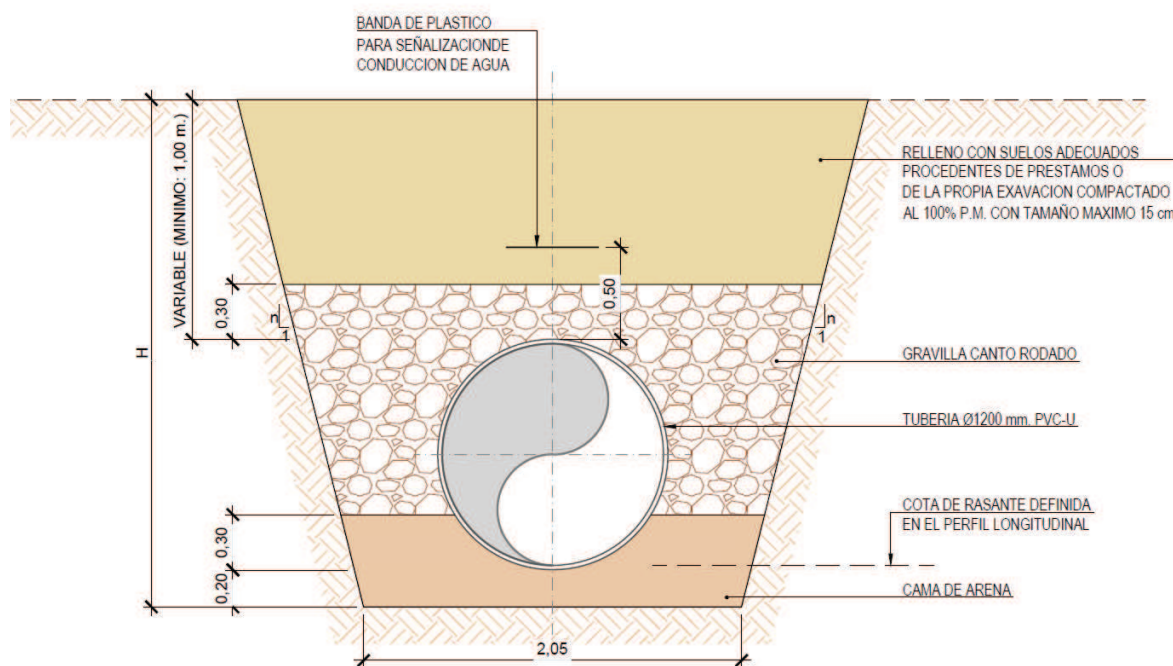


FIGURA 3. SECCIÓN TIPO ZANJA A

En el tramo correspondiente al colector C-3 la sección será igual a la tipo A pero con diámetro de tubería de 800 mm, el ancho de la zanja en el fondo de excavación se reducirá a 1,65 metros.

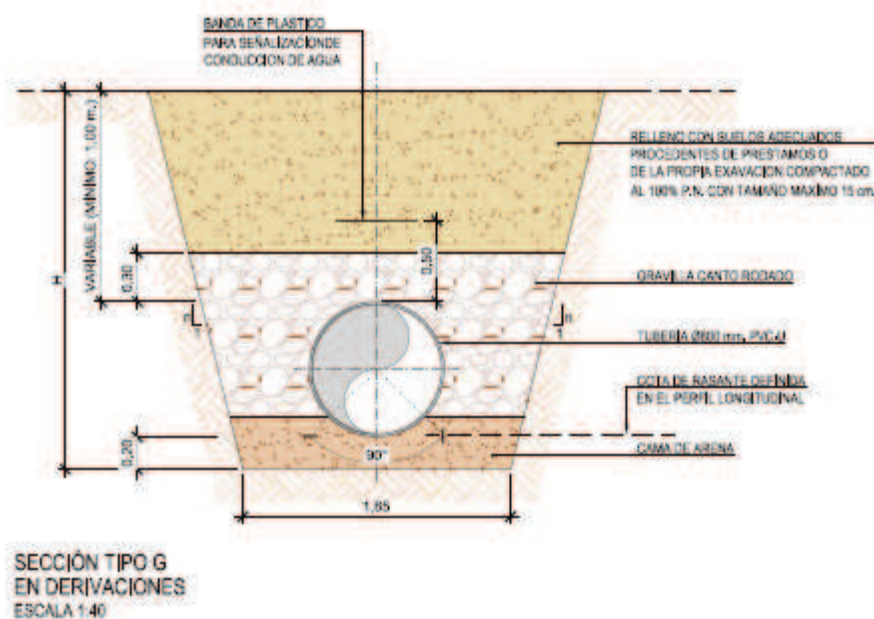


FIGURA 4. SECCIÓN TIPO ZANJA G

7.6.2 Sección tipo entibada

Se utiliza esta sección tipo cuando la inestabilidad de las paredes de la zanja, debido fundamentalmente a la existencia de nivel freático, hace necesario la contención de los taludes de excavación. Asimismo se utilizará en puntos singulares cuando existan estrechamientos en la banda de trabajo por accidentes del terreno o por cercanía de un servicio.

La zona en la que el colector discurre por el paseo fluvial se realizará mediante zanja entibada por las limitaciones de espacio que genera la escasa anchura del paseo y la existencia del restaurante en la parcela contigua.

Se rellenará un primer nivel mediante cama de arena hasta alcanzar la mitad de la tubería se completará el segundo nivel con gravilla canto rodado y el resto del relleno será procedente de la excavación o prestamos con un nivel de compactación del 100% de Proctor Modificado y tamaño máximo 15 cm.

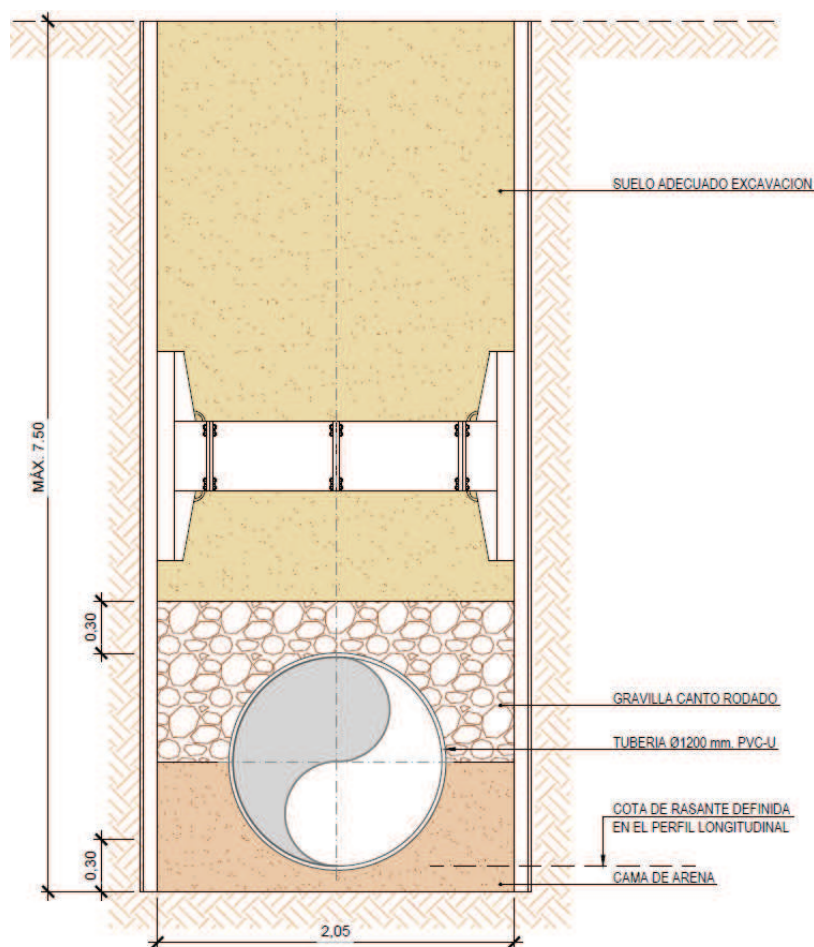


FIGURA 5. SECCIÓN TIPO ENTIBADA D

7.6.3 Sección tipo en cruce de caminos

La sección tipo adoptada en el cruce de caminos es mediante un macizado de la tubería con hormigón HM-20 hasta una altura de 0,30 metros por encima de la generatriz superior de la conducción. A continuación se dispone un relleno hasta la cota del terreno de material procedente de la excavación o de préstamos compactado al 100% P.M. con tamaño máximo de 15 cm. Esta sección tipo puede darse en zanja normal o mediante entibación.

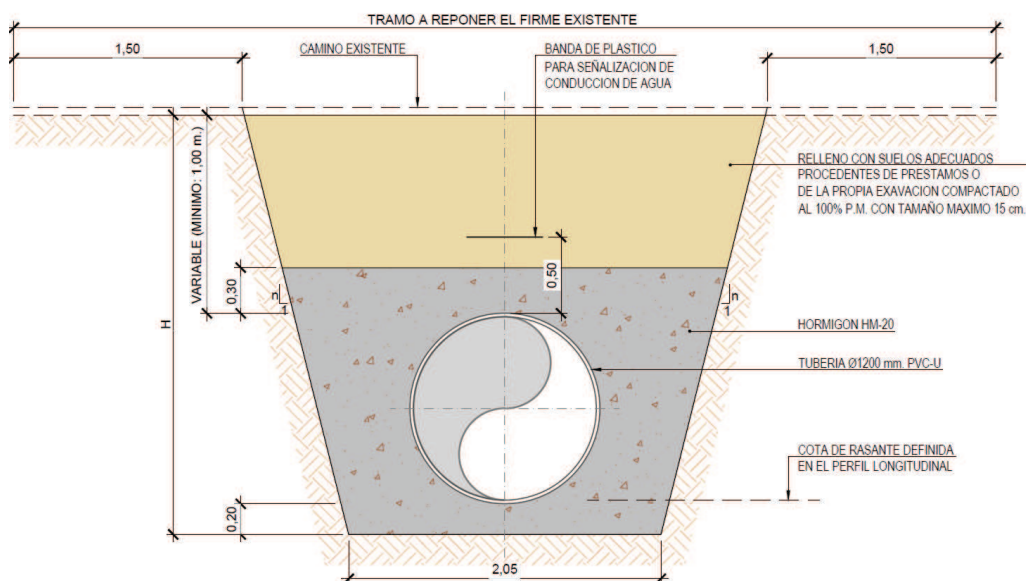


FIGURA 6. SECCIÓN TIPO EN CRUCE DE CAMINOS EN ZANJA B

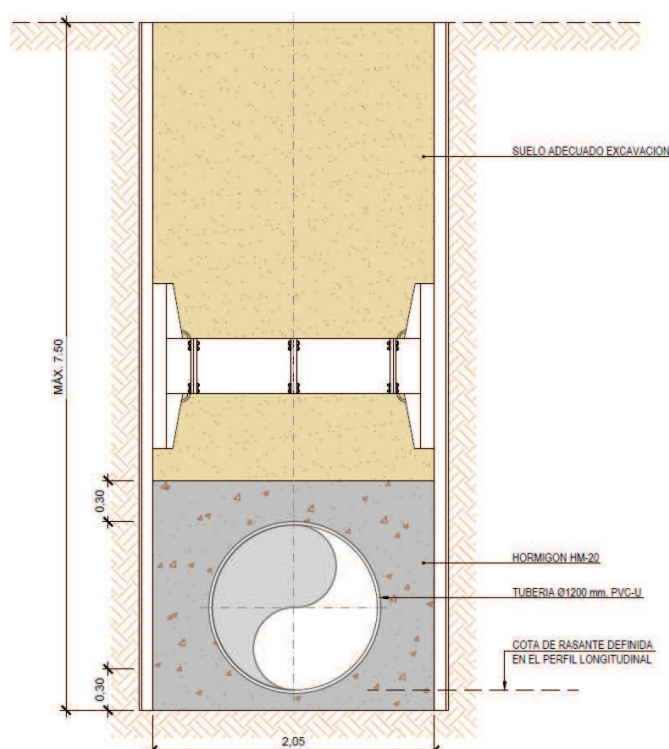


FIGURA 7. SECCIÓN TIPO EN CRUCE DE CAMINOS ENTIBADA E

7.6.4 Sección tipo en cruce de cauce

Para la protección contra la socavación en los cruces de cauces de agua se adopta una sección tipo de zanja definida de la siguiente manera: la tubería se sustituye por un marco de hormigón de 0,8 x 1,5 m, se rellenará la zona baja con suelos seleccionados procedentes de préstamos o de la propia obra con compactación mayor del 95% P.N hasta 0,5 metros por

encima de la cara superior del marco y, por encima, se colorará escollera de diámetro mínimo 20 cm y de espesor mínimo 50 cm y hasta alcanzar la cota del cauce existente.

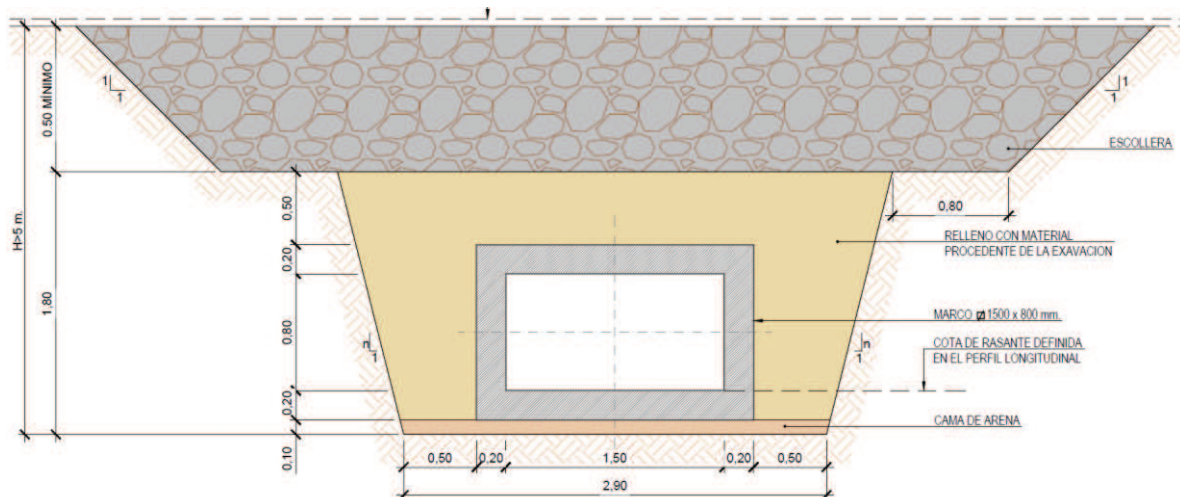
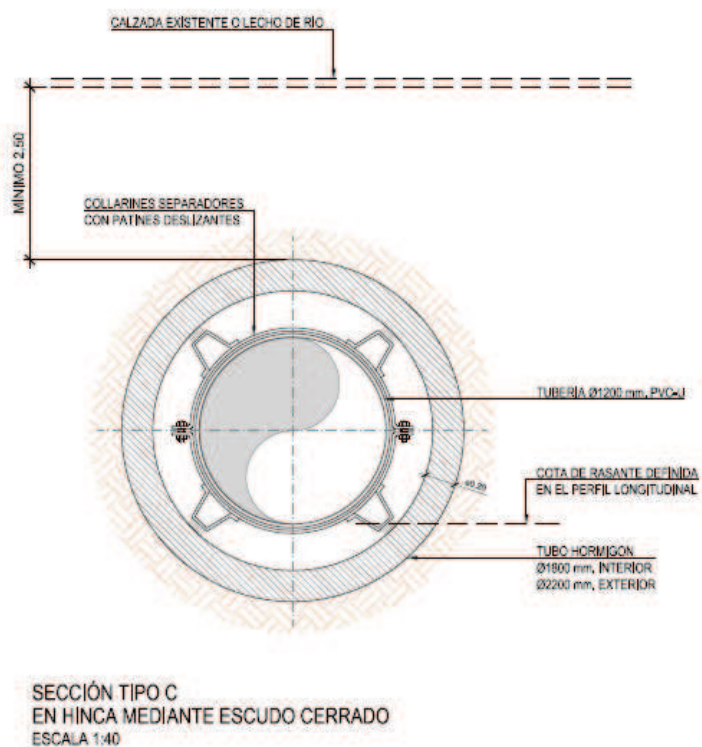


FIGURA 8. PROTECCIÓN EN CRUCE DE CURSOS DE AGUA F

7.6.5 Sección tipo Hinca

Las hincas se realizarán mediante tubería de hormigón armado de diámetro nominal 1800 mm. La tubería se ubicará en su interior centrada mediante patines deslizantes.



7.6.6 Tramificación

Siguiendo la información recogida en el estudio geológico y geotécnico se ha establecido una tramificación de taludes estables recomendados en función del tipo de terreno en el que se encuentre la excavación.

SECCIONES						
EXCAVACIÓN						
Colector	P.K Inicio	P.K Fin	Talud	Profundidad Aprox.	Sección Tipo	Tipo de Suelo
B4	0	0+40,62	2H:1V	1,1	A	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	Fin Excavación		Rellenos Aluviales
	0+32,27	0+35,27	2H:1V	1,1	B	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	Fin Excavación		Rellenos Aluviales
	0+35,27	0+40,62	2H:1V	1,1	A	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	Fin Excavación		Rellenos Aluviales
C3	0	0+18,97	2H:1V	1,1	A	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	Fin Excavación		Rellenos Aluviales
B5	0	0+31,45	2H:1V	1,1	A	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	Fin Excavación		Rellenos Aluviales
	0+31,45	0+67,49	2H:1V	1,1	B	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	Fin Excavación		Rellenos Aluviales
	0+67,49	0+90,72	3H:4V	0,5	F	Rellenos Aluviales
			1H:4V	Fin Excavación		Jabre/Granito
	0+90,72	0+186,3	2H:1V	1,1	B	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	3		Rellenos Aluviales
			1H:4V	Fin Excavación		Jabre/Granito
	0+186,3	0+286,3	2H:1V	1,1	A	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	3		Rellenos Aluviales
			1H:4V	Fin Excavación		Jabre/Granito
	0+286,3	0+387,29	2H:1V	1,1	A	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	3		Rellenos Aluviales
			1H:4V	Fin Excavación		Jabre/Granito
	0+387,29	0+397,29	1H:1V	Fin Excavación	D	Jabre/Granito
	0+397,29	0+477,53	Hinca DN1800		HINCA	
	0+477,53	0+497,07	2H:1V	0,6	A	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	2,4		Rellenos Aluviales
			1H:4V	Fin Excavación		
	0+497,07	0+569,18	Hinca DN1800		HINCA	

SECCIONES						
EXCAVACIÓN						
Colector	P.K Inicio	P.K Fin	Talud	Profundidad Aprox.	Sección Tipo	Tipo de Suelo
	0+569,18	0+599,18	2H:1V	0,6	A	Suelo Alteración Edáfica
			3H:4V	2,4		Rellenos Aluviales
			1H:4V	Fin Excavación		Jabre/Granito
	0+599,18	0+672,7	Hinca DN1800		HINCA	
	0+672,7	0+783,43	1H:1V	Fin Excavación	D	
	0+783,43	0+816,25	1H:1V	Fin Excavación	E	
	0+816,25	0+873,22	1H:1V	Fin Excavación	E	

TABLA 6. TRAMIFICACIÓN SECCIONES SEGÚN TALUDES

7.7 HINCAS

Los cruces de carreteras de cualquier titularidad y entidad, en las cuales no es posible realizar un corte de calzada para realizar las obras de paso de las conducciones, se ejecutarán mediante hinca. En el caso del presente proyecto se realizarán tres hincas, la primera bajo el paso superior a la AP-6, segunda bajo la propia AP-6 y finalmente para cruzar la Calle Central (antigua N-VI). Las características del proceso son:

Procedimiento de hinca

Mediante ejecución de micro túnel recto con equipo de escudo cerrado Hidroescudo y empuje simultáneo de la tubería.

Tubería vaina

Hinca de hormigón armado y de diámetro interior 1.800 mm

Conducción del proyecto

La conducción del proyecto DN 1.200 mm se dispondrá concéntricamente en el interior del tubo hincado mediante el uso de collarines con patines deslizantes.

Pozo de ataque

Definido en un extremo de la hinca, se trata de un recinto de planta rectangular de dimensiones aproximadas en planta 5,00 x 12,00 m resuelto, para la conexión del terreno, mediante muros de hormigón armado

Pozo de salida

Excavación situada en el otro extremo de la hinca cuya misión es recuperar el equipo de perforación.

Los pozos de salida serán de dimensiones aproximadas 6,00 m x 4,00 m.

Final del proceso de hincado

Una vez finalizado el proceso de hincado se procederá de la siguiente manera en cada hinca proyectada:

1. Demolición de toda la estructura del pozo de ataque, tanto muros como losa, con relleno posterior del hueco con productos procedentes de la excavación compactados hasta una densidad del 100% P.M.
2. Relleno del pozo de salida con productos procedentes de la excavación compactados hasta una densidad del 100% P.M.

En la tabla anexa se indica la identificación de las hincas existentes, así como su longitud, diámetro y el elemento de cruce:

CUADRO DE HINCAS				
Hinca (Nº)	P.K.	Longitud (m)	DN Hinca	Elemento de cruce
	Inicio			
1	0+397	78.11	1800	Paso Superior AP-6
2	0+497	70.12	1800	AP-6
3	0+599	70.7	1800	Vía Municipal (Antigua N-VI)

TABLA 7. CARACTERÍSTICAS DE LAS HINCAS PROYECTADAS

7.8 OBRAS DE INCORPORACIÓN Y ENLACE

Las características principales de los pozos de registro se definen en la siguiente tabla:

Pozo	PK	X	Y	Z solera	Z terreno	H pozo
PR-2	67.49	413930.212	4499163.295	869.331	872.643	2.996
PR-3	90.72	413953.274	4499166.114	869.066	872.331	2.746
PR-4	186.30	414033.569	4499114.273	868.771	872.400	3.069
PR-5	286.30	414120.291	4499064.479	868.558	873.506	4.440
PR-6	397.29	414219.378	4499014.477	868.506	873.473	4.702
PR-7	477.53	414286.902	4498971.127	868.233	874.200	5.642
PR-8	497.06	414294.033	4498952.941	867.969	873.801	5.295
PR-9	600.00	414263.306	4498854.700	867.924	873.149	4.916
PR-11	740.17	414286.725	4498735.151	869.331	870.311	2.342
PR-12	783.43	414309.808	4498698.561	869.066	870.607	2.683

TABLA 8. POZOS DE REGISTRO

Se han diseñado unas arquetas especiales de conexión para facilitar los trabajos en los puntos en los que o bien se vayan a realizar las conexiones con la red actual o bien se produzcan interferencias con el colector existente.

Pozo	PK	X	Y	Z solera	Z terreno	H pozo	Observaciones
N-44	0.000	413861.788	4499209.140	870.570	873.542	2.972	Conexión colector C-3
N-1	0.000	413889.701	4499247.514	871.850	873.800	1.950	Conexión colector B-4
P-13	816.245	414332.158	4498674.540	867.890	870.881	2.991	Conexión colector existente
P-10	672.704	414241.603	4498785.311	868.040	870.375	2.335	Paralelismo con colector existente

TABLA 9. ARQUETAS ESPECIALES DE CONEXIÓN

Las dimensiones y la completa definición de estas arquetas se indican en los planos correspondiente de "Obras de incorporación y enlace" pertenecientes al **Documento nº 2.- Planos**.

8. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

En el **Anejo nº 02.- Cartografía y Topografía** se incluyen los trabajos de campo y gabinete realizados para el levantamiento de la zona de las obras del Proyecto de Construcción Actuaciones Sistema El Endrinal. Tramo B-5 en los TT.MM de Alpedrete y Collado Villalba.

9. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el **Anejo nº 03.- Estudio Geológico-Geotécnico**, se presentan de forma detallada todos los trabajos geológico-geotécnicos realizados en el proyecto.

9.1 MARCO GEOLÓGICO

La geología del trazado de estudio se encuentra recogida en la Hoja Geológica de la Serie Magna Nº 533 de San Lorenzo del Escorial, escala 1:50.000.

Bajo el punto de vista estructural, la región objeto de estudio pertenece a la unidad denominada meseta, que se extiende desde Galicia hasta Sierra Morena.

La meseta es un zócalo Hercínico dislocado por los movimientos alpinos, constituido en las zonas elevadas por la Cordillera Central al Norte de Madrid, y los Montes de Toledo al Sur, correspondiendo las zonas bajas a las Depresiones Terciarias del Duero y del Tajo.

Los macizos Hercínicos situados al Norte de Madrid están integrados por las Sierras de Guadarrama y Somosierra. Estas Sierras pertenecen al Sistema o Cordillera Central de dirección E.NE – W.SW, que se extiende entre el Sistema Ibérico y Portugal.

El complejo cristalino de la Sierra de Guadarrama está compuesto por bloques potentes levantados, pequeñas fosas interiores y plataformas marginales.

En la parte oriental de la Sierra de Guadarrama, el gneis emerge entre el granito, constituyendo el macizo de Abantos y prolongándose hacia San Martín de Valdeiglesias. Aflora también en el borde la Sierra entre Valdemorillo y Villanueva del Pardillo.

Estos terrenos gnéisicos están caracterizados por un mismo metamorfismo regional, más profundo en el Guadarrama occidental y más superficial en el Guadarrama oriental.

Desde el punto de vista local, en la zona del inicio del tramo afloran aluviales y fondos de valle, con cantos gravas y arenas. Bajo el nivel de depósitos cuaternarios, afloran adamellitas biotíticas de grano medio, Tipo Zarzalejo – Valdemorillo porfídicas al norte de la autopista AP-6 y equigranulares al sur.

El mapa geotécnico que incluye el trazado es la hoja nº 45 (Madrid), en la que se observa que los materiales que atraviesa la traza se clasifican como aceptables para las condiciones constructivas, con posibles problemas litológicos y geomorfológicos.

9.2 SISMICIDAD

Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, el área objeto de estudio tiene asignado un valor de aceleración sísmica básica ab menor de 0,04 veces la aceleración de la gravedad ($a_b < 0,04g$), índice que representa la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un período de retorno de 500 años. La normativa citada no es de aplicación cuando el valor de la aceleración sísmica de cálculo es inferior a 0,04 g ($a_c < 0,04g$) como es el caso que nos ocupa.

9.3 CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

La campaña de campo diseñada para la elaboración del proyecto ha consistido en la realización de tres (3) sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo, posicionados en el cruce con el arroyo de La Poveda y en los pozos de ataque de las hincas I y II.

También se han realizado seis (6) ensayos de penetración dinámica continua tipo D.S.P.H., hasta alcanzar la profundidad de rechazo, para determinar la capacidad portante del terreno con la profundidad. La distribución de los ensayos de penetración dinámica se ha establecido a lo largo de la traza del colector, considerando al menos uno en los puntos más significativos: ubicación del aliviadero, salida del cruce del arroyo, pozo de salida de la hinca I y pozo de salida de la hinca II.

Además con las muestras obtenidas en los testigos de recuperación se han realizado una serie de ensayos de laboratorio.

9.3.1 Sondeos mecánicos

Para investigar las características geotécnicas del terreno se han efectuado tres (3) sondeos mecánicos a rotación con extracción de testigo continuo, mediante los cuales se han perforado un total de 26,60 metros.

Es importante destacar, que en el seno del nivel correspondiente a los rellenos y/o suelos flojos, durante las perforaciones, fue preciso revestir los sondeos, por desmoronamiento de las paredes.

SONDEO	SITUACIÓN	COTA INICIO	COTA FINAL	PROFUNDIDAD PROSPECTADA	FORMACIÓN GEOLÓGICA	ESPESOR RELLENOS Y/O SUELOS FLOJOS	COTA INFERIOR RELLENOS Y/O SUELOS FLOJOS
S-1	Paso arroyo La Poveda P.K. 0+016	873,40	863,40	10,00	Cuaternario y Hercínico	3,00	870,40
S-2	Pozo ataque Hinca I P.K. 0+440	873,70	866,05	7,65	Cuaternario y Hercínico	2,00	871,40
S-3	Pozo ataque Hinca II P.K. 0+544	874,00	865,05	8,95	Cuaternario y Hercínico	2,00	872,00

TABLA 10. CUADRO RESUMEN SONDEOS A ROTACIÓN

En el interior de los sondeos a medida que avanzaba la perforación, se efectuaron un total de cinco (5) ensayos de penetración estándar (S.P.T.), estando condicionada la realización de los mismos a la naturaleza del terreno, realizándose muchos de ellos con puntaza ciega, por la presencia de fragmentos de roca y roca natural. Así mismo se tomaron tres (3) muestras inalteradas no recuperándose muestra por obtenerse rechazo temprano. Se tomó un único testigo ya que la roca aflora intensamente fracturada, con testigos inferiores en todos los casos inferiores a 10 cm, lo que le confiere un RQD del 0%.

SONDEO	MUESTRAS Y ENSAYOS "IN SITU"						
	MI/TP			SPT			
	PROFUNDIDAD	GOLPEO	LITOLOGÍA	PROFUNDIDAD	GOLPEO	N ₃₀	LITOLOGÍA
S-1				3,00-3,60	13/11/15/49	26	HJ
	4,50-4,60 (MI)*	R	HJ				
				7,70-7,71	R	R	HJ
S-2							Qal
	3,50-3,57 (MI)*	R	HGr				
S-3				2,00-2,60	20/R	R	Qx
				4,00-4,01	R	R	HJ
	4,70-4,71 (MI)*	R	HGr				

Qx: relleno. Qal: aluvial. HGr: Hercínico Granito. HJ: Hercínico Jabre.

TABLA 11. CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS IN SITU

9.3.2 Ensayos de Penetración Dinámica

En la tabla adjunta se especifica las cotas de inicio de los ensayos de penetración realizados, la profundidad de rechazo, así como el espesor del suelo de compacidad floja detectado.

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (D.P.S.H.)	SITUACIÓN	COTA INICIO	COTA FINAL	PROFUNDIDAD RECHAZO	ESPESOR SUELO FLOJO/MEDIO N ₂₀ <15 Golpes	COTA TECHO DE RELLENO/O SUELO FLOJO
PD-1	Salida arroyo La Poveda	872,50	870,10	2,40	1,80	870,70
PD-2	Pozo salida Hincal	873,90	871,70	2,20	1,80	872,10
PD-3	Pozo salida Hincal II	873,20	871,60	1,60	0,60	872,60
PD-4	Ubicación aliviadero	873,20	869,80	3,40	3,00	870,20
PD-5	Proximidades del pozo 6	873,00	869,60	3,40	2,00	871,00
PD-6	Aguas abajo cruce N VI	870,10	868,30	1,80	0,80	869,30

TABLA 12. CUADRO RESUMEN DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN CONTINUA

9.3.3 Ensayos de laboratorio

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Ensayos de caracterización:
 - Determinación de la humedad natural: 3
 - Determinación de la densidad aparente y seca: 3
 - Determinación de los límites de Atterberg: 3
 - Granulometría por tamizado: 3
- Ensayos de mecánicos
 - Resistencia a compresión simple en roca: 1
- Ensayos de hinchamiento
 - Hinchamiento Lambe: 1
- Ensayos químicos
 - Contenido de sulfatos solubles en muestra de suelo: 1
 - Contenido de materia orgánica 1
 - Agresividad del agua al hormigón (EHE) 2

9.4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LAS UNIDADES

9.4.1 Estratigrafía

En base a los sondeos realizados, ha sido establecida la siguiente distribución del terreno detectado en el subsuelo:

- Sondeo S-1 (Zona de ubicación del aliviadero)
 - **NIVEL 1: Suelo de alteración edáfica y rellenos (Cuaternario: Qx)**, con una profundidad de 1,1 metro.
Los ensayos de penetración dinámica continua realizados en el seno de este nivel, revelan una baja compacidad con un valor de N_{30} inferior a 15 golpes.
 - **NIVEL 2: Arenas limosas (Cuaternario Aluviales:QAI)**
Subyacente al nivel anterior, desde una profundidad de 1,10 m se ha detectado la presencia de unas arenas limosas de color beige, con presencia de gravilla de tamaño milimétrico. Este nivel presenta una potencia en el punto investigado de 1,90 m desde la cota de inicio del sondeo.
 - **NIVEL 3: Arenas grano medio (Hercínico Jabre:HJ)**, hasta el final del sondeo.
Se trata de arenas con un bajo contenido en finos, y con presencia de fragmentos de roca granítica. Este nivel es el resultado de la alteración del granito subyacente, con un grado de alteración V, siendo de color grisáceo hasta una profundidad de 5,60 m por alteración de granito leucocrático, para pasar después a un jabre de color rojizo por un alto porcentaje de plagioclasa.

- Sondeo S-2 (Hinca I, paso superior)
 - **NIVEL 1: Suelo de alteración edáfica y rellenos (Cuaternario: Qx)**, con una potencia de 0,60 m, de naturaleza areno-limosa y presencia de restos vegetales. A muro del nivel se observa la presencia de fragmentos de roca granítica inmersa en una matriz limosa.
 - **NIVEL 2: Arenas limosas (Cuaternario Aluviales:QAI)**, con una potencia en el punto investigado de 1,90 m desde la cota de inicio del sondeo, hasta la profundidad de 2,60 m.
 - **NIVEL 3: Arenas grano medio (Hercínico Jabre:HJ)**

Se trata de arenas con un bajo contenido en finos, y con presencia de fragmentos de roca granítica. Este nivel es el resultado de la alteración del granito subyacente, con un grado de alteración V, se intercala con niveles menos alterados y presenta una potencia comprendida entre 0,20 y 0,30 m.
 - **NIVEL 4: Granito (Hercínico Jabre:HJ)**

Subyacente al nivel de depósitos aluviales se ha detectado la presencia de un granito leucocrático altamente fracturado, sin presencia de testigos superiores a 10 cm, lo que le confiere un RQD de cero y por tanto mala calidad. Este nivel se ha detectado hasta el final del sondeo.
- Sondeo S-3 (Hinca II, cruce AP-6)
 - **NIVEL 1: Suelo de alteración edáfica (Cuaternario: Qx)**, con una potencia de 0,60 metros.
 - **NIVEL 2: Arenas limosas (Cuaternario Aluviales:QAI)**

Presenta una potencia en el punto investigado de 1,80 m desde la cota de inicio del sondeo, hasta la profundidad de 2,40 m, encontrándose a muro un nivel de fragmentos de roca inmersa en una matriz limosa.
 - **NIVEL 3: Arenas grano medio (Hercínico Jabre:HJ)**

Este nivel presenta una potencia de 1,70 m, hasta una profundidad de 4,70 m.
 - **NIVEL 4: Granito (Hercínico Jabre:HJ)**

Bajo el horizonte de alteración V del granito, se ha detectado la presencia de un granito leucocrático altamente fracturado, con la única presencia de un fragmento de longitud 10 cm, lo que le confiere un RQD de cero en general, salvo en el tramo de 5,30 a 5,90, con un RQD del 27 %. Al final del sondeo el grado de fracturación es muy muy alto, posible zona de falla. Este nivel se ha detectado hasta el final del sondeo.

Las columnas litológicas de sondeos así como los perfiles geológico-geotécnicos según las zonas de hinca propuestas se pueden consultar en el **Anejo nº 03.- Geología y Geotecnia** del presente proyecto.

9.4.2 Parámetros geotécnicos

De acuerdo al Estudio Geológico-Geotécnico realizado para la zona de ejecución de las obras, los parámetros geotécnicos estimados son:

- Sondeo S-1 (Zona de ubicación del aliviadero)
 - **Nivel 1: Rellenos antrópicos**
 - Potencia: 1,10 m
 - Cohesión $c=0 - 0,005 \text{ kp/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno $\phi=25^\circ-28^\circ$
 - Módulo de deformación= 5 - 8 MPa
 - Coeficiente de balasto horizontal= 2000 t/m³
 - **Nivel 2: Depósitos aluviales**
 - Potencia: Hasta el final de la excavación
 - Cohesión $c=0,01 - 0,03 \text{ kp/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno $\phi=27^\circ - 30^\circ$
 - Módulo de deformación= 7 - 15 MPa
 - Coeficiente de balasto horizontal= 5000 t/m³
- Sondeo S-2 (Hinca I, cruce paso superior)
 - **Nivel 1: Rellenos antrópicos**
 - Potencia: Máxima de 0,70 m
 - Cohesión $c=0 - 0,005 \text{ kp/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno $\phi=25^\circ-28^\circ$
 - Módulo de deformación= 5 - 8 MPa
 - Coeficiente de balasto horizontal= 2000 t/m³
 - **Nivel 2: Depósitos aluviales**
 - Potencia: Máxima de 1,90 m
 - Cohesión $c=0,01 - 0,03 \text{ kp/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno $\phi=27^\circ - 30^\circ$
 - Módulo de deformación= 7 - 15 MPa
 - Coeficiente de balasto horizontal= 5000 t/m³
 - **Nivel 3 y 4: Jabre**
 - Potencia: Hasta el final de la excavación
 - Cohesión $c=0,05 \text{ kp/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno $\phi=35^\circ$
 - Módulo de deformación= 50 - 120 MPa
 - Coeficiente de balasto horizontal= 15.000 y 20.000 t/m³

- Sondeo S-3 (Hinca II, cruce AP-6)
 - **Nivel 1: Rellenos antrópicos**
 - Potencia: Máxima de 0,60 m
 - Cohesión $c=0 - 0,005 \text{ kp/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno $\phi=25^\circ-28^\circ$
 - Módulo de deformación= 5 - 8 MPa
 - Coeficiente de balasto horizontal= 2000 t/m³
 - **Nivel 2: Depósitos aluviales**
 - Potencia: Máxima de 1,80 m
 - Cohesión $c=0,01 - 0,03 \text{ kp/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno $\phi=27^\circ - 30^\circ$
 - Módulo de deformación= 7 - 15 MPa
 - Coeficiente de balasto horizontal= 5000 t/m³
 - **Nivel 3 y 4: Jabre**
 - Potencia: Hasta el final de la excavación
 - Cohesión $c=0,05 \text{ kp/cm}^2$
 - Ángulo de rozamiento interno $\phi=35^\circ$
 - Módulo de deformación= 50 - 120 MPa
 - Coeficiente de balasto horizontal= 15.000 y 20.000 t/m³

9.4.3 Excavabilidad

La naturaleza de los materiales afecta en las labores de zanjeo, tanto como consecuencia de sus condiciones naturales de estabilidad, como por su excavabilidad.

Las características detectadas en los puntos de reconocimiento son las siguientes:

- Sondeo S-1 (Zona de ubicación del aliviadero)

Por lo observado en la prospección realizada en campo, podemos clasificar los materiales presentes en superficie como RIPABLES, hasta una profundidad de excavación proyectada media de 2,45 m.

Sondeo S-2 (Hinca I, cruce paso superior)

Los materiales presentes en superficie se consideran ripables hasta una profundidad de 2,60 m, correspondientes a los niveles 1 y 2 detectados. Subyacente a estos materiales, encontraríamos la roca alterada del perfil de alteración, lo que correspondería con una excavación en terreno de tránsito, siendo necesario el uso de maquinaria tipo Bulldozer y/o retroexcavadoras, alternando con materiales que podrían incluirse en el grupo de excavabilidad en roca por lo que también pueden ser preciso realizar voladuras y/o el empleo de martillos pesados u otros escarificadores profundos pesados.

- Sondeo S-3 (Hinca II, cruce AP-6)

Los materiales presentes en superficie se consideran ripables hasta una profundidad de 3,00 m, correspondientes a los niveles 1 y 2 detectados. Subyacente a estos materiales, encontraríamos la roca alterada del perfil de alteración, lo que correspondería con una excavación en terreno de tránsito, siendo necesario el uso de maquinaria tipo Bulldozer y/o retroexcavadoras, alternando con materiales que podrían incluirse en el grupo de excavabilidad en roca por lo que también pueden ser preciso realizar voladuras y/o el empleo de martillos pesados u otros escarificadores profundos pesados.

10. ESTUDIO DE FLOTABILIDAD DE LA TUBERÍA

En aquellas zonas en las que se ha detectado que el nivel freático se sitúa por encima de la generatriz superior del colector, se ha procedido a comprobar las condiciones de flotabilidad y a determinar la altura mínima de relleno de tierras a disponer sobre la tubería de manera que su peso, impida el levantamiento de la misma.

Según la información obtenida del informe geotécnico las alturas del nivel freático sobre la tubería en los tres sondeos realizados son las siguientes:

SONDEO	PROFUNDIDAD DEL NIVEL DE AGUA RESPECTO AL COLECTOR (m)
S-1	+1,17
S-2	+3,112
S-3	+2,468

TABLA 13. NIVEL FREÁTICO EN LOS SONDEOS

Los resultados de cálculo obtenidos reflejan unos coeficientes de seguridad que aseguran el no levantamiento de la tubería, incluso en los casos más desfavorables, por lo que no es necesario anclar la tubería.

Peso Tubería					Peso Relleno de Tierras			Fuerzas Desfavorables			CS
Material	Densidad	Ø _{int} (m)	Espesor	Peso	Densidad Terreno Sumergido	Altura tierras total	Fuerza relleno	Subpresión	Fzas. Fva	Fzas. Desfav	
	Tn/m ³	m	m	Tn/m	Tn/m ³	m	Tn	Tn	Tn	Tn	
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	0,50	1,22	1,43	1,52	1,43	1,06
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	0,75	1,83	1,43	2,13	1,43	1,49
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	1,50	3,66	1,43	3,96	1,43	2,77
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	1,75	4,27	1,43	4,57	1,43	3,20
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	2,50	6,10	1,43	6,40	1,43	4,48
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	2,75	6,71	1,43	7,01	1,43	4,91
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	3,50	8,54	1,43	8,84	1,43	6,19
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	3,75	9,15	1,43	9,45	1,43	6,62
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	4,50	10,98	1,43	11,28	1,43	7,90
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	4,75	11,59	1,43	11,89	1,43	8,33
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	5,50	13,42	1,43	13,72	1,43	9,61
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	5,75	14,03	1,43	14,33	1,43	10,04
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	6,50	15,86	1,43	16,16	1,43	11,32
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	6,75	16,47	1,43	16,77	1,43	11,75
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	7,50	18,30	1,43	18,60	1,43	13,03
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	7,75	18,91	1,43	19,21	1,43	13,46
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	8,50	20,74	1,43	21,04	1,43	14,74

Peso Tubería					Peso Relleno de Tierras			Fuerzas Desfavorables			CS
Material	Densidad	ϕ_{int} (m)	Espesor	Peso	Densidad Terreno Sumergido	Altura tierras total	Fuerza relleno	Subpresión	Fzas. Fva	Fzas. Desfav	
	Tn/m ³	m	m	Tn/m	Tn/m ³	m	Tn	Tn	Tn	Tn	
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	8,75	21,35	1,43	21,65	1,43	15,17
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	9,50	23,18	1,43	23,48	1,43	16,45
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	9,75	23,79	1,43	24,09	1,43	16,88
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	10,50	25,62	1,43	25,92	1,43	18,16

TABLA 14. FLOTABILIDAD ZONA SONDEO S-1

Peso Tubería					Peso Relleno de Tierras			Fuerzas Desfavorables			CS
Material	Densidad	ϕ_{int} (m)	Espesor	Peso	Densidad Terreno Sumergido	Altura tierras total	Fuerza relleno	Subpresión	Fzas. Fva	Fzas. Desfav	
	Tn/m ³	m	m	Tn/m	Tn/m ³	m	Tn	Tn	Tn	Tn	
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	0,50	1,22	3,80	1,52	3,80	0,40
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	0,75	1,83	3,80	2,13	3,80	0,56
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	1,50	3,66	3,80	3,96	3,80	1,04
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	1,75	4,27	3,80	4,57	3,80	1,20
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	2,50	6,10	3,80	6,40	3,80	1,69
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	2,75	6,71	3,80	7,01	3,80	1,85
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	3,50	8,54	3,80	8,84	3,80	2,33
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	3,75	9,15	3,80	9,45	3,80	2,49
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	4,50	10,98	3,80	11,28	3,80	2,97
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	4,75	11,59	3,80	11,89	3,80	3,13
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	5,50	13,42	3,80	13,72	3,80	3,61
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	5,75	14,03	3,80	14,33	3,80	3,77
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	6,50	15,86	3,80	16,16	3,80	4,26
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	6,75	16,47	3,80	16,77	3,80	4,42
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	7,50	18,30	3,80	18,60	3,80	4,90
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	7,75	18,91	3,80	19,21	3,80	5,06
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	8,50	20,74	3,80	21,04	3,80	5,54
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	8,75	21,35	3,80	21,65	3,80	5,70
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	9,50	23,18	3,80	23,48	3,80	6,18
PVC-U	1,4	1,10	0,06	0,30	2,00	9,75	23,79	3,80	24,09	3,80	6,34
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	10,50	25,62	3,80	25,92	3,80	6,83

TABLA 15. FLOTABILIDAD ZONA SONDEO S-2

Peso Tubería					Peso Relleno de Tierras			Fuerzas Desfavorables			CS
Material	Densidad	ϕ_{int} (m)	Espesor	Peso	Densidad Terreno Sumergido	Altura tierras total	Fuerza relleno	Subpresión	Fzas. Fva	Fzas. Desfav	
	Tn/m ³	m	m	Tn/m	Tn/m ³	m	Tn	Tn	Tn	Tn	
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	0,50	1,22	3,01	1,52	3,01	0,50
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	0,75	1,83	3,01	2,13	3,01	0,71
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	1,50	3,66	3,01	3,96	3,01	1,31
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	1,75	4,27	3,01	4,57	3,01	1,52
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	2,50	6,10	3,01	6,40	3,01	2,13
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	2,75	6,71	3,01	7,01	3,01	2,33
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	3,50	8,54	3,01	8,84	3,01	2,94
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	3,75	9,15	3,01	9,45	3,01	3,14
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	4,50	10,98	3,01	11,28	3,01	3,75
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	4,75	11,59	3,01	11,89	3,01	3,95
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	5,50	13,42	3,01	13,72	3,01	4,56
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	5,75	14,03	3,01	14,33	3,01	4,76
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	6,50	15,86	3,01	16,16	3,01	5,37
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	6,75	16,47	3,01	16,77	3,01	5,57
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	7,50	18,30	3,01	18,60	3,01	6,18
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	7,75	18,91	3,01	19,21	3,01	6,38
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	8,50	20,74	3,01	21,04	3,01	6,99
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	8,75	21,35	3,01	21,65	3,01	7,19
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	9,50	23,18	3,01	23,48	3,01	7,80
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	9,75	23,79	3,01	24,09	3,01	8,00
PVC-U	1,40	1,10	0,06	0,30	2,00	10,50	25,62	3,01	25,92	3,01	8,61

TABLA 16. FLOTABILIDAD ZONA SONDEO S-3

11. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

En el **Anejo nº 11.- Cálculos Hidráulicos** se recoge la comprobación hidráulica y el dimensionamiento de colectores y obras hidráulicas definidas en el ámbito del “Proyecto de Construcción Actuaciones Sistema El Endrinal. Tramo B-5 en los TT.MM de Alpedrete y Collado de Villalba”.

Los datos de partida para la realización del cálculo hidráulico son los caudales de aguas pluviales y de aguas residuales.

Para el cálculo del caudal residual en la situación actual y a futuro se ha utilizado la información facilitada por las siguientes áreas de Canal de Isabel II Gestión:

- Subdirección de Planeamiento y Coordinación Municipal.
- Subdirección I+D+I.

Para el cálculo de los caudales de aguas pluviales se ha utilizado la información proporcionada por el Canal de Isabel II y que viene recogida en el Estudio de Diagnóstico de Saneamiento de El Endrinal con fecha Octubre de 2014.

11.1 TRAMOS 1 Y 2. EMISARIO C-3 DN800 EN PVC Y EMISARIO B-4 DN1200

Los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico a partir de la fórmula de Manning y el procedimiento indicado en el apartado 4 en los nuevos colectores C3 y B4 se exponen a continuación:

DN	800	mm
Material	PVC-U	
n Manning	0,009	
D_{int}	775	mm
D_{ext}	856	mm
Cota rasante inicial (N-1)	871,85	msnm
Cota rasante final (Aliviadero)	871,77	msnm
Longitud	20	m
Pendiente	0,400%	
Q_{max secc. Llena}	1.192,69	l/s
V_{max secc. Llena}	2,53	m/s

TABLA 17. TRAMO 1: EMISARIO C-3

DN	1.200	mm
Material	PVC-U	
n Manning	0,009	
D_{int}	1103	mm
D_{ext}	1200	mm
Cota rasante inicial (N-1)	871,77	msnm
Cota rasante final (Aliviadero)	871,60	msnm
Longitud	41,62	m
Pendiente	0,400%	
Q_{max secc. Llena}	3.056,74	l/s
V_{max secc. Llena}	3,20	m/s

TABLA 18. TRAMO 2: EMISARIO B-4

11.2 TRAMO 3: EMISARIO B-5

Teniendo en cuenta los condicionantes topográficos, el punto de conexión a la red actual y que la conducción debe atravesar el arroyo de la Poveda, dejando un margen de seguridad por encima de la clave de la conducción, el trazado presentará una pendiente de 0,213% por mil desde el punto de salida del aliviadero hasta el pozo P.43BK-119. Punto donde el nuevo emisario conectará con la red de saneamiento actual.

A lo largo de los 816,25 m de longitud del emisario se plantean dos tipologías de sección. Tubería circular de diámetro nominal 1200 de PVC-U y sección rectangular mediante marco de hormigón prefabricado de 0,8 x 1,5 m. La sección circular comprende entre los P.K.: 0+000 al 0+067,49 y entre el P.K.: 0+090,72 al 0+816,25. El tramo en sección rectangular estará restringido al paso bajo el arroyo de la Poveda, esto es entre los P.K.: 0+067,49 y 0+090,72.

Tramo Pozo P2 – Pozo P10

En este caso para una pendiente de 0,266% serían 1,06 m/s, cumpliendo con los criterios de velocidades mínimas de 0,6 m/s establecidos en la norma de saneamiento del canal Isabel II.

- La conducción será en PVC-U y diámetro D=1.200 cuya capacidad a sección llena y pendiente al 0,266% es de 2,318 m³/seg, que es un valor superior al caudal máximo de diseño, 1.272,1 l/s.
- En el caudal máximo de diseño (1272,1 l/s) la tubería iría al 52,83% de la capacidad con un calado de 0,58 m. Esto una capacidad menor al 75% que exige la norma.
- Para el caudal máximo la velocidad a través del emisario B-5 sería 2,48 m/s inferior a los 3 m/s especificados por la norma de Saneamiento del Canal Isabel II.

Tramo Pozo P10 – Aliviadero Final

En este tramo con una pendiente de 0,105% la velocidad sería de 0,73 m/s, cumpliendo con los criterios de velocidades mínimas de 0,6 m/s establecidos en la norma de saneamiento del canal Isabel II.

- En el caudal máximo de diseño (1272,1 l/s) la tubería iría al 72,32% de la capacidad con un calado de 0,80 m. Esto una capacidad menor al 75% que exige la norma.
- Para el caudal máximo la velocidad a través del emisario B-5 sería 1,76 m/s inferior a los 3 m/s especificados por la norma de Saneamiento del Canal Isabel II.
- La curva de gasto del emisario B5 en este tramo se adjunta en los apéndices a este documento.

Cruce arroyo de la Poveda

El paso bajo el arroyo de la Poveda es el punto más restrictivo en el trazado del futuro emisario. Este debe atravesarlo en lámina libre y dejando un margen de seguridad por encima de la clave de la conducción hasta el lecho del arroyo.

Aunque desde este punto de vista, la sección más económica es la circular, para poder reducir la altura de la conducción manteniendo la capacidad hidráulica en régimen de lámina libre se realiza el cruce del arroyo en sección rectangular de hormigón de 0,8 m x 1,5 m de ancho. La pendiente cruce del arroyo será algo menor a la pendiente media, para optimizar el margen entre el cauce y el tubo.

A partir de la fórmula de Manning aplicada en sección rectangular se obtienen los resultados siguientes:

- Se selecciona un marco de hormigón de ancho ligeramente superior 0,8 m x 1,5 m. Este marco con una pendiente del 0,266% sería capaz de transportar el caudal máximo calculado (1.272,2 l/s) con un calado de 0,48 m que se corresponde con un 60% de la capacidad total del canal.
- La velocidad a caudal máximo a través del marco de hormigón de 0,8 x 1,5 m sería 1,75 m/s, inferior a los 3 m/s especificados por la norma de Saneamiento del Canal Isabel II.
- La velocidad mínima a través del marco de hormigón a (caudal mínimo igual a 63,6 l/s) sería de 0,62 m/s y un calado de 0,07 metros. Prácticamente igual a la velocidad mínima recomendada en las normas de saneamiento del Canal de Isabel II Gestión.

11.3 ALIVIADERO

El objeto de dicho aliviadero es verter al arroyo de la Poveda el exceso de agua que recogen las redes de saneamiento de agua residual y que no se debe conducir a la EDAR durante episodios de lluvia intensa.

Con estas premisas se proyecta un aliviadero rectangular que consta de dos cámaras separadas. La primera de las cámaras es la de llegada de agua residual, conectada a la cámara de alivio de exceso de caudal a través de la pared del vertedero lateral. En la pared del vertedero se colocará un deflector para evitar el paso de flotantes a la cámara de alivio.

El recinto que recoge el exceso de pluviales vierte al arroyo de la Poveda a través de tres tuberías en PVC-U de 600 mm de diámetro, la distancia entre la cámara de alivio y el punto de vertido es de 30 metros aproximadamente.

La regulación de caudal que se incorpora al emisario B-5 se realizará a través de un orificio circular de diámetro nominal 650 mm. Este orificio limitará el paso de agua a la cámara de derivación previa a la entrada al colector de diámetro 1200 mm.

Los resultados obtenidos del cálculo realizado son los siguientes:

Caudal de cálculo (l/s)	942,42
Longitud labio (m)	6
Lámina de agua (m)	0,233
Diámetro orificio	650 mm
C _d coeficiente de descarga	0,61
h (altura lámina de agua desde el punto medio del orificio)	1,95
Caudal Vertido Orificio	1,27 m ³ /s

TABLA 19. ALIVIADERO Y ORIFICIO DE ALIVIO DE PLUVIALES

En los **Apéndices del Anejo nº 11.- Cálculos Hidráulicos** se recoge los resultados de todos los cálculos realizados para el diseño y comprobación de las infraestructuras.

12. CÁLCULOS MECÁNICOS

En el **Anejo nº 10.- Cálculos Mecánicos** se recoge el cálculo estático-resistente de los colectores definidos en el proyecto y de sus elementos asociados:

- Cálculo estático-resistente del colector de Policloruro de vinilo PVC-U. Dentro del ámbito del proyecto existen dos diámetro tubería DN1.200 mm que abarca la parte más importante del trazado y DN800 mm que se corresponde con un pequeño tramo del colector C-3.
- Hincas: cálculo de tubos de hormigón armado de DN1.800 mm utilizados como vaina protectora de la tubería de acero.

Para realizar el cálculo de los colectores de PVC-U se ha utilizado el software Cálculo AseTUB. Este programa se basa en el cálculo mecánico expresado en la UNE 53331-1997-Informe: "Criterios para la comprobación de los tubos de UPVC y HDPE a utilizar en conducciones sin presión, sometidas a cargas externas", calculando entre otras variables:

- Las acciones sobre el tubo: presión vertical, presión lateral de las tierras y resto de posible cargas actuantes: tráfico, pavimentación, etc...
- La deformación relativa, comprobando que su valor sea inferior al 5%.
- Los momentos flectores circunferenciales.
- Las fuerzas axiales.
- Los esfuerzos tangenciales máximos.

Con los valores obtenidos de estas variables, el programa calcula el coeficiente de seguridad a rotura (comprobación del esfuerzo tangencial) y el coeficiente de seguridad al aplastamiento (comprobación de estabilidad), verificándose que cumplan con los valores indicados en la Normativa.

En el **Apéndice 10.1** del citado Anejo se adjuntan las fichas de salida del programa AseTUB versión 2.1., para los cálculos realizados.

El dimensionamiento mecánico de las conducciones hincadas se realizará conforme a lo especificado en el Anexo B de la norma UNE-EN 1.916:2003 y el Anexo M de la norma UNE 127.916:2004.

Los resultados de los cálculos mecánicos para los tubos de hormigón de las hincas son los siguientes:

Nº HINCA	SITUACIÓN		D _{int}	D _{ext}	LONG.	CARGA TOTAL	f _{ck}	CLASE TUBO	
	Pk. Inicio	Pk Final	(mm)	(mm)	(m)	(KN/m)	(KN/m²)	ASTM	UNE
I	0+397,29	0+477,53	1.800	2.200	80,24	260,42	40	IV	180
	Paso Superior AP-6								
II	0+497,07	0+566,33	1.800	2.200	69,26	147,70	40	III	90
	AP-6								
III	0+600,00	0+672,70	1.800	2.200	67,78	124,24	40	III	90
	Carretera Municipal								

TABLA 20. RESULTADOS CÁLCULOS MECÁNICOS TUBOS DE HINCA

13. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Se adjunta en el **Anejo nº 09.- Cálculos Estructurales** el cálculo estructural de la obra civil definida en el proyecto, tal como se indica a continuación:

- Aliviadero
- Pozos de registro contruidos “in situ”
- Pozos de hinca

Estas estructuras se han modelizado empleando el programa de elementos finitos STAAD Pro.

13.1 ALIVIADERO

Se proyecta un aliviadero rectangular que consta de dos cámaras a diferente cota, la más profunda a la 869,85 msnm y la segunda a 871,47 msnm. La primera de las cámaras corresponde a la de llegada de agua residual, conectada a la cámara de alivio de exceso de caudal a través de un vertedero lateral.

En planta, el aliviadero tiene unas dimensiones de 8,55 metros de longitud y 5,85 metros de ancho, siendo el ancho interior de la cámara de entrada de 2,40 m y el de la cámara de alivio de 2,55 metros. Todos los muros de la estructura, incluido el labio del aliviadero tienen un espesor de 0,30 metros y la solera de cimentación de 0,50 metros.

La altura de la primera cámara es de 4,26 metros y la segunda mide 2,63 metros.

El labio del aliviadero tiene una longitud de 6 metros y una altura desde la solera de la cámara de alivio de 0,75 metros.

La regulación de caudal que se incorpora al emisario B-5 se realizará a través de un orificio circular de diámetro nominal 650 mm situado en la cámara principal, a 6,45 m de distancia de la entrada del emisario C-3. Este orificio limitará el paso de agua a la cámara de derivación previa a la entrada al colector de diámetro 1200 mm.

La cubierta de ambas cámaras está formada por losas prefabricadas que apoyan directamente sobre las paredes del aliviadero y que no soportan ninguna carga adicional de cubierta.

Las cargas actuantes son: Peso propio, Empuje hidrostático, Empuje de tierras

Se han analizado dos combinaciones de acciones:

- Hipótesis 1: Aliviadero lleno: Peso propio + Empuje de Tierras + Empuje hidrostático + Empuje Freático
- Hipótesis 2: Aliviadero vacío: Peso propio + Empuje de Tierras + Empuje Freático

Ambas hipótesis se han evaluado en ELU y ELS.

De los esfuerzos pésimos se deduce la necesidad del siguiente armado:

Armadura muros trasdós	# ø16 a 20
Armadura muros intradós	# ø16 a 20
Armadura superior losa	# ø16 a 13
Armadura inferior losa	# ø16 a 13

TABLA 21. ARMADURAS ALIVIADERO

13.2 POZOS DE REGISTRO CONSTRUIDOS “IN SITU”

Se han definido dos tipos de pozos, diferenciados únicamente por su altura. Su sección en planta es idéntica, cuadrangular de 2,90 metros de lado, teniendo uno de ellos alabeado para facilitar la instalación del tubo.

La altura del pozo 1 es de 4,17 metros hasta la clave del colector y la del pozo 2, 2,50 metros. La profundidad máxima es de 6,00 metros para el pozo 1 y 4,00 metros para el pozo 2.

Ambos tipos de pozos se encuentran enterrados en su totalidad, no soportando cargas de tráfico sobre su cubierta.

13.3 POZOS DE HINCA

En este caso, se ha proyectado la construcción de tres pozos de hinca de 12 metros de longitud y 5 metros de ancho. Sus profundidades son:

- Cota rasante Hinca I: 868.77; h = 5.370 m
- Cota rasante Hinca II: 868.575; h = 4.825 m
- Cota rasante Hinca III: 868.511; h = 4.689 m

Dada su similitud, se comprobará el pozo de dimensiones pésimas, de 5.370 metros de profundidad.

Cada uno de estos pozos contará con un refuerzo en forma de dado de tacón de hormigón de 2 metros de ancho por 1,5 metros de alto sobre el que se apoyarán los gatos de empuje, actuando como muro de reacción. El espesor de este muro es de 0,70 metros.

14. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

El tramo del emisario actual únicamente dispone de un medidor de nivel o limnómetro, que una vez finalizada la construcción del nuevo aliviadero será trasladado e instalado en su nueva ubicación.

En el **documento nº4 Presupuestos** se ha considerado un capítulo donde se define y valora este traslado. Las unidades por las que está compuesto este capítulo son las siguientes.

OBRA CIVIL

- Construcción de la peana para colocación de soporte de baterías e instrumentación
- Conexión mediante pasatubos entre el soporte y aliviadero

INSTALACIONES

- Traslado e instalación del soporte e instrumentación y la sonda.

PUESTA EN MARCHA

- Puesta en marcha de la instalación y reconexión a la red de comunicaciones de Canal de Isabel II Gestión.

15. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS

Se han considerado tres tipos de afecciones en los terrenos afectados por las obras:

- **Ocupación permanente:** Correspondiente a las zonas de terreno ocupadas por las arquetas y el aliviadero. Para las arquetas se ha considerado un cuadrado de $1 \times 1 \text{ m}^2$.
- **Servidumbre de paso:** Se considera una franja de 2,5 metros centrados en el eje del emisario.
- **Ocupación temporal:** Será necesaria durante la ejecución de las obras, para la excavación de las zanjas, camino de servicio a obra y acopios de materiales. En el caso del presente proyecto, se tomarán dos franjas de **4 y 6 metros** a cada lado de la franja de servidumbre además de dos zonas junto al aliviadero y el cruce de la autopista AP-6 para el acopio de materiales y maquinaria.

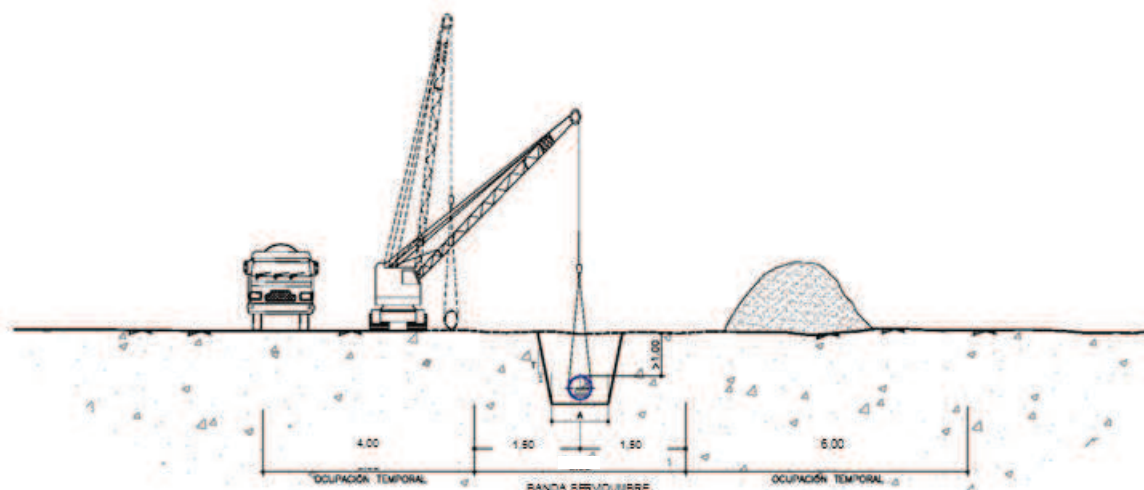


FIGURA 9. SECCIÓN DE OCUPACIÓN TIPO

En el presente proyecto la superficie de ocupación estimada para las obras se indica a continuación:

- Servidumbre de paso: $10.529,97 \text{ m}^2$.
- Ocupación permanente: $135,76 \text{ m}^2$.
- Ocupación temporal: $1.752,49 \text{ m}^2$.

Las bandas de ocupación permanente y temporal han sido reflejadas en los planos correspondientes del **Documento nº 2.- Planos**, habiéndose modificado las anchuras de diseño antes mencionada para las bandas de ocupación temporal en función de las características particulares del trazado de la conducción en cada zona de paso: presencia de vegetación abundante, orografía, mínima afección a parcelas, etc.

Así, en los casos de especiales dificultades orográficas y topográficas, o de afecciones a otros servicios o propiedades, se reducirá el ámbito de la zona de afección hasta la superficie estrictamente necesaria para la excavación y el tendido de tuberías, así como la construcción de obras de fábrica o arquetas.

Por otro lado, habría que mencionar que no existe afección longitudinal al dominio público pecuario, siendo únicamente la afección por cruce a la vereda de Ontanillas.

La explotación y el mantenimiento de la conducción correrán a cargo de Canal de Isabel II Gestión.

Por otro lado, en el **Anejo nº 18.- Conexiones exteriores, Servicios Afectados y Consultas**, se incluye la identificación y medición de los Servicios afectados por la realización de las obras descritas en el Proyecto, realizados a partir de visitas de campo y de la información facilitada por las compañías suministradoras y organismos afectados por el trazado del colector.

La valoración total de los servicios afectados se incluirá dentro del presupuesto general en forma de diferentes partidas presupuestarias.

16. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, se incluye en el **Anejo nº 11.- Estudio de Seguridad y Salud**, el correspondiente Estudio para su aplicación durante la construcción de las obras.

Este Real Decreto tiene en cuenta aquellos aspectos que se han revelado de utilidad para la seguridad en las obras presentes en el Real Decreto 555/1986 de 21 de febrero, por el que se estableció la obligatoriedad de inclusión de un estudio de seguridad y salud en los proyectos de edificación y obras públicas.

El presupuesto resultante para el mismo es de **41.152,36 €**, y se ha añadido al de ejecución material del proyecto, según especifica la normativa del Real Decreto mencionado. Este presupuesto está basado en un plazo para la ejecución de las obras de 18 meses y un personal previsto de un máximo simultáneo en obra de 15 personas entre obreros, técnicos y personal de oficina.

17. TRAMITACIÓN AMBIENTAL

17.1 CONDICIONANTES GENERALES

En la aplicación del Anexo Tercero de la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid, el proyecto en estudio, requiere de procedimiento Abreviado por parte de la Dirección General del Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.

Se trata, como indica el epígrafe 41 del anexo III de la citada Ley de “Conducciones de agua residual situadas fuera de zonas urbanas de más de un kilómetro, o de cualquier longitud cuando discurren por espacios incluidos en el Anexo Sexto”.

Se trata, como indica el epígrafe 41 del anexo III de la citada Ley de “Conducciones de aguas residual situadas fuera de zonas urbanas de más de un kilómetro, o de cualquier longitud cuando discurren por espacios incluidos en el Anexo Sexto”.

Las áreas especiales incluidas en el Anexo Sexto de dicha Ley son los siguientes:

- a) Espacios Naturales Protegidos declarados por la normativa del Estado o de la Comunidad de Madrid.
- b) Los Montes de Régimen Especial según la Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid.
- c) Las Zonas húmedas y embalses de la Comunidad de Madrid, catalogados de acuerdo a la Ley 7/1990, de 28 de junio, de protección de embalses y zonas húmedas de la Comunidad Autónoma de Madrid, y sus ámbitos ordenados.
- d) Las Zonas declaradas al amparo de las Directivas Comunitarias 79/409 relativa a la conservación de las aves silvestres y 92/43 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.

Los primeros metros de la conducción discurre dentro de los límites del Monte Preservado número 451 que en función de la Ley 16/1995, “Son montes sujetos a régimen especial los declarados de Utilidad Pública, Protectores, Protegidos y Preservados. El resto de los montes, cualquiera que fuese su titularidad, se considerarán sometidos al régimen general”. En consecuencia, el proyecto debe ser objeto del procedimiento abreviado de Evaluación de Impacto Ambiental.

A tal efecto se ha redactado el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental que se envía al Órgano Sustantivo (Dirección General de Medio Ambiente) con fecha 30 de octubre de 2014.

El 10 de diciembre de 2014 se comunica al promotor el inicio del procedimiento abreviado de Evaluación de Impacto Ambiental, iniciándose el 29 de diciembre la información pública del Estudio de Impacto Ambiental.

Paralelamente a los trámites de información pública, el EsIA fue remitido al Servicio de Informes Técnicos Medio Ambientales de la Dirección General del Medio Ambiente. Con fecha 13 de febrero de 2015 se remite nota interior adjuntando informes de la Unidad de Parques Regionales de la Comunidad de Madrid de fecha 13 de febrero de 2015, del Área de Vías Pecuarias de fecha 14 de abril de 2014 y del Área de Conservación de Montes de fecha 16 de junio de 2015.

Finalmente el día 9 de mayo de 2016 se emite la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto.

En el **Anejo nº 12.- Tramitación Ambiental** del presente proyecto se adjuntan los documentos, notificaciones y escritos generados durante ambas tramitaciones, tanto enviados como recibidos.

17.2 CONDICIONANTES EXPUESTOS EN LA DIA

Se recogen a continuación las condiciones Generales del Proyecto incluidas en la Declaración de Impacto Ambiental:

- Con objeto de minimizar las afecciones al Monte Preservado y a la vegetación de ribera del arroyo de la Poveda en el tramo que discurre por sus terrenos, la traza del nuevo colector se dispondrá sobre la plataforma del camino existente, de manera que el cruce con el arroyo se realice por el paso vadeable por el que dicho camino atraviesa su cauce. A su vez, el aliviadero se construirá fuera de la ribera del arroyo, en terrenos de pastos, debiéndose realizar la obra de vertido sin afectar a los pies de fresno existentes.
- El tramo final del trazado del colector se ajustará de manera que no se produzca afección a la vegetación arbórea y arbustiva en los terrenos colindantes al colegio de educación infantil y primaria "Cañada Real" y se minimice la afección al pinar de repoblación situado entre la autovía AP-6 y la calle Central.
- Se procederá a la demolición y retirada de la arqueta aliviadero nº 42 existente como instalación en desuso tras la ejecución de las obras.
- Conjuntamente con las operaciones de replanteo de las obras, se delimitará y señalizará físicamente la zona de ocupación en la que se llevarán a cabo todas las acciones derivadas de la ejecución del proyecto, al objeto de que no sea invadido ningún espacio ajeno a la propia obra. Tal y como se indica en el EsIA, la franja a lo largo de la conducción no será superior a 14 m de anchura, debiendo reducirse al mínimo imprescindible a su paso por terrenos del Monte Preservado. Los acopios de materiales de obra, de excavación y tierra vegetal se realizarán dentro de la ocupación propia del proyecto, estando prohibida su ubicación fuera de las áreas anteriormente referidas.
- Las instalaciones auxiliares de obra, con su impermeabilización y red de drenaje oportuna, se localizarán en los terrenos indicados para ello en el EsIA, si bien no se permite la instalación de casetas de obra ni de equipamientos de saneamiento o de mantenimiento o repostaje de maquinaria en terrenos de Monte Preservado.
- En la realización del Proyecto de Construcción y durante la ejecución de las obras se contará con un técnico especialista en disciplinas medioambientales para el desarrollo y la aplicación de las determinaciones de dicha naturaleza contenidas en el EsIA y en el Programa de Vigilancia Ambiental, así como del cumplimiento del condicionado establecido en la presente DIA y en los documentos que de ésta se deriven.
- De forma previa al comienzo de las obras se notificará a esta Consejería la fecha de inicio de dichas obras. Posteriormente, deberá asimismo notificarse el inicio de la fase de explotación.

Así mismo, se deberá reforestar una superficie doble a la afectada, esto es de 250 m², de acuerdo a lo establecido en el artículo 43 de la Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid.

A continuación se resume el presupuesto de ejecución material contemplado en Estudio de Impacto Ambiental para la aplicación de medidas correctoras y de seguimiento ambiental durante el desarrollo de las obras.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
MEDIDAS CORRECTORAS		
m ³	Retirada y acopio de tierra vegetal	5.871,04
m ³	Aporte y extendido de tierra vegetal	7.863,00
Ud	Protección individualizada de los ejemplares arbóreos, a base de entablado del tronco de 2 m de altura, cosido con alambre de atar, cada 20 cm, incluidas herramientas y medios auxiliares	2.100,00
Ud	Trasplante pies arbóreos 100 - 200 cm	16.800,00
Ud	Trasplante pies arbustivos 20 - 150 cm	5.000,00
m	Protector continuo de masas arbóreo arbustivas, mediante malla sobre jalones dispuestos cada 2,5 m, de material plástico. Altura de 1 m y anclaje al jalón mediante alambre	1.760,00
ha	Hectárea de laboreo mecanizado en pendientes < 20%, consistente en subsolado, según curva de nivel, con subsolador de dos vástagos y pase cruzado e grada de discos, arrastrados ambos por tractor de ruedas de 100 cv, alcanzando una profundidad de aboreo de 20 - 25 cm	84,50
Ud	Plantación manual árboles hoja per.contenedor forestal	20,04
Ud	Plantación de arbustos (40-60 cm altura)	28,00
Ud	Suministro de <i>Fraxinus atrovirens</i> , de 2 savias 60/90 cm de altura, a raíz desnuda.	3,54
ARQUEOLOGÍA		
Mes	Seguimiento arqueológico durante los movimientos de tierras	3.500,00
Ud	Generación de informe arqueológico sobre la actuación arqueológica.	1.900,00
VIGILANCIA AMBIENTAL		
Mes	Plan de vigilancia ambiental (4 días al mes de técnico ambiental durante los meses que duran las obras más los informes correspondientes). Durante los movimientos de tierras.	2.000,00€/mes
TOTAL PRESUPUESTO MEDIDAS CORRECTORAS Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL		46.930,12 €

TABLA 22. PRESUPUESTO PARA EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL

18. TRAMITACIÓN ARQUEOLÓGICA

En cuanto a Tramitación Arqueológica se refiere, con fecha 29 de octubre de 2014 se entrega en la Dirección General de Patrimonio Histórico, escrito en el que se solicita Hoja Informativa relativa al Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Actuaciones Sistema EL Endrina. Tramo B5, en Alpedrete y Collado Villalba.

En relación con esta consulta, con fecha 17 de diciembre de 2014 la Dirección General de Patrimonio Histórico, analizado el lugar de ubicación, las bases de datos y la documentación que obra en su poder, emite resolución favorable, desde el punto de vista de patrimonio histórico, para la ejecución de la actuación proyectada.

En el **Anejo nº 13.- Tramitación Arqueológica** del presente proyecto se adjunta el informe favorable de actuación arqueológica.

19. TRAMITACIÓN URBANÍSTICA

La Comisión de Urbanismo de Madrid, en sesión celebrada el día 25 de marzo de 2015, examinaba el expediente relativo al Plan Especial de Infraestructuras “Actuaciones sistema El Endrinal, tramo B5” en los Términos Municipales de Alpedrete y Collado Villalba, promovido por el Canal de Isabel II Gestión, Sociedad Anónima. Acordando la aprobación inicial del citado Plan Especial.

Se adjunta en el **Anejo nº 14.- Tramitación Urbanística**, la aprobación inicial del Plan Especial y su publicación en el BOCM así como las alegaciones recibidas hasta la fecha por los distintos organismos afectados.

20. PLAN DE OBRA Y PROCESO CONSTRUCTIVO

En el plan de obra se responde a las particularidades y características de las obras definidas en el proyecto, de forma que éstas se desarrollen de la manera más adecuada posible y se maximicen los rendimientos de los recursos disponibles. De acuerdo con lo proyectado las obras se descomponen en las siguientes unidades fundamentales de obra:

- Emisarios B-5, C-3 y B-4:
 - Movimiento de tierras
 - Colectores
 - Obras de incorporación y enlace
 - Hincas
- Instrumentación y control
- Desmontaje de colectores
- Servicios afectados
- Restauración ambiental, programa de vigilancia ambiental y arqueología
- Gestión de residuos
- Seguridad y salud

En el **Anejo nº 15.- Plan de Obra** del presente proyecto se amplía esta información.

21. AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS Y CERTIFICADOS

Anteriormente al inicio de las obras definidas en el siguiente proyecto el contratista adjudicatario de las mismas deberá recabar las distintas autorizaciones administrativas necesarias, tal y como se indica en el **Anejo nº 19.- Autorizaciones Administrativas** del proyecto, y donde se incluyen también varios certificados:

- Certificado de obra completa.
- Certificado de viabilidad geométrica.
- Modelo de declaración de conformidad urbanística.
- Certificado de cumplimiento.
- Autorización cruces:
 - AP-6. Dirección General de Carreteras
 - Calle Central. Ayuntamiento Collado Villalba
 - Calle Cañada Real Ayuntamiento Collado Villalba
 - Arroyo La Poveda Confederación Hidrográfica del Tajo.

22. RELACIONES CON LA ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

Se define en el **Anejo nº 20.- Relaciones del Contratista con el Director de Obra** el procedimiento que determina las normas de envío y aprobación de planos y documentación entre Canal de Isabel II y la empresa adjudicataria.

Por otro lado, se incluye en el **Anejo nº 21.- Control de Calidad**, el Plan de Control de Calidad que garantiza que todos los requisitos técnicos se cumplan, realicen y se controlen convenientemente, tanto durante la fase de fabricación, como de montaje, a través del Departamento de Control de Calidad de Canal de Isabel II.

23. GESTIÓN DE RESIDUOS

En el **Anejo nº 22.- Plan de Gestión de Residuos** del presente proyecto se ha realizado un estudio de gestión de residuos en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E nº 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el proyecto de ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Cada tipo de residuo generado en las obras será enviado a Gestor Autorizado para su correcto tratamiento o eliminación. Dichas empresas suministrarán en alquiler los contenedores de almacenamiento de residuos necesarios, adquirirán la titularidad de los residuos y se encargarán tanto de la recogida de los contenedores en obra como de su tratamiento y eliminación final.

En los planos de definición en planta de la conducción objeto del presente proyecto del **Documento nº 2** se ha definido la zona destinada para las instalaciones de gestión de residuos, ubicada aproximadamente en los siguientes puntos kilométricos:

- P.K. 0+000 y P.K. 0+580

En el **Documento nº 4.- Presupuesto** se contempla un capítulo de Gestión de Residuos en el que se recogen las diferentes partidas que se han considerado.

El presupuesto total estimado para la gestión de los residuos generados en las obras del presente proyecto es de **120.630,16 €**.

24. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Las medidas de prevención y seguridad en las instalaciones de Canal de Isabel II están reguladas mediante la aplicación de lo estipulado en el **Anejo nº 23** del presente proyecto. De esta manera se garantiza que las instalaciones de Canal de Isabel II cumplan con todos los requisitos de seguridad y salud establecidos en la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales, así como en materia de seguridad industrial. Se establecen así las pautas generales de identificación de los principales riesgos que pueden darse en las diversas instalaciones de Canal de Isabel II, así como las medidas de prevención y seguridad frente a los mismos.

25. SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA

Las normas básicas de configuración gráfica y cromática de los elementos de identidad visual de Canal de Isabel II se han recogido en el **Anejo nº 24** del proyecto, considerándose como elementos base de identidad el símbolo, el logotipo, la marca, los colores y la tipografía.

Se indica en este Anejo mencionado la señalización a colocar en las instalaciones de Canal de Isabel II tanto la ubicada en el exterior de la instalación como en el interior de la misma, ya sea de señalización de áreas, procesos, edificios y paneles direccionales o rótulos y pictogramas para señalización de dependencias en el interior de edificios o de seguridad.

26. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Se adjunta en el **Anejo nº 25.- Reportaje Fotográfico** del presente proyecto un completo reportaje fotográfico de la zona donde se ubicarán las obras. Estas fotografías han sido tomadas en las distintas visitas realizadas a campo en distintas fechas.

27. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS

27.1 PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

Se ha previsto un plazo de **DIECIOCHO MESES (18)** meses para la completa ejecución de las obras.

En el **Anejo nº 15.- Plan de Obra**, se presenta un cronograma de las actividades que componen los trabajos previstos.

Se propone que se establezca un plazo de garantía de un (1) año a partir de la fecha de recepción de las obras, durante el cual el contratista tendrá a su cargo la conservación de éstas, cualquiera que fuera la naturaleza de los trabajos a realizar.

27.2 REVISIÓN DE PRECIOS

Los precios de las obras contempladas en el presente Proyecto serán revisables, en caso de que proceda, de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras, a cuyos efectos se utilizará la fórmula referida a **Obras Hidráulicas nº 561 para “Instalaciones y conducciones de abastecimiento y saneamiento”**.

Esta fórmula tiene por expresión:

$$Kt = 0,10 \text{ Ct/Co} + 0,05 \text{ Et/Eo} + 0,02 \text{ Pt/Po} + 0,08 \text{ Rt/Ro} + 0,28 \text{ St/So} + 0,01 \text{ Tt/To} + 0,46$$

siendo:

- Kt = Coeficiente teórico de revisión para el momento de la ejecución t.
- Ct = Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.
- Co = Índice de coste del cemento en la fecha de la licitación.
- 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.
- Po = Índice de coste de productos plásticos en la fecha de la licitación.
- Pt = Índice de coste de productos plásticos en el momento de la ejecución t.
- Ro = Índice de coste de áridos y rocas en la fecha de la licitación.
- Rt = Índice de coste de áridos y rocas en el momento de la ejecución t.
- St = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.
- So = Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de la licitación.
- Tt = Índice de coste de materiales electrónicos en el momento de la ejecución t.
- To = Índice de coste de materiales electrónicos en la fecha de la licitación.

27.3 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

La clasificación del Contratista se realiza según los artículos 25 al 54 inclusive del Reglamento General de Contratación del Estado (R.D. 1098/2001 de 12 de Octubre).

Teniendo en cuenta el presupuesto total de este proyecto y la naturaleza de las obras incluidas en este proyecto, la clasificación exigible al contratista se recoge a continuación:

GRUPO	SUBGRUPO	CATEGORIA
E- Hidráulicas	1 – Abastecimiento y Saneamiento	5

28. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El **Documento nº 4.- Presupuesto** de este proyecto recoge los correspondientes capítulos que definen el presupuesto de ejecución material y el presupuesto base de licitación.

Mediciones

Se incluyen las mediciones de todas las unidades que componen el presente proyecto, convenientemente agrupadas en correspondencia con los presupuestos parciales.

Cuadros de precios

Se incluyen los Cuadros de Precios nº 1 y nº 2 de las unidades de obra contenidas en este Proyecto, a los fines que corresponden a cada uno de ellos.

Presupuestos

Consta de los correspondientes presupuestos parciales, obtenidos aplicando a la medición de cada una de las unidades que los componen su correspondiente precio del Cuadro de precios nº 1. Estos presupuestos parciales, dan lugar al correspondiente **Presupuesto de Ejecución Material** que asciende a la cantidad de **2.578.532,38 € (DOS MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS)**.

El desglose en capítulos de este presupuesto es el siguiente:

<u>Nº</u>	<u>Descripción</u>	<u>Importe (€)</u>
1	EMISARIO B-5	2.024.287,57
2	EMISARIO C-3	26.205,23
3	EMISARIO B-4	36.738,52
4	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	652,14
5	DESMONTAJE Y DEMOLICIÓN	23.032,89
6	SERVICIOS AFECTADOS	99.529,35
7	RESTAURACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL	84.947,98
8	SEGURIDAD Y SALUD	41.152,36
9	GESTIÓN DE RESIDUOS	120.616,34
10	VARIOS	121.370,00
	TOTAL:	2.578.532,38

El presupuesto base de licitación se obtiene añadiendo al de ejecución material un 13% en concepto de gastos generales y un 6% en concepto de beneficio industrial del Contratista dicho **Presupuesto Base de Licitación** a la cantidad de **3.068.453,53 € TRES MILLONES SESENTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS Y CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS**.

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	2.578.532,38 €
13% GASTOS GENERALES	335.209,21 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	154.711,94 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	3.068.453,53 €

29. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Los documentos que integran el presente proyecto de construcción son:

- **DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS**

- **MEMORIA**

- **ANEJOS A LA MEMORIA**

ANEJO Nº 01.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

ANEJO Nº 02.- CARTOGRAFÍA

ANEJO Nº 03.- ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

ANEJO Nº 04.- PLANEAMIENTO Y ADENDA

ANEJO Nº 05.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO Nº 06.- TRAZADO Y REPLANTEO

ANEJO Nº 07.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

ANEJO Nº 08.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ANEJO Nº 09.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ANEJO Nº 10.- CÁLCULOS MECÁNICOS

ANEJO Nº 11.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO Nº 12.- TRAMITACIÓN AMBIENTAL

ANEJO Nº 13.- TRAMITACIÓN ARQUEOLÓGICA

ANEJO Nº 14.- TRAMITACIÓN URBANÍSTICA

ANEJO Nº 15.- PLAN DE OBRA

ANEJO Nº 16.- INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

ANEJO Nº 17.- ESTUDIO DE EXPROPIACIONES

ANEJO Nº 18.- CONEXIONES EXTERIORES, SERVICIOS AFECTADOS Y CONSULTAS

ANEJO Nº 19.- AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS NECESARIAS

ANEJO Nº 20.- RELACIONES DEL CONTRATISTA

ANEJO Nº 21.- CONTROL DE CALIDAD

ANEJO Nº 22.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO Nº 23.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES

ANEJO Nº 24.- SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA

ANEJO Nº 25.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO Nº26.- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA

- **DOCUMENTO Nº 2. PLANOS**

- **DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

- **DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO**

MEDICIONES AUXILIARES
MEDICIONES GENERALES
CUADRO DE PRECIOS Nº 1
CUADRO DE PRECIOS Nº 2
PRESUPUESTOS PARCIALES
PRESUPUESTO GENERAL

30. CONCLUSIÓN

El contenido del presente Proyecto cumple los requisitos exigidos en el Texto Refundido de la Ley de Contratos del *Sector Público*, Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre de 2011.

Madrid, a 28 de junio de 2016



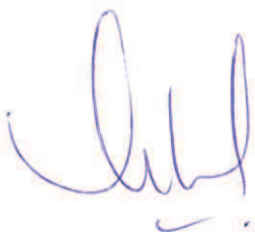
Fdo: D. Iván Iglesias Gutiérrez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



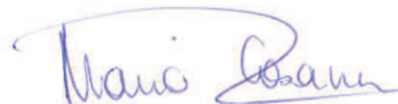
Fdo: D. Luis Navarro López de Ontiveros

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



Fdo.: Dª Mary Paz Roderó Astaburuaga

El Director del Proyecto



Fdo.: Dª Mª María Casanova Sanjuan

VºBº El jefe de Área de Proyectos Saneamiento
y Reutilización