

ANEJO N°5

Hidrología y Drenaje

Índice

1	Introducción	1
2	Antecedentes	2
3	Climatología e Hidrología	3
3.1	Hidrología	3
3.2	descripción de la red hidrográfica de la zona	3
3.2.1	Caudales	3
3.2.1.1	Determinación de los caudales esperados (Qe)	3
3.2.1.2	Cálculo de It.	3
3.2.1.3	Coeficiente de escorrentía.	4
3.2.1.4	Determinación de los Caudales de Proyecto.	4
3.2.1.5	Características de las cuencas drenadas.	5
4	Dimensionamiento de las nuevas Obras de Drenaje Transversal	6
5	Drenaje longitudinal	8
5.1.1	Aspectos generales	8
5.1.2	Diseño general de la red de drenaje longitudinal	8
5.1.3	Criterios de dimensionamiento	8
5.1.3.1	Cálculo de las cunetas y colectores	9
5.1.4	Resultados	9

APÉNDICE Nº5.1: ANTECEDENTES

APÉNDICE Nº5.2: CALCULOS HIDRAULICOS

1 Introducción

El objeto del presente Anejo es el diseño del la Red de Drenaje, lo que incluye el dimensionamiento de las obras de drenaje y la justificación de los sistemas de evacuación de las aguas en las obras proyectadas.

A continuación se describen las principales características de la red de drenaje proyectada. Se adjuntan los cálculos justificativos de dicha red de drenaje.

El “**Accesibilidad a San Juan de Gaztelugatxe. Fase 2**”. Por lo tanto se analizan las necesidades de drenaje transversal.

Las actuaciones de drenaje en esta carretera vienen motivadas por dos aspectos:

- Analizar el estado de los distintos elementos de la red de drenaje en la zona de análisis.
- Dotar de sistema de drenaje en las zonas donde se rectifica la sección a lo largo de todo el tramo de la carretera, lo cual lleva asociado la ampliación de una serie de obras existentes.

Para facilitar la integración en el entorno donde se ubica el nuevo aparcamiento se han descartado las alternativas con drenaje longitudinal con cunetas, optando por una solución en la que emplean drenes bajo el pavimento blando-permeable, de menor impacto visual y por tanto, más ecológico.

2 Antecedentes

En Noviembre de 2.009 Fulcrum redactó el “Proyecto de Trazado de la Variante de la Carretera BI-3101 en San Juan de Gaztelugatxe” redactado por la DFB, con la Asistencia Técnica de FULCRUM, con fecha Junio de 2.009.

La construcción de dicho proyecto lleva asociado una serie de cambios respecto al proyecto de construcción, proyecto de liquidación, que también se han tenido en cuenta a la hora de definir el drenaje de los accesos.

Posteriormente en Febrero 2019 se entregó el “**Proyecto Constructivo Reordenación del Acceso a San Juan de Gaztelugatxe de la BI-3101**”. Donde se definían las siguientes actuaciones:

- **Reordenación de la intersección** con la BI-3101, incluyendo carriles centrales de espera, como mejora de la movilidad y la seguridad vial.
- Creación de los **itinerarios** (aceras y pasos de cebra) entre los aparcamientos y el acceso peatonal a la ermita situado junto al Eneperi.
- Formación de una **bahía con marquesina** para facilitar la accesibilidad del transporte colectivo (servicio Bizkaibus y Bus Lanzadera).

En el apéndice 5.1 se incluyen los planos con el drenaje existente en la zona de actuación.

3 Climatología e Hidrología

3.1 Hidrología

La orografía de la zona da lugar a la proliferación de cuencas que encierran desniveles importantes y permiten adivinar los cursos de agua que en ellas originan las precipitaciones. Tanto la definición de las cuencas de aportación como la medición de sus superficies, se ha llevado a cabo sobre cartografía a escala E: 1/5.000 de la Diputación Foral de Bizkaia.

Analizando la topografía de la zona, se aprecian las distintas zonas en que se divide el territorio atendiendo a las divisorias y vertientes que definen la topografía del lugar. Sólo parte de éstas son interceptadas por los accesos que ha sido afectada y la nueva trayectoria de las aguas que allí se generan.

3.2 descripción de la red hidrográfica de la zona

La ejecución de los accesos a San Juan de Gaztelugatxe no cruza ningún cauce de agua permanente.

3.2.1 Caudales

Para la determinación del caudal de cálculo es necesario establecer diferentes parámetros, como el coeficiente de escorrentía, tiempo de concentración, la intensidad de lluvia o el periodo de retorno a considerar.

3.2.1.1 Determinación de los caudales esperados (Qe)

Al tratarse de cuencas de reducida extensión, no existe en los Organismos de Cuenca correspondientes datos de su caudal. Se procede por ello, y siguiendo las prescripciones de la Instrucción 5.2-IC y de las normas BAT, a la estimación de este caudal mediante el método hidrometeorológico basado en la fórmula racional.

La expresión de la fórmula racional a aplicar es la siguiente:

$$Q_e = \frac{I_t \cdot S \cdot C}{3.6}$$

Siendo:

- I_t : Intensidad de lluvia en mm/h. (correspondiente a un tiempo de concentración T_c)
- S : superficie de la Cuenca en km^2
- C : Coeficiente de escorrentía (adimensional)

- Q_e : Caudal en m^3/seg .

3.2.1.2 Cálculo de I_t .

La aplicación de las normas BAT simplifica el cálculo de la intensidad de lluvia a considerar. Estas normas tienen ya en cuenta las características del territorio y las series de datos recogidos por los Servicios de meteorología de la zona, por lo que la intensidad de lluvia pasa a depender de dos únicos factores que son el Periodo de retorno (T_r) y el Tiempo de concentración (T_c).

El tiempo de concentración se calcula mediante la fórmula:

$$T_c = 0.3 \cdot \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

Siendo:

- T_c : Tiempo de concentración en horas.
- L : Longitud de cuenca interceptada en Km.
- J : Pendiente media de la cuenca en tanto por uno.

Se considera que el tiempo de concentración mínimo es de 10 minutos, por lo que cuando el resultado de la fórmula sea menor se toma $T_c = 10 \text{ min}$.

Con el valor de T_c se entra en la tabla, propuesta en las normas BAT, para hallar directamente el valor de la Intensidad Máxima para el periodo de retorno considerado.

Los periodos de retorno recomendados en las normas BAT a efectos del proyecto objeto de estudio son:

- 25 años sumideros, cunetas, colectores, caños y obras con sección de desagüe inferior a 0.75 m^2 .
- 100 años para caños, alcantarillas, bajantes escalonadas, tajeas, pontones y obras con sección de desagüe entre 0.75 m^2 y 5 m^2 .
- 250 años para pontones, puentes y obras con sección de desagüe entre 5 m^2 y 50 m^2 .
- 500 años para puentes y obras con sección de desagüe superior a 50 m^2 .

Entrando en la tabla que aparece a continuación se obtiene I_{max} en función de estos valores:

Tiempo de concentración	INTENSIDAD MÁXIMA DE PRECIPITACIÓN					
	PERIODO DE RETORNO Tr (Años)					
	10	25	50	100	250	500
24 h	6	7	8	9	10	11
12 h	9	11	12	14	16	17
9 h	11	13	15	17	19	21
6 h	14	17	19	22	24	27
5 h	16	19	22	24	27	30
4 h	18	22	25	28	31	34
3 h	21	26	29	33	37	41
2 h 30 min	23	29	32	36	41	45
2 h	27	32	37	41	47	51
1 h 45 min	29	35	40	44	50	55
1 h 30 min	31	38	43	48	55	60
1 h 20 min	33	40	46	51	58	64
1 h 10 min	36	43	49	55	63	68
1 h	40	47	53	60	68	74
50 min	42	52	59	66	75	81
40 min	47	58	66	73	84	91
30 min	55	67	76	85	96	105
25 min	60	73	83	92	105	115
20 min	66	81	92	103	117	127
15 min	76	92	105	117	133	145
10 min	91	111	125	140	159	174

3.2.1.3 Coeficiente de escorrentía.

Si se dispone de datos fiables se utilizarán estos. En caso contrario se acudirá a la tabla contenida, a tal efecto, en las normas BAT.

TIPO DE SUELO	C
Pavimentos y zonas urbanas intensivas	0.8 - 1
Zonas urbanas residenciales. Terrenos impermeables, vegetación escasa.	0.7 – 0.9
Terrenos permeables, vegetación escasa. Terrenos impermeables vegetación densa.	0.6 – 0.8
Terrenos permeables, vegetación densa. Terrenos impermeables, bosque frondoso.	0.5 – 0.7
Terrenos permeables, bosque frondoso.	0.4 – 0.6

Para este proyecto se adopta el valor de 0,7 cuando el agua es recogida por el terreno lo cual nos dejará del lado de la seguridad.

3.2.1.4 Determinación de los Caudales de Proyecto.

Para la determinación de los caudales de proyecto multiplicaremos el caudal estimado, obtenido por el método racional, por un coeficiente de mayoración, k_p, que no depende de parámetros hidrológicos, sino de los posibles daños que una avenida pueda ocasionar en el entorno.

El parámetro k_p se halla entrando en las tablas siguientes:

CLASIFICACIÓN DE LOS DAÑOS POSIBLES	
A	Inundación de vegas agrícolas por elevación de la lámina de agua con la velocidad de la corriente < 1 m/seg.
B	Inundación de granjas, instalaciones industriales y viviendas aisladas, por la elevación de la lámina de agua con velocidad de la corriente>1 m/sg.
C	Inundación de áreas urbanas y suburbanas con arrastre de vehículos y corte de las vías de comunicación.
D	Inundación catastrófica con arrastre de árboles y animales, importantes daños materiales y peligro de vidas humanas

COEFICIENTE DE MAYORACIÓN K _p				
OBRA DE DRENAJE	Daños A	Daños B	Daños C	Daños D
Sumideros, cunetas, colectores, caños y obras con sección de desagüe inferior a 0.75 m2	1 - 1.2	1 - 1.2	–	–
Caños, alcantarillas, tajeas, pontones y obras con sección de desagüe entre 0.75 y 5 m2	1 - 1.2	1 - 1.2	1.1 - 1.3	1.2 - 1.4
Pontones, puentes y obras de drenaje con sección de desagüe entre 5 y 50 m2	1 - 1.2	1.1 - 1.3	1.2 - 1.4	1.3 - 1.5

3.2.1.5 Características de las cuencas drenadas.

Con la metodología descrita se han determinado las dimensiones siguiendo los caudales para cada obra obtenidos:

Ramal	Cuenca área(Ha)	Cuenca longitud(m)	Cuenca desnivel(m)	Q aportado (T-100) (m3/s)
Acceso Eneperi	0.128	120	9	0,038

A esto hay que sumarle el caudal que viene de la ODT 1 del proyecto de trazado que pasa un caudal de 196,46 l/s. En base a eso se ha diseñado una nueva ODT:

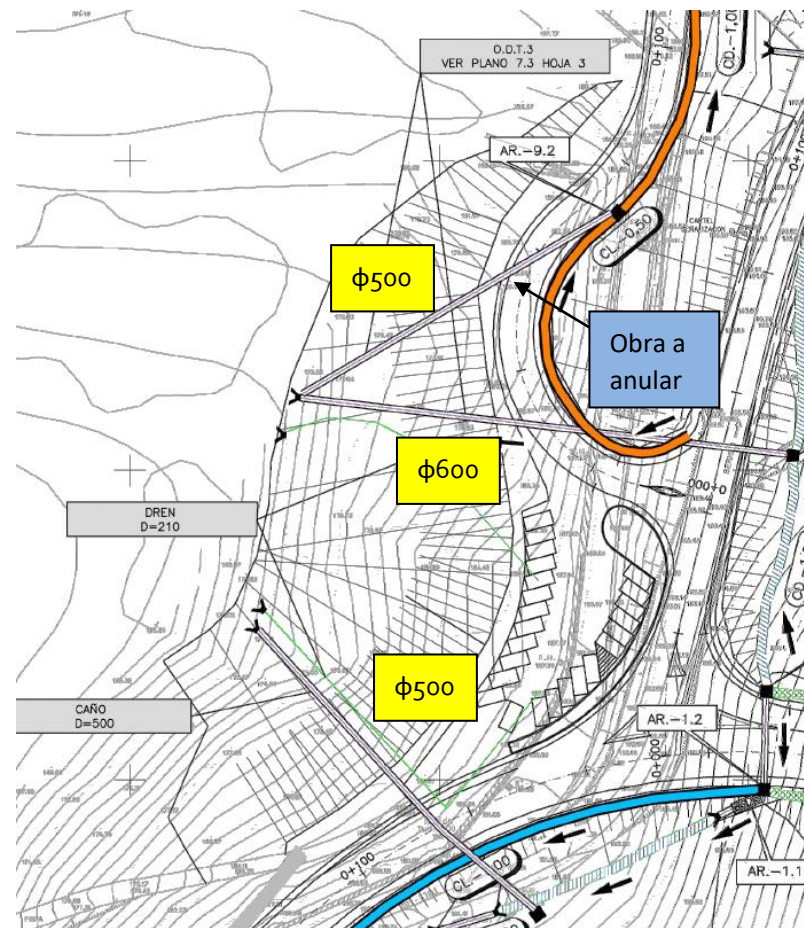


Ramal	Q aportado (T-100) (m3/s)	φ ODT
Acceso Eneperi	0,2	0,6

4 Dimensionamiento de las nuevas Obras de Drenaje Transversal

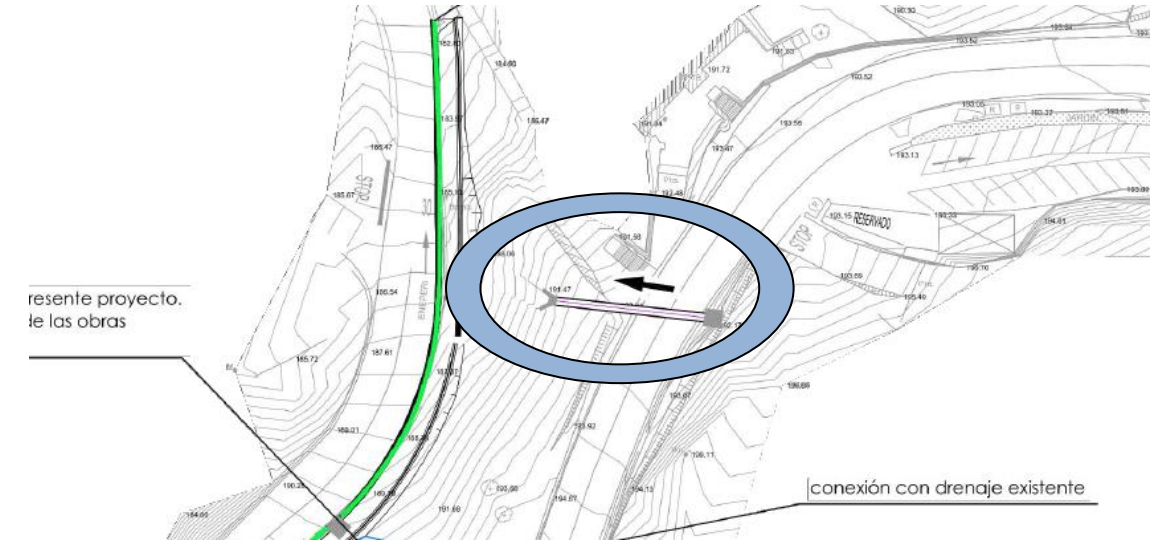
Las obras de drenaje transversal tienen por objeto restituir el curso de los cauces de agua superficial que se vean interrumpidos por la traza, introduciendo las mínimas modificaciones sobre las condiciones originales de dichos cauces, como son las pendientes en alzado y el esviaje.

La nueva plataforma de acceso a Mendebalde, afecta a 3 obras de drenaje transversal existentes, ejecutadas en el proyecto de liquidación.



Una de las ODTs proyectada en el Proyecto de liquidación de $\phi 500$, se anula. ODT que en el presente proyecto se repone bajo el vial del Eneperi y recoge el agua procedente de:

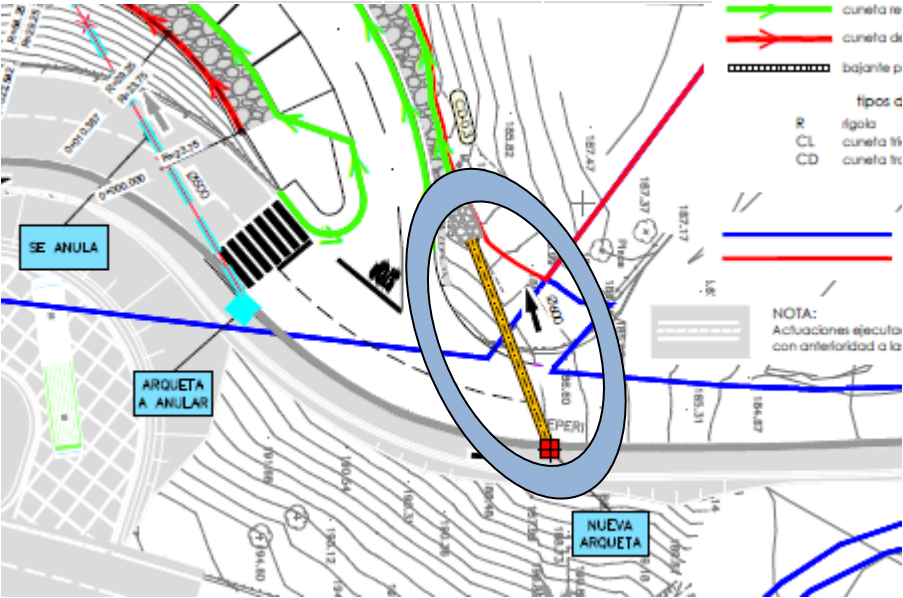
- ODT1 del proyecto de construcción.



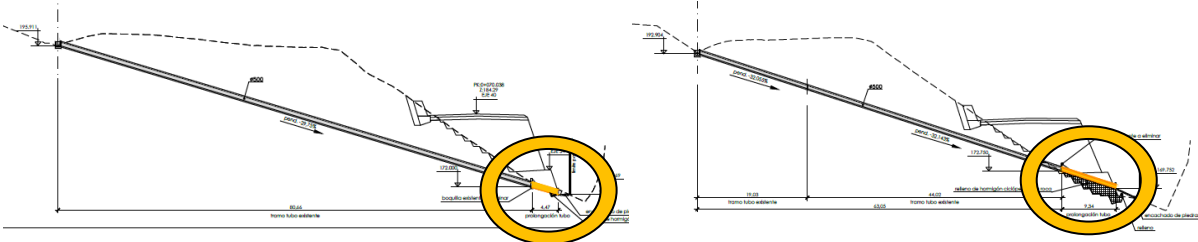
- Isleta resultante entre el acceso a San Juan de Gaztelugatxe y el ramal de acceso al Eneperi.
- Plataforma de acceso al Eneperi

Por tanto el caudal recogido será el que indica en la siguiente tabla justificando así las dimensiones de la nueva ODT proyectada.

Ubicación	Q aportado (m3/s)	Nueva ODT Diámetro (m)
ODT 1	0,19	
Cuenca isleta	0,038	
Ramal Eneperi	0,03	
Total	0,258	0,6



Las otras dos ODT afectadas por la construcción de la nueva plataforma de aparcamiento en Mendebalde se prolongaran respetando la pendiente existente.



5 Drenaje longitudinal

Se trata en este apartado de proyectar adecuadamente los elementos de drenaje superficial a emplear, para ello se han dimensionado los diferentes elementos de drenaje, tanto cunetas como colectores y caños de tal forma que tengan capacidad hidráulica suficiente.

El drenaje superficial comprende:

- La recogida de aguas pluviales o de deshielo procedentes de la plataforma y sus márgenes, mediante caces, cunetas y sus imbornales y sumideros.
- La evacuación de las aguas recogidas, mediante arquetas, a cauces naturales bien, mediante obras de drenaje transversal o canalizaciones a cielo abierto o enterradas.

Los períodos de retorno para el cálculo de los caudales de cálculo de cada uno de los elementos de drenaje son los que siguen:

- 25 años sumideros, cunetas, colectores, caños y obras con sección de desagüe inferior a 0.75 m^2 .
- 100 años para caños, alcantarillas, bajantes escalonadas, tajeas, pontones y obras con sección de desagüe entre 0.75 m^2 y 5 m^2 .
- 250 años para pontones, puentes y obras con sección de desagüe entre 5 m^2 y 50 m^2 .
- 500 años para puentes y obras con sección de desagüe superior a 50 m^2 .

Hay que tener en cuenta que, en el cálculo de los caudales de diseño, se parte de los caudales para los diferentes períodos de retorno de cada una de las cuencas y subcuencas incluidas en el apartado de hidrología.

A continuación, se describe el sistema general de drenaje del tramo estudiado, desarrollando las redes en que se subdivide y todos los elementos que constituyen la solución general. Se entiende como red el conjunto de elementos de drenaje que conducen aguas que comparten el mismo punto final de vertido, pudiendo ser el mismo un cauce natural o una obra de drenaje transversal.

A continuación, se nombran y describen todas las redes y subredes que forman parte del drenaje longitudinal, así como los elementos de drenaje transversal.

5.1.1 Aspectos generales

El drenaje longitudinal consiste en la disposición de los elementos necesarios para:

- Recoger el agua en la plataforma y taludes de desmonte y conducirla hasta el punto de drenaje.
- Encauzar la escorrentía de las áreas adyacentes que inciden en el trazado.

Para el cálculo de los caudales de diseño, se ha utilizado la metodología descrita en los apartados anteriores, en los que se estudian los aspectos hidrológicos.

Todas las cuencas drenadas mediante los elementos de drenaje longitudinal, plataforma y taludes, se consideran cuencas de pequeña superficie.

Existen ciertos condicionantes tenidos en cuenta en el diseño de la red de drenaje longitudinal del tramo estudiado:

- Dimensiones establecidas en el estudio de las secciones tipo (Ver Planos. Secciones Tipo), que limitan las dimensiones de las bermas, cunetas de plataforma, y cunetas en terraplén en la plataforma del tronco.

El drenaje longitudinal se resuelve mediante los siguientes elementos:

- Cunetas de plataforma, en secciones en terraplén.
- No habrá nuevos colectores puesto que no se ha superado la capacidad hidráulica de las cunetas dimensionadas.
- Cuenta de guarda para encauzar el agua que bien de la ladera no interfiera con la nueva plataforma.
- Cuenta trapecial encauzando el agua de la nueva ODT proyectada.

5.1.2 Diseño general de la red de drenaje longitudinal

Dado que el caudal recogido por el drenaje longitudinal y las características de cada sección se asemejan, se dispondrán en todos los casos drenes de plataforma. A continuación, se describen las características generales del drenaje longitudinal:

- Estos cunetas se han dimensionado teniendo en cuenta una limitación de velocidad de 6 m/s , comprobando que fueran capaces de desaguar el caudal.
- Se han dimensionado teniendo en cuenta una limitación de calado.

Según la sección tipo se colocaran diferentes tipos de soluciones como drenaje longitudinal:

- En las secciones donde se ubica el nuevo aparcamiento se dispondrán drenes longitudinales de $0,4 \text{ m}$ de diámetro bajo el pavimento blando-permeable.
- Las cunetas de guarda serán de $0,3 \text{ m}$ de anchura.

5.1.3 Criterios de dimensionamiento

Como ya se ha comentado, el drenaje longitudinal se resuelve mediante drenes de bajo la plataforma del nuevo aparcamiento y cunetas triangulares dispuestos en diferentes posiciones de la sección, según el caso el trazado en planta y alzado del tramo.

Se ha limitado la velocidad a 6 m/s y se ha determinado la cuneta necesaria para que por capacidad no fuera necesario colocar un tubo colector.

5.1.3.1 Cálculo de las cunetas y colectores

Dado que en este caso tanto los drenes como cunetas a colocar son suficientes para el adecuado encauzamiento del agua y su recogida no será necesaria la disposición de nuevos colectores.

5.1.4 Resultados

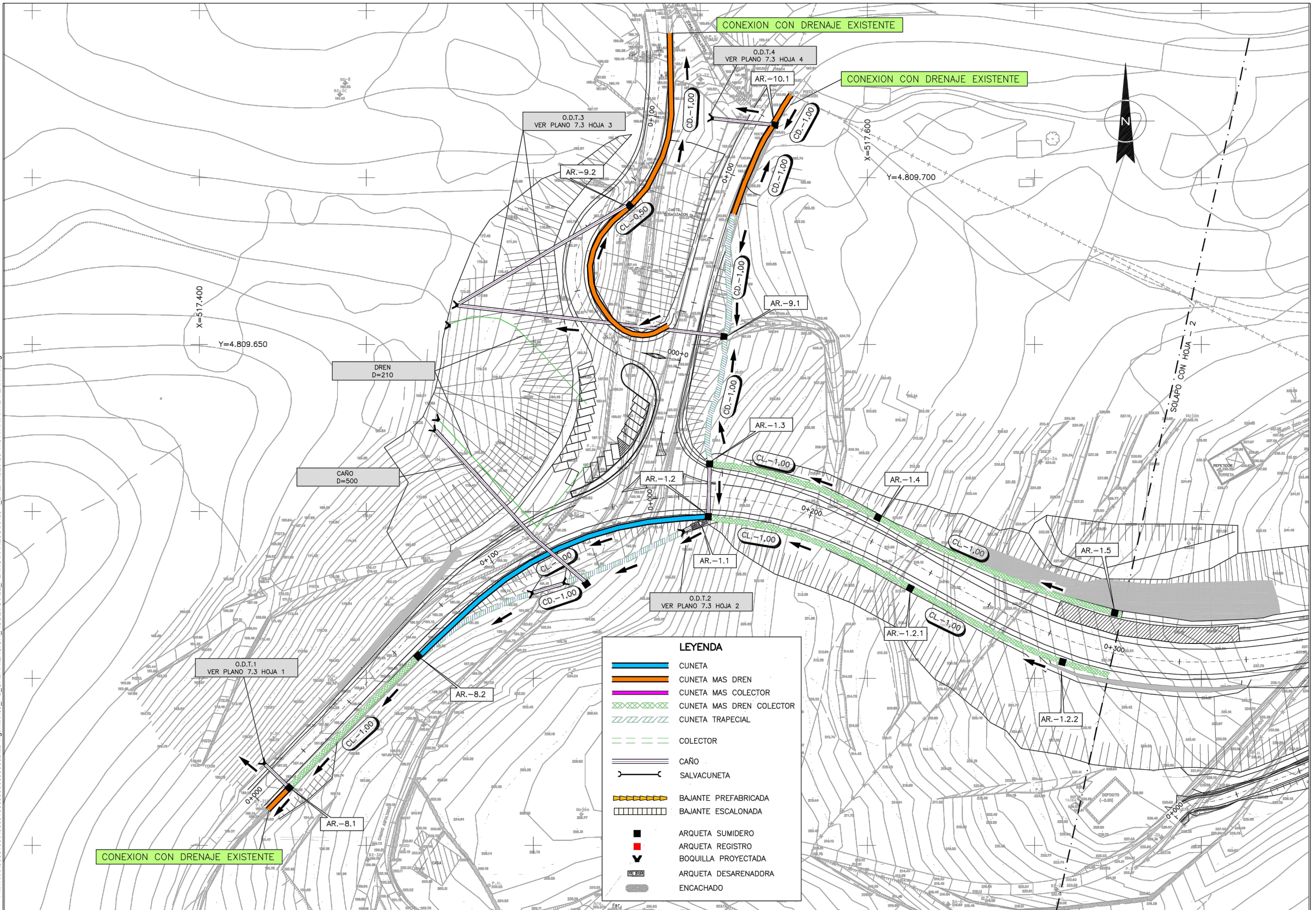
Los cálculos de las redes de drenaje se reflejan en las tablas incluidas en el Apéndice nº 5.2: Cálculos realizados para el Dimensionamiento de Cunetas. Para cada una de las redes dispuestas en la traza, se incluye una tabla con el dimensionamiento de cunetas y cunetones que contiene los siguientes datos:

- Columna 1: identifica el nombre del elemento a calcular.
- Columna 2: indica el punto kilométrico de su proyección al eje de la carretera o ramal del enlace o intersección.
- Columna 3: describe el origen o final del elemento, si es arqueta, sumidero, desagüe, etc.
- Columna 4: indica el tipo de conducto.
- Columna 5: hace referencia a las dimensiones más importantes de la sección.
- Columna 6: indica la longitud del conducto.
- Columna 7: es la pendiente del conducto.
- Columna 8: indica el tiempo de concentración.
- Columnas 9 y 10: indica la superficie de cuenca de aportación propia, para superficie pavimentada y de terreno separadamente.
- Columnas 11 y 12: caudales unitarios para las superficies de aportación.
- Columna 13: caudal de cálculo para cada tramo.
- Columna 14: pendiente crítica (sólo para tramos de colector).
- Columna 15: coeficiente de rugosidad.
- Columna 16: máxima capacidad del conducto.
- Columnas 17, 18, 19 y 20: datos de calado, área, radio hidráulico y velocidad.

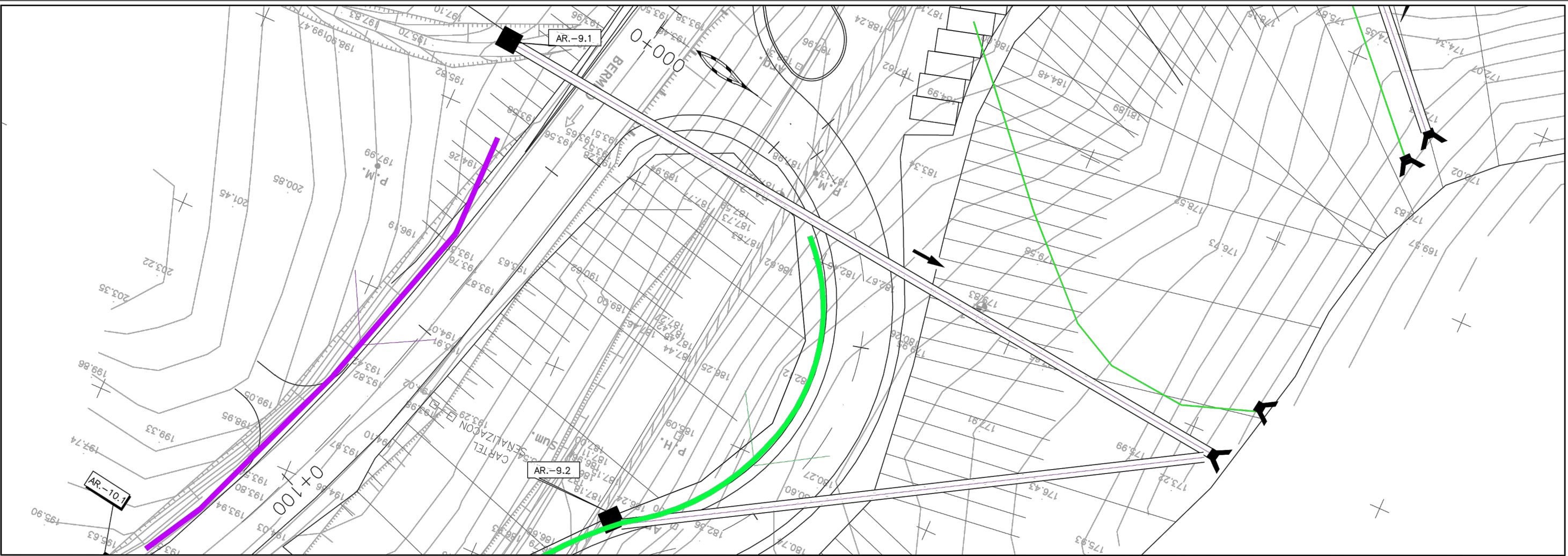
APÉNDICE 5.1

Antecedentes

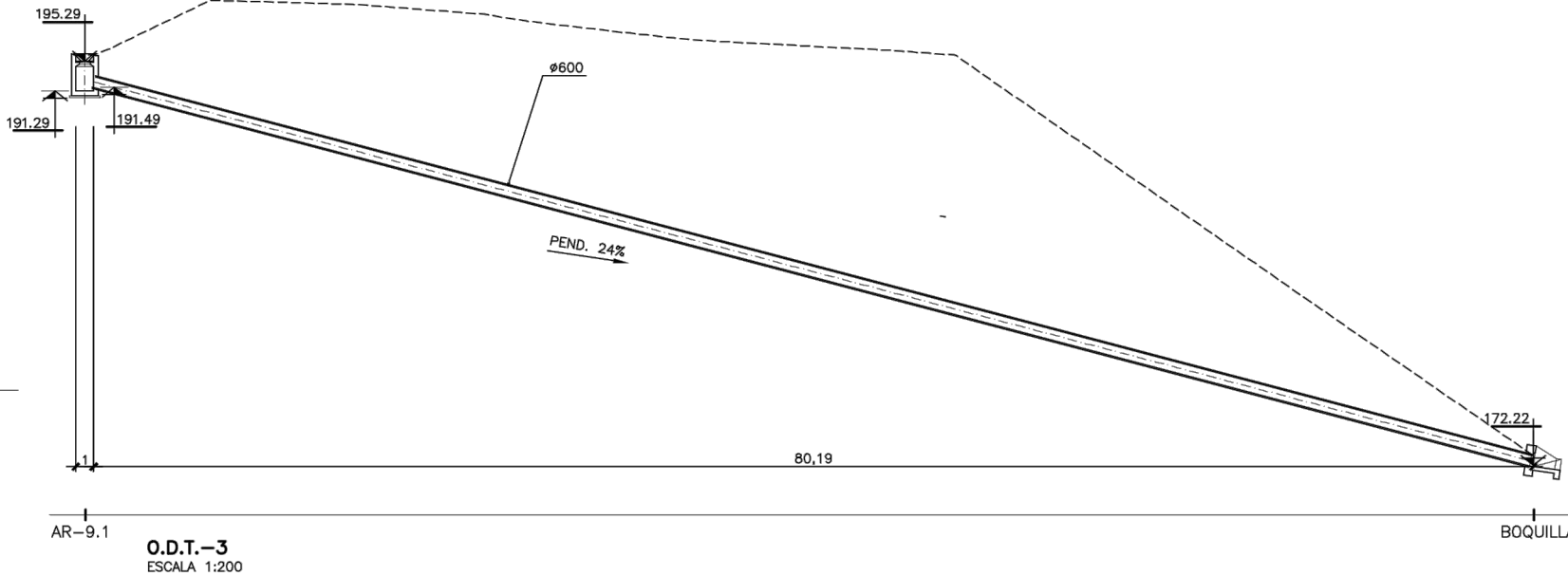
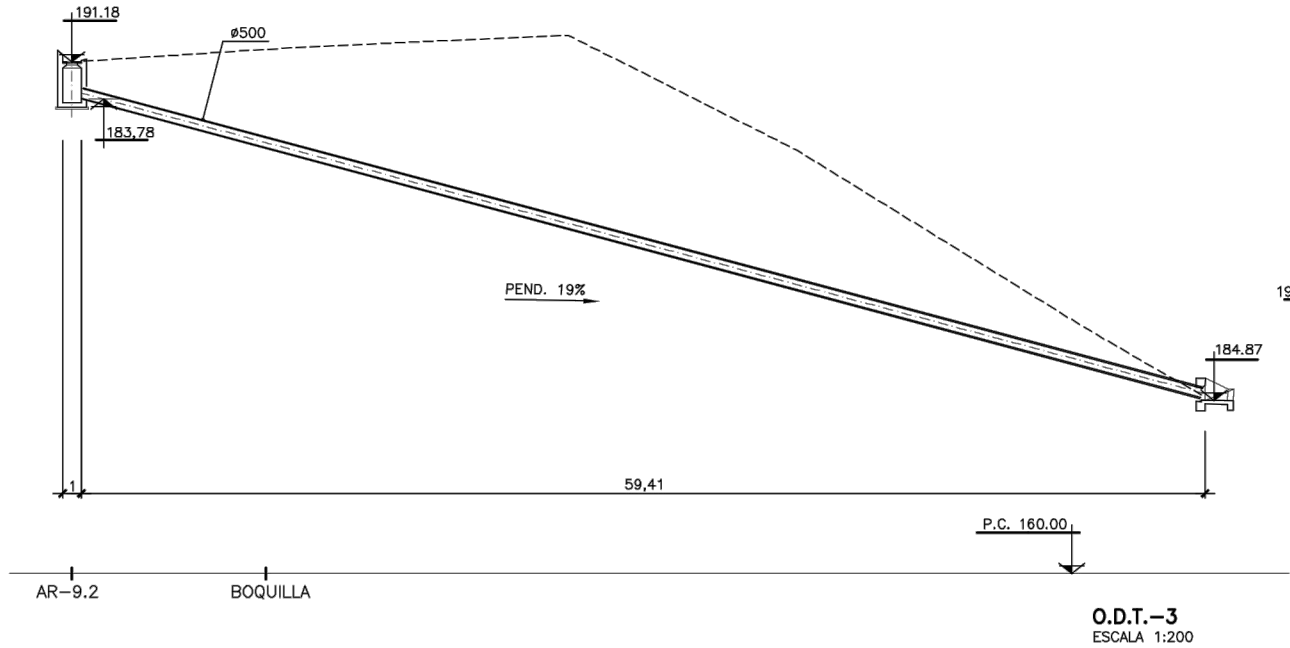
P:\Vivos\X0000100\X00001000000000000000202 Vigentes\05_PC_URBANIZACIÓN ACCESOS\02_PLANOS\ANE.JOS\A05-1_DRENAJE\A05-1\H01\VARIANTE-PLANTA.dwg



P:\Vivos\X00000100\X0000100000000000000002\02 Vígates\05_PC_URBANIZACIÓN ACCESOS\02 PLANOS\A5-1-102\VARIANTE-ODT3.dwg



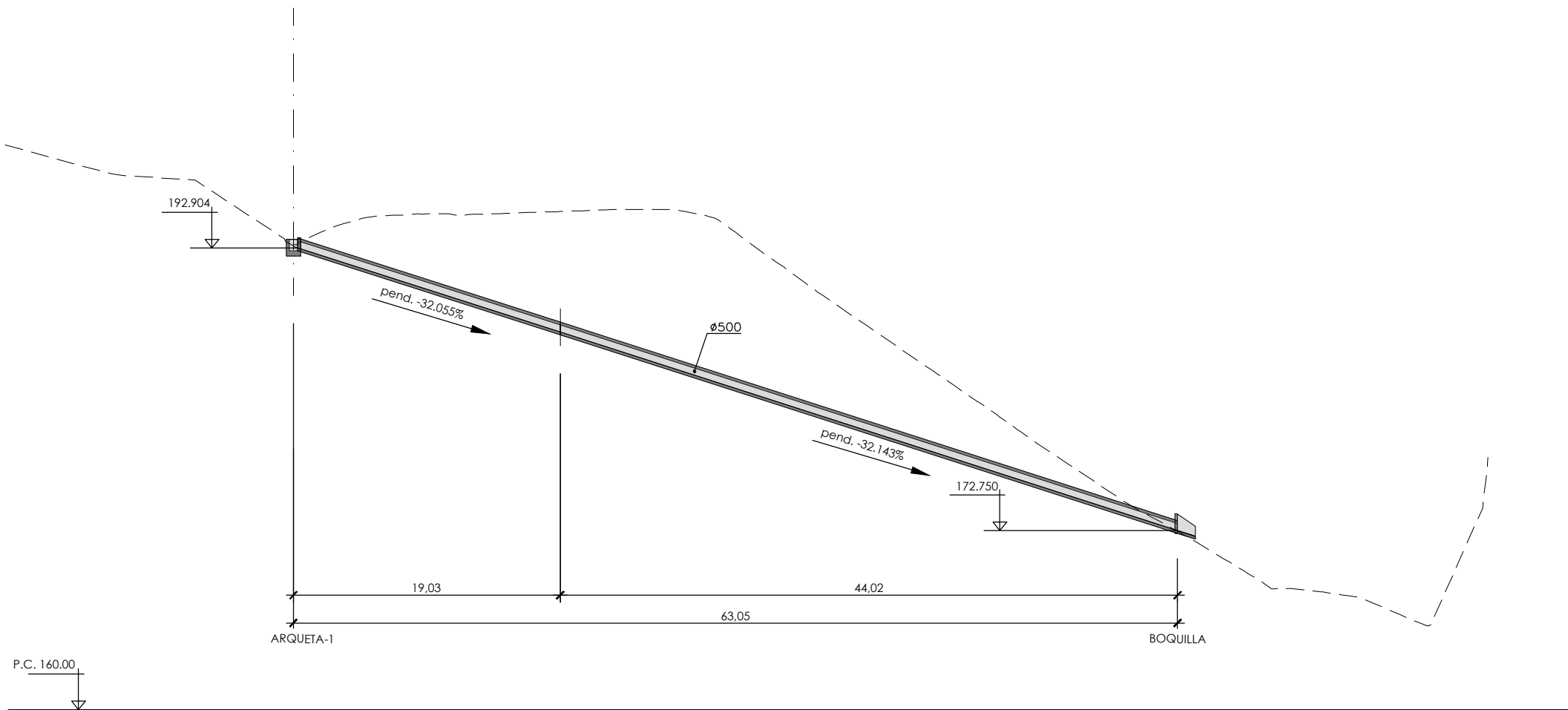
PLANTA
ESCALA 1:200



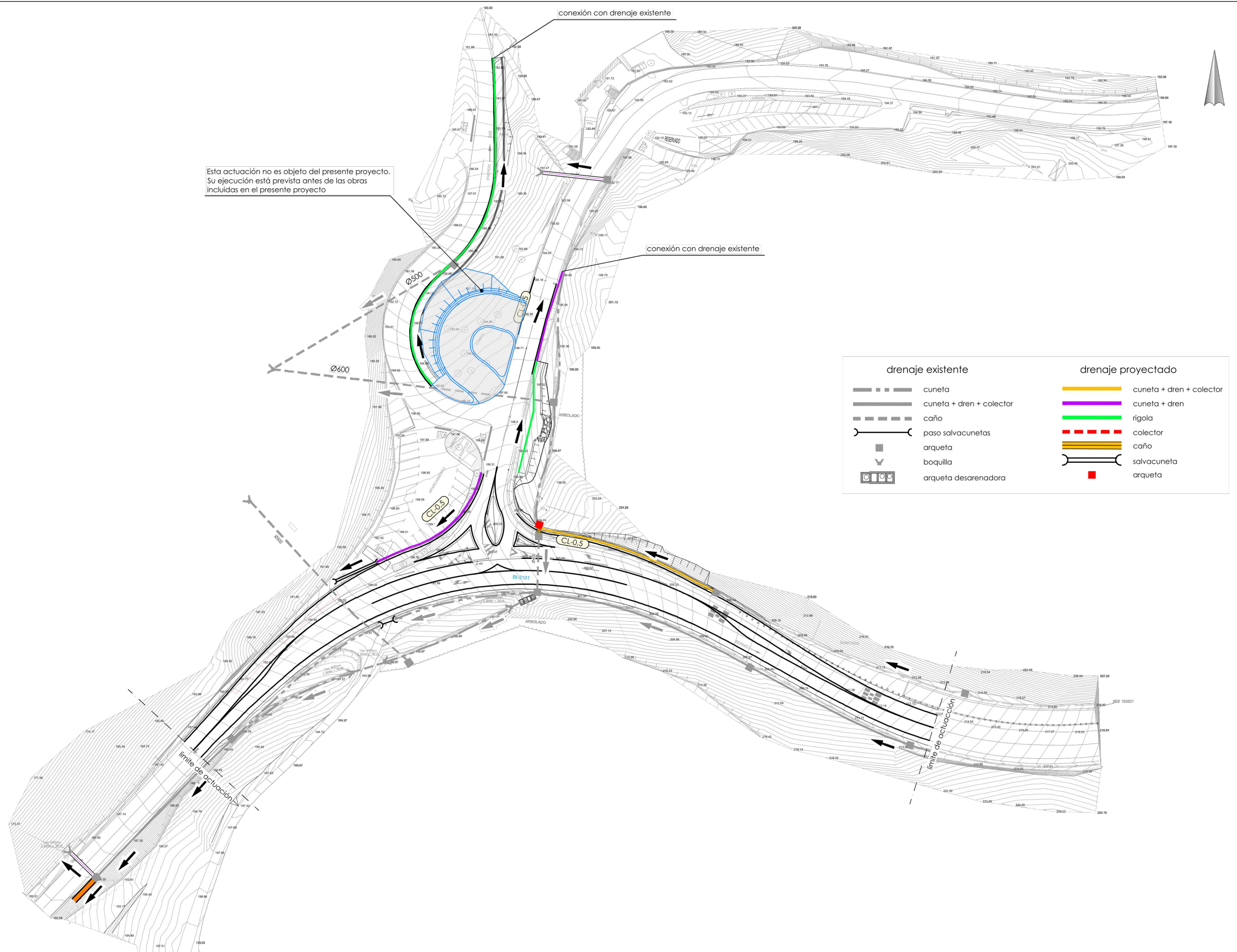
ARQUETA/ BOQUILLA	COTA FONDO	COTA TAPA	COORDENADAS		LONGITUD	Ø TUBO	PTE,	COTA ENTRADA	COTA SALIDA
			X	Y					
AR.-9.1	191.49	195.29	517.557,213	4.809.652,339	80.19	600	24.00%	191.49	172.22
BQ	172.22	---	517.476,670	4.809.661,844	59.41	500	19.00%	183.78	172.22
AR.-9.2	183.78	191.18	517.528,827	4.809.691,458					

P:\vivos\X00000100\X00001000000000000002\02 Vígentes\05_PC_URBANIZACIÓN_ACCESOS\02_PLANOS\ANE.JOS\A05-1\h03\VARIANTE-CAÑO-5.dwg

planta
escala 1:200



caño Ø500
escala 1:200



APÉNDICE 5.2

Cálculos Hidráulicos

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA				CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO					
Número	Progres Km+m	Elemento	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Tiempo concentración	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Area m2	Rh	Velocidad m/s
Acceso Eneperi	0 + 000 0 + 100		Cuneta	3,00	100	1,00	10	900,00	0,00	0,034	0,024	30,525	0,014	39,068	0,137	0,031	0,051	0,980
Cuneta pie terraplen P.Bajo	0 + 000 0 + 125		Cuneta	0,30	125	2,00	10	700,00	375,00	0,034	0,024	289,105	0,014	818,731	0,186	0,125	0,110	2,322

PUNTO DE REFERENCIA			CONDUCTOS DE AGUA							CUENCA APORTACION			CAUDALES APORTADOS			DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO CONDUCTO								NIVELES O COTAS	
Número	Progres Km+m	Elemento	Cota Terreno	Tipo	Dimens. m	Longitud m	Pendiente %	Cotas entrada m	Cotas salida m	Tiempo concen (min)	Calzada m2	Terreno m2	Calzada l/s/m2	Terreno l/s/m2	Total l/s	Pendiente crítica %	Tipo control	Rugosidad	Caudal máximo l/s	Calado m	Velocidad m/s	Pérdidas fricción m	Otras pérdidas m/s	Lámina entrada m	Cota límite admisible m
PARKING MARGEN IZQUIERDA	0 + 000			Dren	0,40	125,00	0,50			10,00	937,50	437,50	0,043	0,030	53,20	0,000	880,53	0,014	3148,50			266,57	3437,37	2125,64	198,50
	0 + 125																								
	0 + 000			Dren	0,40	125,00	0,50			10,00	937,50	0,00	0,043	0,030	40,10	0,000	0,00	0,014	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
	0 + 125																								