Proyecto	Fichero	Fecha	Nº Revisión
PC-BAIX	An12 – Drenaje .docx	10/04/23	4

ANEJO Nº 12 DRENAJE

ÍNDICE

ANEJO Nº 12.- DRENAJE

1.- INTRODUCCIÓN Y CONCLUSIONES DEL ANEJO DE CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA 5

2.- CONDICIONANTES DE DISEÑO 7

2.1.- CRITERIOS DE DISEÑO DEL DRENAJE TRANSVERSAL 8

2.2.- CONDICIONANTES HIDROGEOLÓGICOS 12

2.3.- CONDICIONANTES MEDIOAMBIENTALES.....12

2.4.- OTROS CONDICIONANTES.....13

3.- DRENAJE TRANSVERSAL 14

3.1.- DEFINICIÓN DE CUENCAS 14

3.2.- EMPLAZAMIENTO, DEFINICIÓN Y RELACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL.....14

3.2.1.- PASO INFERIOR (TIPO PÉRGOLA) EN VIAL DE CIRCUNVALACIÓN DEL PROYECTO DEL AYUNTAMIENTO DE MOLINS DE REI 16

3.3.- INVENTARIO DE DRENAJE EXISTENTE.....17

3.3.1.- RELACIÓN DE OBRAS EXISTENTES..... 17

3.3.2.- ANÁLISIS DE SU APROVECHAMIENTO 18

3.4.- DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LAS O.D.T. 19

3.4.1.- METODOLOGÍA 19

3.4.2.- ANÁLISIS DE DAÑOS..... 28

3.4.3.- BADENES 28

3.4.4.- REPOSICIÓN ENCAUZAMIENTO EN RIERA FONDA (RAMAL 1 ACTUACIÓN B) 29

3.4.5.- CANAL EN CAMINO 3 DE LA ACTUACIÓN C..... 29

3.4.6.- CANAL DE LA AUTOPISTA EN RAMAL 4 DE LA ACTUACIÓN E 30

3.4.7.- ALINEACIÓN DE ESTRUCTURAS DE PUENTES..... 31

3.4.8.- NIVELES DE INUNDACIÓN. COMPROBACIÓN DE ESTRUCTURAS SOBRE EL RÍO LLOBREGAT. 32

3.4.9.- CÁLCULO DE LA SOCAVACIÓN EN EL CAUCE DE LOS PUENTES SOBRE EL RÍO LLOBREGAT Y MANTO DE ESCOLLERAS EN PILAS..... 40

3.4.9.1.- Metodologías de Cálculo de Socavación Generalizada.....40

3.4.9.2.- Metodologías de Cálculo de Socavación Local en Pilas.....42

3.4.9.3.- Metodología de Cálculo del Manto De Escollera.....45

3.4.9.4.- Resultados Estructura Ramal 0 (Actuación B) sobre el río Llobregat 47

3.4.9.5.- Resultados Estructura duplicación del puente en arco metálico (Actuación E) sobre el río Llobregat.....51

4.- DRENAJE LONGITUDINAL..... 56

4.1.- DETERMINACIÓN DE CAUDALES..... 56

4.2.- CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL. 60

5.- DRENAJE PROFUNDO..... 71

5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES. 71

5.2.- ESTIMACIÓN DE CAUDALES 72

5.3.- CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE PROFUNDO 74

5.4.- SITUACIÓN DE ARQUETAS Y DESAGÜES DE DRENAJE PROFUNDO..... 75

6.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES 76

APÉNDICES..... 79

APÉNDICE Nº 1: INVENTARIO DE LAS OBRAS EXISTENTES. DEFINICIÓN Y DETALLES..... 81

APÉNDICE Nº 2: MODELIZACIÓN HIDRÁULICA HEC-RAS (CAUCE RÍO LLOBREGAT).....132

APÉNDICE Nº 3: PLANOS DE NIVELES DE INUNDACIÓN (MODELIZACIÓN HIDRÁULICA HEC-RAS).....240

APÉNDICE Nº 4: CAUDALES DE APORTACIÓN DE LAS CUENCAS, OBTENIDOS EN EL ANEJO DE CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA 245

APÉNDICE Nº 5: CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS ODT PROYECTADAS. CURVAS CARACTERÍSTICAS (Q,HE).....249

APÉNDICE Nº 6: CAUDALES DE APORTACIÓN A LAS CUNETAS 259

APÉNDICE Nº 7: COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS CUNETAS 265

APÉNDICE Nº 8: COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS CACES 271

APÉNDICE Nº 9: LISTADO EN DISPOSICIÓN DE BORDILLOS.....279

APÉNDICE Nº 10: SITUACIÓN DE BAJANTES (TIPO B-1).....283

APÉNDICE Nº 11: RELACIÓN DE DESAGÜES DE DRENAJE LONGITUDINAL Y COMPROBACIÓN DE SU CAPACIDAD HIDRÁULICA 287

APÉNDICE Nº 12: TRAMIFICACIÓN DEL DRENAJE PROFUNDO. ARQUETAS REGISTRO DEL DRENAJE PROFUNDO.....291

APÉNDICE Nº 13: CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....295

APÉNDICE Nº 14: METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL PROGRAMA HY-8 336

APÉNDICE Nº 15: Plano de planta y perfil (ODT Vial de Circunvalación. royecto de Ayto. Molins de Rei) 342

1.-INTRODUCCIÓN Y CONCLUSIONES DEL ANEJO DE CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

El objetivo de este anejo es la definición y dimensionamiento de los elementos de drenaje transversal, longitudinal y profundo necesarios para evacuar las aportaciones de las cuencas que son interceptadas por la traza y las de la propia plataforma de las actuaciones, así como el desagüe de los puntos bajos y conexiones entre ramales de enlace.

A continuación, se resumen los conceptos y valores obtenidos en el Anejo nº 4 de Climatología e Hidrología que son necesarios para su aplicación a los cálculos del Drenaje.

Los aspectos fundamentales que se han de tener en cuenta son:

- Los periodos de retorno a emplear.
- Los valores de la precipitación máxima en 24 horas, Pd, para cada periodo de retorno.
- La definición de las cuencas.
- Como resumen, los caudales de aportación de las cuencas naturales a la traza.

De acuerdo con lo expuesto en el Anejo nº 4 de Climatología e Hidrología, la asignación de la precipitación sobre cada cuenca se realiza para los periodos de retorno que se especifican a continuación:

Tipo de Obra	Período de Retorno
Obras de Drenaje Longitudinal	25 años
Obras de Drenaje Transversal (ODT)	500 años
Río Llobregat	500 años

En cuanto al segundo aspecto, en el Apartado 4 del Anejo de Climatología e Hidrología se ha obtenido el valor de la precipitación máxima diaria Pd a aplicar en las distintas cuencas según tres procedimientos: la función de ajuste a partir de las series de la Agencia Estatal de Meteorología, el Mapa de Isolíneas del Ministerio de Fomento y el Mapa de precipitaciones máximas diarias del Servicio Meteorológico de Cataluña (METEOCAT), escogiéndose los valores obtenidos por este último método, dado que la Agencia Catalana del Agua (A.C.A.) propone un metodología adaptada a su territorio.

Empleando los “Mapes de precipitació màxima diària esperada a Catalunya per a diferents períodes de retorn”, se exponen a continuación en el siguiente cuadro las precipitaciones Pd utilizadas para cada cuenca en el método de cálculo de caudales de la Guía Técnica “Recomanacions tècniques per als estudis d’inundabilitat d’ambit local” de la Agencia Catalana del Agua (A.C.A.).

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (A.C.A.)

CUENCA	Pd (500 años)	Pd (100 años)	Pd (25 años)	Pd (10 años)
1	**207.1**	**169.1**	**137.1**	**115.1**
2, 3 y 4	**207.0**	**169.0**	**137.0**	**115.0**
5	**201.8**	**164.6**	**133.0**	**111.4**
6	**202.1**	**165.3**	**133.3**	**111.9**
7	**207.0**	**169.0**	**137.0**	**115.0**

Se aplicarán dichos valores para el estudio de las obras de drenaje transversal, aplicando a cada cuenca el valor de la precipitación máxima diaria correspondiente.

Para el cálculo de los caudales de aportación de la plataforma a considerar en el diseño del drenaje longitudinal se va a seguir el método propuesto en la Norma 5.2-I.C, ya que la Agencia Catalana del Agua no es competente en el diseño del drenaje longitudinal de la infraestructura proyectada. Por tanto, para dicho diseño, se empleará el valor más conservador de Pd (para T= 25 años) entre los obtenidos en los dos pluviómetros cuyas áreas de influencia contienen las cuencas secundarias de aportación a los dispositivos de drenaje longitudinal de las actuaciones proyectadas, que son la Palma de Cervelló y Corbera de Llobregat. Se adopta, por tanto, como valor de Pd el indicado en el apartado 4 del Anejo de Climatología e Hidrología en la estación pluviométrica de Corbera de Llobregat, Pd=161,1 mm (para T= 25 años), resultante del ajuste de las series históricas de las estaciones de aforo. Este valor está del lado de la seguridad respecto al calculado en dicha estación mediante el programa del Servicio Meteorológico de Cataluña “Mapes de precipitació màxima diària esperada a Catalunya per a diferents períodes de retorn”, de valor Pd=138 mm.

Con respecto a la definición de las cuencas, además de la existencia de los puntos bajos del terreno natural se ha tenido en cuenta la incidencia del perfil longitudinal de los ramales de enlace. Se han desagregado las cuencas, individualizando la aportación del terreno a cada tramo continuo de cuneta de desmonte y de pie o

coronación de talud. De esta forma se puede establecer el caudal de diseño de cada una, a sumar al procedente de la plataforma.

En el Apéndice 7 del Anejo de Climatología e Hidrología se han representado las cuencas a escala 1:50.000 y 1:10.000; y en los planos de Planta de Drenaje del Documento nº 2 Planos se ha reflejado el cierre de dichas cuencas sobre la cartografía a escala 1:1.000.

El último aspecto, el de los caudales de cálculo, es el de mayor de interés para el dimensionamiento del drenaje. En el Anejo de Climatología e Hidrología se han calculado los caudales de aportación de las cuencas vertientes para los periodos de retorno de 500, 100 y 25 años por el método de la Norma 5.2-I.C. y por el método de la Guía Técnica “Recomanacions tècniques per als estudis d’inundabilitat d’ambit local” (Agència Catalana de l’Aigua).

Tal como se indica en la carta de contestación de la A.C.A., tanto los caudales de avenida como el diseño de las obras de drenaje transversal se han de ajustar a las recomendaciones propuestas por la Guía Técnica de la A.C.A. Es por ello que para el cálculo del drenaje transversal se escogen los resultados de caudales obtenidos por dicho procedimiento.

Se aportan en el **Apéndice Nº 4** los cuadros de cálculo, en los cuales se indican según método, período de retorno y cuenca los valores de caudales de aportación.

A continuación, se incluye un cuadro resumen con los caudales de diseño a considerar en el dimensionamiento de las obras de Drenaje transversal para los distintos periodos de retorno:

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS

CUENCA NÚMERO	DENOMINACIÓN	LONG. (Km)	COTA CABECERA CUENCA	COTA INFERIOR CUENCA	DESNIVEL (m)	PEND: tanto por uno	Área (Km2)	ACA Po S(III) (mm)	Método Racional (ACA) Q 500 años	Q 100 años	Q 25 años
1	-	0.90	111.6	27.8	83.8	0.0927	0.2660	3.5	22.185	17.792	14.071
1-1	-	0.15	29.7	25.2	4.5	0.0297	0.0067	2.5	0.975	0.787	0.629
2	Riera Fonda	2.30	266.1	23.1	243.0	0.1057	1.4026	13.0	57.032	42.713	31.105
2-1	-	0.28	28.7	25.8	2.9	0.0104	0.0198	10.0	1.486	1.135	0.846
2-2	-	0.19	103.4	47.7	55.7	0.2932	0.0142	18.2	0.654	0.476	0.336
2-3	-	0.02	27.6	26.3	1.2	0.0615	0.0004	2.2	0.029	0.023	0.019
2-4	-	0.07	27.6	26.3	1.2	0.0176	0.0010	2.2	0.072	0.058	0.046
2-5	-	0.12	26.8	25.8	0.9	0.0077	0.0024	2.2	0.172	0.139	0.112
2-6	-	0.09	28.7	25.8	2.8	0.0313	0.0018	2.2	0.129	0.105	0.084
3	Riera de Manyá	1.73	101.1	24.7	76.4	0.0442	0.5489	8.4	26.315	20.334	15.357
3-1	-	0.23	28.4	23.6	4.8	0.0207	0.0089	2.2	0.563	0.455	0.364
4	-	0.03	25.8	24.8	0.9	0.0317	0.0024	2.2	0.176	0.142	0.114
5	Riera de Torrelles	12.70	563.0	18.7	544.3	0.0429	22.5723	20.7	270.983	192.139	130.797
5-1	-	0.30	22.4	19.9	2.5	0.0084	0.0201	12.0	0.785	0.590	0.430
5-2	-	1.62	121.7	19.7	102.0	0.0629	0.8315	4.8	50.045	39.652	30.795
6	Riera de Vallvidrera	14.75	578.0	25.2	552.8	0.0375	24.0262	22.2	162.195	114.684	77.090
6-1	-	0.12	44.7	26.7	18.0	0.1500	0.0130	2.2	1.664	1.349	1.073
6-2	-	0.05	44.7	26.6	18.1	0.3549	0.0018	2.2	0.123	0.100	0.080
6-3	-	0.17	44.7	24.5	20.2	0.1189	0.0139	2.2	1.600	1.297	1.032
7	-	1.10	27.7	21.1	6.6	0.0060	0.2903	7.3	14.919	11.621	8.862

NOTA: La subcuenca 5-2 incluye a la subcuenca 5-1

2.- CONDICIONANTES DE DISEÑO

En el **Apéndice Nº 3 a 5 del** ANEJO Nº 5.de Climatología e Hidrología se incluye un escrito de la Agencia Catalana del Agua (A.C.A.) con las recomendaciones generales de diseño a aplicar en el proyecto. Dicho escrito hace referencia a toda la documentación que se debe tener en cuenta desde el punto de vista de diseño y ambiental en relación con las aguas superficiales y subterráneas afectadas por las obras.

Documentación a tener en cuenta según los criterios de la A.C.A.

- Caudales de avenida y delimitaciones de zonas inundables:

Hasta ahora, se han realizado por parte de la Administración Hidráulica, los siguientes estudios relacionados con la Planificación de los Espacios Fluviales susceptibles de ser afectados por el nuevo proyecto:

1. Delimitación de zonas inundables para la redacción de l'INUNCAT (Plan especial de emergencias para inundaciones en Cataluña).

Este Plan está destinado a la planificación de protección civil ante el riesgo de inundaciones, incluye medidas de protección contra inundaciones e implica que, previa ejecución del mismo, se debe disponer de una zonificación del riesgo de inundación en función de la frecuencia (zonas inundables con diferente periodo de retorno).

2. Planificación de los espacios fluviales (PEF).

La Agencia Catalana del Agua está desarrollando un programa de estudios multidisciplinares llamados PEF (Planificación de Ios Espacios Fluviales) en diferentes escenarios de las cuencas catalanas.

El ámbito de actuación del presente proyecto se sitúa dentro de la Planificación de los espacios fluviales de las cuencas del Baix Llobregat y l'Anola, por lo que ésta es la base para informar de las afecciones al dominio público hidráulico y la zona de policía de las obras propuestas. En este sentido, "*tanto los caudales de avenida como la zonificación del espacio fluvial previstos por esta Agencia son los que deberán tenerse en cuenta a la hora de proyectar cualquier infraestructura".*

En caso de que las obras de referencia no se sitúen en el ámbito de una Planificación de los Espacios Fluviales (PEF), se podrán usar como referencia los caudales y las zonas inundables definidas en el resto de trabajos realizados por esta Agencia, y se deberán actualizar con las últimas recomendaciones de la Agencia recogidas en el documento "RECOMANACIONS TÉCNIQUES PER ALS ESTUDIS D'INUNDABILITAT D'ÀMBIT LOCAL", que pueden consultarse en la página web **http://aca-web.gencat.cat/aca**: Inici> L'Agencia> Publicacions i Documentació. (En la actualidad la página es **http://aca.gencat.cat/ca/laca/publicacions/guies-i-manuals/**).

- Documentación a aportar en caso de que las obras de referencia afecten a masas de agua subterránea:

En caso de que la masa de agua subterránea incluya acuíferos clasificados o en aquellos casos donde pueda haber afecciones a terceros o afecciones medioambientales se deberá de aportar a esta Agencia la documentación especificada 'en l'annex 3 de la guía técnlca " RECOMANACIONS TÉCNIQUES PER AL DISSENY D'INFRAESTRUCTURES QUE INTERFEREIXEN AMB L'ESPAI FLUVIAL". En concreto, se deberá tener en cuenta el Edicto de 3 de marzo de 2004, por el que se da publicidad al Acuerdo de 26 de febrero de 2004 del Consejo de Administración de la ACA, que incluye las prescripciones técnicas aplicables a la autorización de trabajos dentro de las normas de explotación de los acuíferos de La Vall Baixa y del Delta del Llobregat, la Cubeta de Sant Andreu y la Cubeta d'Abrera.

Conviene destacar que existe un listado que incluye los acuíferos más destacados y datos asociados a la calidad y cantidad del agua subterránea, que puede consultarse en la página web **http://aca-web.gencat.cat/aca**: Inici>L'Aigua' i el Medi > Aigües Subterrànies. (En la actualidad la página es **http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/publicacions/espais_fluvials/inundabilitat/aca_recomanacions_tecniques_disseny_infraestructures_v1.pdf/**).

- Documentos de análisis de presiones, impactos y evaluación del riesgo de Incumplimiento de los objetivos de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA 2000/60/CE) en Cataluña:

El documento IMPRESS integra una caracterización y definición de las masas de agua y en él se evalúa el riesgo de incumplimiento de los objetivos de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA 2000/60/CE) de las cuencas internas de Cataluña y de la parte catalana de las cuencas intercomunitarias del Ebro. El citado documento puede consultarse en la página web **http://aca-web.gencat.cat/aca**: Inici> Planificació> Implantació de la DMA. (En la actualidad la página es **http://aca.gencat.cat/ca/plans-i-programes/pla-de-gestio/2on-cicle-de-planificacio-2016-2021/document-impress**).

- Recomendaciones para la evaluación del estado ecológico de las aguas epicontinentales:

Los datos asociados a los protocolos de muestreo y a la aplicación de medidas para evaluar el estado ecológico de las aguas epicontinentales se puede-consultar la

página web **http://aca-web.gencat.cat/aca**: Inici> Planificació> Implantació de la DMA. (En la actualidad la página es **http://aca.gencat.cat/ca/**).

Diseño de las obras de drenaje transversal:

Las estructuras proyectadas para dar continuidad a los cursos naturales existentes deberán ajustarse a las recomendaciones que figuran en el documento "RECOMANACIONS TECNIQUES PER AL DISSENY D'INFRAESTRUCTURES QUE INTERFEREIXEN AMB L'ESPAI FLUVIAL", que se pueden consultar en la página web **http://aca-web.gencat.cat/aca**: Inici> La Agencia> Publicacions i Documentació. (En la actualidad la página es **http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/publicacions/espais_fluvials/inundabilitat/aca_recomanacions_tecniques_disseny_infraestructures_v1.pdf/**)

- Diseño de las protecciones frente a fenómenos de erosión:

En los cálculos de erosión y en el dimensionamiento de protección pueden servir como referencia las fórmulas y ábacos incluidos en el documento "CONTROL DE LA EROSIÓN FLUVIAL EN PUENTES " del MFOM.

2.1.- CRITERIOS DE DISEÑO DEL DRENAJE TRANSVERSAL

Se realiza a continuación una síntesis de los criterios establecidos en las "RECOMANACIONS TECNIQUES PER AL DISSENY D'INFRAESTRUCTURES QUE INTERFEREIXEN AMB L'ESPAI FLUVIAL", que es la documentación específica indicada a aplicar en el presente Anejo.

Criterios de cálculo hidráulico:

- Caudal de diseño:

- periodo de retorno de 500 años (infraestructuras con carácter permanente)

- periodo de retorno de 25 años (infraestructuras con carácter temporal)

Condicionantes en función del caudal:

- Para $Q_{500} \geq 200$ m^3/s o zona con riesgo de daños catastróficos

Para infraestructuras de nueva construcción, en general, la sobreelevación de la lámina de agua provocada por ésta deberá ser menor de 0,3 m respecto al estado actual sin la infraestructura a proyectar o modificar, para la avenida de 500 años de periodo de retorno.

Para obras ya existentes afectadas por el proyecto (ampliaciones de tablero de puentes, prolongación de obras de drenaje transversal, etc.), esta sobreelevación, en general deberá ser menor de 0,5 m respecto a la situación sin la obra existente.

El resguardo libre mínimo entre el máximo nivel de la lámina de agua en el interior de la obra y la clave de la misma deberá ser superior a 1 m para la avenida de 500 años y se comprobará que la línea de energía no toca la clave de la obra. Este resguardo libre mínimo deberá mantenerse en una longitud igual a la anchura de la sección del cauce por donde pasa la mayor parte del caudal y centrada con ésta.

- Para 200 m^3/s > $Q_{500} \geq$ 50 m^3/s y zonas sin riesgo de daños catastróficos

La sobreelevación para la avenida de 500 años de periodo de retorno deberá ser menor de 0,3 m sobre el nivel actual sin la infraestructura a proyectar o modificar, como regla general.

En el caso de obras de paso, el resguardo libre mínimo entre el máximo nivel de la lámina de agua en el interior de la obra y la clave de la misma, para la avenida de 500 años, será superior a 0,5 m y se comprobará que la línea de energía no toca la clave de la obra. Este resguardo libre mínimo deberá mantenerse en una longitud igual a la anchura de la sección del cauce por donde pasa la mayor parte del caudal y centrada con ésta.

- Para 50 m^3/s > $Q_{500} \geq$ 7,5 m^3/s y zonas sin riesgo de daños catastróficos

Para el análisis del comportamiento hidráulico en el entorno de la obra se podrá utilizar la metodología que se expone en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC, aunque cuando el régimen hidráulico es rápido proporciona resultados más conservadores que usando un modelo en régimen gradualmente variado. En cualquier caso, es necesario estudiar y justificar los parámetros y las consideraciones utilizadas en el cálculo.

La sobreelevación para la avenida asociada a 500 años de periodo de retorno deberá ser menor de 0,3 m sobre el nivel actual, como regla general.

- Para $Q_{500} \leq$ 7,5 m^3/s y zonas sin riesgo de daños catastróficos

En general no será estrictamente necesario un análisis hidráulico de las condiciones iniciales del cauce natural, sin embargo, se deberá justificar que la sobreelevación del agua provocada por la nueva infraestructura o por la modificación propuesta para la infraestructura existente no afecta a terceros.

Para todos los casos indicados:

Si por las razones que sean esta sobreelevación sobrepasa el límite de 0,30 m establecido, se deberá justificar debidamente la ausencia de afecciones a terceros o bien habrá que prever medidas para evitar la inundación que se puede provocar, por ejemplo, mediante la construcción de una pequeña mota o aumentando la anchura libre de la infraestructura proyectada.

Para modificaciones de infraestructuras existentes esta sobreelevación deberá ser, en general, menor de 0,5 m respecto a la situación sin la obra existente.

Cuando la infraestructura a implantar o existente a modificar se sitúe en zonas inundables para la avenida de 500 años de periodo de retorno en las condiciones actuales, es decir, con afecciones claras a terceros, la sobreelevación como consecuencia de la nueva obra o de la modificación deberá ser nula. En este caso, si se proyectan las actuaciones necesarias para resolver la inundabilidad que afecta a terceros para 500 años de periodo de retorno se podrá aplicar el criterio general de 0,30 m de elevación respecto a la situación sin problemas de inundación para terceros.

• Ancho libre

El diseño de cualquier infraestructura que da continuidad a un curso fluvial deberá tener una luz libre mínima entre estribos que respete la continuidad del Sistema Hídrico (la anchura libre necesaria puede considerarse como la ocupada por la avenida de 100 años de periodo de retorno donde el flujo tiene una velocidad igual o superior a 0,5 m/s)

En el caso de puentes y viaductos con pilas intermedias, además de respetar la anchura libre necesaria por parte de los estribos, esta limitación equivale a la no ocupación de esta anchura por parte de las pilas. Dada la dificultad constructiva que puede representar en algunos casos respetar esta condición, en los casos en que esto no sea posible será necesario justificarlo suficientemente. En cualquier caso, la distribución de las pilas deberá perseguir el máximo respeto posible a aquel ancho y evitar el emplazamiento de las mismas en puntos con riesgo de padecer problemas de erosión o desprendimiento (taludes muy verticales, ...), o bien que dé lugar a colcha de anchura pequeña entre pila y estribo, creando zonas de turbulencias.

En todo caso, si se justifica que no es posible respetar la anchura libre necesaria, y si ésta superara los 45 m, en general se aceptarán separaciones mínimas entre pilas de 45 m, que medidas sobre la proyección en planta de éstas en la perpendicular al flujo resulten como mínimo de 35 m.

• Diseño de las Infraestructuras:

- Diseño de puentes y viaductos

- ✓ Los pilares de sustentación de las obras de fábrica tendrán en su paramento de aguas arriba formas hidrodinámicas, con el objetivo de evitar la acumulación de materiales flotantes, y se situarán en el sentido de las corrientes de agua.
- ✓ Las cotas de cimentación de los pilares y estribos estarán justificadas de acuerdo con la geotecnia y los cálculos de erosión, transitoria y a largo plazo, local y general, en el cauce.
- ✓ Los pilares y estribos se protegerán adecuadamente ante las erosiones, justificándose el dimensionamiento de estas protecciones. Estas protecciones en ningún caso supondrán una disminución de la sección efectiva de desagüe y, en general, no tienen por qué extenderse por todo el lecho del cauce.
- ✓ Para los casos en los que el cauce de un curso fluvial no tenga suficiente capacidad para una avenida de 500 años de periodo de retorno, y se produzca una inundación de los terrenos colindantes, habrá que hacer un análisis del efecto de los terraplenes de aproximación a la estructura en la inundabilidad de la zona, especialmente en zonas muy llanas. En los casos en que intercepte la inundación, el criterio a adoptar es el de garantizar la permeabilidad de los terraplenes mediante la colocación de tubos o arcos.

  Esta medida debe permitir reducir la sobreelevación que pueden provocar hacia aguas arriba estos terraplenes y, por tanto, evitar un aumento de la superficie inundable. Dado que la velocidad del agua en las llanuras de inundación es pequeña, estas obras de paso sólo deben cumplir las dimensiones mínimas exigidas a las obras de drenaje menor por cuestiones de mantenimiento.
- ✓ Para los casos en que un curso de agua se encuentre constreñido en zona urbana o haya un encauzamiento hecho por la administración hidráulica, en ambos casos con capacidad insuficiente para la avenida asociada a 500 años de periodo de retorno y sin posibilidad razonable de ampliación, el diseño de un puente o viaducto de nueva construcción deberá permitir una capacidad de desagüe superior a la del curso de agua o del encauzamiento existente.
- ✓ Para los casos en los que el cauce de un curso fluvial no tenga suficiente capacidad para una avenida de 500 años de periodo de retorno y haya previsión de iniciar o de ampliar el encauzamiento existente (por ejemplo, en zonas urbanas), el emplazamiento de los estribos de un puente o viaducto de nueva construcción deberá prever este posible encauzamiento.

• Diseño de obras de drenaje menores

- ✓ Todas las obras de drenaje menores deben ser visitables y deben permitir el acceso y salida de la maquinaria adecuada para la limpieza. Con este objetivo, las dimensiones interiores no serán inferiores a ∅ 2 m en las secciones

circulares y 2x2 m^2 en las rectangulares, aunque implique que la solera quede por debajo del nivel del cauce. Cuando $Q_{500} \leq 3$ m^3/s, se aceptarán diámetros inferiores, siempre y cuando se proyecten unas secciones que garanticen el desagüe y la ausencia de riesgo de aterramiento. En estos casos las dimensiones deberán ajustarse, como mínimo, a lo que marca la 5.2-IC en función de la longitud de la obra.

- ✓ En caso de que el volumen interior de la obra de drenaje menor sea superior o igual a 250 m^3 se facilitará el acceso y salida de la maquinaria adecuada para la limpieza, respetando al máximo la vegetación de ribera y las condiciones naturales del cauce.
- ✓ Las obras de drenaje menor no podrán tener una geometría multicelular (bicelular, tricelulares, etc), justificado porque este diseño interfiere el ancho de cauce por donde circula la mayor parte del caudal de una avenida, porque favorece el riesgo de acumulación de materiales arrastrados en los hastiales intermedios, disminuyendo su capacidad de desagüe, y porque dificulta el mantenimiento.
- ✓ Las entradas y salidas de la obra de drenaje se protegerán frente a las erosiones, justificándose el dimensionamiento y la cimentación de estas protecciones.
- ✓ En cauces de perfil estable, el perfil de la obra de drenaje deberá ajustarse, en la medida que sea posible, al del cauce, excepto en caso de rectificaciones menores, ya que cualquier discontinuidad puede comprometer su estabilidad.

  Para los casos en que las infraestructuras proyectadas interceptan cuencas difusas en zonas llanas, actuando como barreras (carreteras en terraplén, líneas de ferrocarril, etc.), se proyectarán obras de drenaje menores con el objetivo de garantizar la permeabilidad y reducir la sobreelevación que pueden provocar estas barreras aguas arriba. Estas obras se dimensionarán para desaguar el caudal asociado a 500 años de periodo de retorno para la cuenca asociada a la obra de drenaje.

  En estas zonas llanas, para conducir el agua interceptada por la infraestructura hacia la obra de drenaje y evitar un aumento de la inundación que se da antes de la construcción de la infraestructura, se proyectarán cunetones de transporte, dimensionados, como mínimo, por el caudal asociado a 100 años de periodo de retorno. En caso de que el efecto barrera del terraplén proyectado implique la afección de bienes o de actividades situados aguas arriba, estos cunetones de transporte se dimensionarán para desaguar la avenida asociada a 500 años de periodo de retorno. Hay que tener en cuenta que el caudal de diseño de estos cunetones no contempla todo el caudal drenado por la cuenca, sino que va aumentando al acercarse a la OD.

  Salvo en el caso en que las obras de drenaje proyectadas viertan en cursos de agua ya definidos, será necesario diseñar algún sistema que evite que el agua concentrada en la OD cree un nuevo curso de agua aguas abajo. Una posibilidad es completar el sistema de drenaje proyectado con la construcción de unos cunetones de distribución situados aguas abajo de las obras de drenaje, para que el agua se distribuya en toda su longitud y, una vez superada la cota de coronación de los mismos, el agua rebose creando un escorrentía difusa similar al que se da antes de la construcción de la infraestructura.

  El dimensionamiento de estos cunetones de distribución no responde a un caudal de diseño concreto, sino que su diseño debe favorecer el reparto del agua en toda su longitud. Si es posible, longitudinalmente estos cunetones deberán tener una pendiente desde el punto de entrada de agua hacia cunetas o acequias existentes, favoreciendo el desagüe y evitando que quede agua embalsada en los cunetones. A la salida de las obras de drenaje transversal que conecten con estos cunetones de distribución se construirá un pequeño cuenco amortiguador protegido con escollera, con el fin de disminuir la velocidad del agua que entra en las cunetas y favorecer la distribución lateral en toda la longitud del mismo. En cada caso, el autor del proyecto deberá analizar la aplicabilidad de esta solución y el diseño más adecuado.

- ✓ En general, todas las obras de drenaje menores se proyectarán de manera que las aguas sean conducidas a los cursos de drenaje y escorrentía existentes del terreno, adoptando las medidas adecuadas de protección contra la erosión de estos cauces y sus márgenes. En los casos en que esto no sea posible, habrá que estudiar la posibilidad de construir un cuneta de distribución aguas abajo de la obra de drenaje, que, como en el caso anterior, permita que el agua se distribuya en toda su longitud y, una vez superada la cota de coronación, el agua rebose creando un escorrentía difusa como la que se da antes de la construcción de la obra de drenaje. La construcción de estas cunetas debe permitir evitar la creación de un nuevo curso de agua.
- ✓ No se proyectarán rejas en las entradas de las obras de drenaje menores.
- ✓ Para los casos en que un curso de agua se encuentre constreñido en zona urbana o haya un encauzamiento hecho por la administración hidráulica, en ambos casos con capacidad insuficiente para la avenida asociada a 500 años de periodo de retorno y sin posibilidad razonable de ampliación, el diseño de una obra de drenaje de nueva construcción deberá permitir una capacidad de desagüe superior a la del curso de agua o del encauzamiento existente.
- ✓ Para los casos en los que el cauce de un curso fluvial no tenga suficiente capacidad para una avenida de 500 años de periodo de retorno y haya previsión

de iniciar-o de ampliar el encauzamiento existente (por ejemplo en zonas urbanas), el emplazamiento de los testeros de una obra de drenaje de nueva construcción deberá prever este posible encauzamiento.

En publicaciones como la "Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial de Carreteras MOPU 1990 (5.2-IC) "se pueden encontrar otras consideraciones que pueden completar las expuestas en este documento.

- Modificaciones en obras de drenaje menores, puentes y viaductos existentes

✓ En caso de que una obra de drenaje menor existente se vea afectada por una modificación de su geometría (ampliación, prolongación, etc.), ésta deberá cumplir las recomendaciones de cálculo hidrológicas e hidráulicas, y de dimensiones mínimas que se exponen en este documento, aunque ello implique una sustitución de la obra existente. Se consideran una excepción las obras de drenaje menores con una sección circular de diámetro 1,8 m o superior, y con capacidad suficiente para desaguar la avenida de 500 años de periodo de retorno. En este último caso se podrá realizar la prolongación de la obra con la misma sección que el existente.

✓ Se podrá realizar la prolongación de obras de drenaje menores con una geometría multicelular (bicelular, tricelulares, etc), manteniendo la geometría de la obra existente, siempre y cuando se asegure una capacidad de desagüe suficiente para la avenida de 500 años de periodo de retorno, teniendo en cuenta la restricción al desagüe de los hastiales.

✓ Para el caso de un puente existente sin capacidad para caudales asociados a 500 años de período de retorno, se podrá realizar una ampliación de la plataforma para paso peatonal o de bicicletas siempre y cuando se realice por el lado aguas abajo del curso de agua y sea de una anchura máxima de 2 m. En estos casos se preverá un sistema de alerta en avenidas.

✓ Se podrá realizar cualquier ampliación de plataforma de un puente existente para paso de tráfico de vehículos a motor siempre y cuando quede garantizada la capacidad de éste para una avenida de 500 años de periodo de retorno, y se garantice un resguardo libre mínimo de 1 m y una sobreelevación máxima de 0,5 m, en lugar de los 0,3 m establecidos para la obra nueva.

✓ Cualquier modificación de la geometría de un puente que afecte a su cimentación deberá justificarse de acuerdo con la geotecnia y los cálculos de erosión, transitoria y a largo plazo, local y general, en el cauce.

• <u>Diseño de obras de drenaje transversal y obras de fábrica en caminos rurales</u>

Los siguientes criterios sólo se considerarán de aplicación cuando los caminos afectados se encuentren en zonas donde una posible inundación provocada por la falta de capacidad de desagüe de la obra no implique afecciones a zonas urbanizadas o industriales próximas, o bien a una carretera o línea de ferrocarril. Por tanto, quedan excluidos los caminos de servicio que discurren paralelos a carreteras o líneas de ferrocarril.

Teniendo en cuenta la anchura del camino, el diseño de las obras de drenaje nuevas o existentes a modificar se realizará con un caudal de diseño y unos condicionantes que se describen a continuación.

✓ Anchura camino ≤ 4 m

Se consideran válidos los criterios que se exponen en la Instrucción 5.2-IC. Aunque los vados inundables no son la tipología de obra más adecuada desde el punto de vista hidráulico, dado que estos caminos a menudo corresponden a accesos a fincas, se aceptará su construcción.

✓ 4 m <Ancho camino < 6 m

Tanto las obras de drenaje de nueva construcción como las existentes a modificar deberán permitir el desagüe del caudal asociado a 100 años de periodo de retorno.

Con el objetivo de permitir el acceso para su limpieza, en las secciones circulares las dimensiones interiores no serán inferiores a ∅ 1,80 m y 1,80x1,80 m^2 en las rectangulares. Cuando $Q_{500} \leq 3$ m^3/s se aceptarán diámetros inferiores, siempre y cuando se proyecten unas secciones que garanticen el desagüe y la ausencia de riesgo de aterramiento. En estos casos las dimensiones deberán ajustarse, como mínimo, a lo que marca la 5.2-IC en función de la longitud de la obra.

En las zonas muy llanas donde los caminos se encuentran en zonas inundables, habrá que señalizar debidamente en ambos extremos, indicando la inundabilidad del mismo. Dado que estos caminos son competencia de la Administración local, ésta deberá prever la gestión del riesgo en caso de avenida, así como asegurar el mantenimiento de la señalización y de las obras de drenaje.

✓ Anchura camino > 6 m

El caudal de diseño de las obras de drenaje transversal y de las obras de fábrica será el asociado a 500 años de periodo de retorno, y para el diseño se consideran válidas las recomendaciones expuestas para el diseño de obras de drenaje menores, salvo en lo referente a las dimensiones mínimas.

En cuanto a las dimensiones mínimas, como en el caso anterior, en las secciones circulares las dimensiones interiores no serán inferiores a ∅ 1,80 m y 1,80x1,80 m^2 en las rectangulares.

Cuando $Q_{500} \leq 3\ m^3 / s$, se aceptarán diámetros inferiores, siempre y cuando se proyecten unas secciones que garanticen el desagüe y la ausencia de riesgo de aterramiento. En estos casos las dimensiones deberán ajustarse, como mínimo, a lo que marca la 5.2-IC en función de la longitud de la obra.

2.2.- CONDICIONANTES HIDROGEOLÓGICOS

En el Apartado 8 del Anejo de Geología y Procedencia de Materiales se describe la hidrogeología de la zona. A continuación se incluyen las conclusiones más relevantes:

La zona de estudio se encuadra hidrológicamente dentro de la cuenca del río Llobregat.

Partiendo de la cartografía geológica, se ha realizado una caracterización hidrogeológica en función de la litología para cada una de las formaciones existentes.

Para determinar la hidrogeología se ha tener en cuenta que las actuaciones se proyectan en las proximidades del cauce actual del río Llobregat. Los materiales que aparecen como sustrato de la zona están constituidos por niveles aluviales de las terrazas del Llobregat, parcialmente sustituidos por rellenos antrópicos, que se apoyarán sobre los materiales terciarios de carácter arcilloso. A la vista de estos, se debe considerar a la unidad superficial de las terrazas y rellenos como altamente permeable.

Con respecto a los acuíferos del Delta de Llobregat, estos constituyen posiblemente el recurso hídrico estratégico más importante de abastecimiento del área metropolitana de Barcelona. Por su proximidad a zonas altamente industrializadas y pobladas, están sometidos a numerosas presiones, poniendo en peligro la disponibilidad, tanto en cantidad como en calidad de dichos recursos para el futuro.

En el tramo del Baix de Llobregat se distinguen los acuíferos de la Cubeta de Sant Andreu y del Vall Baixa.

El acuífero de la Cubeta, es la fuente de abastecimiento de agua tanto de las poblaciones de Sant Andreu de la Barca, Castellbisbal y Corbera así como de la zona agrícola de su entorno. La conversión del suelo agrícola en industrial, sobre todo en los años 60 y 70, propició la implantación de industrias en esta zona, que también se suministran, en gran medida, del acuífero.

La recarga de la cubeta, se veía favorecida por las avenidas periódicas de agua que, de forma natural, escarificaban y limpiaban el lecho del río y permitían una buena infiltración del agua del río en óptimas condiciones.

El año 1.997 se procede al acondicionamiento del río Llobregat a su paso por la Cubeta de Sant Andreu coincidiendo con las obras de la autovía del Baix Llobregat. Este hecho implicó la reducción de la cota del lecho del río y por tanto, la reducción de la capacidad de almacenamiento del acuífero.

En aguas altas, el acuífero de la Cubeta drena al Llobregat, y cuando los niveles piezométricos del acuífero bajan, son el Llobregat y la Riera de Rubí los que rellenan el acuífero.

El acuífero del Vall Baixa está constituido por dos unidades hidrogeológicas, diferenciadas por una capa que actúa de barrera impermeable. Los materiales implicados son las terrazas del Llobregat especialmente la inferior. La conexión con el río depende de la capa de limos que recubren el lecho.

La infiltración eficaz del acuífero del aluvial del Llobregat está condicionada principalmente por la capa de finos existente en el lecho del río. En las zonas donde la capa de arcillas y limos sea importante la infiltración se reduce considerablemente, siendo prácticamente nula mientras que en las zonas de alta energía de flujo donde los finos son lavados, la capa de gravas hace que la infiltración alcance valores elevados.

El nivel freático se encuentra a unas profundidades variables y que oscilan generalmente en torno a los 11 m. La afección al trazado es nula si bien el nivel freático se llegará a afectar en las zonas donde la cimentación de las estructuras se proyecte con una tipología profunda.

2.3.- CONDICIONANTES MEDIOAMBIENTALES

En cuanto a las prescripciones de la D.I.A., la solución que se proyecta se tiene en cuenta las siguientes condiciones:

Adoptar las medidas necesarias para evitar las afecciones y minimizar la contaminación del acuífero del Llobregat, mediante la reducción del efecto pantalla de las obras de cimentación, la limitación de las excavaciones y el seguimiento y control del nivel freático de la zona de obras.

Evitar la alteración de las condiciones de drenaje y diseñar medidas para controlar el aporte de contaminantes al cauce.

Con el viaducto proyectado se minimiza la ocupación de zona inundable y durante las obras el cauce y el acuífero protegido sólo se verán afectados por la ejecución

de las cimentaciones, ya que no van a ser ocupados para actividades auxiliares ni excavados para la extracción de áridos. Han sido clasificados como zonas de exclusión para la localización de instalaciones, préstamos y vertedero.

En el proyecto se preservará al máximo la vegetación de ribera existente en el entorno de la traza, evitando especialmente las afecciones a los Aiguamolls de Molins de Rei. Asimismo, cuando la afección sea inevitable, se preverán medidas de restauración e integración paisajística, que además limitarán el riesgo de erosión.

2.4.- OTROS CONDICIONANTES

El principal problema son las antiguas zonas de extracción de áridos que han sido rellenas con materiales de echadizo de construcción y urbanos sin ningún tipo de compactación. De acuerdo con los datos obtenidos el espesor de estos rellenos superan en muchos casos los 20 m. Estas zonas deberán definirse con precisión con el fin de disponer las medidas de mejora del terreno que eviten la mayor parte de los asientos del cimiento del terraplén.

3.- DRENAJE TRANSVERSAL

3.1.- DEFINICIÓN DE CUENCAS

Como se ha indicado en el Apartado 1, en el Anejo de Climatología e Hidrología se han representado las cuencas a escala 1:50.000 y 1:10.000; y en los planos de Planta de Drenaje del Documento Nº 2 Planos se ha reflejado el cierre de dichas cuencas sobre la cartografía a escala 1:1.000. En el Apéndice nº 2 se aportan los planos de cuencas a escala 1:10.000, que permiten el detalle suficiente para asignar los caudales a las obras de drenaje transversal.

En el Anejo de Climatología e Hidrología se han obtenido las características de todas las cuencas, que se incluyen dentro de las consideradas cuencas pequeñas. Todas ellas tienen superficies inferiores a 50 km^2.

El río Llobregat es el recurso hídrico más importante de la zona, estando la totalidad de su cuenca en Cataluña, con una longitud de 170 Km y una superficie de la cuenca de casi 5.000 Km^2.

También cabe destacar las cuencas nº 5 y nº 6, definidas totalmente en el plano 1:50.000, y que corresponden respectivamente a Riera de Torrelles y Riera de Vallvidrera.

3.2.- EMPLAZAMIENTO, DEFINICIÓN Y RELACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Se han determinado los puntos en que inciden arroyos, barrancos y líneas de agua o pequeñas cuencas cerradas.

El drenaje transversal de la zona consiste prácticamente en su totalidad en la prolongación de las obras existentes.

Para la identificación de las obras de drenaje se ha optado por denominarlas con el nombre del vial en el que se sitúan y el P.K. del eje de replanteo de planta de ese vial, por orden de aparición en el sentido creciente de los PP.KK. poniendo delante el prefijo O.D. (obra de drenaje). En el caso de las obras de drenaje existentes a prolongar se ha puesto el prefijo O.D.E. (obra de drenaje existente).

A efectos de su justificación hidráulica hay que distinguir entre obras de drenaje transversal (O.D.T.) y obras transversales de drenaje longitudinal (O.T.D.L.). Se incluyen en el apartado del drenaje transversal aquellos conductos que desaguan cuencas propiamente dichas, mientras que en el apartado del drenaje longitudinal se incluyen los desagües de cunetas, y los de puntos bajos de zonas interiores de enlaces, cuyas aportaciones proceden de las laderas y de la plataforma, sin un cauce definido.

Como se ha indicado en el apartado 1, para la comprobación de la capacidad hidráulica y los niveles de inundación de los conductos de drenaje transversal se considera el caudal de proyecto para un periodo de retorno de 500 años, obtenidos por aplicación de la metodología de la A.C.A.

Para la comprobación de los desagües transversales de drenaje longitudinal se considera la aportación de las cunetas que vierten a ellos. Los caudales de proyecto de las cunetas se calculan en el apartado 4 de este anejo a partir de la aportación de la plataforma y de las aportaciones de las cuencas secundarias vertientes para un periodo de retorno de 25 años, de acuerdo a la metodología de la Norma 5.2.-I.C.

Se expone a continuación la relación de Obras de Drenaje Transversal con indicación de la situación del conducto referida a los PPKK de replanteo del eje en planta, la cuenca de aportación que le corresponde a cada una, la sección, el ángulo de esviaje respecto a la perpendicular al eje de replanteo de planta del trazado, la longitud total de la obra si es nueva o la longitud a ampliar cuando la obra es existente, y el lado de la prolongación. Para los cálculos hidráulicos, en las obras a prolongar se ha considerado la altura mínima obtenida de los taquimétricos.

También se incluye la relación de encauzamientos a reponer o a salvar mediante estructuras. En los casos en que se indica que la longitud de la reposición es 0, se trata de canales existentes que son salvados por estructuras.

RELACIÓN DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

DENOMINACIÓN	P.K.	CUENCA	SECCIÓN	PENDIENTE (tanto por uno)	LONGITUD ACTUAL (m)	LONGITUD ODT NUEVA O PROLONGACIÓN (m)	LONGITUD TOTAL (m)	ESVIAJE (g)	COTA DE ENTRADA	COTA DE SALIDA	COTA DE PLATAFORMA A LA ENTRADA	ANCHO DE PLATAFORMA (m)	Q DE DISEÑO T=500 AÑOS (m^3/s)
ACTUACIÓN B													
RAMAL 0													
ODE Nº 3	0+565.198	2-1	tubo Ø 1,80	0.0071	77.86	41.98	119.84	27.0500	25.800	24.950	36.50	82.30	1.486
RAMAL 9													
ODE Nº 4	9+115.934	interior enlace	rectangular 9,54x4,24	0.0139	54.30	7.30	61.60	-31.2100	24.785	23.930	32.91	54.00	0.541
OD 9+207	9+207.418	2-1	tubo Ø 1,80	0.0168	0.00	33.25	33.25	-39.4800	24.898	24.340	34.72	11.60	1.486
RAMAL 1													
ODE Nº 5	1+276,569	2-1	tubo Ø 1,80	0.0101	83.10	3.96	63,51 (*)	-2.1200	24.340	23.700	42.00	16.20	1.486
ODE Nº 7	1+805.409	3	rectangular 7,80x2,70	0.0150	77.78	4.95	82.73	-19.4300	22.885	21.645	27.019	82.73	26.315
RAMAL 2													
Estruc. 2+100	Estructura 2+100	2	rectangular 32,00x4,50	0.0070	8.90	0.00	8.90	-	22.950	22.888	29.500	8.90	57.032
RAMAL 3													
ODE Nº 6	3+770.022	2	rectangular 10,30x4,35	0.0050	91.15	11.70	102.85	-35.0300	23.47	22.955	32.800	90.00	57.032
ACTUACIÓN C													
REPOSICIÓN C-1413 OESTE													
ODE Nº 8	0+327.076	6	rectangular 11,00x4,91(**)	0.0055	70.14	47,84+30,32 (***)	126.27	0.9300	25.19	24.50	39.307	112.50	162.195

(*) Se demuelen 23,55 m del lado de la entrada actual.
(**) La altura a la entrada es de 4,91 metros, aunque a la salida es de 3,65 m
(***) Se demuelen 7,96 m del lado Molins y 14,07 m del lado Río de la ODT existente.
Nota: la ODE N°8 posee un perfil Quebrado, CeP: 25.19 - CeE:24.90 - CsE: 24.60 - CsP: 24.50
CxP: Cota entrada/salida Obra Proyectada
CxE: Cota entrada/salida Obra Existente

RELACIÓN DE ENCAUZAMIENTOS

DENOMINACIÓN	P.K.	CUENCA	SECCIÓN	PENDIENTE (tanto por uno)	LONGITUD REPOSICIÓN (m)	COTA DE ENTRADA	COTA DE SALIDA	Q DE DISEÑO T=500 AÑOS (m3/s)
ACTUACIÓN B								
RAMAL 1								
Rep. Encauz. Fonda	Repos. Encauz. riera de Fonda	2	rectangular 3,90 m x 3,20 m	0.0044	186.75	23.975	23.149	57.032
ACTUACIÓN C								
CAMINO 3								
OD 0+010	0+010,300	canal	rectangular 4,00 m x 2,00 m	0.0197	13.33	25.358	25.095	4.200
ACTUACIÓN E								
RAMAL 4								
canal de la Autopista	bajo estructura 4+110	7	(**) rectangular 6,00x3,50	0.0016	0.00	-	-	14.919

(**) Se salva con una estructura de un vano de L=13,20 m (perpendicular al canal) x H=4,80 m (desde el fonde del canal).

En los planos de Planta de Drenaje se representa la ubicación de todos los conductos y encauzamientos que figuran en dicha relación.

Como se ha indicado, existen además otras pequeñas obras de drenaje, que sirven para desagües de cunetas o de interiores de enlace (O.T.D.L.), que se incluyen en el apartado del drenaje longitudinal y por tanto se han excluido de esta relación.

3.2.1.- Paso inferior (tipo pérgola) en Vial de Circunvalación del proyecto del Ayuntamiento de Molins de Rei

El P.K. 0+440 del paso inferior (tipo pérgola), perteneciente al vial de circunvalación que tiene que construir el Ayuntamiento de Molins de Rei (dentro de la actuación D, Ramal 3 Enlace de Molins de Rei), corresponde a un punto bajo del trazado que requiere su desagüe y que, si bien, esta actuación no está incluida dentro de los alcances de nuestro proyecto, se plantea en este estudio la solución de descarga del punto bajo (por requerimiento del Director de Proyecto D. Ramón Juanola en reunión mantenida en mayo de 2019) mediante un tubo de hormigón de diámetro 1,00 m, protegido con una vaina metálica de hinca bajo autovía B-23, de diámetro 1,50 m, con salida y desagüe al río Llobregat en su margen izquierda.

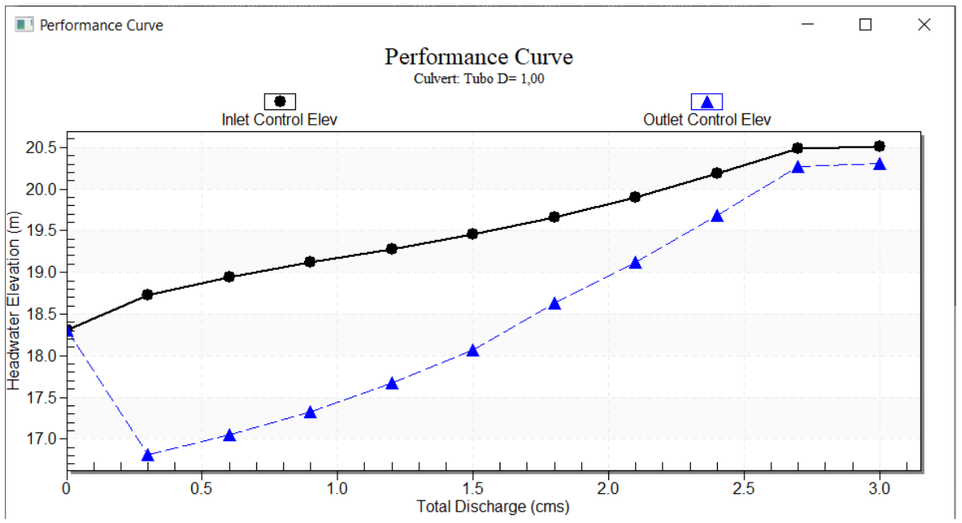
Debido a los condicionantes dados por la rasante del vial en el paso inferior, así como por la cimentación en el mismo, se prevé que la cota inicial del tubo en el punto bajo del paso inferior sea la 18.31 m.s.n.m., discurriendo con pendiente del 1% hasta su desagüe en la margen izquierda del río Llobregat, aproximadamente a la cota 16.40 m.s.n.m.

Basándonos en los niveles de inundación que proporciona la A.C.A. en su estudio“Planificació de l’espai fluvial de les conques del Baix Llobregat i Anoia”, que corresponde a los últimos 30 km del río Llobregat hasta su desembocadura para los períodos de retorno de la máxima crecida ordinaria, 100 y 500 años, se observa que en el punto donde se localiza la descarga de la obra proyectada (aproximadamente en el KM. 12+890 del eje del río Llobregat), la cota de la inundación para la máxima crecida ordinaria (Cota QDPH) es la 18,762 m.s.n.m., superior a la cota prevista para la descarga del tubo en el río e incluso a la de la cota inicial del tubo en el punto bajo del paso inferior.

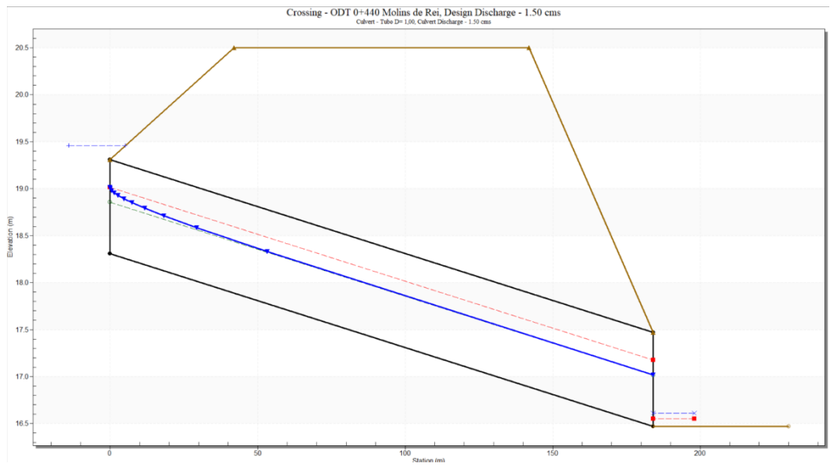
Por este motivo será necesario complementar el sistema en su descarga con una válvula unidireccional o clapeta, lo cual permitirá mantener el sentido del flujo de descarga, trabajando de manera automática por gravedad. Estos sistemas poseen una posición de abertura de poco recorrido, con lo cual, el cierre se produce con bastante rapidez.

Respecto a la capacidad de evacuación de la obra solicitada, no se cuenta con proyecto definitivo del Vial de Circunvalación para poder definir de manera certera la cuenca que generará el caudal a evacuar, por lo tanto, se realiza un análisis de capacidad del conducto. Es por ello por lo que, en función a las características físicas y las condiciones de funcionamiento fijadas por punto de partida, se obtienen los siguientes resultados:

Total Discharge	Culvert Discharge	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	18.31	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.30	0.30	18.73	**0.42**	0.0*	1-S2n	0.23	0.31	0.23	0.05	2.21	0.28
0.60	0.60	18.94	**0.63**	0.0*	1-S2n	0.33	0.44	0.33	0.08	2.69	0.37
0.90	0.90	19.12	**0.81**	0.0*	1-S2n	0.41	0.54	0.41	0.10	3.01	0.44
1.20	1.20	19.28	**0.97**	0.0*	1-S2n	0.48	0.63	0.48	0.12	3.25	0.49
1.50	1.50	19.46	**1.15**	0.0*	5-S2n	0.54	0.71	0.55	0.14	3.39	0.53
1.80	1.80	19.66	**1.35**	0.33	5-S2n	0.61	0.77	0.62	0.15	3.53	0.57
2.10	2.10	19.90	**1.59**	0.82	5-S2n	0.68	0.83	0.68	0.17	3.69	0.61
2.40	2.40	20.18	**1.87**	1.37	5-S2n	0.76	0.88	0.76	0.18	3.76	0.64
2.70	2.68	20.49	**2.18**	1.96	5-S2n	0.85	0.91	0.85	0.20	3.77	0.67
3.00	2.70	20.51	**2.20**	2.00	5-S2n	0.86	0.91	0.86	0.21	3.76	0.70



El Caudal máximo que puede erogar es de 3m³/s (manteniendo relación h/d), lo cual se puede obtener como resultado de la evacuación de una cuenca aproximada de 0,02 km², lo cual asegura que se dará cobertura al drenaje de dicho sector sin que ello implique un funcionamiento de la ODT distinto al previsto que afecte la seguridad de la obra de drenaje.



Respecto a la necesidad de elementos por efectos erosivos a la salida de la ODT, solo será necesario la colocación de un restrillo vertical de 0,40 m según los siguientes cálculos, no siendo necesario solera de escollera.

CÁLCULO DE LA EROSIÓN LOCALIZADA

							circulares D rectangul.		circulares $Q/(g^{1/2}\cdot D^{5/2})$ rectangul. $Q/(g^{1/2}\cdot B\cdot H^{3/2})$
DENOMINACIÓN	P.K.	Q DE DISEÑO T=500 AÑOS (m^3/s)	SECCIÓN	Nº cdtos.	Q/n		B	H	
ACTUACIÓN D									
RAMAL 3									
OTD 0+440	0+440	1.50	tubo Ø 1,00	1	1.50		1.00		0.48

DENOMINACIÓN	P.K.	δ/H ó δ/D	δ	calado a la salida	nivel a la salida efectos de erosión local	erosión máxima previsible e (m)	profundidad de rastrillo vertical	longitud de solera necesaria (m)	tamaño medio de la escollera (1) d (m)
ACTUACIÓN D									
RAMAL 3									
OTD 0+440	0+440	0.17	0.17	0.14	Medio	1.52	0.38	1.82	0.00

El calado a la salida se obtiene de la tabla de salida del programa HY-8 (definida en columna OUTLET DEPTH).
El valor de d/H ó d/D se obtiene del gráfico de límites de niveles altos a la salida.

En el **Apéndice Nº 15** se presenta el plano de planta y perfil de la solución propuesta para el desagüe del paso inferior.

3.3.- INVENTARIO DE DRENAJE EXISTENTE

Se ha efectuado un recorrido por los tramos de las actuaciones con objeto de detectar y definir las obras de drenaje existentes, que pudieran ser ampliadas o demolidas, en los tramos de conexión con otros viales, o que por estar aguas arriba de las que se van a proyectar las dimensiones de su sección sirven como dato de referencia.

Se ha representado la situación de las obras de drenaje existentes en los planos de cuencas a escala 1:5.000 (ver Apéndice nº 2) y en los planos de Planta de Drenaje del Documento Nº 2 Planos a escala 1:1.000, identificándolas con la denominación O.D.E. (Obra de Drenaje Existente).

En el **Apéndice Nº 1** de este anejo se recoge la definición de las obras que se han podido inventariar en las que aparecen fotografías de dichas obras y los datos de sus dimensiones.

3.3.1.- Relación de obras existentes

Se han inventariado un total de ocho (8) obras de fábrica entre ambas autovías. En su mayoría, son obras de drenaje transversal que recogen las aguas de arroyos y pequeñas vertientes para desaguar al Río Llobregat, cuyo cauce discurre en el tramo objeto de estudio entre las Autovías B-23 y A-2. Destacan por su importancia, la obra de drenaje existente ODE nº 6 (riera de Fonda) ubicada en la Actuación B; y la ODE nº 8 (riera de Vallvidrera) en la Actuación C.

También existen una serie de canales y encauzamientos que son cruzados o afectados por los viales del proyecto.

En el cuadro siguiente se resumen las características de las obras inventariadas así como la cuenca de aportación en el caso que tenga, y las características de los encauzamientos existentes objeto de afección.

OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES

O.D.E. nº	EMPLAZAMIENTO	P.K.	CUENCA DE APORTACIÓN	SECCIÓN
				dimensiones en metros
1	Actuación B acceso rotonda Pallejà	-	1-1	tubo Ø 1,80
2	Actuación B Ramal 6	6+000	1-1	tubo Ø 2,00
3	Actuación B Ramal 0	0+565.198	2-1	tubo Ø 1,80
4	Actuación B Ramal 9	9+115.934	interior de enlace	marco 9,54 x 4,24
5	Actuación B Ramal 1	1+276.569	2-1	tubo Ø 1,80
6	Actuación B Ramal 3	3+770.022	2	marco 10,30 x 4,35
7	Actuación B Ramal 1	1+805.409	3	marco 7,80 x 2,72
8	Actuación C C-1413 OESTE	0+327.076	6	marco 11,00 x 3,65

CANALES Y ENCAUZAMIENTOS EXISTENTES

EMPLAZAMIENTO	P.K. aproximado	SECCIÓN	
		dimensiones en metros	
Actuación B paralelo a Ramal 1 - Riera de Fonda	1+300	rectangular revestido horm.	3,90 x 2,70
Actuación C camino 3 - canal	0+010	triangular cauce sin revestir	10,40 x 2,80
Actuación E Ramal 4 - Canal de la Autopista	4+100	rectangular revestido horm.	6,00 x 3,50

Nota: La ODT de la Actuación C C-1413 posee una altura en la entrada de 4,91m y de 3,65m a la salida.

3.3.2.- Análisis de su aprovechamiento

Como se ha comentado anteriormente, dado el carácter de este proyecto, de mejora de la accesibilidad entre infraestructuras ya existentes, no se van a construir nuevas obras de drenaje, sino que se van a aprovechar las actuales. Estas obras de drenaje tienen suficiente capacidad, como se comprueba posteriormente, y sólo es necesario ampliar en aquellos extremos según se necesite.

En los planos de planta de Drenaje se define el aprovechamiento de dichas obras indicando la situación actual y la prolongación a efectuar. Las ODE nº 1 y nº 2 no se ven afectadas por las obras. El resto serán prolongadas.

En cuanto a los encauzamientos afectados, el de la riera de Fonda se verá ocupado en un tramo por la caída de tierras del Ramal 1 de la actuación B y se repondrá con la misma sección de hormigón armado de 3,90 m de ancho libre en canal a cielo abierto bordeando el talud.

El canal de titularidad privada que cruza bajo el camino 3 de la actuación C de acceso a la gravera, discurre en cauce abierto, cubierto por vegetación, y su sección es de cunetón triangular. Da continuidad al Canal de la Infanta. Unos metros más adelante se entierra en mina bajo la riera VallVidrera, para discurrir por el casco urbano de Molins de Rei de forma subterránea. Se proyecta bajo el cruce del camino un marco de 4,00x2,00 m de sección para dar continuidad al cauce.

En el cruce del canal de la Autopista bajo el ramal 4 de la actuación E se proyecta la ampliación lateral del tablero de la estructura existente que salva el cajero del canal sin afectarlo.

3.4.- DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LAS O.D.T.

3.4.1.- Metodología

El criterio de comprobación hidráulica para el caudal de proyecto indicado en la Norma 5.2-I.C. (Orden FOM/298/2016), exige comprobar los siguientes aspectos:

- Con carácter general deben funcionar con control de entrada. No obstante, en el proyecto se puede justificar la adopción de un criterio diferente.
- La sobreelevación del nivel de la corriente provocada por la presencia de la ODT será el menor valor de entre los dos siguientes:
  - Cincuenta centímetros (50 cm)
  - La correspondiente a una altura de lámina de agua a la entrada del conducto inferior a uno coma dos veces la altura libre del conducto ($HE < 1{,}2\ H$).

  En casos excepcionales, con la conformidad de la Administración Hidráulica, se podrá justificar la utilización de criterios distintos a los anteriores.
- Con carácter general, el resguardo libre existente hasta la plataforma debe ser superior a cero coma cinco metros ($r_{ODT} \geq 0{,}5$ m). No obstante en el proyecto se puede justificar la adopción de un criterio diferente.
- Cuando a la entrada o a la salida de una ODT la lámina de agua entre en contacto con el relleno se tendrán en cuenta la velocidad de la corriente y las características del material que lo constituye para disponer las protecciones necesarias.
- La velocidad debe ser inferior a la máxima admisible en función del material de la ODT. (En el caso de obras de hormigón la máxima velocidad admisible para situaciones frecuentes es 4,5 m/s y para situaciones esporádicas 6 m/s).
- A la salida se debe producir la continuidad o expansión del flujo al incorporarse al cauce natural sin generar erosiones ni aterramientos, proyectando las medidas necesarias en su caso.

En el proyecto se debe incluir la curva característica de cada ODT, que relaciona el caudal desaguado con la altura de lámina de agua a la entrada (Q, H_E).

Además, la Norma 5.2-I.C. exige que los conductos de drenaje transversal de longitud superior a 15 m deben proyectarse con una dimensión libre mínima de 1,80 m, los de longitud superior a 10 m e inferior a 15 m deben proyectarse con una dimensión libre mínima de 1,50 m, y los de longitud superior a 5 m e inferior a 10 m deben proyectarse con una dimensión libre mínima de 1,20 m.

Dado que gran parte de las ODT del proyecto son prolongaciones de ODT existentes, de acuerdo con el apartado 5.3 de la Norma 5.2-I.C. es necesario validar las ODT existentes y en caso de que estas no sean válidas se debe construir una nueva que cumpla.

El proceso a realizar para el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal y la comprobación de los requisitos exigidos es el siguiente:

1. Se procede a validar las ODT existentes realizando la comprobación hidráulica para el caudal de diseño, que corresponde al periodo de retorno de 500 años:

   Se obtienen los parámetros de funcionamiento hidráulico en situación actual y el valor del nivel de agua H_E a la entrada de la ODT existente. Se calcula la sobreelevación a la entrada respecto a la cota de inundación en el cauce en la zona aledaña. Para ello, se calcula previamente el nivel de agua en una sección del cauce próxima a la ODT y la diferencia de cotas respecto al valor de H_E de la ODT actual proporciona el valor de la sobreelevación provocada por dicha ODT.

2. Se identifican aquellas ODT existentes que no cumplen y que es necesario que se sustituyan o que se amplíe su sección añadiendo nuevos conductos paralelos.
3. Finalmente, se comprueba el funcionamiento hidráulico de las ODT prolongadas y de las de nueva implantación calculando los parámetros correspondientes al caudal de diseño y la H_E a la entrada de dicha ODT prolongada o nueva. La diferencia de cotas entre el nivel de agua a la entrada de la ODT actual y a la entrada de la ODT prolongada es la sobreelevación producida por la nueva obra de actuaciones en las autovías y enlaces.

   En los casos de ODT de nueva implantación, la sobreelevación provocada por la ODT se mide respecto a la cota de agua en el cauce actual. Para ello, se calcula previamente el nivel de agua en una sección del cauce próxima a la entrada de la ODT nueva, y la diferencia de cotas respecto a la cota correspondiente a H_E (nivel de inundación a la entrada de la ODT) proporciona el valor de la sobreelevación provocada por dicha ODT.

Para el cálculo de los parámetros hidráulicos de las ODT en situación actual y en situación futura, así como para la obtención de las curvas características que relacionan el caudal desaguado con la altura de la lámina de agua a la entrada (Q, H_E) se ha utilizado el programa de uso libre **HY-8 versión 7.30**. Un resumen de la Metodología de Cálculo empleada por este programa se incluye en el **Apéndice Nº 14.**

Los datos de entrada son las dimensiones geométricas de la ODT (longitud, sección, cotas de entrada y salida) y de la sección del vial en la que está implantada (anchura y cota de la plataforma), que se obtienen de los planos 2.7.2 Obras de Drenaje Transversal del Documento nº 2 Planos.

Dado que los conductos proyectados, tanto tubos como marcos, son de hormigón, se ha considerado un coeficiente de rugosidad de Manning de valor n=0,015. Pero en aquellos marcos cuya solera está constituida por tierras con vegetación de fondo de cauce, se ha distinguido, aplicando un coeficiente de rugosidad de Manning de valor n=0,025 para el fondo de cauce y de 0,015 para las paredes de hormigón en contacto con el agua.

La curva característica (Q, H_E) de cada ODT se ha obtenido hasta llegar al límite de desbordamiento, es decir, cuando H_E alcanza la cota de la plataforma del vial.

Se ha estudiado el funcionamiento de todas las ODT proyectadas para el caudal correspondiente al periodo de retorno de 500 años, de acuerdo con las recomendaciones de la Agencia Catalana del Agua (A.C.A.).

Para calcular el nivel de agua en el cauce en las inmediaciones de la entrada de las ODT, se ha aplicado la fórmula de Manning, válida para elementos lineales en régimen uniforme y en lámina libre:

$$V = 1/n \, (R_h^{2/3} \cdot J^{1/2})$$

$$Q = S \cdot V$$

Donde:

V = Velocidad del agua en m/s

N = Coeficiente de rugosidad de Manning.

R_h = Radio hidráulico de la sección en m.

J = Pendiente de la obra en tanto por uno.

S = Sección del cauce en m^2.

Los valores del coeficiente de rugosidad de Manning en el cauce se han determinado de acuerdo con la tabla 3.1 de la Norma 5.2-I.C. (Orden FOM/298/2016).

A continuación se incluyen las tablas resumen donde se definen los parámetros hidráulicos de funcionamiento correspondientes a:

1. **Validación de las ODT existentes**. Comprobación para el caudal de diseño (**T= 500 años**):
   - Cálculo del nivel de agua en el cauce a la entrada de las ODT existentes (suponiendo régimen uniforme).
   - Parámetros hidráulicos de funcionamiento en los conductos de ODT existentes (yn, yc, He y v_{salida}) y sobreelevación respecto al cauce actual.
2. **Comprobación de las ODT proyectadas** (nuevas o prolongaciones de existentes), para el caudal de diseño (**T= 500 años**).
   - Cálculo del nivel de agua en el cauce (suponiendo régimen uniforme) en las inmediaciones de la entrada de las ODT nuevas (para poder obtener la sobreelevación respecto a dicha cota). Para las prolongaciones de las ODT existentes se considera la sobreelevación respecto al nivel de agua a la entrada He en la ODT actual.
   - Parámetros hidráulicos de funcionamiento en los conductos de las ODT proyectadas (yn, yc, He y v_{salida}) y sobreelevación respecto a la situación actual (cauce u ODT existente).

En el **Apéndice Nº 5** se incluyen las salidas de cálculo del programa HY-8, en las que se incluyen como resultado los parámetros (yn, yc, He, v) y tipo de funcionamiento de las ODT que figuran en estas tablas resumen, y las **curvas características (Q, H_E)** de cada una. Los parámetros indicados son:

yn = calado de régimen uniforme.

yc = calado crítico.

He = Altura de agua a la entrada de la ODT.

v = velocidad a la salida.

Q = caudal de cálculo.

VALIDACIÓN DE LAS ODT EXISTENTES.

COMPROBACIÓN PARA T= 500 AÑOS

Se calcula en primer lugar el calado en el cauce actual para T= 500 años:

ALTURA DE AGUA EN EL CAUCE A LA ENTRADA ODT EXISTENTES (T=500 AÑOS)

ODT	CAUCE	ancho de fondo (m)	talud dcho. (H/V)	talud izdo. (H/V)	J cauce tanto por uno	Tipo de suelo	n Manning	**calado en el cauce (m)**	**Q de diseño T=500 años (m^3/s)**	**Qunif. tanteo (m3/s)**	ancho inundado (m)	S (m2)	P (m)	v (m/s)	Prof. Hidráulica	nº Froude	Régimen
ACTUACIÓN B																	
RAMAL 0																	
ODE Nº 3	trapecial	1.50	1	1	0.0071	con veget. segada	0.037	**0.588**	**1.49**	**1.49**	2.68	1.228	3.163	1.21	0.46	0.57	Lento
RAMAL 9																	
ODE Nº 4	trapec.	9.00	1,000	1,000	0.0050	con veget. segada	0.037	**0.051**	**0.54**	**0.54**	111.60	3.093	111.600	0.18	0.03	0.34	Lento
OD 9+207	trapec.	5.00	2	2	0.0020	con veget. espesa	0.045	**0.470**	**1.49**	**1.49**	6.88	2.792	7.102	0.53	0.41	0.27	Lento
RAMAL 1																	
ODE Nº 5	trapec.	5.00	2	2	0.0002	con veget. espesa	0.045	**0.90**	**1.49**	**1.49**	8.60	6.123	9.027	0.24	0.71	0.09	Lento
ODE Nº 7	trapec.	3.00	1.5	1.5	0.0600	con veget. segada	0.037	**1.074**	**26.32**	**26.35**	6.22	4.952	6.872	5.32	0.80	1.90	Rápido
RAMAL 3																	
ODE Nº 6	trapec.	10.00	0	2	0.0040	con veget. segada	0.037	**2.096**	**57.03**	**57.06**	14.19	25.353	16.783	2.25	1.79	0.54	Lento
ACTUACIÓN C																	
REPOSICIÓN C-1413 OESTE																	
ODE Nº 8	trapec.	11.00	1.5	2.5	0.0060	con veget. espesa	0.045	**3.204**	**162.19**	**162.19**	23.82	55.778	25.404	2.91	2.34	0.61	Lento

Se calculan los parámetros de funcionamiento y la sobreelevación a la entrada en las **ODT existentes** para T= 500 años:

RESUMEN DE PARÁMETROS DE COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LAS ODT EXISTENTES (T=500 AÑOS)

				SITUACIÓN ACTUAL															
DENOMINACIÓN	P.K.	CUENCA	Q DE DISEÑO T=100 AÑOS (m^3/s)	SECCIÓN	PENDIENTE (tanto por uno)	TIPO DE PENDIENTE	y unif (m)	ycrit (m)	HE (m)	¿HE<1.2 H?	CONTROL	v a la salida (m/s)	COTA DE ENTRADA	COTA DE SALIDA	COTA INUNDACIÓN ENTRADA ODT	He CAUCE ACTUAL	COTA FONDO CAUCE EN TERRENO ALEDAÑO	COTA INUNDACIÓN EN CAUCE EN TERRENO ALEDAÑO	SOBREELEVACIÓN (m)	¿SOBREELEV. ≤ 50 cm?
ACTUACIÓN B																				
RAMAL 0																				
ODE Nº 3	565.20	2-1	1.486	tubo Ø 1,80	0.0071	única	0.51	0.59	0.81	Sí	ENTRADA	2.50	25.80	25.25	26.61	0.59	25.80	26.39	0.22	Sí
RAMAL 9																				
ODE Nº 4	9,115.93	interior enlace	0.541	rectangular 9,54x4,24	0.0139	única	0.02	0.07	0.10	Sí	ENTRADA	0.48	24.60	23.93	24.70	0.05	24.60	24.65	0.05	Sí
RAMAL 1																				
ODE Nº 5	1+276,569	2-1	1.486	tubo Ø 1,80	0.0101	única	0.47	0.59	0.81	Sí	ENTRADA	2.82	24.58	23.74	25.39	0.90	24.34	25.24	0.15	Sí
ODE Nº 7	1,805.41	3	26.315	rectangular 7,80x2,70	0.0150	única	0.80	1.05	1.61	Sí	ENTRADA	4.21	22.80	21.65	24.41	1.07	22.80	23.87	0.54	No
RAMAL 3																				
ODE Nº 6	3,770.02	2	57.032	rectangular 10,30x4,35	0.0050	única	1.26	1.46	2.39	Sí	ENTRADA	4.35	23.47	22.96	25.86	2.10	23.47	25.57	0.29	Sí
ACTUACIÓN C																				
REPOSICIÓN C-1413 OESTE																				
ODE Nº 8	327.08	6	162.195	rectangular 11,00x4,91(*)	0.0055	única	2.82	2.81	4.64	Sí	SALIDA	5.25	24.90	24.60	29.54	3.20	24.90	28.10	1.44	No

(*) La altura a la entrada es de 4,91 metros, aunque a la salida es de 3,65 m

Se ha considerado n=0,025 en los fondos de cauce de las estructuras y ODT rectangulares, excepto en la OD 3+770 donde se ha considerado n=0,020, porque el fondo de cauce es de grava. En las paredes de hormigón se ha considerado n=0,015.

COMPROBACIÓN DE LAS ODT PROYECTADAS (NUEVAS O PROLONGACIONES DE EXISTENTES) PARA T= 500 AÑOS.

Se calcula el calado en el cauce actual de las **ODT nuevas** para T= 500 años, puesto que en las existentes ya se dispone de la altura de agua en situación actual:

ALTURA DE AGUA EN EL CAUCE A LA ENTRADA ODT NUEVAS (T=500 AÑOS)

ODT	CAUCE	ancho de fondo (m)	talud dcho. (H/V)	talud izdo. (H/V)	J cauce tanto por uno	Tipo de suelo	n Manning	calado en cauce a la entrada (m)	Q de diseño T=100 años (m^3/s)	Qunif. tanteo (m3/s)	ancho inundado (m)	S (m2)	P (m)	v (m/s)	Prof. Hidráulica	nº Froude	Régimen
RAMAL 2																	
Estruc. 2+100	rectangular	6,00	8	3	0,0070	sin vegetación	0,025	**1,377**	**57,03**	**57,05**	21,15	18,691	21,456	3,05	0,88	1,04	Rápido

Se comprueban las **ODT Proyectadas**:

RESUMEN DE PARÁMETROS DE COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LAS ODT (T=500 AÑOS)

				SITUACIÓN FUTURA													
DENOMINACIÓN	P.K.	CUENCA	Q DE DISEÑO T=500 AÑOS (m^3/s)	SECCIÓN	PENDIENTE (tanto por uno)	TIPO DE PENDIENTE	y unif (m)	ycrít (m)	HE (m)	¿HE<1.2 H?	CONTROL	v a la salida (m/s)	COTA DE ENTRADA	HE ENTRADA SITUACIÓN ACTUAL (m)	COTA ENTRADA ODT ACTUAL/ CAUCE ACTUAL	SOBREELEVACIÓN (m)	¿SOBREELEV. ≤ 50 cm?
ACTUACIÓN B																	
RAMAL 0																	
ODE Nº 3	0+565.198	2-1	1.486	tubo Ø 1,80	0.0071	única	0.51	0.59	0.81	Sí	ENTRADA	2.50	25.80	0.81	25.80	0.00	Sí
RAMAL 9																	
ODE Nº 4	9+115.934	interior enlace	0.541	rectangular 9,54x4,24	0.0139	única	0.05	0.07	0.10	Sí	ENTRADA	0.82	24.79	0.10	24.60	0.18	Sí
OD 9+207	9+207.418	2-1	1.486	tubo Ø 1,80	0.0168	única	0.40	0.59	0.80	Sí	ENTRADA	3.23	24.90	0.81	24.58	0.31	Sí
RAMAL 1																	
ODE Nº 5	1+276,569	2-1	1.486	tubo Ø 1,80	0.0101	única	0.47	0.59	0.81	Sí	ENTRADA	2.84	24.34	0.81	24.58	-0.24	Sí
ODE Nº 7	1+805.409	3	26.315	rectangular 7,80x2,70	0.0150	única	0.79	1.05	1.73	Sí	ENTRADA	4.19	22.89	1.61	22.80	0.21	Sí
RAMAL 2																	
Estruc. 2+100	Estructura 2+100	2	57.032	rectangular 32,00x4,50	0.0070	única	0.98	1.17	1.37	Sí	ENTRADA	3.10	22.95	1.38	22.95	-0.01	Sí
RAMAL 3																	
ODE Nº 6	3+770.022	2	57.032	rectangular 10,30x4,35	0.0050	única	1.29	1.46	2.39	Sí	ENTRADA	4.28	23.47	2.39	23.47	0.00	Sí
ACTUACIÓN C																	
REPOSICIÓN C-1413 OESTE																	
ODE Nº 8	0+327.076	6	162.195	rectangular 11,00x4,91(*)	0.0055	Media	2.54	2.81	4.63	Sí	ENTRADA	5.23	25.19	4.64	24.90	0.28	Sí

(*) La altura de la ODT a la entrada es de 4,91 metros, aunque a la salida es de 3,65 m

Se ha considerado n=0,025 en los fondos de cauce de las estructuras y ODT rectangulares, excepto en la OD 3+770 donde se ha considerado n=0,020, porque el fondo de cauce es de grava. En las paredes de hormigón se ha considerado n=0,015.

CONCLUSIONES DE LA COMPROBACIÓN PARA T= 500 AÑOS

Se comprueba que todas las obras de drenaje proyectadas (prolongaciones de obras existentes) tienen capacidad hidráulica suficiente para desaguar la avenida de 500 años y cumplen, tanto las recomendaciones de diseño de la A.C.A. para modificaciones de obras de drenaje menores, puentes y viaductos existentes, que se han recogido en el apartado 2.1., como los requisitos de la Norma 5.2.-I.C.

Todas las ODT tienen capacidad suficiente para desaguar el caudal correspondiente a la avenida de 500 años. La altura de la lámina de agua a la entrada H_E es inferior a 1,2H.

De las ODT existentes, solo hay una ODT que funciona actualmente con control a la salida para el caudal de diseño, la ODE nº 8 P.K. 0+327 de la reposición de la C-1413 Oeste, que corresponde según obras previstas, a la prolongación de la OD existente bajo la B-23 en la riera Vallvidrera en Molins de Rei. Sin embargo, al ser prolongada, respetando las pendientes de los cauces aguas abajo y aguas arriba, se modifica el funcionamiento del tipo de control, siendo la sobreelevación que se produce a la entrada, adecuada a lo exigido por la Autoridad.

Por otro lado, cabe señalar que el P.K. 0+440 del paso inferior (tipo pérgola) perteneciente al vial de circunvalación que tiene que construir el Ayuntamiento de Molins de Rei (dentro de la actuación D, Ramal 3 Enlace de Molins de Rei), corresponde a un punto bajo del trazado que requiere su desagüe y que, si bien, esta actuación no forma parte de nuestro proyecto, se plantea la solución de descarga del punto bajo mediante un tubo de hormigón de diámetro 1,00 m, protegido con una vaina metálica de hinca bajo autovía B-23, de diámetro 1,50 m, con salida y desagüe al río Llobregat en su margen izquierda.

Debido a los condicionantes dados por la rasante del vial en el paso inferior, así como por la cimentación en el mismo, se prevé que la cota de salida del tubo sea la 18.31 m.s.n.m., discurriendo con pendiente del 1% hasta su desagüe en la margen izquierda del río Llobregat, aproximadamente a la cota 16.40 m.s.n.m.

Basándonos en los niveles de inundación que proporciona la A.C.A. en su estudio "Planificació de l'espai fluvial de les conques del Baix Llobregat i Anoia", que corresponde a los últimos 30 km del río Llobregat hasta su desembocadura para los períodos de retorno de la máxima crecida ordinaria, 100 y 500 años, se observa que en el punto donde se localiza la descarga de la obra proyectada (aproximadamente en el KM. 12+890 del eje del río Llobregat), la cota de la inundación para la máxima crecida ordinaria (Cota QDPH) es la 18,762 m.s.n.m., superior a la cota prevista para la descarga del tubo en el río e incluso a la de la cota inicial del tubo en el punto bajo del paso inferior.

Por este motivo será necesario complementar el sistema en su descarga con una válvula unidireccional o clapeta, lo cual permitirá mantener el sentido del flujo de descarga, trabajando de manera automática por gravedad. Estos sistemas poseen una posición de abertura de poco recorrido, con lo cual, el cierre se produce con bastante rapidez.

En cuanto a la velocidad del agua para el caudal de diseño, en ningún conducto se supera la máxima admisible de 6 m/s válida para situaciones de caudal de diseño.

El resguardo disponible en el interior de las ODT cuyos caudales de diseño están entre 50 y 200 m^3/s es superior a 0,50 m, como requiere la A.C.A. Este es el caso de la ODE nº 6 "P.K. 3+770" del Ramal 3 de la actuación B, que tiene un resguardo de 3,33 m en el interior del conducto y de la Estructura 2+100 "P.K. Estruct. 2+100" del Ramal 2 de la actuación B, que tiene un resguardo de 2,89 m en el interior del conducto. Respecto a la ODE nº 8 "P.K. 0+327" de la reposición de la C-1413 Oeste de la actuación C, donde el resguardo es de 0,83 m en el punto más crítico del interior del conducto.

Para el resto de ODT, que tiene caudales de diseño inferiores a 50 m^3/s no existen requisitos adicionales de la A.C.A., salvo la sobreelevación a la entrada, que es en todos los casos inferior a 50 cm respecto a la situación actual, tanto en las prolongaciones de obras de drenaje existentes como en las de nueva construcción.

*** Cálculo de la erosión**

La erosión localizada, debida a la presencia de la pequeña obra de drenaje transversal se estima, mediante la siguiente fórmula para conductos rectangulares:

$$e/H = 3 * \exp(-H/3B) * [\ Q/(\sqrt{g}\cdot B\cdot H^{3/2})\ ]^{3/8}$$, siendo

e = erosión máxima previsible (m).

Q = caudal (m3/s).

g = aceleración de la gravedad (m/s2).

H = altura del conducto (m).

B = ancho del conducto (m); en conductos múltiples se toma la suma de las anchuras de cada uno.

Para conductos circulares, la fórmula a aplicar es:

$e/D = 2 * [Q/(\sqrt{g}\cdot D^{5/2})]^{3/8}$, siendo

D = altura del conducto (m).

y el resto de variables las mismas que para conductos rectangulares.

Dependiendo del nivel de agua a la salida del conducto, se adoptarán las siguientes medidas:

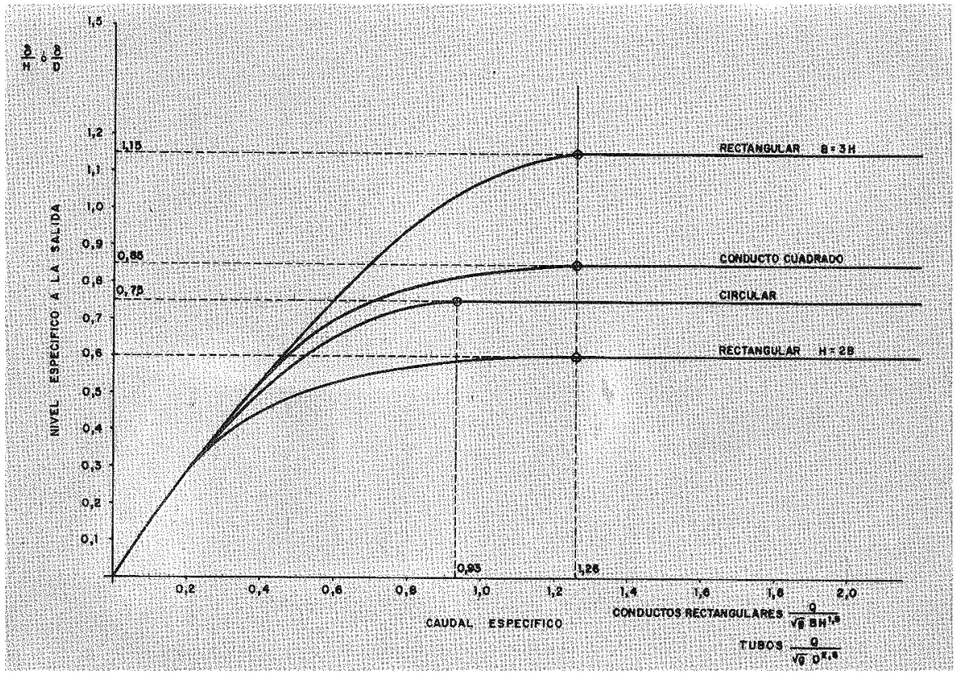
Con niveles altos es suficiente con poner un rastrillo o tacón en la salida de la obra con profundidad mínima 0,25*e.

Con niveles medios podrá disponerse un rastrillo vertical con profundidad 0,7*e, o preferentemente una solera de hormigón de longitud mínima 1,2*e, rematada por un rastrillo vertical con profundidad mínima 0,25*e. Otra solución es disponer un manto de escollera en una longitud 1,6*e.

Con niveles bajos, si se deben a una gran anchura del cauce son válidas las medidas adoptadas para niveles medios. Si se deben a una fuerte pendiente se recomienda salvar el cauce sin alterar sus condiciones hidráulicas de tal forma que la obra funcione como un puente.

A efectos de la erosión localizada, la caracterización de los niveles de agua a la salida de la pequeña obra de drenaje transversal, es la siguiente:

- ✓ Alto, si excede del límite δ dado por la figura inferior
- ✓ Medio, si está comprendido entre δ y $\delta/2$.
- ✓ Bajo, si fuera inferior a $\delta/2$.



LÍMITE DE NIVELES ALTOS A LA SALIDA

Si se recurre como alternativa a protecciones de escollera sobre el lecho del cauce a la salida, el mínimo tamaño medio de sus elementos se puede determinar mediante las siguientes fórmulas:

Para tubos:

$\mu \cdot [Q/(\sqrt{g}\cdot D^{5/2})] = 0,4+3\cdot d/D$; válida para $[Q/(\sqrt{g}\cdot D^{5/2})] \geq 0,55$

Para conductos rectangulares:

$\mu \cdot [Q/(\sqrt{g}\cdot B\cdot H^{3/2})] = 0,82 (\exp (H/5\cdot B))\cdot(0,6+10\cdot d/3\cdot H)$; válida para

$[Q/(\sqrt{g}\cdot B\cdot H^{3/2})] \geq 0,80$

siendo,

$\mu = 1$ si $Ht \geq \delta$

$\mu = Ht/\delta$ si $Ht < \delta$

Ht = nivel de agua a la salida

Q = caudal (m3/s).

g = aceleración de la gravedad (m/s2).

H = altura del conducto (m).

B = ancho del conducto (m); en conductos múltiples se toma la suma de las anchuras de cada uno.

A continuación, se incluyen los cálculos de la erosión a la salida de las ODT proyectadas para el caudal de proyecto (T=500 años).

Se observa que los niveles de agua a la salida son altos a efectos de erosión localizada en todos los casos y es suficiente, por tanto, con disponer un rastrillo en la boquilla de la profundidad mínima indicada.

CÁLCULO DE LA EROSIÓN LOCALIZADA

DENOMINACIÓN	P.K.	CUENCA	Q DE DISEÑO T=500 AÑOS (m^3/s)	SECCIÓN	Nº cdtos.	Q/n	circulares D rectangul. B	H	circulares $Q/(g^{1/2}\cdot D^{5/2})$ rectangul. $Q/(g^{1/2}\cdot B\cdot H^{3/2})$	δ/H ó δ/D	δ	calado a la salida	nivel a la salida efectos de erosión local	erosión máxima previsible e (m)	profundidad de rastrillo vertical	longitud de solera necesaria (m)	tamaño medio de la escollera [(1)] d (m)
ACTUACIÓN B																	
RAMAL 0																	
ODE Nº 3	565.20	2-1	1.49	tubo	Ø 1,80	1	1.49	1.80	0.11	0.13	0.23	0.51	Alto	1.57	0.39	-	0.00
RAMAL 9																	
ODE Nº 4	9,115.93	interior enlace	0.54	rectangular	9,54x4,24	1	0.54	9.54	4.24	0.00	0.00	0.00	0.07	Alto	1.08	0.27	-	0.00
OD 9+207	9,207.42	2-1	1.49	tubo	Ø 1,80	1	1.49	1.80		0.11	0.13	0.23	0.42	Alto	1.57	0.39	-	0.00
RAMAL 1																	
ODE Nº 5	1+276,569	2-1	1.49	tubo	Ø 1,80	1	1.49	1.80		0.11	0.13	0.23	0.47	Alto	1.57	0.39	-	0.00
ODE Nº 7	1,805.41	3	26.32	rectangular	7,80x2,70	1	26.32	7.80	2.70	0.24	0.30	0.80	0.80	Alto	4.24	1.06	-	0.00
RAMAL 2																	
Estruc. 2+100	Estructura 2+100	2	57.03	rectangular	32,00x4,50	1	57.03	32.00	4.50	0.06	0.08	0.36	1.17	Alto	4.47	1.12	-	0.00
RAMAL 3																	
ODE Nº 6	3,770.02	2	57.03	rectangular	10,30x4,35	1	57.03	10.30	4.35	0.19	0.25	1.09	1.30	Alto	6.14	1.53	-	0.00
ACTUACIÓN C																	
REPOSICIÓN C-1413 OESTE																	
ODE Nº 8	327.08	6	162.19	rectangular	11,00x4,91(*)	1	162.19	11.00	4.91	0.43	0.32	1.55	1.64	Alto	9.27	2.32	-	0.00

(*) La altura de la ODT a la entrada es de 4,91 metros, aunque a la salida es de 3,65 m

Nota: la ODE N°8 posee un perfil Quebrado, CeP: 25.19 - CeE:24.90 - CsE: 24.60 - CsP: 24.50

CxP: Cota entrada/salida Obra Proyectada

CxE: Cota entrada/salida Obra Existente

El calado a la salida se obtiene de la tabla de salida del programa HY-8 (definida en columna OUTLET DEPTH).

El valor de d/H ó d/D se obtiene del gráfico de límites de niveles altos a la salida.

*** Cálculo del aterramiento**

El riesgo de aterramiento de las obras de drenaje transversal se obtiene mediante la fórmula indicada en el apartado 4.4.5.2. de la Norma 5.2-IC:

$$i = \frac{L}{H}\,(J_0\sqrt{b/B} - j)$$

Donde

i = parámetro que define el riesgo de aterramiento.

L = longitud del conducto (m).

H = altura del conducto (m).

j = pendiente del conducto (m/m).

J_0 = pendiente del cauce (m/m) en el tramo correspondiente a la ODT.

B = anchura del conducto (m); en conductos múltiples se toma la suma de las anchuras de cada uno. En tubos se toma el diámetro.

b = se tomará el mayor valor entre B y la anchura del cauce natural (m) para un periodo de retorno que no supere los 10 años.

Si i< 0,1 se puede considerar que el riesgo de aterramiento es bajo. En caso contrario se deben analizar las soluciones siguientes:

- Modificación del proyecto de la ODT, actuando sobre su trazado o su sección transversal.
- Construcción de areneros o balsas de retención de sedimentos aguas arriba de la ODT.

A continuación, se incluyen los cálculos del riesgo de aterramiento correspondientes a las ODT proyectadas.

Se observa que en todos los casos el riesgo de aterramiento es bajo, por lo que no se prevén medidas especiales.

CALCULO DEL RIESGO DE ATERRAMIENTO EN LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

denominación O.D.	SECCIÓN	anchura OD B (m)	altura OD H (m)	longitud OD L (m)	pendiente media del cauce natural	pendiente de la obra	b (m)	riesgo aterram. i	Entrada
ACTUACIÓN B									
RAMAL 0									
ODE Nº 3	tubo Ø 1,80	1,80	1,80	119,84	0,0071	0,0071	1,80	**0,000**	boquilla con aletas
RAMAL 9									
ODE Nº 4	rectangular 9,54x4,24	9,54	4,24	61,60	0,0139	0,0139	9,54	**0,000**	boquilla con aletas
OD 9+207	tubo Ø 1,80	1,80	1,80	33,25	0,0168	0,0168	1,80	**0,000**	boquilla con aletas
RAMAL 1									
ODE Nº 5	tubo Ø 1,80	1,80	1,80	63,51	0,0101	0,0101	1,80	**0,000**	boquilla con aletas
ODE Nº 7	rectangular 7,80x2,70	7,80	2,70	82,73	0,0180	0,0150	7,80	**0,091**	boquilla con aletas
RAMAL 2									
Estruc. 2+100	rectangular 32,00x4,50	32,00	4,50	8,90	0,0070	0,0070	32,00	**0,000**	boquilla con aletas
RAMAL 3									
ODE Nº 6	rectangular 10,30x4,35	10,30	4,35	102,85	0,0050	0,0050	10,30	**0,000**	boquilla con aletas
ACTUACIÓN C									
REPOSICIÓN C-1413 OESTE									
ODE Nº 8	rectangular 11,00x4,91(**)	11,00	4,91	126,27	0,0000	0,0000	11,00	**0,000**	boquilla con aletas

3.4.2.- Análisis de daños.

Los daños originados por la implantación de obras de drenaje transversal se deben a las sobreelevaciones generadas a la entrada de las mismas respecto a la situación actual.

Como se puede observar en los cuadros de comprobación hidráulica expuestos en el subapartado 3.4.1, en el caso del presente proyecto, dado que se trata de prolongaciones de ODT existentes, se obtienen sobreelevaciones admisibles, inferiores en todos los casos a 50 cm respecto a la situación actual.

No obstante se han representado en los planos 2.7.1. de Planta de Drenaje las superficies de inundación a la entrada de las ODT, con objeto de comprobar las afecciones que se producen a los terrenos aledaños para el caudal correspondiente al periodo de retorno de 500 años.

En el cuadro siguiente, se indica la cota de inundación y la superficie afectada en cada caso.

SUPERFICIE AFECTADA A LA ENTRADA DE LAS ODT

DENOMINACIÓN	P.K.	SECCIÓN	HE (m)	COTA DE ENTRADA	COTA DE INUNDACIÓN	SUPERFICIE INUNDADA (m2)
ACTUACIÓN B						
RAMAL 0						
ODE Nº 3	0+565.198	tubo Ø 1,80	0.81	25.80	26.61	20,354
RAMAL 9						
ODE Nº 4	9+115.934	rectangular 9,54x4,24	0.10	24.79	24.89	86
OD 9+207	9+207.418	tubo Ø 1,80	0.80	24.90	25.70	1,131
RAMAL 1						
ODE Nº 5	1+276,569	tubo Ø 1,80	0.81	24.34	25.15	0
ODE Nº 7	1+805.409	rectangular 7,80x2,70	1.73	22.89	24.62	1,188
RAMAL 2						
Estruc. 2+100	Estructura 2+100	rectangular 32,00x4,50	1.37	22.95	24.32	128
RAMAL 3						
ODE Nº 6	3+770.022	rectangular 10,30x4,35	2.39	23.47	25.86	407
ACTUACIÓN C						
REPOSICIÓN C-1413 OESTE						
ODE Nº 8	0+327.076	rectangular 11,00x4,91	4.63	25.19	29.82	5,589

La zona inundada a la entrada de cada una de las obras de drenaje no afecta a núcleos urbanos o industriales. Las superficies de inundación son prácticamente las mismas que en la situación actualidad. La más significativa es la producida a la entrada de la ODE nº 3, que ocupa terrenos llanos de vegetación aledaños al enlace de la actuación B. Dicha ODT es existente y se prolonga en su salida. El resto de terrenos afectados son interiores de enlaces o zonas de cauce con vegetación.

3.4.3.- Badenes

En los caminos agrícolas interceptados por líneas de agua con caudales importantes que exigen obras de drenaje de dimensiones superiores a 1,80 m de altura, o donde las condiciones de rasante para conectar con otros caminos o para permitir el acceso a las fincas colindantes no permiten la ubicación de un tubo de las dimensiones mínimas requeridas se han dispuesto badenes constituidos por una de hormigón tipo HM-20 de 20 cm de espesor sobre tubos de ϕ 0,60 m. En general los caminos son inundables para la avenida de diseño, pero se han proyectado con cunetas que se han dimensionado adecuadamente en el apartado de Drenaje Longitudinal.

La lista de badenes a disponer en los caminos del proyecto es la siguiente:

LISTADO DE BADENES

	P.K. BADÉN	nº tubos ϕ 0,60	Cuenca nº	Q_{25} años m^3/s
EN CAMINO 1 ACTUACIÓN B	0+038	1	2-3 y 2-4	0.097
	0+256	1	2-5 y 2-6	0.192
EN CAMINO 6 ACTUACIÓN E	0+210	1	desagüe P.K. 3+214	0.134

Para definir el nº de tubos a disponer en cada badén se ha considerado el caudal a desaguar correspondiente a la avenida con período de retorno de 25 años.

La capacidad de desagüe de cada tubo, considerando una pendiente del 0,5%, es de 0,368 m^3/s, como se justifica en la tabla siguiente:

CAPACIDAD HIDRÁULICA TUBO ϕ 0,60 m para BADÉN (con pend.= 0,5%)

ϕ (m)	pend. J (m/m)	y = 0,8 ϕ (m)	n Manning	ancho b (m)	S (m^2)	P (m)	Qunif. manning (m^3/s)	veloc. (m/s)
0,60	0,0050	0,48	0,015	0,48	0,2425	1,3286	**0,368**	**1,52**

Dividiendo el caudal a desaguar por la capacidad de un tubo se ha obtenido el número de tubos necesarios en cada badén, resultando en todos los casos que es necesario sólo un tubo.

3.4.4.- Reposición encauzamiento en riera Fonda (ramal 1 Actuación B)

Dado que el derrame de tierras del ramal 1 de la actuación B ocupa la zona del canal a cielo abierto existente, correspondiente a la riera de Fonda, se ha previsto la reposición de dicho encauzamiento por el exterior del nuevo talud de terraplén. El canal actual es de sección rectangular y tiene unas dimensiones de 3,9 x 2,7 m. Se ha repuesto con el mismo ancho en un tramo de 186,745 m de longitud y con una altura libre interior de 3,20 m que es la requerida para albergar el caudal correspondiente a la avenida de 500 años de periodo de retorno. La sección es de hormigón armado con un espesor de los cajeros y de la solera de 40 cm. En el Documento nº 2 Planos se define dicha reposición. Se adjunta fotografía con vista hacia el río del canal actual.



Para la comprobación hidráulica del canal se ha considerado el caudal de la cuenca 2 en su totalidad, para estar del lado de la seguridad.

Hay una ligera variación de pendiente de la solera en el P.K. 0+052,880 de la reposición del canal, para poder dar salida a la prolongación de la O.D.T. 1+276,569 del Ramal 1 de la actuación B, que desagua en la actualidad las aguas recogidas del interior del enlace hacia dicho canal. La pendiente de la solera en el primer tramo, hasta ese desagüe, es del 0,52 % y , a partir de ahí es del 0,40 % hasta conectar de nuevo en el final de la reposición con el encauzamiento actual.

A continuación se incluye un cuadro con el cálculo del calado de régimen uniforme para el caudal de diseño correspondiente a un periodo de retorno de 500 años, empleando la fórmula de Manning, para la pendiente del 0,40 % correspondiente al tramo final que es el más desfavorable.

CANAL RIERA DE FONDA

CALADO DE RÉGIMEN UNIFORME (MANNING)

(T=500 años)

	dato		dato	tanteo	dato	dato					
CUENCA Nº	**Q DE Aportac. (m^3/s)**	**Tipo de obra**	**base (m)**	**y (m)**	**J de la obra**	**n Manning**	**b (m)**	**S (m^2)**	**P (m)**	**Qunif. tanteo (m^3/s)**	**veloc. (m/s)**
ACTUACIÓN B											
CANAL RIERA DE FONDA											
2	57,032	canal 3,90 x 3,2	3,90	**3,081**	0,0040	0,015	3,90	12,0169	10,0625	57,032	**4,75**

3.4.5.- Canal en camino 3 de la Actuación C

Entre el ferrocarril y la carretera C-1413a dirección a Molins de Rei en el tramo aledaño a la gravera existente al norte de dicho núcleo urbano, en la margen Este de la B-23, discurre un canal o cuentón a cielo abierto cubierto de vegetación de titularidad privada, que da continuidad al Canal de la Infanta. Dicho canal es cruzado por el camino 3 de la actuación C que da acceso a citada gravera La profundidad media del cauce en la zona de cruce es de 3,50 m. Se adjunta fotografía del punto de cruce.



Aguas abajo el canal se entierra en mina para cruzar perpendicularmente bajo la riera Vallvidrera y, desde ese punto, discurre bajo el casco urbano de Molins de Rei de forma subterránea.

La sección del conducto en el punto donde se soterra el cauce para cruzar bajo la riera Vallvidrera se encuentra inaccesible, a unos 6,0 m de profundidad y totalmente cubierto por maleza y vegetación, por lo que no ha sido posible inventariarlo, pero la apariencia es de que se trata de un conducto circular (tubo) y no de una obra de grandes dimensiones.

Se ha consultado a la A.C.A., al Canal de la Infanta y al Ayuntamiento de Molins sobre la titularidad y los caudales de dimensionamiento de dicho canal. De esta investigación resultó que ese tramo de cauce es de titularidad privada y, por tanto, ninguno de estos organismos se atribuyó competencia sobre el mismo. Los datos de titularidad que figuran en el Ayuntamiento están anticuados y no existe información sobre el caudal que circula por él, si bien, se sabe que recibe caudal del Canal de la Infanta desde el cruce con conducto de diámetro 2,50 m de éste bajo la B-23, aguas abajo de la antigua “Cartonera” (fábrica abandonada), situada en el cauce del río Llobregat. El Canal de la Infanta ha indicado en los contactos telefónicos mantenidos que el caudal máximo que circula por su infraestructura es de 1 m^3/s pero, al no ser de su competencia el tramo de canal en cuestión, no han remitido escrito oficial.

Ante la incertidumbre del caudal de paso, para salvar el tramo de encauzamiento a cielo abierto en el camino 3 de la Actuación C, se ha proyectado un marco de dimensiones 4,0 x 2,0 m en el P.K. 0+010,30. Se considera que esta sección está del lado de la seguridad, dada la sección en tierra existente.

A continuación se incluye el cálculo de la capacidad de la sección proyectada, empleando la fórmula de Manning, considerando la pendiente del cauce natural en ese tramo del 1,97 %. Limitando la velocidad del agua en el marco a 6,0 m/s, se dispone de un resguardo superior a 1,00 m hasta la clave del mismo.

PASO CANAL CAMINO 3 (ACTUACIÓN C)

CAPACIDAD DE LA SECCIÓN PROYECTADA (MANNING)
(T=500 años)

	dato		dato	tanteo	dato	dato					
CUENCA Nº	**Q DE Aportac. (m^3/s)**	**Tipo de obra**	**base (m)**	**y (m)**	**J de la obra**	**n Manning**	**b (m)**	**S (m^2)**	**P (m)**	**Qunif. tanteo (m^3/s)**	**veloc. (m/s)**
ACTUACIÓN C											
Marco rectangular											
10,3	-	marco 4,0 x 2,0	4,00	**0,690**	0,0197	0,015	4,00	2,7600	5,3800	16,550	**6,00**

Se observa que la sección del marco proyectado en el cruce bajo el camino tiene capacidad para desaguar 16,55 m^3/s con una velocidad máxima de 6 m/s. Se considera que este caudal está suficientemente del lado de la seguridad respecto a la aportación que pueda recibir el encauzamiento.

3.4.6.- Canal de la Autopista en Ramal 4 de la Actuación E

En este apartado se comprueba que el canal existente bajo la estructura a ampliar del ramal 4 PK 4+110 (Canal de la Autopista), no se ve afectado por la inundación correspondiente a la avenida de 500 años.

En este caso, la zona inundable del río Llobregat no alcanza la zona en estudio, por lo que el caudal de diseño es el correspondiente a la cuenca 7.

La sección del canal bajo la estructura es rectangular de dimensiones 6,3 m de ancho y 3,5 m de profundidad con cajeros de hormigón. Se adjunta fotografía.



La actuación proyectada consiste en la ampliación lateral del tablero de la estructura actual que cruza sobre el canal, sin afectar al mismo.

A continuación se incluye el cálculo del calado de régimen uniforme para el caudal de diseño correspondiente a un periodo de retorno de 500 años, empleando la fórmula de Manning.

CANAL DE LA INFANTA EN RAMAL 4 ACTUACIÓN E

CALADO SUPONIENDO CONTROL DE ENTRADA (MANNING)
(T=500 años)

	dato			dato	tanteo	dato	dato					
CUENCA Nº	**Q DE Aportac. (m^3/s)**	**tipo de obra**		**base (m)**	**y (m)**	**J de la obra**	**n Manning**	**b (m)**	**S (m^2)**	**P (m)**	**Qunif. tanteo (m^3/s)**	**veloc. (m/s)**
ACTUACIÓN E												
RAMAL 4												
7	14,919	Canal	Base 6,30 m	6,30	**1,044**	0,0016	0,015	6,30	6,5788	8,3885	14,919	**2,27**
		ctangular	H=3,50 m									

La sección del canal existente tiene capacidad suficiente para albergar la avenida de 500 años de la cuenca que vierte hacia él sin afectar a la estructura.

3.4.7.- Alineación de Estructuras de Puentes

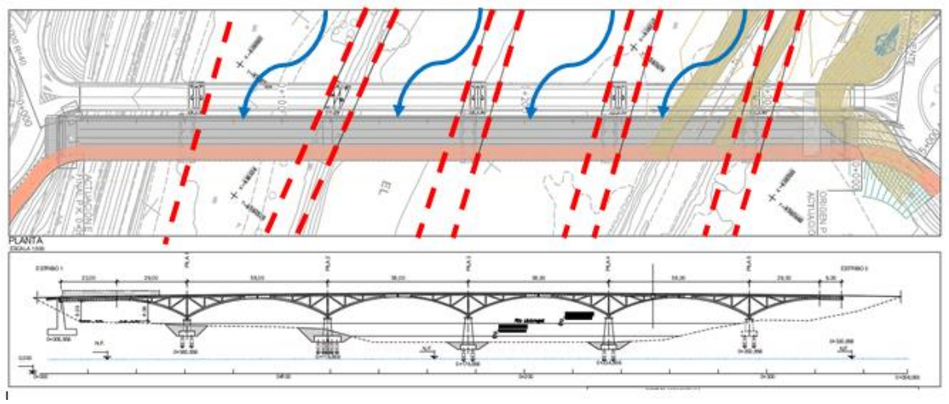
Desde el punto de vista hidráulico, la alineación de los puentes respecto del Flujo del Río Llobregat es importante, ya que define la superficie de ataque del flujo, y, por ende, su influencia en el Efecto erosivo del mismo sobre el lecho. Esto se fundamenta en la reducción de la sección hidráulica producida por una alineación muy oblicua entre los elementos del puente y el flujo o, cuando la duplicación de puentes (aguas arriba o aguas abajo), no prevé la alineación de las pilas de ambas estructuras respecto del flujo del cauce.

Con este motivo, se ha tomado como criterio alinear los elementos estructurales del Puente (estribos y Pilas), tanto con el flujo de agua como con las pilas existentes, en el caso de duplicación de Puente.

En las siguientes imágenes se puede visualizar la resolución de dicho criterio en el Diseño de las Estructuras.

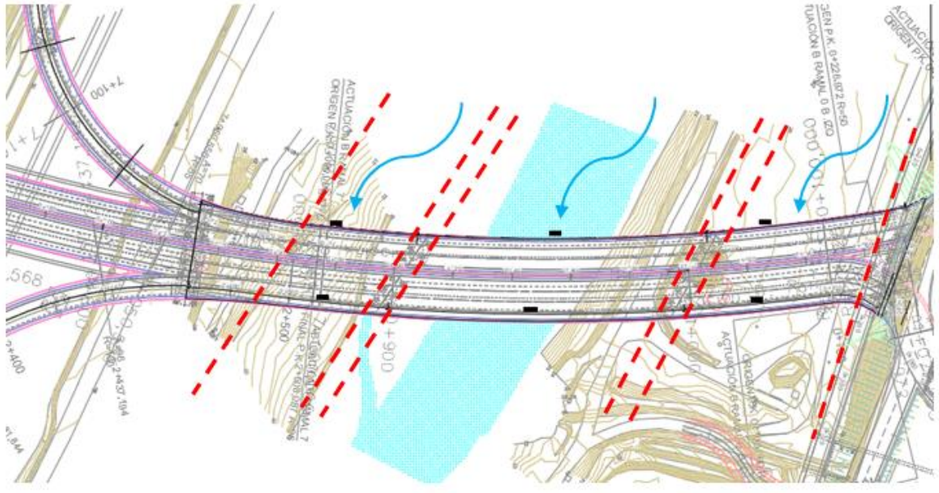
LINEACIÓN DE PILAS Y ESTRIBOS EN FUNCIÓN AL FLUJO

ACTUACIÓN E



ALINEACIÓN DE PILAS Y ESTRIBOS EN FUNCIÓN AL FLUJO

ACTUACIÓN B



3.4.8.- Niveles de inundación. Comprobación de estructuras sobre el Río Llobregat.

La Agencia Catalana del Agua, en su carta de contestación a la solicitud de criterios de diseño del drenaje, cita como documentación a considerar en el diseño de obras de drenaje transversal la Guía Tècnica “Recomanacions tècniques per al disseny d’Infraestructuras amb l’espai fluvial”. Esta publicación exige como restricción para estructuras de nueva construcción y caudales del curso, para periodo de retorno de 500 años mayores de 200 m^3/s ($Q_{500} \geq 200\ m^3/s$), una sobreelevación de la lámina de agua provocada por la estructura menor de 30 cm. Por tanto, a efectos de comprobación hidráulica, se ha de estimar el comportamiento del cauce en el entorno de la estructura y, a su vez, la repercusión de ésta sobre el curso del río.

Asimismo, los criterios de diseño de las estructuras exigen un resguardo libre mínimo entre el máximo nivel de la lámina de agua en el interior de la obra y la clave de la misma, para la avenida de 500 años, superior a 1,0 m, y comprobar que la línea de energía no toca la clave de la obra. Este resguardo libre mínimo deberá mantenerse en una longitud igual a la anchura de la sección del cauce por donde pasa la mayor parte del caudal y centrada con ésta.

Otro criterio de diseño es que cualquier infraestructura que dé continuidad a un curso fluvial deberá tener una luz libre mínima entre estribos que respete la continuidad del Sistema Hídrico (la anchura libre necesaria puede considerarse como la ocupada por la avenida de 100 años de periodo de retorno donde el flujo tiene una velocidad igual o superior a 0,5 m/s). Y, en el caso de viaducto con pilas intermedias, además de respetar la anchura libre necesaria por parte de los estribos, esta limitación equivale a la no ocupación de esta anchura por parte de las pilas. Pero se admite, dada la dificultad constructiva que puede representar en algunos casos respetar esta condición, justificarlo suficientemente en los casos en que esto no sea posible. En cualquier caso, la distribución de las pilas deberá perseguir el máximo respeto posible a aquel ancho y evitar el emplazamiento de las mismas en puntos con riesgo de padecer problemas de erosión o desprendimiento (taludes muy verticales, ...), o bien que dé lugar a colcha de anchura pequeña entre pila y estribo, creando zonas de turbulencias.

En todo caso, si se justifica que no es posible respetar la anchura libre necesaria, y si ésta superara los 45 m, en general se aceptarán separaciones mínimas entre pilas de 45 m, que medidas sobre la proyección en planta de éstas en la perpendicular al flujo resulten como mínimo de 35 m.

El cálculo de los niveles de avenida del cauce del Llobregat para los distintos periodos de retorno se ha realizado con la ayuda del Programa HEC-RAS desarrollado por Water Resources Support Center del U.S. Army Corps of Engineers, programa sobradamente contrastado y conocido, por lo que no se entrará en más detalles de sus características.

El modelo HEC-RAS simula el flujo gradualmente variado en canales abiertos, en régimen estacionario y con condiciones de contorno rígidas. Puede calcular perfiles en régimen lento o rápido y permite considerar todo tipo de obstáculos que puedan alterar las condiciones del flujo.

El método de resolución utiliza aproximaciones sucesivas para determinar la elevación de la lámina en una sección a partir de los datos de la anterior.

Los datos utilizados para el cálculo han sido, además de los caudales, los siguientes:

- Definición geométrica de las distintas secciones que se referencian en los planos adjuntos. Estas secciones van desde algunas secciones aguas abajo del futuro puente que cruza el río hasta un recorrido suficientemente aguas arriba para conocer los niveles de inundación en el tramo que va a ser atravesado. Se han definido las secciones sobre la cartografía a escala 1:1.000.
- Coeficientes de pérdida de energía en contracciones y estrechamientos (0,1 y 0,3).

- <u>Estructura en Ramal 0 (Actuación B)</u>

El nuevo puente sobre el río Llobregat presenta múltiples condicionantes para su encaje, como son: la cota de conexión con la glorieta que se proyecta sobre la B-23; las luces y gálibos verticales exigidos para el paso sobre la A-2 y el AVE; que limitan los cantos de los vanos de aproximación al río; los servicios existentes en las zonas de estribos y en las posibles ubicaciones de pilas incluyendo un edificio de control de la compañía CLH bajo el puente. Junto a los condicionantes técnicos, se han de evaluar los condicionantes hidráulicos y ambientales. Todo ello ha de compaginarse con los condicionantes económicos, que exigen la selección de una solución viable con una tipología que se adecue a las necesidades actuales dentro de un presupuesto aceptable.

Se consideran dos zonas, cada una con sus propios condicionantes. La primera zona corresponde a la margen derecha del río, donde existen multitud de vías de comunicación, mientras que la segunda zona salva el cauce del río Llobregat. Ambas zonas presentan un número elevado de servicios existentes que condicionan la solución a proyectar.

A continuación, se describe los principales condicionantes de cada una de las zonas de estudio:

Zona margen derecho:

- La zona que introduce los principales condicionantes geométricos es el paso de las vías del AVE y Cercanías y los servicios afectados contiguos a dichas vías por este lado del río.
- No es posible disponer apoyos entre las vías de AVE y Cercanías.
- Se ha de respetar un gálibo libre vertical de 7,60 m sobre la vía del AVE.
- Se propone respetar una distancia mínima de 6,00 m desde cualquier paramento de pilas o estribos a la vía más cercana. Se debe afectar lo menos posible la edificación y los distintos servicios existentes en la zona, entre las vías y el río.
- Por último, el trazado en planta y alzado de los ramales implicados imponen condicionantes por el esviaje de los cruces y los gálibos disponibles.

Zona sobre el río Llobregat

Esta estructura salva el río Llobregat, por lo tanto, la limitación principal es la ubicación de las líneas de apoyo sobre el cauce del río. Como consideraciones especiales hay que destacar todas las líneas de servicios existentes que hay en la zona del estribo denominado número 2 (margen izquierdo del río) cuya reposición, en el caso de alguno de estos servicios, tendría un coste económico y social de tal magnitud que hace recomendable evitar su afección:

- Dos conducciones de ENAGAS.
- Una conducción de Gas Natural.
- Dos conducciones de Aguas del Llobregat de Ø400 y Ø2400 mm.

Todas estas conducciones discurren sensiblemente paralelas a la B-23. Así, tanto la ubicación de la estructura, como su esviaje y tipología están limitados, ya que la construcción debe implicar la mínima ocupación posible. Para esta zona sólo se han estimado dos alternativas en cuanto a posiciones de líneas de apoyo.

La solución propuesta para el tramo de la estructura que salva el cauce propiamente dicho, una vez salvada la A-2 con sus ramales, el AVE, el edificio de CLH, y una serie de líneas de servicios, consta de tres vanos de 74,50+99,00+70,00 m, con dos tableros, uno por calzada, de 15,40 m de ancho cada uno (3 carriles por sentido). Las pilas que soportan el vano central, de sección cajón, tienen un ancho perpendicular al sentido de la corriente de 3,00 m. La rasante del tablero se sitúa a más de 7,00 m por encima de la A-2 y el AVE, cuyos terraplenes representan la protección contra avenidas. La disposición de los vanos laterales de compensación del vano central del puente exige la colocación de una pila en el cauce de la avenida ordinaria.

En el "*Anejo nº4 de Climatología e Hidrología"* se incluye la justificación de los caudales a considerar para los distintos periodos de retorno en el estudio de las sobreelevaciones y niveles de inundación que producen las actuaciones proyectadas y en concreto, la estructura sobre el río Llobregat que conecta la B-24 con la B-23, sirviendo también de conexión entre la A-2 y la B-23. También se ha estudiado la influencia que tiene la reposición oeste de la carretera C-1413, que disminuye levemente la sección transversal del cauce en el extremo de su margen izquierda, en los niveles de inundación. Se ha proyectado esta carretera con muro adosado para minimizar tanto la zona ocupada del cauce como la afección a los corredores de servicios existentes.

Se adoptan como valores de cálculo los de los caudales de la Avenida Ordinaria y de las Avenidas para periodos de retorno de 100 y 500 años considerados por la A.C.A. en su estudio "Planificació de l'espai fluvial de les conques del Baix Llobregat i Anoia". Este estudio corresponde a los últimos 30 km del río Llobregat hasta su desembocadura y los PPKK de dicho tramo que coinciden con la zona de proyecto donde se va a ubicar la nueva estructura son entre el 10,500 y el 11,500. Se consideran los máximos valores del caudal en este tramo.

En la siguiente tabla se resumen los valores de los caudales a utilizar en los cálculos de los niveles de inundación:

Periodo de retorno	**Q (m^3/s)**
Avenida Ordinaria	509.4
100 años	3.075,3
500 años	4.955,5

En este estudio hidráulico se adoptan dichos valores como base de partida para obtener los niveles de inundación con una escala de detalle 1:1.000 de la zona de proyecto.

Los caudales que se han simulado son los correspondientes a los periodos de retorno de 100 y 500 años y a la avenida ordinaria. Los valores empleados se han recogido en el cuadro anterior.

Se adjunta, a continuación de este apartado, el plano a escala 1:1000 en el que se representan las secciones consideradas en la discretización efectuada del cauce, los niveles de inundación resultantes para las avenidas de 100 años, de 500 años y para la avenida ordinaria, así como los cálculos realizados en las distintas hipótesis que se indican a continuación:

- Situación actual sin actuaciones.
- Situación sin estructura sobre el cauce, con trazado de la carretera C-1413 con muro de contención pasando por el vano adicional más próximo a la B-23.
- Situación con estructura sobre el cauce, con trazado de la carretera C-1413 con muro de contención pasando por el vano adicional más próximo a la B-23.

Las hipótesis descritas se han contemplado para estimar la sobreelevación producida por el estrechamiento del cauce debido a la reposición de la carretera C-1413, por debajo del puente, y la debida exclusivamente al puente proyectado.

En las tablas siguientes se resumen los resultados de los cálculos efectuados mediante el programa HEC-RAS. En la primera se reflejan las cotas de inundación en la sección inmediatamente anterior al puente sobre el río y en la segunda tabla, las sobreelevaciones producidas respecto a la situación actual (sin actuaciones).

Cota de inundación en metros en la sección inmediatamente aguas arriba del puente sobre el Río Llobregat (Perfil 6.5 del modelo)

	Sin actuaciones	Sin estructura, con reposición C-1413	Con estructura, con reposición C-1413
Avenida Ordinaria	23.99	23.99	24.00
T=100 años	28.16	28.16	28.17
T=500 años	29.81	29.81	29.84

Sobreelevaciones en cm en la sección imediatamente aguas arriba del puente sobre el Río Llobregat (Perfil 6.5 del modelo)

	Sin actuaciones	Sin estructura, con reposición C-1413	Con estructura, con reposición C-1413
Avenida Ordinaria	-	0.00	1.00
T=100 años	-	0.00	1.00
T=500 años	-	0.00	3.00

La sobreelevación para T=500 años producida por las pilas de la estructura proyectada tiene un valor de 3 cm

Se han comparado los resultados de los niveles de inundación obtenidos de los cálculos realizados en el presente documento con los valores de los niveles de inundación que figuran en el estudio realizado por la A.C.A. “Planificació de l’espai fluvial de les conques del Baix Llobregat i Anoia” (P.E.F.), cuya documentación se incluye en el *Apéndice Nº 5* del *Anejo nº 4 de Climatología e Hidrología*, con objeto de contrastar ambos resultados.

Hay que aclarar que el estudio hidráulico realizado por la ACA tiene fecha del año 2005 y, por tanto, se efectuó sobre una cartografía que no contemplaba la existencia de la línea de AVE, que se construyó con posterioridad. Esta modificación de la orografía lógicamente supuso una reducción de sección hidráulica del río que se ve reflejada en las avenidas de periodos de retorno grandes.

Se debe tener en cuenta a la hora de la comparación que el estudio de P.E.F. corresponde a un ámbito de 30 km de longitud del río Llobregat y que sus resultados se han representado sobre una cartografía 1:5000, por lo que es de suponer que dicha cartografía es la que ha servido de base para dicho estudio. En el proyecto de construcción se ha utilizado una cartografía 1:1000, de mayor detalle, ajustándose exclusivamente al tramo de sus actuaciones. Hay que considerar por tanto las cotas absolutas con cierta precaución en la comparación por las posibles diferencias en cota entre ambas cartografías.

Para la comparación se han considerado los niveles de inundación en el cauce actual (sin tener en cuenta las actuaciones de proyecto) en el perfil 6.5 del estudio hidráulico del proyecto y en el perfil del PK 11+390,66 del estudio de la A.C.A. que es el que le correspondería por proximidad. Se ha escogido dicho perfil por ser el anterior al futuro puente a construir sobre el cauce del río. Los resultados son los siguientes:

COMPARACIÓN DE NIVELES DE INUNDACIÓN

SECCIÓN DEL CAUCE	Niveles de inundación para distintos periodo de retorno (cotas en m)		
	Avda Ordinaria	T=100 años	T=500 años
P.K. 11+390,66 .P.E.F. (A.C.A.)	23,90	27,37	28,59
Perfil 6.5 (Proyecto)	24,00	28,17	29,84

Se observa que para la avenida ordinaria los niveles de inundación presentan una diferencia de cota de 10 cm, que puede deberse a diferencias en la cartografía, puesto que no hay repercusión sobre el cauce ordinario por la implantación del AVE. Para las avenidas con periodos de retorno de 100 y 500 años los niveles de inundación obtenidos en el estudio hidráulico del proyecto resultan superiores a los del estudio de P.E.F, como consecuencia de la implantación de la infraestructura del AVE en la margen derecha del cauce.

Con las salvedades que supone comparar dos cálculos efectuados sobre diferentes bases cartográficas se considera que son razonables los valores de los niveles de inundación obtenidos en el proyecto y acordes con el estudio anterior realizado por la A.C.A.

Se analizan a continuación las repercusiones de las actuaciones proyectadas respecto a la situación actual que se han considerado en el estudio hidráulico contenido en este Anejo.

Como resultado de los cálculos se ha concluido que el cauce tiene capacidad para albergar la avenida correspondiente al periodo de retorno de 500 años sin desbordar los límites actuales que constituyen el terraplén del AVE en la margen derecha y el de la B-23 en la margen izquierda del río.

Se observa a partir de las tablas que la sobreelevación producida por la reposición de la carretera C-1413 que discurre adosada lo máximo posible a la B-23 y acompañada de un muro de contención, resulta inapreciable (0 cm; cota 29,81). Esto se debe a que el muro proyectado en la C-1413 hace que se mantenga el radio hidráulico en todas las secciones prácticamente inalterable y, por otro lado, las pérdidas por ensanchamiento y estrechamiento entre secciones son inferiores respecto a la situación actual, contrarrestando el efecto de la pequeña pérdida de sección, de tal manera que el calado no varía, con la precisión medida (cm), al incluir esta actuación.

Si se añade a esta situación el puente sobre el río para la conexión de la A-2 con la B-23, la sobreelevación alcanza los 3 cm (cota 29,84) respecto a la situación actual y a la situación con la reposición de la C-1413. El efecto de las pilas cumple por tanto con la condición de diseño exigida por la Agencia Catalana del Agua de no provocar una sobreelevación superior a los 30 cm.

La condición de resguardo libre superior a 1,0 m respecto a la clave de la obra para la avenida de 500 años se cumple sobradamente puesto que dicho resguardo libre supera los 5,5 m en el punto más desfavorable del tablero.

En cuanto a la posición de las pilas en el cauce, debido a los condicionantes enunciados anteriormente se justifica que las posibilidades de ubicación alternativa son muy escasas. Se podrían admitir pequeños ajustes que en ningún caso puedan variar la tipología estructural del puente. Hay que señalar que se ha escogido una tipología con el mínimo número de pilas a disponer dentro de las que pueden ser asumibles económicamente. Otras tipologías con menos pilas resultarían inabordables desde el punto de vista económico.

La denominada pila P-5 tiene su posición fijada por la distancia horizontal necesaria a la vía del ferrocarril. Esta pila se encuentra fuera de la “anchura libre necesaria”, que coincide en la zona del viaducto, y en todo el tramo, con los límites de la avenida de 100 años, puesto que se han obtenido las franjas con velocidad del agua inferior a 0,5 m/s dentro de estos límites y son inexistentes o inapreciables. La pila P-6 también tiene su posición fijada por la confluencia de los tableros de los ramales 2 y 7 con los tableros derecho e izquierdo del ramal 0. Aunque el vano entre las pilas P-5 y P-6 es inferior a 35 m no hay solución alternativa. Las pilas P-7, P-8, P-9 y P-10 son las correspondientes al viaducto de voladizos sucesivos de 3 vanos con sección constante en cada calzada. Los vanos entre pilas P-7 y P-9 de 48,37+92,06 m (dcho.) y de 49,38+92,00 m (izdo.) cumplen los requisitos de diseño exigidos por la Agencia Catalana del Agua. La posición de la pila P-10 viene condicionada por el paso en sentido longitudinal del río de la tubería denominada arteria DN-2400 ETAP Abrera-Fonsanta (de 2,40 m de diámetro), que no puede verse afectada, por la necesidad de dejar espacio para la ubicación del resto de servicios a reponer por el vano extremo y por los condicionantes estructurales para la compensación del vano central. Por tanto, las luces del vano entre las pilas P-9 y P-10 de 42,28 m (dcho.) y 42,83 m están determinadas por la posición fijada de la pila P-10 y por evitar que la pila P-9 se aproxime al cauce de avenidas. Por último, el vano extremo entre la pila P-10 y el estribo E-2, diseñado para el paso de la reposición de la C-1413, tiene su luz condicionada por la situación de la rotonda proyectada. En este vano los tableros derecho e izquierdo tienen distintas luces y curvaturas en planta.

Por tanto, se considera justificada la ubicación de las pilas del puente con los condicionantes existentes y buscando el objetivo de reducir al mínimo la afección al cauce.

En el **Apéndice Nº 2** se presentan los cálculos hidráulicos para las distintas hipótesis planteadas en la modelización hidráulica mediante Hec-Ras. Y en el **Apéndice Nº 3** se presentan los planos de planta a escala 1:1.000 con las líneas de inundación para las avenidas estudiadas, indicando los perfiles empleados en el modelo. Se incluye también un plano del alzado del puente en el que se representa la cota de inundación.

- <u>Estructura duplicación puente actual en arco metálico (Actuación E)</u>

Actualmente, existe un puente de arco metálico bidireccional (dos carriles) que salva su paso sobre el río Llobregat y proyecta una duplicación de este de manera análoga al existente con la salvedad de que el tablero tendrá un ensanche para incluir una vía ciclista y un paso peatonal. Con esta propuesta, quedará asignado un puente para cada sentido de circulación, así como la incorporación de una zona segura para la circulación de peatones y ciclistas.

Respecto al diseño Estructural del mismo, la singularidad de la estructura ya construida y la cercanía de la duplicación aconsejan mantener la misma tipología y dimensiones que el puente existente, así como la orientación de las pilas en función al Flujo del Río Llobregat (ver Punto 4).

Es por ello por lo que la estructura Proyectada consta de 6 vanos (4 x 58m, 1 x 48m y 1x 29m), cuyas pilas tienen un ancho perpendicular al sentido de la corriente de 3,50 m.

En la siguiente imagen se puede visualizar la estructura existente y la particularidad de esta.



Se adoptan como valores de cálculo los de los caudales de la Avenida Ordinaria y de las Avenidas para periodos de retorno de 100 y 500 años considerados por la A.C.A. en su estudio “Planificació de l’espai fluvial de les conques del Baix Llobregat i Anoia”. Este estudio corresponde a los últimos 30 km del río Llobregat hasta su desembocadura y los PPKK de dicho tramo que coinciden con la zona de proyecto donde se va a ubicar la nueva estructura son entre el 14,000 y el 14,200. Se consideran los máximos valores del caudal en este tramo.

En la siguiente tabla se resumen los valores de los caudales a utilizar en los cálculos de los niveles de inundación:

Periodo de retorno	**Q (m^3/s)**
Avenida Ordinaria	536,18
100 años	3.522,1
500 años	5.643,1

En este estudio hidráulico se adoptan dichos valores como base de partida para obtener los niveles de inundación con una escala de detalle 1:1.000 de la zona de proyecto.

Los caudales que se han simulado son los correspondientes a los periodos de retorno de 100 y 500 años y a la avenida ordinaria. Los valores empleados se han recogido en el cuadro anterior.

Se ha elaborado el plano a escala 1:1000 en el que se representan las secciones consideradas en la discretización efectuada del cauce, los niveles de inundación resultantes para las avenidas de 100 y de 500 años y para la avenida ordinaria. Se han calculado los niveles de inundación en las hipótesis que se indican a continuación:

– Situación actual sin actuaciones: situación con estructura existente sobre el cauce.

– Situación futura con actuaciones: situación con estructura existente y estructura proyectada sobre el cauce (duplicación de la existente).

Se han planteado estas hipótesis para estimar la sobreelevación producida por la influencia debida, exclusivamente, a la duplicación del puente proyectado.

Como resultado de los cálculos se ha concluido que el cauce tiene capacidad para albergar la avenida correspondiente al periodo de retorno de 500 años sin desbordar los límites actuales que constituyen el terraplén del AVE en la margen derecha y el de la B-23 en la margen izquierda del río.

En el cuadro siguiente se resumen los resultados de los cálculos efectuados mediante el programa HEC-RAS, indicándose las cotas de inundación en la sección inmediatamente anterior al puente sobre el río (perfil 8 del modelo) y las sobreelevaciones producidas respecto a la situación actual, en la que no se contempla ninguna actuación.

RESULTADOS MODELIZACIÓN HIDRÁULICA EN ACTUACIÓN E

Cota de inundación en la sección inmediatamente a guas arriba del puente sobre el Río Llobregat (Perfil 8 del modelo)

	Sin actuaciones, con estructura existente	Con estructura proyectada (duplicación puente existente)
Avenida Ordinaria	15.42	15.44
T= 100 años	19.80	19.88
T= 500 años	21.49	21.6

Sobreelevaciones en cm en la sección inmediatamente aguas arriba del puente sobre el Río Llobregat (Perfil 8 del modelo)

	Sin actuaciones, con estructura existente	Con estructura proyectada (duplicación puente existente)
Avenida Ordinaria	-	2
T= 100 años	-	8
T= 500 años	-	11

La sobreelevación para T=500 años producida por las pilas de la estructura proyectada tiene un valor de 11 cm

A partir de las tablas se observa que la sobreelevación producida por el puente exclusivamente, en la Actuación E, para un periodo de retorno de 500 años, varía entre 2 y 11 cm.

Por lo tanto, la estructura en sí misma cumple con el requisito de diseño exigido por la Agencia Catalana del Agua de no provocar una sobreelevación superior a los 30 cm.

En el **Apéndice Nº 2** se presentan los cálculos hidráulicos para las distintas hipótesis planteadas en la modelización hidráulica mediante Hec-Ras. Y en el **Apéndice Nº 3** se presentan los planos de planta a escala 1:1.000 con las líneas de inundación para las avenidas estudiadas, indicando los perfiles empleados en el modelo. Se incluye también un plano del alzado del puente en el que se representa la cota de inundación.

3.4.9.- Cálculo de la socavación en el cauce de los puentes sobre el río Llobregat y Manto de Escolleras en Pilas

La determinación de la magnitud del proceso erosivo reviste una característica compleja debido al proceso en sí mismo, ya que puede alcanzar su mayor valor durante la crecida, pero rellenarse los sectores erosionados con sedimentos una vez que se produce la baja en el pico de la crecida.

Inicialmente, para la estimación de las profundidades de los procesos erosivo, se debe establecer la condición del caudal en lo que respecta a los sedimentos transportados, siendo el caso empleado en el presente estudio, la erosión con aguas claras ("Clear Water"), donde no se contempla caudal sólido, por lo cual la erosión se detiene cuando la fuerza cortante cae por debajo de la crítica, que es la de inicio de movimiento de sedimentos.

En lo referente a la metodología de cálculo, se plantea el uso de diversas Fórmulas empíricas, empleando como datos de entrada los resultados obtenidos del modelo unidimensional HEC-RAS.

El fundamento del planteamiento de diversas metodologías de cálculo radica en que los métodos son sensibles a la variación de algunos de los parámetros, lo cual genera resultados dispares, siendo alguno de ellos tendientes a sobreestimar la profundidad de erosión, por lo cual se plantean opciones para que la Autoridad defina el método aceptado por esta para realizar los diseños de las estructuras afectadas por este proceso.

A continuación, se exponen los métodos propuestos para el cálculo de la estimación de la socavación global y estimación de la socavación localizada en pilas. Cabe mencionar que los estribos no serán objeto de cálculo alguno, pues la lámina de crecida para la recurrencia de 500 años no alcanza hasta el nivel de estos, por lo cual no se verán afectados por proceso erosivo alguno.

3.4.9.1.- Metodologías de Cálculo de Socavación Generalizada

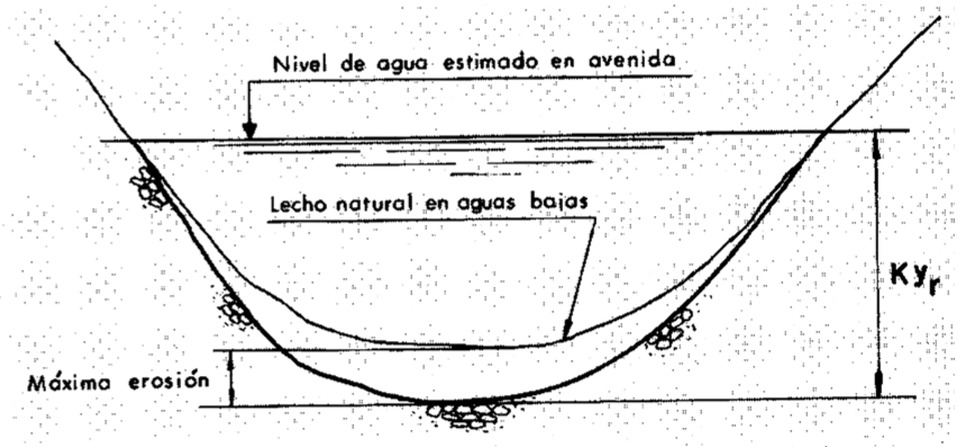
Para la estimación de las profundidades de erosión se emplearán dos Métodos ampliamente difundidos, como lo son:

- Fórmula de Régimen – Modificada de Blench
- Método de Lischtvan – Lebediev

A continuación, se resumen los métodos para su aplicación práctica.

A- Fórmula de Régimen – Modificada de Blench

De acuerdo con la metodología expuesta en la publicación *"Control de la Erosión Fluvial en Puentes"*, las variables a considerar para el cálculo de la erosión global en un cauce aplicando las fórmulas de régimen se representan en la figura siguiente:



DEFINICIÓN DE MAGNITUDES PARA EL PROCESO DE CÁLCULO DE LAS FÓRMULAS DE RÉGIMEN

La erosión global será:

$$e_g = K \cdot y_r - y$$

donde:

y_r = calado de régimen durante la avenida de cálculo.

y = altura del nivel de agua respecto al lecho en la avenida.

K es un coeficiente mayorante del calado medio y_r de valor:

En tramo recto del cauce	K=1,25
En codo moderado	K=1,50

En codo acusado	K=1,75
En codo abrupto	K=2,00

El calado medio en la sección y_r se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$y_r = \alpha \left[\frac{q}{\sqrt{g}} \right]^{\frac{2}{3}} = \alpha\, y_c$$

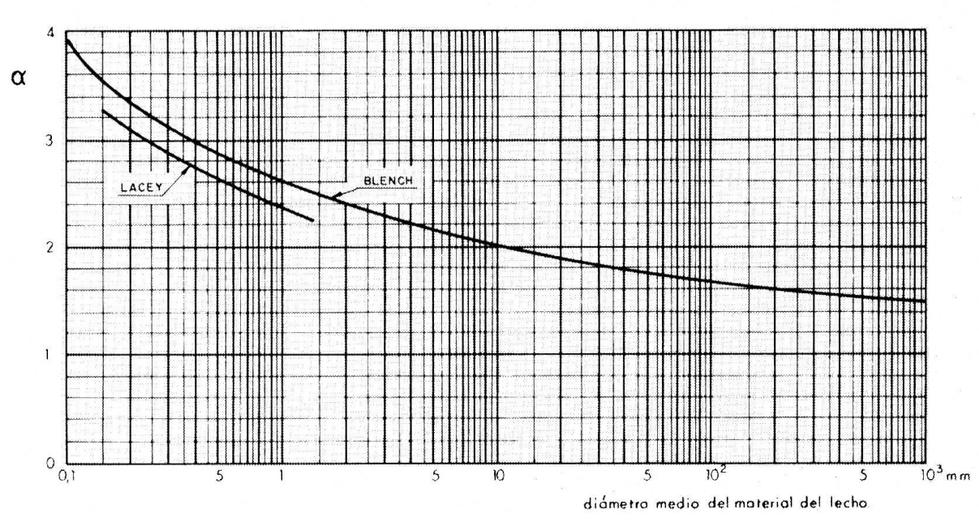
Siendo:

Q = caudal por unidad de anchura de la sección del cauce

G = aceleración de la gravedad

α = factor adimensional función del tamaño del material del lecho, dado por la figura 2

y_c = calado crítico



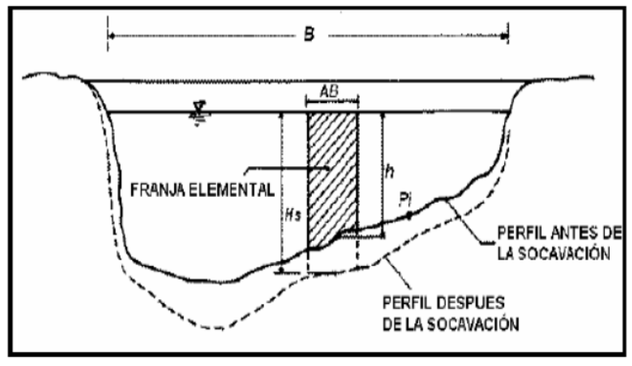
FACTOR α DE LA ECUACIÓN DE RÉGIMEN

B- Método de Lischtvan - Lebediev

De acuerdo con lo detallado en el libro de Mecánica de Suelos – Tomo III, de E. Juárez Badillo y A Rico Rodríguez, el método de Lischtvan – Lebediev se fundamenta en el equilibrio que debe existir entre la velocidad media real de la corriente (Vr) y la velocidad media erosiva (Ve).

Cabe destacar que la velocidad erosiva no es la que da inicio al movimiento de las partículas en suelos sueltos, sino la velocidad mínima que mantiene un movimiento generalizado del material del fondo. Si el suelo es cohesivo, es la velocidad que es capaz de levantar y poner el sedimento en suspensión. La velocidad erosiva está en función de las características del sedimento de fondo y de la profundidad del agua. La velocidad real está dada principalmente en función de las características del río: pendiente, rugosidad y tirante o profundidad del agua.

El método se basa en suponer que el caudal unitario correspondiente a cada franja elemental en que se divide el cauce natural permanece constante durante el proceso erosivo y puede aplicarse, con los debidos ajustes, para casos de cauces definidos o no, materiales de fondo cohesivos o no cohesivos y para condiciones de distribución de los materiales del fondo del cauce homogénea o heterogénea.



Sección Transversal erosionada

El método plantea las siguientes ecuaciones según las características físicas del suelo del cauce:

Suelos cohesivos: $$H_s = \left[\frac{\frac{1}{n} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot H_0^{\frac{5}{3}}}{0.60 \cdot \gamma_d^{1.18} \cdot \beta} \right]^{\frac{1}{x+1}}$$

Suelos granulares: $$H_s = \left[\frac{\frac{1}{n} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot H_0^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot d_m^{0.28} \cdot \beta} \right]^{\frac{1}{x+1}}$$

Donde las variables son las siguientes:

n: Coeficiente de Manning

S: Pendiente del lecho

H_0: Profundidad media de la faja considerada para t_0

γ_d: peso Volumétrico del material seco que se encuentra a una profundidad Hs (t/m^3). Suelos Cohesivos

D_m: Diámetro medio de las partículas del suelo. Suelo Granular.

β: Coeficiente que depende de la Frecuencia del evento.

Probabilidad anual (en %) de que se presente el gasto de diseño	*Coeficiente β*
100	0.77
50	0.82
20	0.86
10	0.90
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

X: Exponente variable que está en función del γ_d o de d_m. Los valores se obtienen de la siguiente tabla:

VALORES DE x Y $1/1+x$ PARA SUELOS COHESIVOS Y NO COHESIVOS

SUELOS COHESIVOS						*SUELOS NO COHESIVOS*					
γ_d mm	x	$\frac{1}{1+x}$	γ_d mm	x	$\frac{1}{1+x}$	d mm	x	$\frac{1}{1+x}$	d mm	x	$\frac{1}{1+x}$
0.80	0.52	0.66	1.20	0.39	0.72	0.05	0.43	0.70	40.00	0.30	0.77
0.83	0.51	0.66	1.20	0.38	0.72	0.15	0.42	0.70	60.00	0.29	0.78
0.86	0.50	0.67	1.28	0.37	0.73	0.50	0.41	0.71	90.00	0.28	0.78
0.88	0.49	0.67	1.34	0.36	0.74	1.00	0.40	0.71	140.00	0.27	0.79
0.90	0.48	0.67	1.40	0.35	0.74	1.50	0.39	0.72	190.00	0.26	0.79
0.93	0.47	0.68	1.46	0.34	0.75	2.50	0.38	0.72	250.00	0.25	0.80
0.96	0.46	0.68	1.52	0.33	0.75	4.00	0.37	0.73	310.00	0.24	0.81
0.98	0.45	0.69	1.58	0.32	0.76	6.00	0.36	0.74	370.00	0.23	0.81
1.00	0.44	0.69	1.64	0.31	0.76	8.00	0.35	0.74	450.00	0.22	0.83
1.04	0.43	0.70	1.71	0.30	0.77	10.00	0.34	0.75	570.00	0.21	0.83
1.08	0.42	0.70	1.80	0.29	0.78	15.00	0.33	0.75	750.00	0.20	0.83
1.12	0.41	0.71	1.89	0.28	0.78	20.00	0.32	0.76	1000.00	0.19	0.84
1.16	0.40	0.71	2.00	0.27	0.79	25.00	0.31	0.76			

μ: Coeficiente de Contracción

V (m/s)	Luz libre (m)												
	10	**13**	**16**	**18**	**21**	**25**	**30**	**42**	**52**	**63**	**106**	**124**	**200**
<1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.0	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Es importante destacar que este método es aplicable en régimen Lento (Fr<1)

3.4.9.2.- Metodologías de Cálculo de Socavación Local en Pilas

Para la estimación de las profundidades de erosión local en Pilas se emplearán tres Métodos ampliamente difundidos, como lo son:

- Método de Laursen
- Método de Froelich
- Método de CSU

Es importante destacar que para el cálculo de erosión en Pilas se debe considerar que la erosión general ya se ha producido, por lo cual, el Calado o tirante de partida es el tirante o calado erosionado. A continuación, se describe de manera sucinta la teoría de estos.

A- Método de Laursen

El método plantea la siguiente ecuación para determinar la erosión en Pilas:

$$e = 1{,}5\, b^{*\,2/3}\, y^{1/3}\, K_1$$

Siendo:

b = ancho proyectado de la pila en la dirección de la corriente.

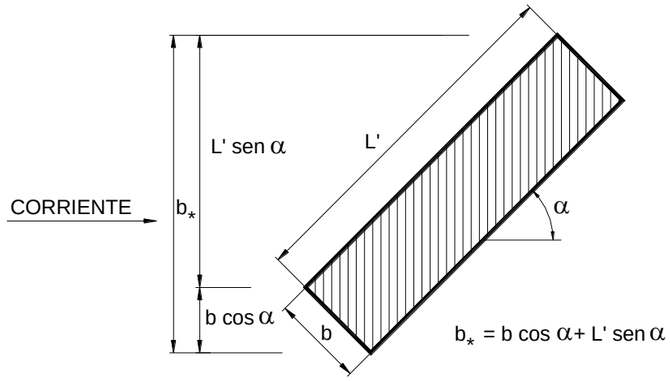
y = calado.

α = ángulo agudo que forma el lado mayor de la pila con la dirección de la corriente.

K_1 = cuando $\alpha \neq 0$ vale K1 = 1

cuando α=0, es decir, cuando la pila tiene la dirección de la corriente, toma valores K1<1 en función de la forma hidrodinámica de la pila.

e = socavación local máxima a partir del fondo.



Método de Laursen

valores de K_1

FORMA DEL FRENTE	K_1		SEGUN
RECTANGULAR	1,00		SCHNEIBLE
SEMICIRCULAR	0,90		
ELIPTICA	$\frac{p}{R}=2$	0,81	
	$\frac{p}{R}=3$	0,75	
LENTICULAR	$\frac{p}{R}=2$	0,81	
	$\frac{p}{R}=3$	0,69	
BISELADA	0,78		TISON
HIDRODINAMICA	0,75		

Laursen obtuvo esta fórmula experimental para valores de y/b > 0,5. Experimentos de Basak, que para valores altos de y/b confirman la ley de Laursen, aconsejan sin embargo modificar la ley para la parte baja.

De acuerdo con estas consideraciones, **J. Ramón Témez** propone en la publicación **"Control de erosión fluvial en puentes"** la expresión:

$$\frac{e}{b_*} = 1{,}5\left(\frac{y}{b_*}\right)^{\frac{\left(\frac{y}{b_*}\right)^3 + 0{,}5}{3\left(\frac{y}{b_*}\right)^3 + 1}}$$

donde las variables tienen el mismo significado que el indicado en la ley de Laursen.

*Se puede minorar el valor de **e** multiplicándolo por el factor **K_1**, dependiendo de la geometría de las pilas según la figura previa.*

B- Método de Froelich

El método empleado por el HEC-RAS como alternativa al método CSU se basa en la siguiente ecuación:

$$d_s = 0{,}32 \cdot K_f \cdot (a')^{0{,}62} \cdot h^{0{,}47} \cdot F_r^{0{,}22} \cdot D_{50}^{-0{,}09} + a$$

Siendo:

d_s: profundidad de socavación local

K_f: coeficiente de corrección por la forma de la pila.

Forma de la pila	K_f
Punta cuadrada	1.3
Pila con punta circular	1.0
Pila con punta aguda o triangular	0.7

a': ancho proyectado de la pila (función del ángulo de ataque).

h: profundidad del flujo directamente aguas arriba de la pila

F_r: número de Froude en la sección directamente aguas arriba de la pila

D_{50}: diámetro de la partícula del fondo del cauce

a: ancho de la pila, adicionado como factor de seguridad.

Si la profundidad de socavación se analiza para un caso particular, Froehlich sugiere que no se adicione el factor de seguridad "a" al final de la ecuación.

C- Método de CSU

El método de la Universidad Estatal del Colorado fue desarrollado por Richardson y Davies, siendo empleado por el HEC-RAS 18, tanto para lecho móvil como para aguas claras. Su particularidad es que tiene en cuenta la influencia del acorazamiento del lecho en la erosión local en pilas.

La ecuación es la siguiente:

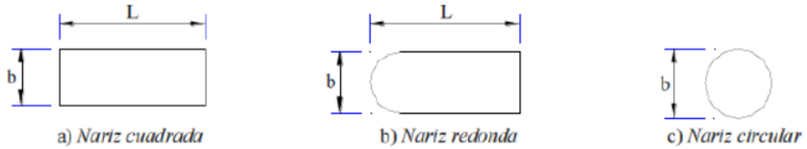
$$d_s = 2 \cdot K_f \cdot K_\phi \cdot K_c \cdot K_a \left(\frac{a}{h}\right)^{0{,}65} \cdot F_r^{0{,}43} \cdot h$$

Siendo:

d_s: profundidad de socavación local.

K_f: coeficiente de corrección por la forma de la pila. Cuando el ángulo de ataque es menor que 5°, este coeficiente toma los siguientes valores:

Forma de la pila	K_f
Nariz cuadrada	1.1
Nariz redonda	1.0
Cilíndrica	1.0
Punta aguda	0.9
Grupo de cilindros	1.0



En el caso contrario, K_ϕ tiene una mayor influencia, por lo que K_f= 1. Este coeficiente debe usarse únicamente cuando las condiciones del flujo influyen sobre toda la longitud de la pila, pues el factor de corrección podría ser menor en otros casos.

K_ϕ: coeficiente de corrección por el ángulo de ataque del flujo.

Ángulo de ataque	$l/a = 4$	$l/a = 8$	$l/a = 12$
0°	1.0	1.00	1.0
15°	1.5	2.00	2.5
30°	2.0	2.75	3.5
45°	2.3	3.30	4.3
90°	2.5	3.90	5.0

K_c: coeficiente de corrección por la forma del lecho. Generalmente, K_c=1.1, considerando que el lecho tiende a ser plano durante crecientes.

Condición del lecho	Altura de la duna H [pies]	K_c
Socavación en agua clara	N/A	1.1
Lecho plano y antidunas	N/A	1.1
Dunas pequeñas	$2 < H < 10$	1.1
Dunas mediana	$10 < H < 30$	1.1 a 1.2
Dunas grandes	$H > 30$	1.3

K_a: coeficiente de corrección por el acorazamiento del lecho. Disminuye la profundidad de erosión debido al acorazamiento, cuando el lecho está formado por materiales con D_{50} mayor o igual que 2 mm o D_{95} mayor o igual que 20 mm. El valor de este coeficiente está limitado a 0.7, siendo su mínimo 0.4.

$D_{50} < 2$ mm o $D_{95} < 20$ mm	$K_a = 1.0$
$D_{50} \geq 2$ mm y $D_{95} \geq 20$ mm	$K_a = 0.4(V_R)^{0.15}$

a: ancho de la pila.

h: profundidad del flujo directamente aguas arriba de la pila

F_r: número de Froude en la sección directamente aguas arriba de la pila

La ecuación del método se ha obtenido a partir de la envolvente de los distintos ensayos realizados, dando resultados conservadores.

3.4.9.3.- Metodología de Cálculo del Manto De Escollera

En lo referente al espesor del manto de escollera necesario se aplica el criterio de J. Ramón Témez desarrollado en el libro "Control de la erosión fluvial en puentes":

La profundidad a la que debe disponerse el manto de escollera de protección desde el perfil habitual del fondo es a la cota del lecho durante las avenidas, es decir, a una profundidad igual a la erosión global e_g, medida desde la cota del terreno en el cauce.

La dimensión en planta del manto de escollera se define por su anchura, entendiendo por tal la distancia desde el borde de la protección hasta el contorno del elemento estructural. Siendo,

e = socavación local calculada sin que exista manto de escollera (no cohibida).

se define:

a = ancho a cubrir con escollera alrededor de la pila o estribo.

a = e para pilas y estribos en cauce menor

a = 3/2 e para estribos en el cauce de avenidas

En cuanto al peso y distribución granulométrica que han de tener los bloques, se aplica el cuadro adjunto, en función del valor de la velocidad media local del agua.

Esta distribución de escolleras está tomada de la publicación "GUIDE TO BRIDGE HIDRAULICS" de C.R. NEILL, publicada por la ROAD AND TRANSPORTATION ASSOCIATION OF CANADA.

VELOCIDAD MEDIA	CLASE DE ESCOLLERA	% QUE PASA	DIÁMETRO EQUIVALENTE POR VOLUMEN (mm)	DIÁMETRO EQUIVALENTE MEDIO (mm)	PESO (kg)
HASTA 4,6 m/s	CLASE III (Pesada)	100	1200	750	2300
		80	900		1100
		50	750		700
		20	500		200
HASTA 4,0 m/s	CLASE II (Media)	100	750	500	700
		80	600		300
		50	500		200
		20	300		40
HASTA 3,0 m/s	CLASE II (Ligera)	100	450	300	140
		80	350		70
		50	300		40
		20	200		12

3.4.9.4.- Resultados Estructura Ramal 0 (Actuación B) sobre el río Llobregat

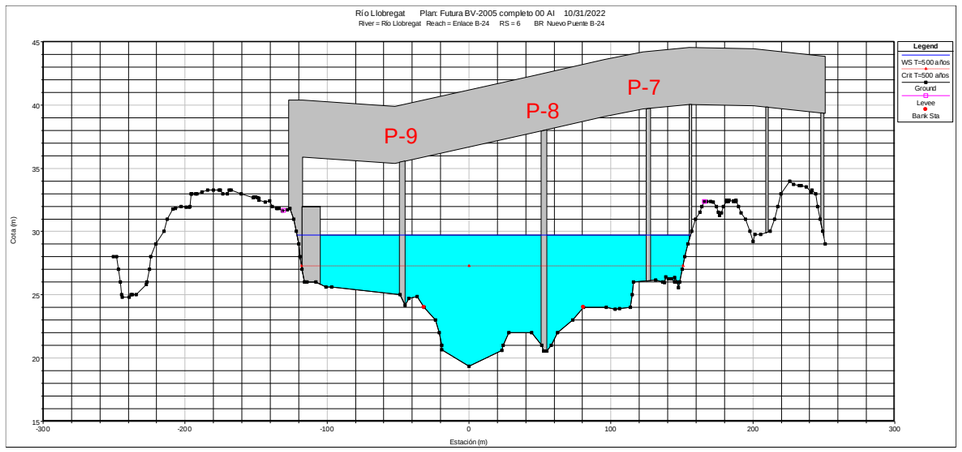
Cálculos

Erosión global

Las características del cauce necesarias para el cálculo de la socavación global en la sección de la estructura sobre el río Llobregat son las siguientes:

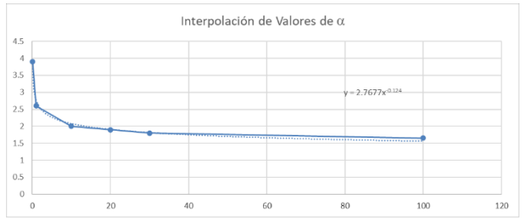
Elemento estructural	Profundidad (m)	Tipo de Terreno	Densidad (t/m3)	D50 (mm)
Eje cauce	23,0	Arenas con gravas	-	15,0
Pila P-7	1,00	limos	1,58	-
	18,60	¤ Arenas con gravas	-	15
Pila P-8	1,00	limos	1,58	-
	18,60	Arenas con gravas	-	15
Pila P-9	4,20	limos	1,58	-
	16,80	Arenas con gravas	-	15

De los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico del río Llobregat (a su paso por nuevo puente C-24) efectuado mediante el programa HECRAS, según se muestra en la siguiente imagen:



Se considerará un factor α en función al D_{50} según lo establecido en la metodología, teniendo en consideración que se realizará un promedio ponderado en función de las características físicas de cada una de las subclases de materiales que agrupan las gravas y limos.

DIÁMETRO DEL MATERIAL (mm)	α
0,1	3,9
1	2,6
10	2,0
20	1,9
30	1,8
100	1,65



De los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico del río Llobregat efectuado en el apartado anterior mediante el programa HEC-RAS, en la sección del puente se dispone de los siguientes datos para el cálculo de la erosión general, según se aprecia en la modelización con HECRAS realizada.

DATOS HIDROLÓGICOS

Tr = Periodo de retorno del gasto de diseño **500** años

DATOS HIDRAULICOS				
		Qd = caudal de diseño	**4,955.49**	m3/seg
Sector	Cauce	**qu = caudal uniforme**	**1,107.82**	m3/seg
	Pila 9	**qu = caudal uniforme**	**409.73**	m3/seg
	Pila 8	**qu = caudal uniforme**	**408.28**	m3/seg
	Pila 7	**qu = caudal uniforme**	**171.94**	m3/seg
		Be = ancho efectivo de la superficie de agua	**296.35**	m
Sector	Cauce	**Be** = ancho efectivo de la superficie de agua	**22.44**	m
	Pila 9	**Be** = ancho efectivo de la superficie de agua	**49.52**	m
	Pila 8	**Be** = ancho efectivo de la superficie de agua	**22.45**	m
	Pila 7	**Be** = ancho efectivo de la superficie de agua	**28.37**	m
Sector	Cauce	**Ho** = tirante antes de la erosión	**10.03**	m
	Pila 9	**Ho** = tirante antes de la erosión	**4.72**	m
	Pila 8	**Ho** = tirante antes de la erosión	**8.13**	m
	Pila 7	**Ho** = tirante antes de la erosión	**4.14**	m
Sector	Cauce	**Vm** = velocidad media en la sección	**4.92**	m/seg
	Pila 9	**Vm** = velocidad media en la sección	**1.91**	m/seg
	Pila 8	**Vm** = velocidad media en la sección	**2.72**	m/seg
	Pila 7	**Vm** = velocidad media en la sección	**1.64**	m/seg

		Fr = número de Froude	**0.45**	OK
		A = área de la sección hidráulica	**1,538.73**	m2
Sector	Cauce	**A** = área de la sección hidráulica	**225.09**	m2
	Pila 9	**A** = área de la sección hidráulica	**214.67**	m2
	Pila 8	**A** = área de la sección hidráulica	**149.96**	m2
	Pila 7	**A** = área de la sección hidráulica	**105.11**	m2
Sector	Cauce	**Ctn** = Cota del Terreno	**19.70**	m
	Pila 9	**Ctn** = Cota del Terreno	**25.01**	m
	Pila 8	**Ctn** = Cota del Terreno	**21.60**	m
	Pila 7	**Ctn** = Cota del Terreno	**25.59**	m
		WSE = Cota Agua	**29.73**	m
		WSEc = Cota Agua critica	**27.27**	m
		Caracteristica del Tramo	**Recto**	
		DATOS GEOMÉTRICOS		
		Se = Separación Mínima entre dos estribos	**52.00**	m
		a = Ancho de Pila	**3.00**	m

	Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2
α = Factor Adimensional función del tamañño del material del lecho	0.000	1.977	4.000	1.977	4.000	1.977	4.000	1.977
k = Coeficiente mayorante del calado en función a la caracteristica del tramo	1.25							

En base a dichos datos de entrada se obtienen los parámetros de cálculo para cada uno de los métodos planteados.

En el siguiente cuadro, se calcula la socavación global en el eje del cauce y en la posición de las pilas P-7, P-8 y P-9, puesto que la altura de agua y el calado crítico presentan sensibles diferencias debido a que la cota de fondo es más elevada. Para la pila P-6 no es aplicable la ecuación de régimen de Blench, ya que la cota de fondo de esta queda por encima del calado crítico y el calado de crecida de 500 años queda en coincidencia con la cota de la Pila, por lo cual, tampoco sería aplicable el método de Lischtvan - Lebediev. Sin embargo, se realizará una consideración especial en cuando a la cota del encepado de la misma.

METODO	PARAMETROS DE CALCULO																			
	GENERAL				Cauce				Pila 9				Pila 8				Pila 7			
	Hm	a	y	yc	Hm	a	y	yc	Hm	a	y	yc	Hm	a	y	yc	Hm	a	y	yc
LISCHTVAN - LEBEDIEV	5.19	1.11			10.03	1.09			4.34	0.74			6.68	0.79			3.70	0.70		
BLENCH MODIFICADO			10.03	7.57			10.03	7.57			4.72	2.26			8.13	5.67			4.14	1.68

METODO	GENERAL								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV					*14.14*				**4.11**
BLENCH MODIFICADO		0	-	0		14.96	8.68	8.68	**8.68**

METODO	Cauce								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV					*13.98*				**3.95**
BLENCH MODIFICADO		0	-	0		14.96	8.68	8.68	**8.68**

METODO	Pila 9								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV	5.33				*4.06*				**0.61**
BLENCH MODIFICADO		18.9	18.9	1.00		4.47	0.86	0.86	**1.86**

METODO	Pila 8								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV	11.13				*8.44*				**1.31**
BLENCH MODIFICADO		22.68	20.22	1.00		11.21	5.88	5.88	**6.88**

METODO	Pila 7								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV	4.35				*3.32*				**0.21**
BLENCH MODIFICADO		6.72	4.26	4.2		3.32	0.01	0.01	**4.21**

Esta información será importante, ya que la erosión global define la profundidad a la que se debe situar la protección de escollera de la cimentación.

En función a los cálculos realizados, las profundidades de erosión para cada uno de los métodos planteados tienden a tener discrepancias en cuanto a los valores finales, siendo de las evaluaciones iniciales, el Método de Blench Modificado más conservador (suele sobreestimar las profundidades de erosión), en comparación con las obtenidas por el método de Lischtvan -Lebediev, que es de uso más aceptado en cuanto a los valores obtenidos, siempre que se trate de ríos de llanura, con Fr<1.

En resumen, los datos obtenidos son los siguientes:

METODO	Cauce TOTAL ds	Pila 9 TOTAL ds	Pila 8 TOTAL ds	Pila 7 TOTAL ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV	**3.95**	**0.61**	**1.31**	**0.21**
BLENCH MODIFICADO	**8.68**	**1.86**	**6.88**	**4.21**

Complementariamente, según solicitud de la A.C.A. la profundidad mínima a la que se debe situar la cara superior del encepado de cimentación de cada pila debe ser igual a la erosión global del cauce. Este criterio, que tiende a generar condiciones de seguridad aún mayores a las necesarias según cálculo (al generalizar una profundidad de erosión en zonas que no están sujetas a las mismas condiciones hidráulicas del cauce) puede conllevar, junto con el aumento de costos, a situaciones de afectación de Interferencias (cañerías de Salmuera en las proximidades de la Pila 9), por lo cual se propone evaluar la posibilidad de fundar las Pilas 9 y 7 tomando en consideración un 50% de la profundidad de erosión en el cauce (condición crítica). Con esta propuesta se brinda una profundidad de fundación mayor a la exigida por cálculo, sin generar una complicación sobre las conducciones de Salmuera existentes y aumentos de costos innecesarios.

Con estas hipótesis planteadas, la cota máxima a la que debe situarse la cara superior del encepado de cimentación de cada pila podrá ser diferente según el criterio adoptado (A.C.A. – Propuesta Complementaria) y según los métodos de cálculos planteados. En función a ello, los resultados son los siguientes:

METODO	CRITERIO ACA – Cota del Encepado Pila 9 (m)	Pila 8 (m)	Pila 7 (m)
LISCHTVAN - LEBEDIEV	21.06	17.65	21.64
BLENCH MODIFICADO	16.33	12.92	16.91

METODO	PROPUESTA COMPLEMENTARIA – Cota del Encepado Pila 9 (m)	Pila 8 (m)	Pila 7 (m)
LISCHTVAN - LEBEDIEV	23.03	17.65	23.61
BLENCH MODIFICADO	18.31	12.92	18.89

Se ha realizado la presentación de las distintas alternativas ante la Autoridad y se encuentra a la espera de la resolución de la A.C.A. en cuanto a las propuestas realizadas.

En lo que respecta al ancho de la protección de escollera, la misma es función de la erosión local y se calcula a continuación.

Erosión local en estribos

Los estribos del viaducto B-24 sobre el río Llobregat se encuentran fuera de la zona de inundación para el caudal correspondiente a la avenida de 500 años, por lo que no se producirá socavación.

Erosión local en pilas

El cálculo de la erosión local se aplicarán los métodos indicados en el apartado correspondiente. Con motivo de que se requiere como nivel base el calado erosionado, se plantean las metodologías de cálculo de erosión local en pilas en función a los 2 métodos empleados para el cálculo de la erosión general. Con ello se tendrá la información necesaria para definir los criterios de diseño de la protección de escollera.

DATOS GEOMÉTRICOS E HIDRAULICOS				
		WSE = Cota Agua	**29.73**	m
		WSEc = Cota Agua critica	**27.27**	m
Sector	Pila 9	**Ctn** = Cota del Terreno	**25.01**	m
	Pila 8	**Ctn** = Cota del Terreno	**21.60**	m
	Pila 7	**Ctn** = Cota del Terreno	**25.59**	m
Sector s/ LISCHTVAN - LEBEDIEV	Pila 9	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**24.40**	m
	Pila 8	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**20.29**	m
	Pila 7	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**25.38**	m
Sector s/ BLENCH MODIFICADO	Pila 9	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**23.15**	m
	Pila 8	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**14.72**	m
	Pila 7	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**21.38**	m
Sector	Pila 9	**Vm = velocidad media en la sección**	**1.91**	m/seg
	Pila 8	**Vm = velocidad media en la sección**	**2.72**	m/seg
	Pila 7	**Vm = velocidad media en la sección**	**1.64**	m/seg

		DATOS PARA CADA MÉTODO		
METODO DE LAURSEN		**F** = Forma de la Pila	**Biselada**	
		K_1	**0.78**	
		a = Ancho de Pila	**3.00**	m
		L = largo de Pila	**10.00**	m
		α = Angulo en función a la corriente	**0.00**	m
		a_p = Ancho proyectado	**3.00**	m
METODO DE FROELICH		**F** = Forma de la Pila	**Punta Aguda o triangular**	
		K_f	**0.70**	
		a = Ancho de Pila	**3.00**	m
		L = largo de Pila	**10.00**	m
		α = Angulo en función a la corriente	**0.00**	°
		a_p = Ancho proyectado	**3.00**	m
		Fr = Número de Froude	**0.45**	
		D_{50} = diámetro de la particula del cauce	**15.00**	mm
METODO DE CSU		**F** = Forma de la Pila	**Punta aguda**	
		K_f = Coef. Por corrección de forma	**0.90**	
		a = Ancho de Pila	**3.00**	m
		L = largo de Pila	**10.00**	m
		α = Angulo en función a la corriente	**0.00**	°
		a_p = Ancho proyectado	**3.00**	m
		L/a = relación por angulo de ataque	**4.00**	
		K_ϕ = Coef. Por corrección de ángulo	**1.00**	
		Fr = Número de Froude	**0.45**	
		D_{50} = diámetro de la particula del cauce	**15.00**	mm
		D_{95} = diámetro de la particula del cauce	**25.00**	mm
		Forma de Lecho	**Lecho Plano y antidunas**	
		K_c = Coef. Por corrección de lecho	**1.10**	
	Lischtvan - Lebediev	**K_a = Coef. Por corrección por acorazamiento**	**0.44**	
	Blench modif	**K_a = Coef. Por corrección por acorazamiento**	**0.43**	

Con estos datos, los resultados son los siguientes:

METODO	DATOS Calado		
	Pila 9	Pila 8	Pila 7
	y_e	y_e	y_e
LISCHTVAN-LEBEDIEV	**5.33**	**9.44**	**4.35**
BLENCH MODIFICADO	**6.58**	**15.01**	**8.35**

METODO	METODO DE LAURSEN Erosión Local			METODO DE FROELICH Erosión Local			METODO DE CSU Erosión Local		
	Pila 9	Pila 8	Pila 7	Pila 9	Pila 8	Pila 7	Pila 9	Pila 8	Pila 7
	e	e	e	ds	ds	ds	ds	ds	ds
LISCHTVAN-LEBEDIEV	**4.25**	**5.14**	**3.97**	**3.64**	**3.84**	**3.58**	**2.25**	**2.75**	**2.10**
BLENCH MODIFICADO	**4.56**	**6.00**	**4.94**	**3.71**	**4.04**	**3.79**	**2.38**	**3.18**	**2.59**

Por lo tanto, con las hipótesis planteadas se recomienda adoptar como datos iniciales los obtenidos de la aplicación del Método de Lischtvan – Lebediev en cuanto a los calados obtenidos luego de la erosión global o generalizada.

En función a lo definido previamente, se recomienda adoptar los resultados obtenidos de la aplicación del Método de Froelich, con lo cual las erosiones locales finales adoptadas serían de 3,7 m para las Pilas 9 y 7, mientras que para la Pila 8 sería de 3,9 m.

Estos valores definirían las dimensiones de los mantos de Escollera para cada Pila, siendo la misma de Clase II, por ser las velocidades menores a 4 m/s.

Conclusiones

Para la disposición y protección de la cimentación de los apoyos situados en cauces, la publicación “Control de la Erosión Fluvial en Puentes” recomienda situar la cara superior de las zapatas por debajo de la profundidad correspondiente a la socavación global en el lecho, y disponer una protección de escollera alrededor de las paredes de las pilas igual al valor de la erosión local. Se ha recomendado a la A.C.A. la adopción de los resultados del método de Lischtvan – Lebediev con una modificación en cuanto a las erosiones en las Pilas 7 y 9, donde se propone adoptar el 50% de la erosión global del Cauce, con lo cual **las Cotas de cimentación del encepado sería 23,09m, 17,65m y 23,61m para las pilas P-9, P-8 y P-7, respectivamente.**

Cabe destacar que para las pilas de la estructura B-24 sobre el río Llobregat se ha dispuesto una protección de escollera alrededor de los fustes de aquéllas desde el encepado hasta la cota del terreno. Se ha realizado una recomendación a la A.C.A. por lo cual los resultados finales serían la colocación de un **manto de escollera de ancho de 3,70 m para las pilas P-7 y P-9, mientras que para la P-8 el ancho será de 3,90 m.** El tipo de escollera a disponer debe ser de CLASE II (MEDIA), con un diámetro medio de 500 mm.

Con la resolución de la A.C.A. respecto de las exigencias indicadas inicialmente y las propuestas complementarias presentadas en este Anejo, se definirá la profundidad de fundación del encepado y el ancho final del Manto de Escollera.

3.4.9.5.- Resultados Estructura duplicación del puente en arco metálico (Actuación E) sobre el río Llobregat

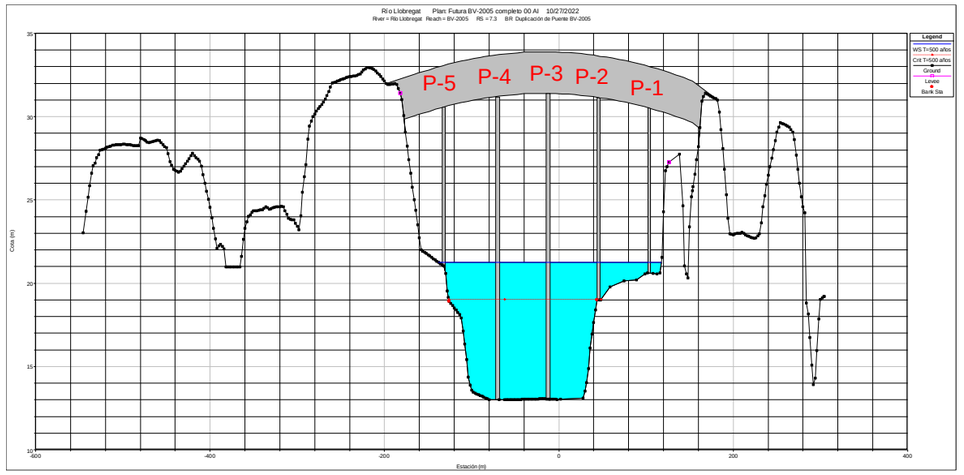
Cálculos

Erosión global

Las características del cauce necesarias para el cálculo de la socavación global en la sección de la estructura sobre el río Llobregat son las siguientes:

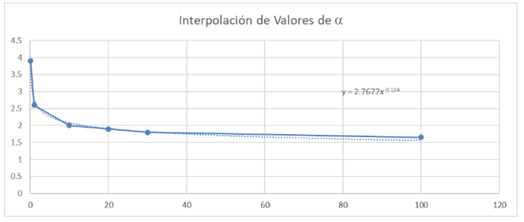
Elemento estructural	Profundidad (m)	Tipo de Terreno	Densidad (t/m3)	D50 (mm)
Eje cauce	21,0	Arenas con gravas	-	15,0
Pila P-5	1,00	limos	1,58	-
	19,00	¤ Arenas con gravas	-	15
Pila P-4	1,00	limos	1,58	-
	20,00	Arenas con gravas	-	15
Pila P-3	20,00	Arenas con gravas	-	15
Pila P-2	20,00	Arenas con gravas	-	15
Pila P-1	1,00	limos	1,58	-
	17,00	Arenas con gravas	-	15

De los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico del río Llobregat (a su paso por la duplicación del puente en arco metálico (Actuación E) efectuado mediante el programa HECRAS, según se muestra en la siguiente imagen:



Se considerará un factor α en función al D_{50} según lo establecido en la metodología, teniendo en consideración que se realizará un promedio ponderado en función de las características físicas de cada una de las subclases de materiales que agrupan las gravas y limos.

DIÁMETRO DEL MATERIAL (mm)	α
0,1	3,9
1	2,6
10	2,0
20	1,9
30	1,8
100	1,65



De los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico del río Llobregat efectuado en el apartado anterior mediante el programa HEC-RAS, en la sección del puente se dispone de los siguientes datos para el cálculo de la erosión general, según se aprecia en la modelización con HECRAS realizada.

DATOS HIDROLÓGICOS

Tr = Periodo de retorno del gasto de diseño **500** años

		DATOS HIDRAULICOS		
		Qd = caudal de diseño	**5,643.14**	m3/seg
Sector	Cauce	**qu = caudal uniforme**	**1,605.92**	m3/seg
	Pila 5	**qu = caudal uniforme**	**8.87**	m3/seg
	Pila 4	**qu = caudal uniforme**	**1,023.12**	m3/seg
	Pila 3	**qu = caudal uniforme**	**1,027.96**	m3/seg
	Pila 1-2	**qu = caudal uniforme**	**161.52**	m3/seg
		Be = ancho efectivo de la superficie de agua	**305.78**	m
Sector	Cauce	**Be** = ancho efectivo de la superficie de agua	**34.00**	m
	Pila 5	**Be** = ancho efectivo de la superficie de agua	**56.00**	m
	Pila 4	**Be** = ancho efectivo de la superficie de agua	**34.00**	m
	Pila 3	**Be** = ancho efectivo de la superficie de agua	**34.00**	m
	Pila 1-2	**Be** = ancho efectivo de la superficie de agua	**79.78**	m
Sector	Cauce	**Ho** = tirante antes de la erosión	**8.35**	m
	Pila 5	**Ho** = tirante antes de la erosión	**0.70**	m
	Pila 4	**Ho** = tirante antes de la erosión	**8.31**	m
	Pila 3	**Ho** = tirante antes de la erosión	**8.33**	m
	Pila 1-2	**Ho** = tirante antes de la erosión	**1.76**	m
Sector	Cauce	**Vm** = velocidad media en la sección	**5.66**	m/seg
	Pila 5	**Vm** = velocidad media en la sección	**1.05**	m/seg
	Pila 4	**Vm** = velocidad media en la sección	**4.18**	m/seg
	Pila 3	**Vm** = velocidad media en la sección	**4.19**	m/seg
	Pila 1-2	**Vm** = velocidad media en la sección	**1.37**	m/seg
		Fr = número de Froude	**0.51**	**OK**
		A = área de la sección hidráulica	**1,312.24**	m2
Sector	Cauce	**A** = área de la sección hidráulica	**283.90**	m2
	Pila 5	**A** = área de la sección hidráulica	**8.48**	m2
	Pila 4	**A** = área de la sección hidráulica	**244.91**	m2
	Pila 3	**A** = área de la sección hidráulica	**245.37**	m2
	Pila 1-2	**A** = área de la sección hidráulica	**118.07**	m2
Sector	Cauce	**Ctn** = Cota del Terreno	**13.03**	m
	Pila 5	**Ctn** = Cota del Terreno	**20.68**	m
	Pila 4	**Ctn** = Cota del Terreno	**13.07**	m
	Pila 3	**Ctn** = Cota del Terreno	**13.05**	m
	Pila 1-2	**Ctn** = Cota del Terreno	**19.62**	m
		WSE = Cota Agua	**21.38**	m
		WSEc = Cota Agua critica	**19.01**	m
		Caracteristica del Tramo	**Recto**	
		DATOS GEOMÉTRICOS		
		Se = Separación Mínima entre dos estribos	**63.00**	m
		a = Ancho de Pila	**3.50**	m

En base a dichos datos de entrada se obtienen los parámetros de cálculo para cada uno de los métodos planteados.

	GRAL	CAPAS											
METODO LISCHTVAN - LEBEDIEV													
m = coeficiente de contraccion. Ver tabla N° 1	0.98												
		Cauce		Pila 5		Pila 4		Pila 3		Pila 1-2	
		Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2
x = exponente variable. Ver tabla Nº 2		0.000	0.330	0.320	0.330	0.000	0.330	0.000	0.330	0.320	0.330
b = coeficiente que depende de la frecuencia del caudal de diseño. Ver tabla Nº 3	1.05										
METODO BLENCH											
		Cauce		Pila 5		Pila 4		Pila 3		Pila 1-2	
		Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2	Capa 1	Capa 2
α = Factor Adimensional función del tamanño del material del lecho		0.000	1.977	4.000	1.977	0.000	1.977	0.000	1.977	4.000	1.977
k = Coeficiente mayorante del calado en función a la caracteristica del tramo	1.25										

En el siguiente cuadro, se calcula la socavación global en el eje del cauce y en la posición de las pilas P-5, P-4, P-3 y P-2-1 (se unifican por estar bajo las mismas hidráulicas), puesto que la altura de agua y el calado crítico presentan sensibles diferencias debido a que la cota de fondo es más elevada. Para las pilas P-5, P-2 y P-1 no es aplicable la ecuación de régimen de Blench, ya que las cotas de fondo de éstas quedan por encima del calado crítico. Sin embargo, se realizará una consideración especial en cuando a la cota del encepado de las mismas.

METODO	PARAMETROS DE CALCULO											
	GENERAL				Cauce				Pila 5			
	Hm	a	y	yc	Hm	a	y	yc	Hm	a	y	yc
LISCHTVAN - LEBEDIEV	4.29	1.66			8.35	1.40			0.15	3.76		
BLENCH MODIFICADO			8.35	5.98			8.35	5.98			0.70	-1.67

METODO	PARAMETROS DE CALCULO											
	Pila 4				Pila 3				Pila 1-2			
	Hm	a	y	yc	Hm	a	y	yc	Hm	a	y	yc
LISCHTVAN - LEBEDIEV	7.20	1.14			7.22	1.14			1.48	1.07		
BLENCH MODIFICADO			8.31	5.94			8.33	5.96			1.76	-0.61

METODO	GENERAL								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV					*15.25*				**6.90**
BLENCH MODIFICADO	0	-	0		11.82	6.43	6.43		**6.43**

METODO	Cauce								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV					*13.42*				**5.07**
BLENCH MODIFICADO	0	-	0		11.82	6.43	6.43		**6.43**

METODO	Pila 5								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV	1.64				*1.26*				**0.94**
BLENCH MODIFICADO		NA	NA	NA		NA	NA	NA	**NA**

METODO	Pila 4								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV					*11.44*				**3.13**
BLENCH MODIFICADO	0	-	0		11.74	6.37	6.37		**6.37**

METODO	Pila 3								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV					*11.49*				**3.16**
BLENCH MODIFICADO	0	-	0		11.78	6.40	6.40		**6.40**

METODO	Pila 1-2								
	Capa1				Capa 2				TOTAL
	Hs	yr	eg	eg	Hs	yr	eg	eg	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV	2.03				*1.56*				**0.27**
BLENCH MODIFICADO		NA	NA	NA		NA	NA	NA	**NA**

Esta información será importante, ya que la erosión global define la profundidad a la que se debe situar la protección de escollera de la cimentación.

En función a los cálculos realizados, las profundidades de erosión para cada uno de los métodos planteados tienden a tener discrepancias en cuanto a los valores finales, siendo de las evaluaciones iniciales, el Método de Blench Modificado más conservador (suele sobreestimar las profundidades de erosión), en comparación con las obtenidas por el método de Lischtvan -Lebediev, que es de uso más aceptado en cuanto a los valores obtenidos, siempre que se trate de ríos de llanura, con Fr<1. En resumen, los datos obtenidos son los siguientes:

METODO	Cauce	Pila 5	Pila 4	Pila 3	Pila 1-2
	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
	ds	ds	ds	ds	ds
LISCHTVAN - LEBEDIEV	**5.07**	**0.94**	**3.13**	**3.16**	**0.27**
BLENCH MODIFICADO	**6.43**	**NA**	**6.37**	**6.40**	**NA**

Complementariamente, según solicitud de la A.C.A. la profundidad mínima a la que se debe situar la cara superior del encepado de cimentación de cada pila debe ser igual a la erosión global del cauce. Este criterio, que tiende a generar condiciones de seguridad aún mayores a las necesarias según cálculo (al generalizar una profundidad de erosión en zonas que no están sujetas a las mismas condiciones hidráulicas del cauce) puede conllevar a el aumento de costos, por lo cual se propone evaluar la posibilidad de fundar las Pilas 5, 2 y 1 tomando en consideración un 50% de la profundidad de erosión en el cauce (condición crítica). Con esta propuesta se brinda una profundidad de fundación mayor a la exigida por cálculo, sin generar un aumento de costos innecesarios.

Con estas hipótesis planteadas, la cota máxima a la que debe situarse la cara superior del encepado de cimentación de cada pila podrá ser diferente según el criterio adoptado (A.C.A. – Propuesta Complementaria) y según los métodos de cálculos planteados. En función a ello, los resultados son los siguientes:

	CRITERIO ACA				
	Cota del Encepado				
METODO	Pila 5 (m)	Pila 4 (m)	Pila 3 (m)	Pila 2 (m)	Pila 1 (m)
LISCHTVAN - LEBEDIEV	15.61	8.00	7.98	14.55	14.93
BLENCH MODIFICADO	14.25	6.64	6.62	13.19	13.57

METODO	PROPUESTA COMPLEMENTARIA Cota del Encepado Pila 5 (m)	Pila 4 (m)	Pila 3 (m)	Pila 2 (m)	Pila 1 (m)
LISCHTVAN - LEBEDIEV	18.14	8.00	7.98	17.08	17.46
BLENCH MODIFICADO	16.79	6.64	6.62	15.73	16.11

Se ha realizado la presentación de las distintas alternativas ante la Autoridad y se encuentra a la espera de la resolución de la A.C.A. en cuanto a las propuestas realizadas.

En lo que respecta al ancho de la protección de escollera, la misma es función de la erosión local y se calcula a continuación.

Erosión local en estribos

Los estribos del viaducto sobre el río BV-2005 Llobregat se encuentran fuera de la zona de inundación para el caudal correspondiente a la avenida de 500 años, por lo que no se producirá socavación.

Erosión local en pilas

El cálculo de la erosión local se aplicarán los métodos indicados en el apartado correspondiente. Con motivo de que se requiere como nivel base el calado erosionado, se plantean las metodologías de cálculo de erosión local en pilas en función a los 2 métodos empleados para el cálculo de la erosión general. Con ello se tendrá la información necesaria para definir los criterios de diseño de la protección de escollera.

DATOS GEOMÉTRICOS E HIDRAULICOS				
		WSE = Cota Agua	**21.38**	m
		WSEc = Cota Agua critica	**19.01**	m
Sector	Pila 5	**Ctn** = Cota del Terreno	**20.68**	m
	Pila 4	**Ctn** = Cota del Terreno	**13.07**	m
	Pila 3	**Ctn** = Cota del Terreno	**13.05**	m
	Pila 2	**Ctn** = Cota del Terreno	**19.62**	m
	Pila 1	**Ctn** = Cota del Terreno	**20.00**	m
Sector s/ LISCHTVAN - LEBEDIEV	Pila 5	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**19.74**	m
	Pila 4	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**9.94**	m
	Pila 3	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**9.89**	m
	Pila 2	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**19.35**	m
	Pila 1	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**19.73**	m
Sector s/ BLENCH MODIFICADO	Pila 5	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**NA**	m
	Pila 4	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**6.70**	m
	Pila 3	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**6.65**	m
	Pila 2	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**NA**	m
	Pila 1	**Ctne** = Cota del Terreno **Luego Erosión Generalizada**	**NA**	m
Sector	Pila 5	**Vm = velocidad media en la sección**	**1.05**	m/seg
	Pila 4	**Vm = velocidad media en la sección**	**4.18**	m/seg
	Pila 3	**Vm = velocidad media en la sección**	**4.19**	m/seg
	Pilas 1- 2	**Vm = velocidad media en la sección**	**1.37**	m/seg
DATOS PARA CADA MÉTODO				
METODO DE LAURSEN		**F** = Forma de la Pila	**Semicircular**	
		K_1	**0.90**	
		a = Ancho de Pila	**3.50**	m
		L = largo de Pila	**10.00**	m
		α = Angulo en función a la corriente	**45.00**	m
		a_p = Ancho proyectado	**10.35**	m
METODO DE FROELICH		**F** = Forma de la Pila	**Punta Circular**	
		K_f	**1.00**	
		a = Ancho de Pila	**3.50**	m
		L = largo de Pila	**10.00**	m
		α = Angulo en función a la corriente	**30.00**	°
		a_p = Ancho proyectado	**9.34**	m
		Fr = Número de Froude	**0.51**	
		D_{50} = diámetro de la particula del cauce	**15.00**	mm
METODO DE CSU		**F** = Forma de la Pila	**Nariz Redonda**	
		K_f **= Coef. Por corrección de forma**	**1.00**	
		a = Ancho de Pila	**3.50**	m
		L = largo de Pila	**10.00**	m
		α = Angulo en función a la corriente	**30.00**	°
		a_p = Ancho proyectado	**9.34**	m
		L/a = relación por angulo de ataque	**4.00**	
		K_ϕ **= Coef. Por corrección de ángulo**	**2.00**	
		Fr = Número de Froude	**0.51**	
		D_{50} = diámetro de la particula del cauce	**15.00**	mm
		D_{95} = diámetro de la particula del cauce	**25.00**	mm
		Forma de Lecho	**Lecho Plano y antidunas**	
		K_c **= Coef. Por corrección de lecho**	**1.10**	
	Lischtvan - Lebediev	K_a **= Coef. Por corrección por acorazamiento**	**0.47**	
	Blench modif	K_a **= Coef. Por corrección por acorazamiento**	**0.47**	

Con estos datos, los resultados son los siguientes:

METODO	DATOS				
	Calado				
	Pila 5	Pila 4	Pila 3	Pila 2	Pila 1
	y_e	y_e	y_e	y_e	y_e
LISCHTVAN-LEBEDIEV	**1.64**	**11.44**	**11.49**	**2.03**	**1.65**
BLENCH MODIFICADO	**NA**	**14.68**	**14.73**	**NA**	**NA**

METODO	METODO DE LAURSEN				
	Erosión Local				
	Pila 5	Pila 4	Pila 3	Pila 2	Pila 1
	e	e	e	e	e
LISCHTVAN-LEBEDIEV	**7.56**	**14.44**	**14.46**	**8.12**	**7.58**
BLENCH MODIFICADO	**NA**	**15.70**	**15.71**	**NA**	**NA**

METODO	METODO DE FROELICH				
	Erosión Local				
	Pila 5	Pila 4	Pila 3	Pila 2	Pila 1
	ds	ds	ds	ds	ds
LISCHTVAN-LEBEDIEV	**4.59**	**6.22**	**6.22**	**4.71**	**4.59**
BLENCH MODIFICADO	**NA**	**6.55**	**6.56**	**NA**	**NA**

METODO	METODO DE CSU				
	Erosión Local				
	Pila 5	Pila 4	Pila 3	Pila 2	Pila 1
	ds	ds	ds	ds	ds
LISCHTVAN-LEBEDIEV	**7.93**	**15.65**	**15.67**	**8.55**	**7.95**
BLENCH MODIFICADO	**NA**	**16.93**	**16.95**	**NA**	**NA**

Por lo tanto, con las hipótesis planteadas se recomienda adoptar como datos iniciales los obtenidos de la aplicación del Método de Lischtvan – Lebediev en cuanto a los calados obtenidos luego de la erosión global o generalizada.

En función a lo definido previamente, se recomienda adoptar los resultados obtenidos de la aplicación del Método de Froelich, con lo cual las erosiones locales finales adoptadas serían de 4.5 m para las Pilas 1, 2 y 5, mientras que para las Pilas 3 y 4 sería de 6.5m.

Estos valores definirían las dimensiones de los mantos de Escollera para cada Pila, siendo la misma de Clase II para las Pilas 1,2 y 5, por ser las velocidades menores a 4 m/s y de Clase III para las Pilas 3 y 4, por ser las velocidades menores a 4,6 m/s, pero mayores a 4 m/s.

Conclusiones

Para la disposición y protección de la cimentación de los apoyos situados en cauces, la publicación “Control de la Erosión Fluvial en Puentes” recomienda situar la cara superior de las zapatas por debajo de la profundidad correspondiente a la socavación global en el lecho, y disponer una protección de escollera alrededor de las paredes de las pilas igual al valor de la erosión local. Se ha recomendado a la A.C.A. la adopción de los resultados del método de Lischtvan – Lebediev con una modificación en cuanto a las erosiones en las Pilas 1, 2 y 5, donde se propone adoptar el 50% de la erosión global del Cauce, con lo cual **las Cotas de cimentación del encepado sería 18,14m, 8,00m, 7,98m, 17,08m y 17,46m para las pilas P-5, P-4, P-3, P-2 y P-1, respectivamente.**

Cabe destacar que para las pilas de la estructura del puente metálico de la duplicación sobre el río Llobregat se ha dispuesto una protección de escollera alrededor de los fustes de aquéllas desde el encepado hasta la cota del terreno. Se ha realizado una recomendación a la A.C.A. por lo cual los resultados finales serían la colocación de un **manto de escollera de ancho de 4,50 m para las pilas P-1, P-2 y P-5, mientras que para las P-3 y P-4 el ancho será de 6,50 m.** El tipo de escollera a disponer debe ser de CLASE III (PESADA), con un diámetro medio de 750 mm para las Pilas 4 y 3, mientras que para las Pilas 5, 2 y 1, el tipo de escollera a disponer debe ser de CLASE II (MEDIA), con un diámetro medio de 500 mm

Con la resolución de la A.C.A. respecto de las exigencias indicadas inicialmente y las propuestas complementarias presentadas en este Anejo, se definirá la profundidad de fundación del encepado y el ancho final del Manto de Escollera.

Nota:

Un aspecto que no se puede soslayar en este diseño es la interacción entre el Puente existente y la duplicación proyectada.

Es que, al tratarse el proyecto de la Duplicación de un Puente existente, cuyas características y métodos empleados para el diseño de las cimentaciones, así como sus protecciones, pueden no ser compatibles con los criterios inicialmente indicados por el A.C.A. para el nuevo diseño y verificación de puentes de este proyecto.

Por este motivo, el puente que se encuentra aguas arriba del puente proyectado, contara con cimentaciones más superficiales que las previstas para la Duplicación, lo cual ciertamente no brindará el mismo criterio de resguardo ante avenidas de 500 años, lo cual podría suponer un riesgo hacia ambas Estructuras, tanto la existente como la Duplicación, pues, en caso de fallar el puente existente, el mismo tenderá a afectar inmediatamente la estructura del puente de la Duplicación, por encontrarse aguas arriba de éste último.

Finalmente, se requiere a la Autoridad del A.C.A. que se expida sobre este tema para adecuar / modificar los criterios planteados inicialmente, o en su defecto, que prevean a futuro un mejoramiento de las obras de protección del puente existente, de forma tal que se brinde resguardo ante las avenidas de 500 años.

4.- DRENAJE LONGITUDINAL

Este apartado tiene por objeto el estudio y definición del conjunto de dispositivos hidráulicos que se proyectan para evacuar las aguas de lluvia de la plataforma y los márgenes de la carretera.

4.1.- DETERMINACIÓN DE CAUDALES.

Para el cálculo de caudales y dimensionamiento del sistema se toma como base de cálculo el aguacero correspondiente a una duración de 5 minutos para recorridos inferiores a 30 m, según la Norma 5.2-I.C; y se considera la intensidad horaria máxima previsible para un período de retorno de 25 años.

Las cuencas que aportan son: la calzada, la propia cuneta considerada, el talud de desmonte y las subcuencas que resultan de la segregación de las de drenaje transversal.

A continuación, se presentan los valores unitarios de las aportaciones por metro lineal:

- de la calzada según el ancho de plataforma de que se disponga.
- de cada metro de ancho de berma, cuneta o talud de desmonte.

Dichos cálculos se han realizado aplicando el método de la Norma 5.2-I.C.

De acuerdo con lo indicado en el apartado 1 del presente Anejo, para estar del lado de la seguridad, se ha considerado en los cálculos el valor más conservador de Pd (para T= 25 años) entre los obtenidos mediante ajuste de las series históricas en los dos pluviómetros cuyas áreas de influencia contienen las cuencas secundarias de aportación a los dispositivos de drenaje longitudinal de las actuaciones proyectadas, que son la Palma de Cervelló y Corbera de Llobregat. Por tanto, se ha adoptado un valor de Pd=161,1 mm, correspondiente a la estación pluviométrica de Corbera de Llobregat. Este valor es superior al obtenido mediante el programa del Servicio Meteorológico de Cataluña “Mapes de precipitació máxima diària esperada a Catalunya per a diferents períodes de retorn” en dicha estación pluviométrica.

Multiplicando los caudales unitarios por metro lineal aportante por las longitudes de los tramos de aportación se obtiene la aportación total a cada cuneta o dispositivo de recogida dispuesto.

Cuando se producen variaciones de peralte en la plataforma que afectan a un tramo con cuneta, se considera la aportación del tramo de plataforma que aporta agua hacia la cuneta. Se prescinde de dicha aportación cuando a lo largo de un tramo completo el peralte de la calzada vierte hacia el lado contrario a la cuneta. Para estar del lado de la seguridad se considera, a efectos de dimensionamiento, el ancho mayor de calzada existente en el tramo en aquellos casos en que hay variación del ancho de plataforma de la calzada aportante.

Los cuadros siguientes muestran los valores de los caudales unitarios.

CAUDAL DE APORTACIÓN DE LA CALZADA A LA CUNETA DE BORDE (POR METRO LINEAL)

CUENCA ancho de superficie pavimentada	TIPO	LONG. (Km)	PENDTE tanto por uno	ÁREA A (Km2)	I1/Id (mapa)	n_{dif} n_{dif}	t_{dif} (horas)	Pd (mm/día)	Pd/24 (mm/h)	Ka	Id (mm/h)	Fa	$I_{IDF}(T,tc)$	$I_{IDF}(T,24)$	Fb	Fint	I(T,tc) (mm/h)	P_0^i (mm)	βm tabla 2.5	F_T tabla 2.5	β^{PM}	Po (mm)	C	Kt	**INSTRUCCIÓN CAUDAL Q= I(T,tc)·C·A·Kt/3.6 (m^3/s)**
calzada de 6,5 m	secundaria	0,0065	peralte	0,000007	11,00	0,015	0,08	161,1	6,71	1,00	6,71	42,58	200,000	8,100	24,69	42,58	285,71	1,0	1,45	1,00	1,45	1,45	0,99	1,00	**0,000512**
calzada de 7,5 m	secundaria	0,0075	peralte	0,000008	11,00	0,015	0,08	161,1	6,71	1,00	6,71	42,58	200,000	8,100	24,69	42,58	285,71	1,0	1,45	1,00	1,45	1,45	0,99	1,00	**0,000591**
calzada de 10,5 m	secundaria	0,0105	peralte	0,000011	11,00	0,015	0,08	161,1	6,71	1,00	6,71	42,58	200,000	8,100	24,69	42,58	285,71	1,0	1,45	1,00	1,45	1,45	0,99	1,00	**0,000827**

Para anchos intermedios de calzada se puede interpolar linealmente porque el único factor que varía en el cálculo del caudal es el área de aportación, siendo constantes el resto de los factores.

CAUDAL DE APORTACIÓN DE CADA METRO DE ANCHO DE BERMA, CUNETA O TALUD DE DESMONTE CON O SIN REVESTIMIENTO A LA CUNETA DE DESMONTE (por metro lineal)

CUENCA ancho de superficie de berma cuneta o talud	TIPO	LONG. (Km)	PENDTE tanto por uno	ÁREA A (Km2)	I1/Id (mapa)	n_{dif} n_{dif}	t_{dif} (horas)	Pd (mm/día)	Pd/24 (mm/h)	Ka	Id (mm/h)	Fa	$I_{IDF}(T,tc)$	$I_{IDF}(T,24)$	Fb	Fint	I(T,tc) (mm/h)	P_0^i (mm)	βm tabla 2.5	F_T tabla 2.5	β^{PM}	Po (mm)	C	Kt	**INSTRUCCIÓN CAUDAL Q= I(T,tc)·C·A·Kt/3.6 (m^3/s)**
1,0 m	secundaria	0,0010	variable	0,000001	11,00	0,015	0,08	161,1	6,71	1,00	6,71	42,58	200,000	8,100	24,69	42,58	285,71	1,0	1,45	1,00	1,45	1,45	0,99	1,00	**0,000079**

Para cualquier ancho de berma, cuneta y talud de desmonte se puede interpolar linealmente porque el único factor que varía en el cálculo del caudal es el área de aportación, siendo constantes el resto de los factores.

Caudales de aportación

***Caudal de aportación a cunetas laterales de desmonte**

En los planos de planta de drenaje longitudinal a escala 1:1.000, se reflejan los tramos de cuneta de borde en ramales de enlace y caminos.

Las aportaciones que reciben dichas cunetas de borde se deben a las procedentes de la plataforma, las de la superficie de la propia cuneta con su talud de desmonte y, cuando el terreno natural vierte hacia la cuneta, las de las subcuencas correspondientes representadas en los planos de Planta de Drenaje a escala 1:1.000, que se han completado a escala 1:10.000 (Apéndice Nº 2 de este Anejo).

Los caudales unitarios por metro lineal de cuneta han sido obtenidos anteriormente en este mismo apartado. En caso de que el ancho de plataforma o del talud de desmonte sea distinto de los especificados en el cuadro de caudales unitarios, el valor del caudal a emplear debe ser directamente proporcional al correspondiente a los anchos tipo especificados.

En los casos en que el peralte vierte en sentido contrario a la cuneta no se considera la aportación de la plataforma.

En el **Apéndice Nº 6** se adjuntan los cuadros en los que se especifica el caudal de proyecto de cada cuneta.

En ellos se indican:

- El P.K. de origen y final de cada cuneta, referido a los ejes de replanteo en planta del trazado.
- La longitud de cuneta.
- El ancho medio del talud de desmonte incluyendo el ancho de cuneta y de berma en ese tramo, y la longitud y ancho de la calzada que vierte.
- Los caudales unitarios por metro lineal procedentes de la calzada y del conjunto de berma, cuneta y talud.
- Los caudales totales procedentes de cada una de las aportaciones citadas (caudal unitario x longitud), los caudales de las cuencas secundarias procedentes del terreno natural cuando éste vierte hacia la cuneta y los de otros tramos de cunetas que son recogidos por la cuneta cuyo caudal se calcula, y el caudal de cálculo que corresponde a la suma de todos ellos.

***Caudal de aportación a cunetas de pie de talud**

Al igual que las cunetas de desmonte indicadas en el apartado anterior, las cunetas de coronación y pie de talud están representadas en los planos de Planta de Drenaje Longitudinal a escala 1:1.000.

Estas cunetas sirven para proteger los pies de los taludes de terraplén de la aportación directa del terreno natural cuando vierte hacia ellos y los pies de los taludes entre terraplenes. Los caudales que recogen son los procedentes de las cuencas secundarias definidas en el *Anejo de Climatología e Hidrología*, cuya representación se incluye en el Apéndice nº 2 de este anejo y cuyo cálculo de caudales se ha incluido en el Apéndice nº 3. A estos caudales hay que añadir el que recoge la propia cuneta más, en algunos casos, el que recibe de otras cunetas que desembocan en ella.

En el **Apéndice nº 6** se adjuntan los cuadros en los que se especifica el caudal de proyecto de cada tramo de cuneta de pie de talud, referido al vial correspondiente al talud que protegen.

En ellos se indican:

- El P.K. de origen y final de cada cuneta, referido a los ejes de replanteo en planta del trazado del vial al que corresponden.
- La longitud de cuneta.
- El caudal unitario por metro lineal procedente de la propia cuneta.
- El caudal total procedente de la superficie de la propia cuneta, los caudales de aportación de las cuencas secundarias del terreno natural y de otras cunetas que vierten al tramo que se calcula, y el caudal de cálculo, que corresponde a la suma de todos ellos.

***Caudal de aportación a los bordillos de coronación de terraplén**

Únicamente se considera la aportación de la calzada que vierte al bordillo según el peralte. Si el peralte de la calzada es en bombeo el caudal se reduce a la mitad.

El área de aportación varía según el ancho de calzada del vial a considerar. En el caso de que el ancho de la plataforma sea mayor, el caudal aumenta exactamente en la misma proporción que aumenta dicho ancho.

En los ramales unidireccionales la superficie de aportación es de 7,5 m de ancho por metro lineal para un carril y de 10,5 m de ancho por metro lineal para 2 carriles.

A continuación se exponen los cálculos, obtenidos mediante hoja de cálculo, de los caudales unitarios para las secciones pertenecientes a reposición de carreteras y ramales unidireccionales de uno y dos carriles. Multiplicando los caudales unitarios por las respectivas longitudes de bordillo se obtienen los caudales a evacuar.

CAUDAL DE APORTACIÓN A LOS BORDILLOS DE CORONACIÓN DE TERRAPLÉN EN RAMAL UNIDIRECCIONAL (1 carril)

CUENCA (ancho de superficie pavimentada)	TIPO	LONG. (Km)	PENDTE tanto por uno	ÁREA A (Km2)	I1:Id (mapa)	n_{dif} n_{dif}	t_{dif} (horas)	Pd (mm/día)	Pd/24 (mm/h)	Ka	Id (mm/h)	Fa	$I_{IDF}(T,tc)$	$I_{IDF}(T,24)$	Fb	Fint	I(T,tc) (mm/h)	P_0^j (mm)	βm tabla 2.5	F_T tabla 2.5	β^{PM}	Po (mm)	C	Kt	**INSTRUCCIÓN CAUDAL Q= I(T,tc)·C·A·Kt/3.6 (m^3/s)**
calzada de 7,5 m	secundaria	0,0075	peralte	0,000008	11,00	0,015	0,08	161,1	6,71	1,00	6,71	42,58	200,000	8,100	24,69	42,58	285,71	1,0	1,45	1,00	1,45	1,45	0,99	1,00	**0,000591**

Caudal de aportación = 0,000591 * L (m^3/s) **(L = longitud de bordillo entre bajantes)**

CAUDAL DE APORTACIÓN A LOS BORDILLOS DE CORONACIÓN DE TERRAPLÉN EN RAMAL UNIDIRECCIONAL (2 carriles)

CUENCA (ancho de superficie pavimentada)	TIPO	LONG. (Km)	PENDTE tanto por uno	ÁREA A (Km2)	I1:Id (mapa)	n_{dif} n_{dif}	t_{dif} (horas)	Pd (mm/día)	Pd/24 (mm/h)	Ka	Id (mm/h)	Fa	$I_{IDF}(T,tc)$	$I_{IDF}(T,24)$	Fb	Fint	I(T,tc) (mm/h)	P_0^j (mm)	βm tabla 2.5	F_T tabla 2.5	β^{PM}	Po (mm)	C	Kt	**INSTRUCCIÓN CAUDAL Q= I(T,tc)·C·A·Kt/3.6 (m^3/s)**
calzada de 10,5 m	secundaria	0,0105	peralte	0,000011	11,00	0,015	0,08	161,1	6,71	1,00	6,71	42,58	200,000	8,100	24,69	42,58	285,71	1,0	1,45	1,00	1,45	1,45	0,99	1,00	**0,000827**

Caudal de aportación = 0,000827 * L (m^3/s) **(L = longitud de bordillo entre bajantes para calzada de 10,5 m)**

4.2.- CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL.

Una vez establecidos los caudales de diseño se efectúa el dimensionamiento de los dispositivos de evacuación proyectados. Se definen a continuación dichos dispositivos y los cálculos de la capacidad hidráulica de los mismos mediante la fórmula de Manning, suponiendo pendiente constante y régimen uniforme, de acuerdo con la metodología expuesta en apartados anteriores.

En los casos concretos de cunetas con variación en la pendiente longitudinal de un mismo tramo se considera, a efectos del cálculo, la pendiente media entre los puntos inicial y final.

Se exponen los cálculos justificativos indicando las características de las secciones y su capacidad para distintas pendientes. Se deberá comprobar en cada caso, según la pendiente y la longitud de calzada aportante, que el calado obtenido para el caudal de aportación es inferior a la altura libre del dispositivo (cuneta, tubo, caz,...). En el caso de los desagües longitudinales consistentes en tubos se ha considerado un resguardo mínimo de un 25% del diámetro y en los caces circulares del 20% del diámetro.

Dispositivos hidráulicos

***Cunetas de desmonte en ramales de enlace y caminos**

Se han proyectado los siguientes tipos de cuneta de borde:

- En ramales de enlace:

Cuneta superficial, revestida de hormigón, triangular, de taludes 6H/1V interior y 4H/1V exterior, de 0,30 m de profundidad y 3,00 m de ancho, iniciada en el borde exterior de la berma, tal y como se representa en los planos de secciones tipo.

En algunos casos, cuando no existe espacio suficiente para disponer de la cuneta superficial, esta cuneta se ha tenido que sustituir por una cuneta profunda triangular de taludes 1 H/ 1V por ambos lados, iniciada 10 cm por debajo del borde exterior de la subrasante o cara superior de la explanada, tal y como se representa en los planos de detalles de cunetas de Drenaje Longitudinal.

- En caminos agrícolas

En los caminos agrícolas no pavimentados se dispone una cuneta profunda triangular de taludes 1,5H/1V por ambos lados, de 0,30 m de profundidad y 0,90 m de ancho, iniciada en el borde exterior de la subrasante o cara superior de la explanada, tal y como se representa en los planos de secciones tipos.

En algún caso, se ha tenido que realizar una cuneta más profunda por motivos de capacidad. Estos tramos quedan definidos en los planos de detalles.

Se ha previsto el revestimiento de todas las cunetas de caminos, siguiendo el criterio indicado en la Norma 5.2-I.C. en su apartado 3.4.2.2. Para la comprobación de su capacidad en caso de pendientes fuertes se limitará la velocidad a la máxima permitida en superficies de hormigón, de 6 m/s. Si se llegara a sobrepasar dicha velocidad con el caudal de aportación, habría que aumentar la sección.

En general, el desagüe se efectúa directamente al terreno natural por el punto extremo del tramo de cuneta.

En el **Apéndice Nº 7** se presentan los cálculos justificativos de la capacidad hidráulica de todas las cunetas laterales de desmonte proyectadas, especificando, por un lado, las de los ramales de enlace, y por otro lado las de las reposiciones de caminos agrícolas.

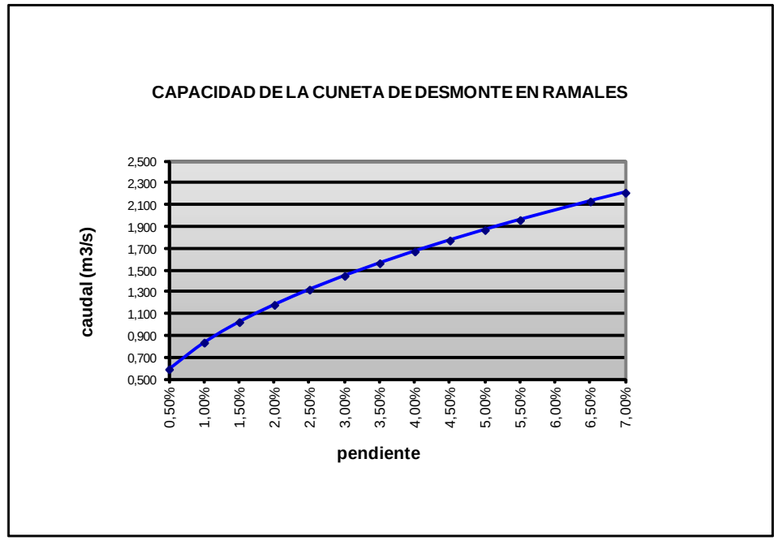
A continuación, se presentan los cálculos de la capacidad hidráulica de las cunetas laterales de desmonte para diferentes pendientes. Se detalla así, la capacidad, la velocidad a sección llena cuando no alcanza los 6 m/s, y el máximo calado admisible con pendientes fuertes para esta limitación de velocidad.

Se compara en cada caso el calado para el caudal aportado, función del ancho de calzada, del talud y de la cuenca externa si la hubiera, con la altura libre de la cuneta.

A continuación, se incluyen los cálculos de la capacidad hidráulica de las cunetas laterales de desmonte para diferentes pendientes. Se detalla así, la capacidad, la velocidad a sección llena cuando no alcanza los 6 m/s, y el máximo calado admisible con pendientes fuertes para esta limitación de velocidad.

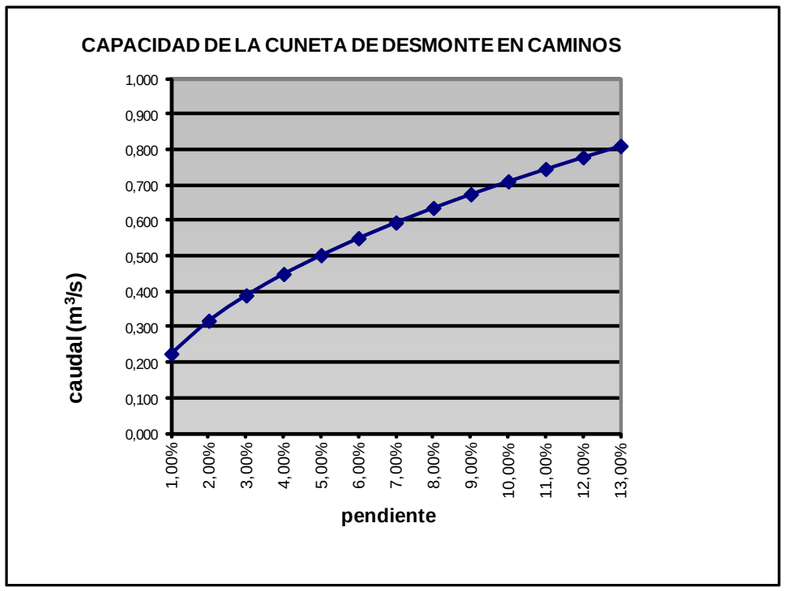
CAPACIDAD DE LA CUNETA DE DESMONTE EN RAMALES

Pendiente de cuneta	TIPO	talud int. (H/V)	talud ext. (H/V)	yadm (m)	ancho inundado (m)	revestida	n Manning	S (m2)	P (m)	Qunif. capacidad (m3/s)	v (m/s)
0,50%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**0,591**	1,31
1,00%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**0,836**	1,86
1,50%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**1,023**	2,27
2,00%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**1,182**	2,63
2,50%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**1,321**	2,94
3,00%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**1,447**	3,22
3,50%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**1,563**	3,47
4,00%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**1,671**	3,71
4,50%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**1,772**	3,94
5,00%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**1,868**	4,15
5,50%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**1,959**	4,35
6,50%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**2,130**	4,73
7,00%	superf. 0,30	6,0	4,0	0,300	3,00	S	0,015	0,450	3,062	**2,211**	4,91



CAPACIDAD DE LA CUNETA DE DESMONTE EN CAMINOS

pendiente de CUNETA	TIPO	talud int. (H/V)	talud ext. (H/V)	yadm (m)	ancho inundado (m)	revestida	n Manning	S (m2)	P (m)	Qunif. capacidad (m3/s)	v (m/s)
1,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,225**	1,66
2,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,318**	2,35
3,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,389**	2,88
4,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,450**	3,33
5,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,503**	3,72
6,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,551**	4,08
7,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,595**	4,41
8,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,636**	4,71
9,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,674**	4,99
10,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,711**	5,27
11,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,745**	5,52
12,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,779**	5,77
13,00%	profunda. 0,30	1,5	1,5	0,300	0,90	S	0,015	0,135	1,082	**0,810**	6,00



***Cunetas de pie de terraplén**

Las cunetas de pie de terraplén se proyectan para defensa de los terraplenes o para transportar los vertidos de cunetas de desmonte hasta una obra de drenaje o vaguada. Se disponen únicamente en aquellos tramos en que el terreno natural vierte hacia los taludes de terraplén de la carretera. También se proyectan para recoger y canalizar el agua de las bajantes de terraplén.

Las cunetas de pie de terraplén se proyectan de forma trapecial con cajeros de taludes 1H/1V, base inferior de 0,30 m y profundidad mínima de 0,50 m. En función de las necesidades de capacidad para evacuar el caudal que recogen, se puede aumentar el ancho de la base de la cuneta en algún tramo e incluso poner un revestimiento de hormigón,

Se ha previsto el revestimiento de todas las cunetas de pie de talud, como indica la Norma 5.2-I.C. en su apartado 3.4.2.2. Para la comprobación de su capacidad en caso de pendientes fuertes se limitará la velocidad a la máxima permitida en superficies de hormigón, de 6 m/s. En caso de pendientes muy fuertes se puede recurrir al escalonamiento, con objeto de reducir la velocidad.

Se situarán a una distancia entre 1,0 y 2,0 m del pie o coronación de talud (normalmente a 1,50 m), como se representa en los planos de detalles de drenaje longitudinal aunque en algún caso se ha tenido que reducir esta distancia a 1 m.

Se ha previsto también la protección de las líneas de agua que se forman en la intersección de terraplenes contiguos en viales de enlaces, disponiendo un revestimiento de hormigón en masa de 0,3 m de profundidad y 0,90 m de ancho total, resultando una cuneta de sección triangular de taludes 1,5H/1V.

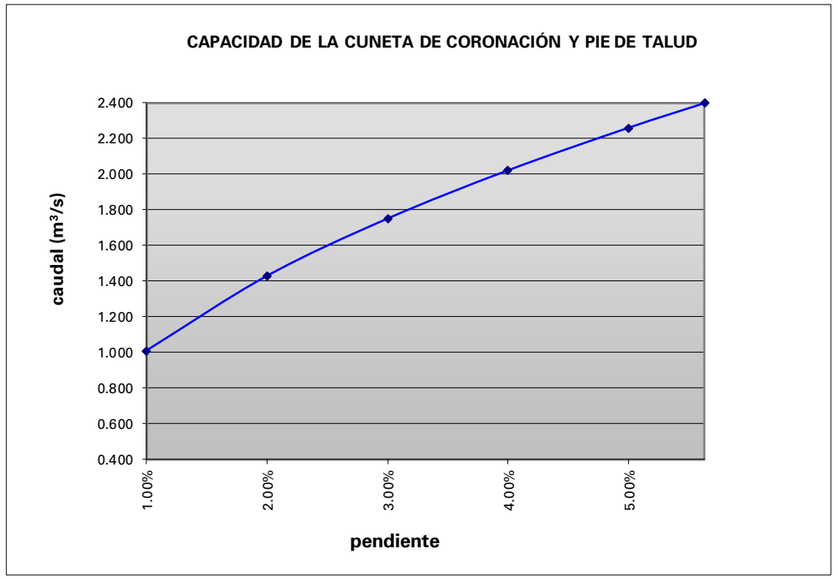
En el **Apéndice Nº 7** se incluye un cuadro con la comprobación de la capacidad hidráulica de las cunetas de pie de terraplén y de coronación de desmonte, con indicación de la necesidad o no de revestimiento y escalonamiento. Se ha obtenido el calado de cálculo necesario para desaguar la aportación a cada una, por la aplicación de la fórmula de Manning, comprobando que es inferior a la profundidad mínima fijada de 0,50 m.

A continuación se incluyen los cuadros de cálculo de la capacidad hidráulica de las cunetas de pie de terraplén, con indicación de la velocidad a sección llena cuando no alcanza los 6 m/s, y el máximo calado admisible con pendientes fuertes para esta limitación de velocidad.

A continuación se incluyen los cuadros de cálculo de la capacidad hidráulica de las cunetas de pie de terraplén, con indicación de la velocidad a sección llena cuando no alcanza los 6 m/s, y el máximo calado admisible con pendientes fuertes para esta limitación de velocidad.

CAPACIDAD DE LA CUNETA DE PIE DE TALUD

Pendiente de cuneta	TIPO	talud int. (H/V)	talud ext. (H/V)	ancho de fondo (m)	yadm (m)	ancho inundado (m)	revestida	n Manning	S (m2)	P (m)	Qunif. capacidad (m3/s)	v (m/s)
1.00%	trapec. 0.5	1.0	1.0	0.3	0.500	1.30	S	0.015	0.400	1.714	**1.011**	2.53
2.00%	trapec. 0.5	1.0	1.0	0.3	0.500	1.30	S	0.015	0.400	1.714	**1.429**	3.57
3.00%	trapec. 0.5	1.0	1.0	0.3	0.500	1.30	S	0.015	0.400	1.714	**1.751**	4.38
4.00%	trapec. 0.5	1.0	1.0	0.3	0.500	1.30	S	0.015	0.400	1.714	**2.021**	5.05
5.00%	trapec. 0.5	1.0	1.0	0.3	0.500	1.30	S	0.015	0.400	1.714	**2.260**	5.65
5.63%	trapec. 0.5	1.0	1.0	0.3	0.500	1.30	S	0.015	0.400	1.714	**2.398**	6.00



***Caz en mediana**

La mediana existente en la B-24 en la zona de actuación es de 1,00, manteniéndose este ancho hasta el PK 0+590 del ramal 0 de la actuación B. A partir de este PK, se ha realizado una transición de mediana, para disponer de un ancho de 2,0 m. Debido al reducido espacio, se ha dispuesto un caz central de diámetro Ø 300 mm entre los P.P.K.K. 0+470 y 0+592, que recoge la aportación de la calzada izquierda.

En los planos de planta de drenaje longitudinal a escala 1:1.000, se representa el tramo de caz de mediana en el ramal 0 de la actuación B.

Este caz va a recoger las aguas procedentes de la calzada izquierda del ramal 0.

En el **Apéndice Nº 8**, se exponen los cálculos del caudal de aportación y la capacidad hidráulica del dispositivo.

***Caz en coronación y pie de muros**

Se ha previsto la colocación de un caz semicircular de Ø 40 cm en la coronación de los muros dispuestos a media altura de un talud de terraplén para evitar que el agua procedente del propio terraplén vierta hacia estos directamente. Estos caces desaguan al terreno natural por sus extremos, o a un desagüe longitudinal en el caso de intersección de viales.

En los casos en que el muro esté a continuación de la plataforma se ha dispuesto un caz circular de Ø 40. Este caz va a recoger las aguas procedentes de la plataforma en los tramos en los que se necesite.

La justificación de los caces de muro se exponen en el **Apéndice Nº 8**, en el cual se exponen los cálculos tanto del caudal de aportación como la capacidad hidráulica del dispositivo.

Dichos dispositivos quedan recogidos en los planos de Planta de Drenaje y en los planos de Detalle.

***Bordillos en coronación de terraplén**

Para evitar la erosión producida por el agua vertiente de la calzada al terraplén, se dispone, en toda su longitud, en zonas de terraplenes de altura mayor de 3 m, un bordillo lateral de calzada.

Este bordillo desagua mediante bajantes a pie de terraplén. La longitud de bordillo entre bajantes debe calcularse para que se inunden sólo las bermas y no la zona pavimentada, adoptando una separación máxima entre bajantes de 50 m, que excepcionalmente puede llegar hasta 70 m (siempre que esté asegurada la capacidad del bordillo), y situando siempre alguna en los puntos bajos.

En las calzadas de ramales unidireccionales de 2 carriles (ancho 10,5 m), el caudal a desaguar es Q = 0,000827 m^3/s, para ramales unidireccionales de 1 carril (ancho 7,5 m) es Q = 0,000591 m^3/s.

En el caso de que la calzada tenga un ancho distinto a los anteriores, la aportación aumenta en la misma proporción a la relación de anchos. En estos tramos las longitudes entre bajantes se deben acortar en la misma proporción.

Los bordillos se han dispuesto por el borde de la calzada al que vierte el agua según el peralte. En los puntos de cambio de peralte se prolongan del orden de 20 m para evitar charcos en las inmediaciones del punto de peralte nulo.

A continuación se adjuntan los cálculos de las longitudes mínimas entre bajantes para distintos peraltes y pendientes longitudinales de la calzada, obtenidos mediante hoja de cálculo, por aplicación de la fórmula de Manning, contenidos en los siguientes cuadros:

- Longitudes de bordillo entre bajantes de terraplén en ramales unidireccionales de dos carriles (plataforma de 10,5 m de ancho total).
- Longitudes de bordillo entre bajantes de terraplén en ramales unidireccionales de un carril (plataforma de 7,50 m de ancho total).

En el **Apéndice Nº 9** se incluye el listado de los bordillos proyectados.

BORDILLO EN PLATAFORMA DE 10,5 m Y BERMA DE 1,0 m DE ANCHO
LONGITUD DE BORDILLO ENTRE BAJANTES DE TERRAPLEN EN TRONCO

peralte de la berma	pend. long. vial	ancho inundado	yadm	n Manning	S	P	Qunif. CAPACIDAD	v para Qunif.	longitud entre bajantes (m)
4,00	**0,0050**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,007	0,34	**8**
4,00	**0,0100**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,010	0,48	**12**
4,00	**0,0150**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,012	0,59	**14**
4,00	**0,0200**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,014	0,68	**16**
4,00	**0,0250**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,015	0,76	**18**
4,00	**0,0300**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,017	0,83	**20**
4,00	**0,0350**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,018	0,89	**22**
4,00	**0,0400**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,019	0,96	**23**
4,00	**0,0450**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,020	1,01	**25**
4,00	**0,0500**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,021	1,07	**26**
4,00	**0,0550**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,022	1,12	**27**
4,00	**0,0600**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,023	1,17	**28**
4,00	**0,0650**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,024	1,22	**29**
4,00	**0,0700**	1,00	0,040	0,015	0,02	1,04	0,025	1,27	**31**

BORDILLO EN PLATAFORMA DE 10,5 m Y BERMA DE 1,0 m DE ANCHO
LONGITUD DE BORDILLO ENTRE BAJANTES DE TERRAPLEN EN TRONCO

peralte de la berma	pend. long. vial	ancho inundado	yadm	n Manning	S	P	Qunif. CAPACIDAD	v para Qunif.	longitud entre bajantes (m)
5,00	**0,0050**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,010	0,39	**12**
5,00	**0,0100**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,014	0,55	**17**
5,00	**0,0150**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,017	0,68	**20**
5,00	**0,0200**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,019	0,78	**24**
5,00	**0,0250**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,022	0,87	**26**
5,00	**0,0300**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,024	0,95	**29**
5,00	**0,0350**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,026	1,03	**31**
5,00	**0,0400**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,028	1,10	**33**
5,00	**0,0450**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,029	1,17	**35**
5,00	**0,0500**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,031	1,23	**37**
5,00	**0,0550**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,032	1,29	**39**
5,00	**0,0600**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,034	1,35	**41**
5,00	**0,0650**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,035	1,41	**42**
5,00	**0,0700**	1,00	0,050	0,015	0,03	1,05	0,036	1,46	**44**

BORDILLO EN PLATAFORMA DE 10,5 m Y BERMA DE 1,0 m DE ANCHO
LONGITUD DE BORDILLO ENTRE BAJANTES DE TERRAPLEN EN TRONCO

peralte de la berma	pend. long. vial	ancho inundado	yadm	n Manning	S	P	Qunif. CAPACIDAD	v para Qunif.	longitud entre bajantes (m)
6,00	**0,0050**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,013	0,44	**16**
6,00	**0,0100**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,019	0,62	**22**
6,00	**0,0150**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,023	0,76	**27**
6,00	**0,0200**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,026	0,87	**32**
6,00	**0,0250**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,029	0,98	**35**
6,00	**0,0300**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,032	1,07	**39**
6,00	**0,0350**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,035	1,16	**42**
6,00	**0,0400**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,037	1,24	**45**
6,00	**0,0450**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,039	1,31	**48**
6,00	**0,0500**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,041	1,38	**50**
6,00	**0,0550**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,044	1,45	**53**
6,00	**0,0600**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,045	1,51	**55**
6,00	**0,0650**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,047	1,58	**57**
6,00	**0,0700**	1,00	0,060	0,015	0,03	1,06	0,049	1,64	**59**

BORDILLO EN PLATAFORMA DE 10,5 m Y BERMA DE 1,0 m DE ANCHO
LONGITUD DE BORDILLO ENTRE BAJANTES DE TERRAPLEN EN TRONCO

peralte de la berma	pend. long. vial	ancho inundado	yadm	n Manning	S	P	Qunif. CAPACIDAD	v para Qunif.	longitud entre bajantes (m)
7,00	**0,0050**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,017	0,48	**20**
7,00	**0,0100**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,024	0,68	**29**
7,00	**0,0150**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,029	0,83	**35**
7,00	**0,0200**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,034	0,96	**41**
7,00	**0,0250**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,038	1,08	**46**
7,00	**0,0300**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,041	1,18	**50**
7,00	**0,0350**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,045	1,27	**54**
7,00	**0,0400**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,048	1,36	**58**
7,00	**0,0450**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,051	1,44	**61**
7,00	**0,0500**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,053	1,52	**64**
7,00	**0,0550**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,056	1,60	**68**
7,00	**0,0600**	1,00	0,070	0,015	0,04	1,07	0,058	1,67	**>70**

BORDILLO EN PLATAFORMA DE 7,5 m Y BERMA DE 0,75 m DE ANCHO
LONGITUD DE BORDILLO ENTRE BAJANTES DE TERRAPLEN EN RAMAL DE 1 CARRIL

peralte de la berma	pend. long. vial	ancho inundado	yadm	n Manning	S	P	Qunif. CAPACIDAD	v para Qunif.	longitud entre bajantes (m)
4,00	**0,0050**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,003	0,28	**5**
4,00	**0,0100**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,004	0,39	**8**
4,00	**0,0150**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,005	0,48	**9**
4,00	**0,0200**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,006	0,56	**11**
4,00	**0,0250**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,007	0,62	**12**
4,00	**0,0300**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,008	0,68	**13**
4,00	**0,0350**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,008	0,74	**14**
4,00	**0,0400**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,009	0,79	**15**
4,00	**0,0450**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,009	0,84	**16**
4,00	**0,0500**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,010	0,88	**17**
4,00	**0,0550**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,010	0,93	**18**
4,00	**0,0600**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,011	0,97	**18**
4,00	**0,0650**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,011	1,01	**19**
4,00	**0,0700**	0,75	0,030	0,015	0,01	0,78	0,012	1,04	**20**

BORDILLO EN PLATAFORMA DE 7,5 m Y BERMA DE 0,75 m DE ANCHO
LONGITUD DE BORDILLO ENTRE BAJANTES DE TERRAPLEN EN RAMAL DE 1 CARRIL

peralte de la berma	pend. long. vial	ancho inundado	yadm	n Manning	S	P	Qunif. CAPACIDAD	v para Qunif.	longitud entre bajantes (m)
5,00	**0,0050**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,005	0,32	**8**
5,00	**0,0100**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,006	0,46	**11**
5,00	**0,0150**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,008	0,56	**13**
5,00	**0,0200**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,009	0,64	**15**
5,00	**0,0250**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,010	0,72	**17**
5,00	**0,0300**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,011	0,79	**19**
5,00	**0,0350**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,012	0,85	**20**
5,00	**0,0400**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,013	0,91	**22**
5,00	**0,0450**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,014	0,97	**23**
5,00	**0,0500**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,014	1,02	**24**
5,00	**0,0550**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,015	1,07	**25**
5,00	**0,0600**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,016	1,11	**27**
5,00	**0,0650**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,016	1,16	**28**
5,00	**0,0700**	0,75	0,038	0,015	0,01	0,79	0,017	1,20	**29**

BORDILLO EN PLATAFORMA DE 7,5 m Y BERMA DE 0,75 m DE ANCHO
LONGITUD DE BORDILLO ENTRE BAJANTES DE TERRAPLEN EN RAMAL DE 1 CARRIL

peralte de la berma	pend. long. vial	ancho inundado	yadm	n Manning	S	P	Qunif. CAPACIDAD	v para Qunif.	longitud entre bajantes (m)
6,00	**0,0050**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,006	0,36	**10**
6,00	**0,0100**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,009	0,51	**15**
6,00	**0,0150**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,011	0,63	**18**
6,00	**0,0200**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,012	0,72	**21**
6,00	**0,0250**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,014	0,81	**23**
6,00	**0,0300**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,015	0,88	**25**
6,00	**0,0350**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,016	0,96	**27**
6,00	**0,0400**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,017	1,02	**29**
6,00	**0,0450**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,018	1,08	**31**
6,00	**0,0500**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,019	1,14	**33**
6,00	**0,0550**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,020	1,20	**34**
6,00	**0,0600**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,021	1,25	**36**
6,00	**0,0650**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,022	1,30	**37**
6,00	**0,0700**	0,75	0,045	0,015	0,02	0,80	0,023	1,35	**39**

BORDILLO EN PLATAFORMA DE 7,5 m Y BERMA DE 0,75 m DE ANCHO
LONGITUD DE BORDILLO ENTRE BAJANTES DE TERRAPLEN EN RAMAL DE 1 CARRIL

peralte de la berma	pend. long. vial	ancho inundado	yadm	n Manning	S	P	Qunif. CAPACIDAD	v para Qunif.	longitud entre bajantes (m)
7,00	**0,0050**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,008	0,40	**13**
7,00	**0,0100**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,011	0,56	**19**
7,00	**0,0150**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,014	0,69	**23**
7,00	**0,0200**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,016	0,79	**26**
7,00	**0,0250**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,017	0,89	**30**
7,00	**0,0300**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,019	0,97	**32**
7,00	**0,0350**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,021	1,05	**35**
7,00	**0,0400**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,022	1,12	**37**
7,00	**0,0450**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,023	1,19	**40**
7,00	**0,0500**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,025	1,26	**42**
7,00	**0,0550**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,026	1,32	**44**
7,00	**0,0600**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,027	1,38	**46**
7,00	**0,0650**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,028	1,43	**48**
7,00	**0,0700**	0,75	0,053	0,015	0,02	0,80	0,029	1,49	**50**

***Bajantes tipo B-1**

Se proyectan bajantes denominadas B-1 o de "tejas", formadas por piezas prefabricadas de sección rectangular, en los casos en los que los caudales a evacuar son de pequeña entidad, como es el caso de los bordillos de coronación de terraplén. La limitación de la capacidad de este tipo de bajantes viene dada por la condición de velocidad admisible del agua sobre un conducto de hormigón de 6,0 m/s, de acuerdo con la Instrucción 5.2-I.C.

La distancia máxima entre bajantes para desaguar el agua recogida por los bordillos de coronación de terraplén se fija en 50 m. Por tanto, la aportación máxima que puede recibir una bajante de terraplén, se determina fácilmente a partir de la aportación unitaria calculada para los bordillos. Para una calzada perteneciente a ramal de 2 carriles, de 10,5 m de ancho, el bordillo aporta un caudal de 0,000827xL (m^3/s), donde L (m) es la longitud del bordillo. Por tanto, el caudal a desaguar en 50 m será $0,000827 \cdot 50 = 0,0414$ m^3/s.

A continuación se presenta el cálculo de la capacidad hidráulica de la bajante tipo B-1 para los taludes proyectados del 1,5H/1V en terraplén. Las características de la sección de estas bajantes se reflejan en los planos correspondientes. El ancho libre interior, aplicado en los cálculos, es de 0,46 m.

talud bajada (H/V)	Ancho B (m)	y (m)	J (m)	n Manning	S (m^2)	P (m)	Q_{unif} Capacidad (m^3/s)	velocidad (m/s)
1,5/1	0,46	0,044	0,67	0,015	0,020	0,547	0,120	6,00

En el caso de las bajantes de terraplén se comprueba que la capacidad es netamente superior a la aportación máxima de los bordillos indicada en los párrafos anteriores, incluso sería suficiente para un ancho de plataforma casi tres veces superior al considerado de 10,5 m.

En el **Apéndice Nº 10** se presenta un cuadro con la relación de las bajantes tipo B-1 proyectadas, con su situación y su longitud.

***Arquetas**

En algunos desagües de cunetas de desmonte o de coronación de talud es necesario disponer arquetas, cuyas dimensiones interiores en planta son de ancho igual al ancho de la cuneta que vierte, una longitud igual al diámetro del conducto más 15 centímetros a cada lado de éste y una profundidad hasta la cota inferior del conducto más 20 centímetros de arenero.

Las arquetas de entrada a obras de drenaje transversal tienen unas dimensiones interiores iguales también al ancho de la cuneta que vierte a ellas en sentido transversal y del ancho de la obra de drenaje más 15 centímetros a cada lado en sentido longitudinal de la calzada.

***Sumideros y colectores en estructuras**

Los tableros de las estructuras se proyectan sin aceras, con pretiles rígidos. No hay discontinuidades en la base de la barrera rígida que permitan la salida del agua por el borde.

En las estructuras con longitud de tablero superior a 30 m, se deben disponer sumideros por el lado al que vierte la calzada según el peralte, situados de tal forma que el agua que evacuan no interfiera con el vial inferior, y si es posible coincidiendo con las cunetas de éste.

En el viaducto sobre el río Llobregat y en las estructuras de los ramales 2 y 7 (dentro de los tramos situados en el interior del cauce limitado por los terraplenes del AVE) se disponen colectores longitudinales en los tableros con capacidad suficiente para recoger el agua y/o los posibles vertidos accidentales que recogen los sumideros y transportarlos hasta unas balsas de decantación.

En el resto de las estructuras el agua se evacua por las bajantes de terraplén o las cunetas dispuestas en los estribos.

La posición y la forma y dimensiones de los sumideros proyectados se define en los correspondientes planos de Estructuras.

A continuación se comprueba la capacidad del colector de ϕ 400 mm proyectado en los tableros de la estructura sobre el río.

Se han situado los puntos bajos de los colectores de los dos tableros del ramal 0 en las pilas P-6 y P-9, por las que se bajará el agua hasta dos balsas de decantación situadas en sus proximidades. La pendiente longitudinal de los colectores coincide con la de la rasante del tablero, excepto desde la pila P-9 hasta el P.K. 1+021 en el tablero izquierdo y hasta el P.K. 1+035 en el tablero derecho, desde donde se debe dar contrapendiente del 0,5 % en sentido hacia la pila P-9.

El punto alto de la rasante de los tableros del ramal 0 se encuentra en el P.K. 0+777, entre las pilas P-4 y P-5. Los primeros tramos de colector se disponen desde el P.K. 0+797 (donde se sitúan sumideros) hasta la pila P-6, por donde se bajan a la balsa. Los segundos tramos de los colectores se disponen desde la pila P-7 hasta la pila P-9, por donde también se bajan a la balsa. Y el tercer tramo se dispone desde la pila 10 hasta la pila P-9 con los metros finales indicados en contrapendiente.

En el ramal 2 se dispone, asimismo, un tramo de colector entre el P.K. 2+420 y la pila P-6, descendiendo con la pendiente del tablero hasta ésta. En el ramal 7 se dispone otro tramo de colector entre el P.K. 7+074 y la pila P-6, en contrapendiente del 0,5% descendente hacia ésta.

Las aportaciones de cada tablero, de acuerdo con lo indicado en el apartado 4.1, son:

- ✓ Tablero derecho (ancho 14,00 m entre barreras): Q= 0,001103 L m^3/s
- ✓ Tablero izquierdo (ancho 10,50 m entre barreras): Q= 0,000827 L m^3/s
- ✓ Tablero ramales 2 y 7 (ancho 7,50 m entre barreras): Q= 0,000591 L m^3/s

(L = longitud en metros de tablero que aporta).

A continuación, se indican las longitudes máximas sin desagüe que admiten los colectores para las pendientes de proyecto, comprobando que son superiores a las existentes.

CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS COLECTORES DEL VIADUCTO LLOBREGAT

ϕ (m)	pend. J (m/m)	y = 0,8 ϕ (m)	n Manning	ancho b (m)	S (m^2)	P (m)	Qunif. manning (m^3/s)	veloc. (m/s)	Lmax. para ancho de plataforma indicado (m)
ancho de plataforma 7,50 m (j mín = 0,5 %)									
0,40	0,0050	0,32	0,015	0,32	0,1078	0,8857	**0,125**	**1,16**	251
ancho de plataforma 10,50 m (j mín = 0,5 %)									
0,40	0,0050	0,32	0,015	0,32	0,1078	0,8857	**0,125**	**1,16**	179
ancho de plataforma 14,00 m (j mín = 0,5 %)									
0,40	0,0050	0,32	0,015	0,32	0,1078	0,8857	**0,125**	**1,16**	135
ancho de plataforma 14,00 m (j = 2,0 %)									
0,40	0,0200	0,32	0,015	0,32	0,1078	0,8857	**0,250**	**2,32**	269

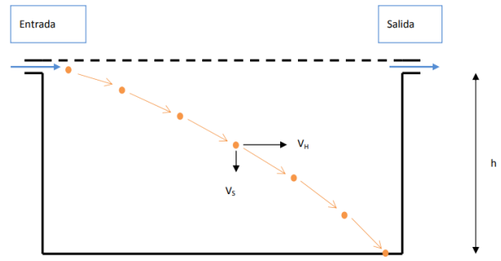
***Balsas de Decantación**

Como se ha indicado en el apartado anterior, se contempla la construcción de dos balsas de Sedimentación a ubicar aguas abajo del sistema de colectores pluviales del Viaducto B-24, sobre el Rio Llobregat. Los mismos tienen sus bajantes en coincidencia con las pilas P-6 y P-9, cuyas características físicas se detallan en la tabla precedente.

La función principal que cumplirán las Balsas de Decantación es retener, en los primeros momentos de la lluvia, un determinado porcentaje de los sólidos en suspensión arrastrados por la escorrentía superficial, de manera de disminuir el volumen de sedimentos que se descargarán al Rio Llobregat.

Cabe destacar que su diseño se fundamenta en la teoría de sedimentación de partículas discretas, la cual se basa en el equilibrio de una partícula sumergida que, partiendo de un estado de reposo, se halla sometida a las fuerzas gravitatorias Fs y resistentes Fd (rozamiento con el fluido), generándose un movimiento uniformemente acelerado. A partir del momento en el que se alcance el equilibrio, se anulará la aceleración y la velocidad de caída de la partícula será prácticamente constante (velocidad de sedimentación).

La velocidad de sedimentación de estas partículas será, de acuerdo con la Ley de Stokes, la siguiente:



$$V_s = \frac{g}{18 \bullet \mu} (S - 1) D^2$$

donde,

Vs: velocidad de caída de la partícula, en cm/s.

g: aceleración de la gravedad.

μ: viscosidad cinemática del fluido;

S: peso específico de la partícula.

D: diámetro de la partícula, supuestamente esférica.

Una vez determinada dicha velocidad, el área de la balsa se calcula como:

y la profundidad de la balsa $A = \frac{Q}{V_s}$ sería:

$$H = \frac{R}{A}$$

Para obtener la capacidad de las balsas de decantación, se considerará un caudal de cálculo (Q) igual al generado por la máxima intensidad de lluvia de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca drenada, aunque dimensionando el volumen de la balsa para que contenga en su totalidad la escorrentía generada en los primeros 5 minutos del aguacero (R), para el período de retorno de diseño de los elementos de conducción.

Balsa P-6

RAMAL 0	
L P4 - P5	48.00 m
L P5 - P6	30.17 m
L drenaje	54.17 m
A carril D	8.90 m
A carril I	11.90 m
Qlinealder	0.001103 m³/s . m
Qlinealizq	0.000827 m³/s . m
QTotalRama0	0.1045 m³/s

RAMAL 2	
L P2A - P6	42.00 m
A carril	8.90 m
Qlineal	0.00059 m³/s . m
Qrama2	0.0248 m³/s

RAMAL 7	
L P1B - P6	28.60 m
A carril	8.90 m
Qlineal	0.00059 m³/s . m
Qrama7	0.0169 m³/s

Q Balsa P6	**0.1463 m³/s**

Balsa P-9

RAMAL 0	
L P6 - P7	29.05 m
L P7 - P8	47.38 m
L P8 - P9	92.00 m
L Fin - P9	77.07 m
L drenaje	245.50 m
A carril D	12.20 m
A carril I	12.20 m
Qlineald	0.001103 m³/s . m
Qlineali	0.000827 m³/s . m
Qrama0	0.9476 m³/s

Q Balsa P9	**0.9476 m³/s**

El otro dato de entrada en el método es el tamaño medio de las partículas que se pretende decantar en la balsa. Para ello se empleará la tabla siguiente, donde se buscará conseguir decantar la fracción granulométrica de las arenas finas.

Clasificaciòn Granulomètrica		
Denominación	Diámetro	Vs (m/s)
Grava	>0,01	1
Arena Gruesa	0.001	0.1
Arena Fina	0.0001	0.008

Habitualmente suelen obtenerse valores de profundidad (H) muy elevados, y por motivos constructivos se disminuyen, con lo cual, dado que Volumen de la Balsa (R) es constante, se recalcula el valor del área (A), obteniendo, para un mismo tiempo de retención, un grado de decantación más elevado, ya que el recorrido medio de las partículas es menor; en definitiva, se consigue decantar partículas más finas que las inicialmente previstas.

Dimensionamiento Balsa P6		**Dimensionamiento Balsa P9**	
Qpunta=	0.15 m3/s	Qpunta=	0.95 m3/s
Acal:	18.28 m2	Acal:	118.45 m2
L:	7.00 m	L:	20.00 m
B:	6.50 m	B:	10.00 m
H:	1.00 m	H:	1.50 m
Aprop:	45.50 m2	Aprop:	200.00 m2
Verificación		Verificación	
ts:	125.00 s	ts:	187.50 s
Vh:	0.023 m/s	Vh:	0.063 m/s
th:	311.06 s	th:	316.58 s
Comprobación		Comprobación	
th > ts	SI	th > ts	SI

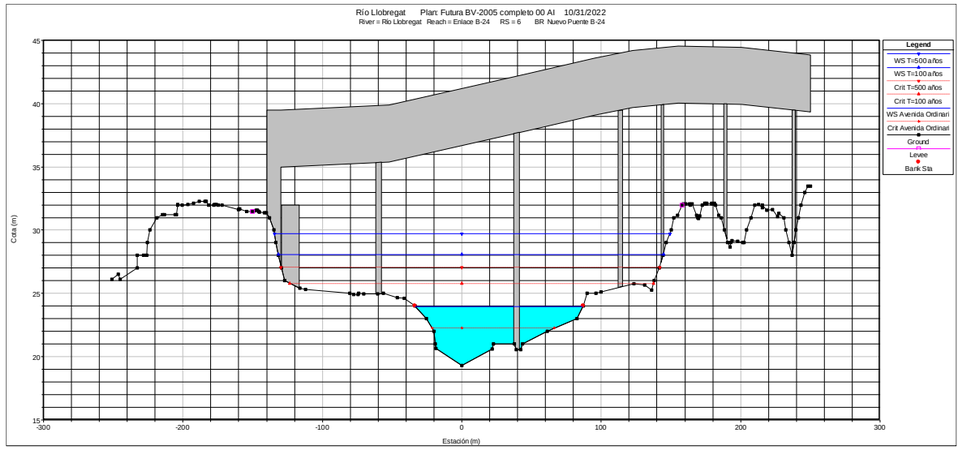
En función a los cálculos realizados, se puede concluir que con las dimensiones obtenidas se puede almacenar el volumen previsto para los 5 primeros minutos de lluvia, lo cual permitirá retener satisfactoriamente los sólidos suspendidos en el caudal generado por la escorrentía superficial.

En la siguiente tabla se resumen las dimensiones propuestas:

Dimensiones	**Balsa P-6**	**Balsa P-9**
Longitud (L)	**7,0 m**	**20,0 m**
Ancho (B)	**6,5 m**	**10,0 m**
Profundidad (H)	**1,0 m**	**1,5 m**

Para definir la ubicación en planta de estas, es importante integrar los aspectos estructurales de puentes, junto con las modelizaciones hidráulicas y los servicios existentes.

Respecto al funcionamiento hidráulico, se debe establecer inicialmente que la Recurrencia que será empleada como referencia será la Ordinaria y sus niveles y planicie de inundación generada. Es por ello, según imagen adjunta, que las posiciones coincidentes con las Pilas P-6 y P-9 no se verán afectadas por dicha avenida del flujo mencionado.

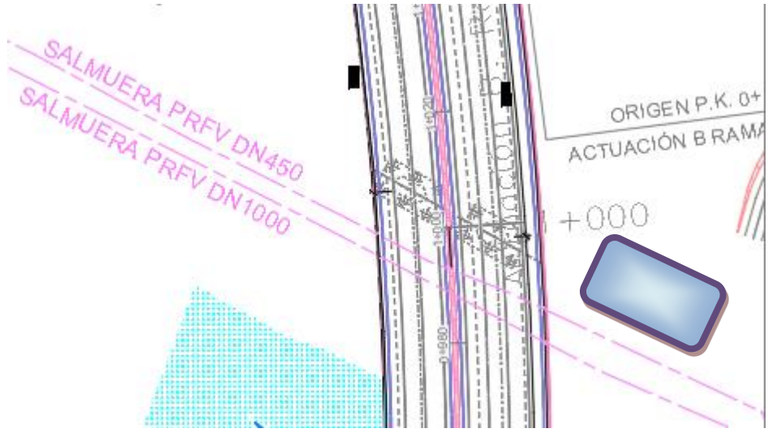


Un aspecto para tener en cuenta es la posición de las cañerías de salmuera que discurren paralelas al cauce y de manera próxima a la Pila P-9, lo cual generará una condicionante en el emplazamiento de la Balsa de Decantación, tanto a nivel planimétrico como altimétrico.

Las dos tuberías son:

- Tuberías de PRFV de diámetro 450 mm de conducción de salmuera
- Tubería de PRFV de diámetro 1000 mm de conducción de salmuera

En la siguiente imagen se puede visualizar una ubicación tentativa de la posición propuesta de las Balsas de Decantación y su distancia relativa a la Pila P-9 del puente, así como a las cañerías de salmuera, la cual **deberá ser de 5 metros**, lo cual respetará los lineamientos indicados.



***Desagües transversales de drenaje longitudinal**

En los puntos bajos de las cunetas de borde, donde la evacuación del agua no puede realizarse directamente al terreno natural por coincidir con puntos bajos del terreno, se proyectan conductos de desagüe que cruzan transversalmente la plataforma conduciendo el agua en el sentido descendente de la pendiente natural del terreno.

También se disponen conductos para el desagüe de espacios interiores de enlaces o espacios que quedan encerrados por terraplenes. Los caudales a desaguar se deducen de los de las cunetas que se evacuan a través de dichos conductos.

Los cálculos de la capacidad hidráulica de estos conductos se han efectuado aplicando la fórmula de Manning, exigiendo que el calado resultante para el caudal de proyecto sea inferior al 75 % de la altura del tubo, para estar del lado de la seguridad. En cuanto a la velocidad del agua, en todos los conductos se limitará a 6,0 m/s.

A continuación se incluye el cuadro de cálculo de la capacidad disponible en conductos circulares de desagüe de drenaje longitudinal para distintas pendientes. Se consideran en principio tubos de Ø 0,80; Ø 1,00; Ø 1,20 y Ø 1,50 m.

CAPACIDAD HIDRÁULICA DE CONDUCTOS DE DESAGÜE LONGITUDINAL

ϕ (m)	pend. J (m/m)	y = 0,75 ϕ (m)	n Manning	ancho b (m)	S (m^2)	P (m)	Qunif. manning (m^3/s)	veloc. (m/s)
0,80	0,0050	0,60	0,015	0,69	0,4044	1,6755	**0,739**	**1,83**
0,80	0,0100	0,60	0,015	0,69	0,4044	1,6755	**1,045**	**2,58**
0,80	0,0150	0,60	0,015	0,69	0,4044	1,6755	**1,280**	**3,17**
0,80	0,0200	0,60	0,015	0,69	0,4044	1,6755	**1,478**	**3,65**
0,80	0,0250	0,60	0,015	0,69	0,4044	1,6755	**1,652**	**4,09**
0,80	0,0300	0,60	0,015	0,69	0,4044	1,6755	**1,810**	**4,48**
0,80	0,0350	0,60	0,015	0,69	0,4044	1,6755	**1,955**	**> 6,0**
1,00	0,0050	0,75	0,015	0,87	0,6319	2,0944	**1,340**	**2,12**
1,00	0,0100	0,75	0,015	0,87	0,6319	2,0944	**1,895**	**3,00**
1,00	0,0150	0,75	0,015	0,87	0,6319	2,0944	**2,321**	**3,67**
1,00	0,0200	0,75	0,015	0,87	0,6319	2,0944	**2,680**	**4,24**
1,00	0,0250	0,75	0,015	0,87	0,6319	2,0944	**2,996**	**> 6,0**
1,20	0,0050	0,90	0,015	1,04	0,9099	2,5133	**2,179**	**2,39**
1,20	0,0100	0,90	0,015	1,04	0,9099	2,5133	**3,081**	**3,39**
1,20	0,0150	0,90	0,015	1,04	0,9099	2,5133	**3,774**	**4,15**
1,20	0,0200	0,90	0,015	1,04	0,9099	2,5133	**4,357**	**> 6,0**
1,50	0,0050	1,13	0,015	1,30	1,4217	3,1416	**3,950**	**2,78**
1,50	0,0100	1,13	0,015	1,30	1,4217	3,1416	**5,587**	**3,93**
1,50	0,0150	1,13	0,015	1,30	1,4217	3,1416	**6,842**	**> 6,0**

En el **Apéndice Nº 11** se incluyen un cuadro con la relación de los desagües de drenaje longitudinal.

***Colector para desagüe de punto bajo en Camino 1 actuación B**

En el P.K. 0+256 del Camino 1 de la actuación B se produce un punto bajo de la cuneta, donde hay un punto bajo del terreno natural que, por problemas de espacio, no es posible desaguar con una cuneta en contrapendiente a cielo abierto hasta la riera de Fonda, puesto que habría que profundizar unos 2,00 m en zanja la cuneta hasta el P.K. 0+170 del camino, disponer barreras de seguridad en el mismo y separar el muro del Ramal 1 a una distancia superior a 8,0 m del propio camino, incrementando su altura en más de 2,00 m. Por este motivo se ha proyectado un colector ϕ 600 mm bajo la cuneta profunda que, con contrapendiente del 0,8 %, desaguará al terreno natural en el final del Camino 2. El caudal que recoge el colector es el de las cunetas del Camino 1 que vierten a él. En el **Apéndice Nº 11** se incluyen los cálculos justificativos de su capacidad.

***Reposición de cunetón en ramal 0**

Debido a que el movimiento de tierras de la margen izquierda del ramal 0 cae sobre el cunetón de protección de pie de talud existente, se ha previsto la reposición de dichos cunetón. Se ha definido en los planos 2.7.3.2.

El cunetón entre el PK 0+000 y el PK 0+343 del ramal 0 tiene una sección trapecial con unas dimensiones 2,00 m de base, profundidad 0,75 m y taludes 1H/0,75V. Tiene una longitud de 343,287 m.

5.- DRENAJE PROFUNDO

5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.

Los criterios de aplicación generales para los que se proyecta el drenaje profundo son:

1. Modificar la dirección de las corrientes subálveas antes de que puedan afectar a la explanada y rebajar el nivel freático del terreno.
2. Recoger y evacuar las infiltraciones del agua de la lluvia que se producen en el firme, y en la zona de la mediana y de las bermas.

El drenaje profundo a proyectar en el presente proyecto se reduce a resolver el problema de infiltración de agua en el firme y las bermas.

En todos los tramos de cuneta de desmonte superficial en los ramales de enlace, se prevé la colocación de una zanja drenante bajo la cara superior de la explanada en el borde del paquete del firme, según los detalles de drenaje subterráneo de la Orden Circular 17/2003 “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”.

Los detalles adoptados de las secciones tipo para el cumplimiento de dicha Orden son los que se especifican a continuación:

Dado que la capa superior de la explanada está constituida por un suelo estabilizado con cemento, se trata de una explanada de baja permeabilidad, caso F, de acuerdo con la Figura 2.4 de la citada Orden Circular. Dentro de los detalles del tipo F se han proyectado los que se justifican a continuación, según el peralte y la posibilidad de vertido a la cuneta.

<u>- En bermas de terraplén:</u>

Se dispone el detalle FR11 cuando el peralte de la berma es en el mismo sentido que el de la calzada y detalle FR01 cuando el peralte de la berma es en contra pendiente respecto al de la calzada.

<u>- En bermas de cuneta de desmonte:</u>

Al ser la cuneta superficial y revestida, situada por encima de la prolongación de la cara superior de la explanada, y estar en la zona pluviométrica 5 de la figura 2.2 de la Orden Circular 17/2003, los detalles posibles de las bermas en cuneta de desmonte son el FD11 y FD01 o el FD12 y FD02. En el presente proyecto, dado que no existe la necesidad de rebajar el nivel freático en los taludes de desmonte, se adopta la solución FD02 y FD12, que corresponden al dren del firme.

Se empleará uno u otro en función de que el peralte de la berma sea en el mismo sentido que el de la calzada o sea en contra pendiente respecto al de la calzada.

La zanja drenante estará constituida por una tubería drenante de PEAD o PVC de ϕ 150 mm ó superior, un recubrimiento de material drenante y un geotextil perimetral.

En algunos casos, la cuneta superficial se ha sustituido por una cuneta profunda por falta de espacio. Dicha cuneta es triangular de taludes 1H/1V por ambos lados, y es iniciada 10 cm por debajo del borde exterior de la subrasante o cara superior de la explanada. En esta cuneta no es necesaria la disposición del dren, adoptándose los detalles FD04 ó FD14, dependiendo del peralte de la berma.

En las bermas se dispondrá un relleno para impermeabilización, debajo del cual habrá una capa de zahorra artificial drenante que permita la salida de agua al exterior en los terraplenes y hacia las zanjas drenantes en las zonas de cuneta.

El material filtrante utilizado en el relleno de las zanjas de los drenes subterráneos debe tener una permeabilidad mayor que la de la explanada y el D_{85} debe ser superior al diámetro de los orificios del tubo de PVC o al tamaño de las juntas del mismo. Además, se imponen dos condiciones que consisten en que el coeficiente de uniformidad D_{60}/D_{10} sea inferior a 20, para prevenir la segregación; y que la relación $D_{15(filtro)}/D_{15(suelo)}$ sea igual o superior a 5, para que el agua llegue al dren con facilidad. Asimismo, se recomienda envolver el material filtrante con una malla geotextil para evitar la contaminación del dren.

Para la ejecución de la unidad de obra, se deben tener en cuenta los siguientes criterios, que se establecen para asegurar un buen funcionamiento del sistema de drenaje profundo:

- → El dren irá apoyado sobre 10 cm de hormigón HM-15. En caso de llevar un colector inferior, éste se recubrirá de hormigón HM-15, y sobre él se dispondrá el dren.
- → La pendiente mínima de la zanja drenante será del 0,5 %, salvo en casos muy justificados en que se podrá llegar a un mínimo infranqueable del 0,2 %.
- → De acuerdo con el apartado 3.1.1. de la Orden Circular 17/2003, la distancia entre arquetas o pozos de registro no será superior a 50 m, salvo justificación expresa en contra del proyecto, para el control general del buen funcionamiento del drenaje subterráneo.
- → No se considerarán longitudes mayores de 2.000 m sin desagüe del dren.

5.2.- ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Para la estimación de los caudales de infiltración, provenientes fundamentalmente de bermas, que ha de desaguar el dren se aplica la siguiente fórmula, de acuerdo con la Orden Circular 17/2003:

$$Q_L = q \times B \times L$$

Donde

Q_L = Caudal de cálculo de la tubería drenante, en l/s.

q = caudal unitario de infiltración, en (l/s)/m2.

B = anchura de cálculo, en m.

L = longitud entre arquetas o pozos de registro consecutivos en los que se produce el desagüe de la tubería drenante, en m.

En la tabla siguiente se estima el caudal unitario de infiltración, q, para el cálculo de las tuberías drenantes:

ESTADO DE IMPERMEABILIDAD SUPERFICIAL	ALTO	MEDIO	BAJO
Caudal unitario, q ((l/s)/m2)	10^{-5}	10^{-4}	10^{-2}

Para la aplicación de esta tabla se considerarán los siguientes criterios:

Estado de impermeabilidad superficial alto

Se considerará el estado de impermeabilidad alto cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- Las cunetas están revestidas.
- Las superficies no revestidas, representan menos del 15% del área definida por la longitud L y de ancho B.

Estado de impermeabilidad superficial medio

Se considerará el estado de impermeabilidad medio cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- Las cunetas están revestidas, en al menos un 80% de la longitud L.
- Las superficies no revestidas, representan menos del 30% del área definida por la longitud L y de ancho B.

Estado de impermeabilidad superficial bajo

Se considerará el estado de impermeabilidad superficial bajo, cuando no se cumpla alguna de las condiciones para poder considerarlo como medio.

El estado de impermeabilidad para cada caso es el que se adjunta en la tabla siguiente, de acuerdo con los criterios establecidos anteriormente:

ESTADO DE IMPERMEABILIDAD SUPERFICIAL

	Ancho total B (m)	Ancho sin revestir (m)	% sin revestir	Estado impermeabilidad superficial	Caudal unitario q (l/s)/m2
Mediana en B-24 (ramal 0 actuación B)	11,50	0,00	0	ALTO	0,00001
Cuneta de desmonte en tronco AP-2 (ramal 4 actuación B)	20,75	0,75	4	ALTO	0,00001
Mediana entre vía colectora y ramal 6 actuación C	30,00	0,00	0	ALTO	0,00001
Cuneta de desmonte en ramal unidireccional de 1 carril	11,25	0,75	7	ALTO	0,00001
Cuneta de desmonte en ramal unidireccional de 2 carriles	14,25	0,75	5	ALTO	0,00001

Para el cálculo del área de infiltración que aporta a cada tramo del dren, se multiplica el ancho B (ancho de la calzada y desmonte que vierte al dren) por la longitud L entre arquetas de desagüe del dren, estando definidos ambos parámetros en la figura que se adjunta en la página siguiente.

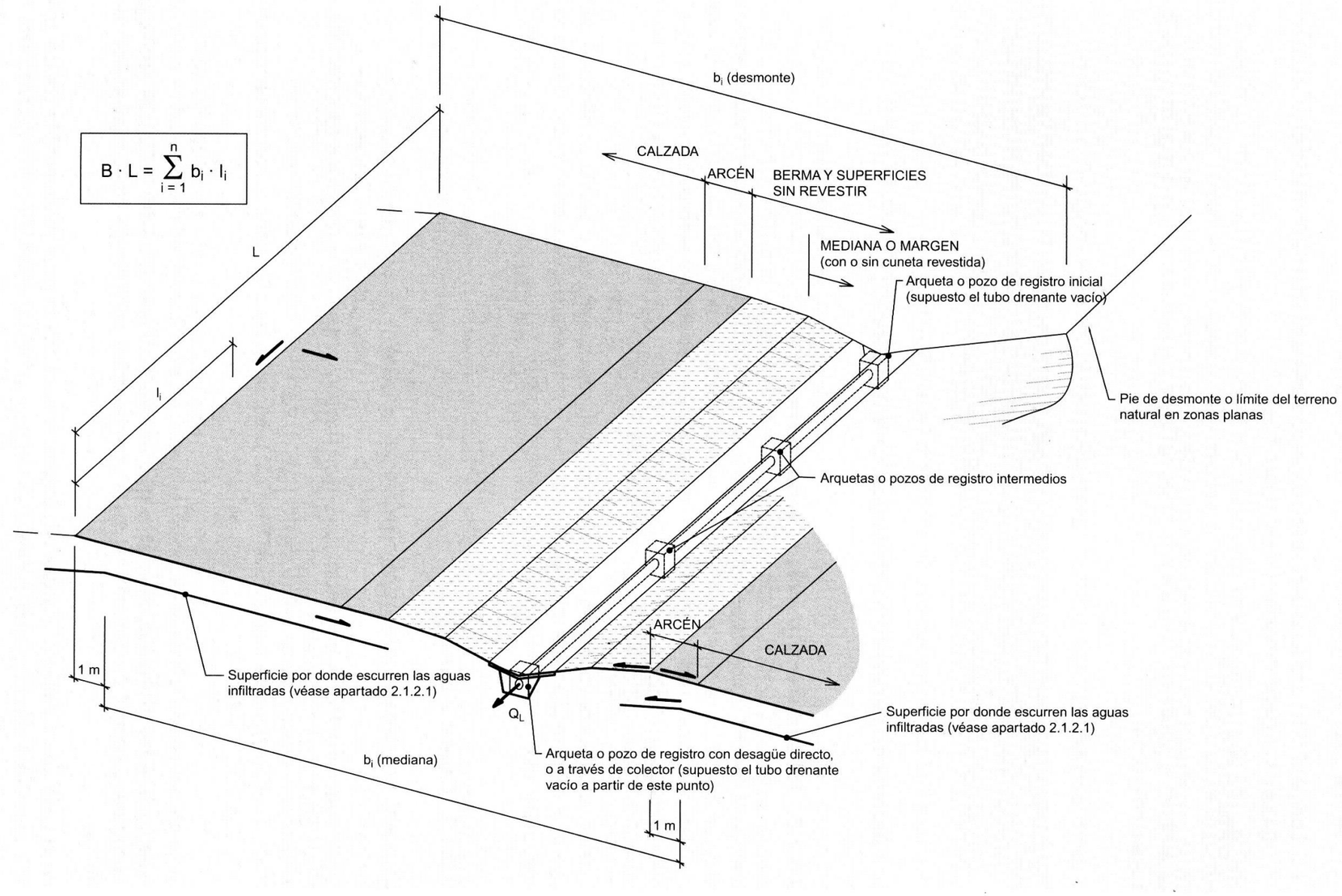


FIGURA 1. ESTIMACIÓN DE LAS ÁREAS DE INFILTRACIÓN

5.3.- CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE PROFUNDO

El diámetro interior mínimo de la tubería drenante será de 150 mm, aunque la capacidad hidráulica requerida sea menor.

A continuación se presentan los cálculos de la capacidad de la tubería drenante para un diámetro de Ø 150 mm y para una pendiente del 0,5%.

Como se observa en dichos cuadros, la longitud máxima sin desagüe del dren para los casos de estado de impermeabilidad alto, es muy superior a 2.000 m. No obstante, no se admitirán longitudes mayores de 2.000 m sin desaguar.

Para asegurar el buen funcionamiento se limita el calado máximo a un 70% del diámetro del tubo dren.

Hay que significar que donde la pendiente longitudinal de la cuneta superficial resulta inferior al 0,5 %, la pendiente longitudinal del dren se fija en ese valor mínimo.

ϕ (mm)	ymax = 0.7 ϕ (mm)	j (%)	n Manning	S (m2)	P (m)	CAPA-CIDAD Qunif. (l/s)	v (m/s)	ESTADO IMPERM. SUPERF.	CAUDAL DE INFILTRAC. ((l/s)/m2)	ANCHO B (m)	Q ((l/s)/m)	Lmax sin desagüe (m)
Dren en mediana B-24 (ramal 0 actuación B)												
150	105	0,0050	0,020	0,0132	0,30	5,9	0,4	ALTO	0,00001	11,25	0,00011	52094
Dren en cuneta de desmonte en tronco AP-2 (ramal 4 actuación B)												
150	105	0,0050	0,020	0,0132	0,30	5,9	0,4	ALTO	0,00001	20,75	0,00021	28244
Dren en mediana entre vía colectora y ramal 6 actuación C												
150	105	0,0050	0,020	0,0132	0,30	5,9	0,4	ALTO	0,00001	30,00	0,00030	19535
Dren en cuneta de desmonte en ramal unidireccional 1 carril												
150	105	0,0050	0,020	0,0132	0,30	5,9	0,4	ALTO	0,00001	11,25	0,00011	52094
Dren en cuneta de desmonte en ramal unidireccional 2 carril												
150	105	0,0050	0,020	0,0132	0,30	5,9	0,4	ALTO	0,00001	14,25	0,00014	41127

NOTA: no se considerarán longitudes mayores de 2.000 m sin desaguar.

5.4.- SITUACIÓN DE ARQUETAS Y DESAGÜES DE DRENAJE PROFUNDO

Como se ha indicado, los drenes profundos se disponen en todos los tramos de desmonte en donde se dispone cuneta superficial, bajo la cara superior de la explanada. Por tanto, las longitudes de los tramos del dren coinciden con las longitudes de los tramos de este tipo de cunetas definidos en el Apéndice Nº 6 de este Anejo. En el inicio y en el final de cada tramo se dispone una arqueta de registro del dren, y entre ambas, se distribuyen arquetas de registro con separaciones normalmente de 50 m, excepto los ajustes finales a la longitud específica del tramo. La máxima distancia admitida entre registros es de 70 m.

En los planos de planta de drenaje se representan los tramos en los que se dispone el dren de 150 mm de diámetro y las arquetas de registro. En los planos de detalle longitudinal se indica la posición del eje de replanteo en planta del dren y se definen las arquetas de registro.

En el **Apéndice Nº 12** se incluye un listado con la tramificación del dren y otro con la relación de las arquetas de registro de drenaje profundo indicando en cuál de ellas se produce un desagüe hacia el exterior y el tipo de desagüe.

En el mismo listado se indica la cota de fondo de la arqueta y las cotas de entrada y de salida del dren en cada arqueta.

Los desagües que se producen al final de una cuneta de borde se realizan, desde el último registro hasta salir al terreno natural, con un conducto del mismo diámetro que el dren dispuesto.

6.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En el **Apéndice Nº 13** se incluyen los cálculos estructurales de los tubos y marcos de hormigón armado correspondientes a las obras de drenaje transversal del proyecto.

La relación de tubos a calcular correspondientes a ODT de los viales del proyecto, indicando la sección y la altura de tierras sobre la ODT es la siguiente:

RELACIÓN DE TUBOS EN OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

DENOMINACIÓN	P.K.	SECCIÓN	H Tierras (m)
ACTUACIÓN B			
RAMAL 0			
ODE Nº 3	0+565,198	tubo Ø 1,80	14,7
RAMAL 9			
OD 9+207	9+207,418	tubo Ø 1,80	9,0
RAMAL 1			
ODE Nº 5	1+276,569	tubo Ø 1,80	2,0

Dada la existencia de conductos de diámetros inferiores en el drenaje longitudinal, se han calculado las clases de tubos necesarias para distintos diámetros y alturas de tierras.

Como resultado de dichos cálculos se obtienen, para las tuberías que se instalen en terraplén, los siguientes dimensionamientos:

Diámetros (m)	**Tipo de tubería** **Altura de tierras (m)**					
	2	**4**	**6**	**8**	**10**	**15**
1,0	CLASE 60	CLASE 90	CLASE 135	-	-	-
1,2	CLASE 60	CLASE 90	CLASE 135	CLASE 180	-	-
1,5	CLASE 60	CLASE 60	CLASE 90	CLASE 180	-	
1,8	CLASE 60	CLASE 60	CLASE 90	CLASE 135	CLASE 180	CLASE 180-

Para las tuberías que se instalan en zanja, se obtienen los siguientes dimensionamientos:

	Tipo de tuberías (clasificación UNE EN 1916)			
Altura de relleno (m)	**Diámetro del tubo (m.)**			
	0,60	**0,80**	**1,00**	**1,20**
2	CLASE 90	CLASE 90	CLASE 90	CLASE 90

La relación de marcos prefabricados de hormigón armado correspondientes a obras de drenaje transversal del proyecto, ordenada por tipo de marco y altura de tierras es la siguiente:

RELACIÓN DE MARCOS EN OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL (*)

DENOMINACIÓN	P.K.	SECCIÓN	H Tierras (m)
ACTUACIÓN C			
CAMINO 3			
PASO DE CANAL	0+010,300	rectangular 4,00x 2,00	1,0

(*) Las ODT rectangulares que faltan en esta relación se calculan en el Anejo de Estructuras, debido a sus dimensiones.

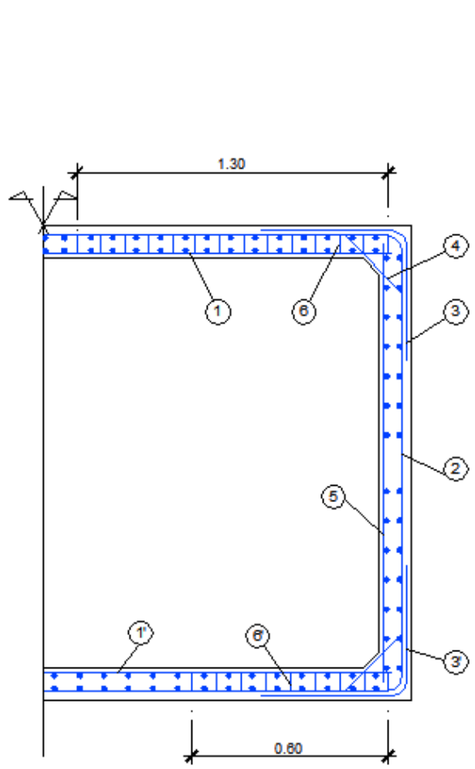
Por tanto, el único marco proyectado es de sección interior de de 4,0x2,0.

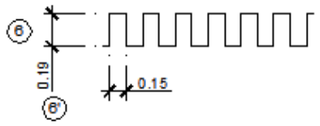
Dado que este marco se abonará, de acuerdo con los precios que figuran en la Base de Precios de Referencia de la DGC para cada sección, con altura de tierras sobre clave igual o inferior a 8 metros, se han realizado los cálculos para esta altura de tierras, que proporcionan una armadura del lado de la seguridad frente a alturas de tierras inferiores. En resumen, se ha calculado el siguiente caso que se da en el proyecto:

- ✓ Marco de 4,0x2,0 con alturas de tierras menores o iguales a 8 m.

La sección de armado obtenida es la siguiente:

Marco de 4,0x2,0 y Ht<8,0 m



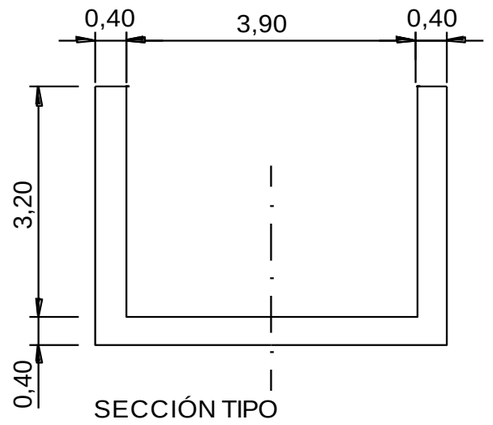


CUADRO DE ARMADO		
TIPO	PRINCIPAL	REPARTO
1	23 Ø25	Ø 12/25cm
1'	23 Ø25	Ø 10/15cm
2	21 Ø20	Ø 12/15cm (DINTEL)
		Ø 10/25cm (SOLERA)
3	---	Ø 12/15 (HASTIAL)
3'	---	
5	11 Ø8	Ø 8/20cm
6	14 Ø8 en 130 cm	
6'	7 Ø8 en 60 cm	
4	11 Ø12	

EHE	CALIDAD	CONTROL	COEF
ELEMENTOS PREFABRICADOS			
HORMIGÓN	HA-40 SR	ESTADÍSTICO	1,50
ACERO	B-500 S	NORMAL	1,15
EJECUCIÓN		INTENSO	1,50
AMBIENTE II a, II b			
RECUBRIMIENTO 30 mm			
HORMIGÓN PRESOLERA		HM-20 SR	
HORMIGÓN LIMPIEZA Y NIVELACIÓN		HM-15 SR	

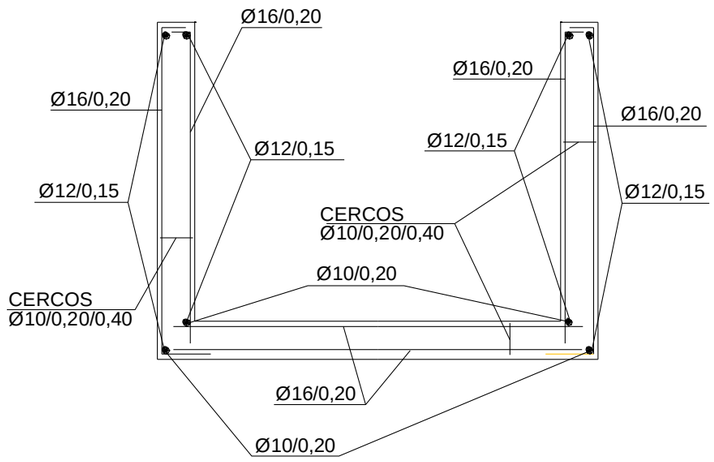
CÁLCULOS ESTRUCTURALES. REPOSICIÓN DEL CANAL DE LA RIERA DE FONDA

La sección de la reposición del canal es la siguiente:



En el **Apéndice nº 13** se incluyen los cálculos estructurales de dicho canal.

La sección de armado obtenida es la siguiente:

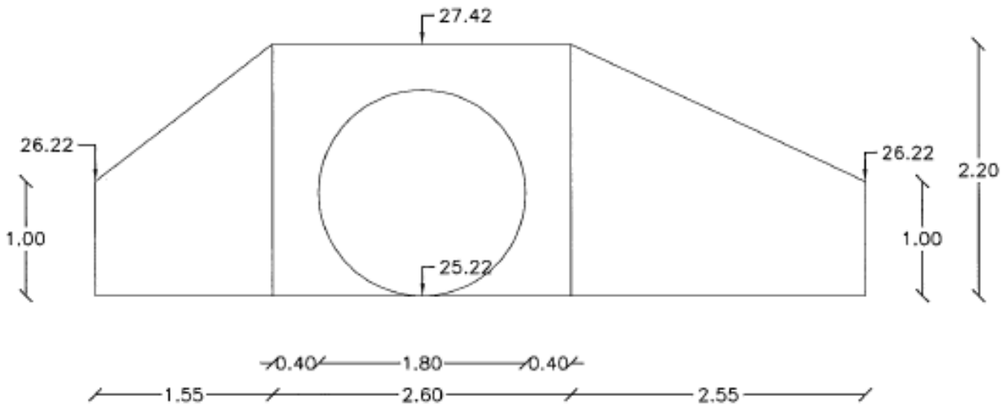


DETALLE DE ARMADO

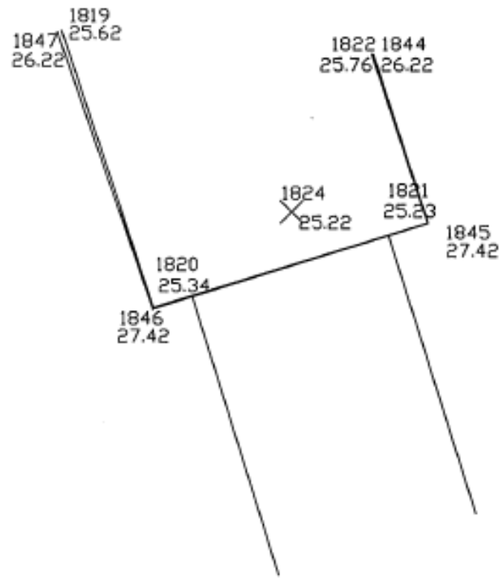
APÉNDICES

APÉNDICE Nº 1: INVENTARIO DE LAS OBRAS EXISTENTES. DEFINICIÓN Y DETALLES

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z
1819	416626.893	4585852.865	25.617
1820	416627.687	4585850.446	25.339
1821	416630.085	4585851.184	25.235
1822	416629.604	4585852.659	25.761
1824	416628.903	4585851.282	25.222
1844	416629.621	4585852.656	26.220
1845	416630.092	4585851.181	27.420
1846	416627.681	4585850.433	27.420
1847	416626.855	4585852.855	26.220



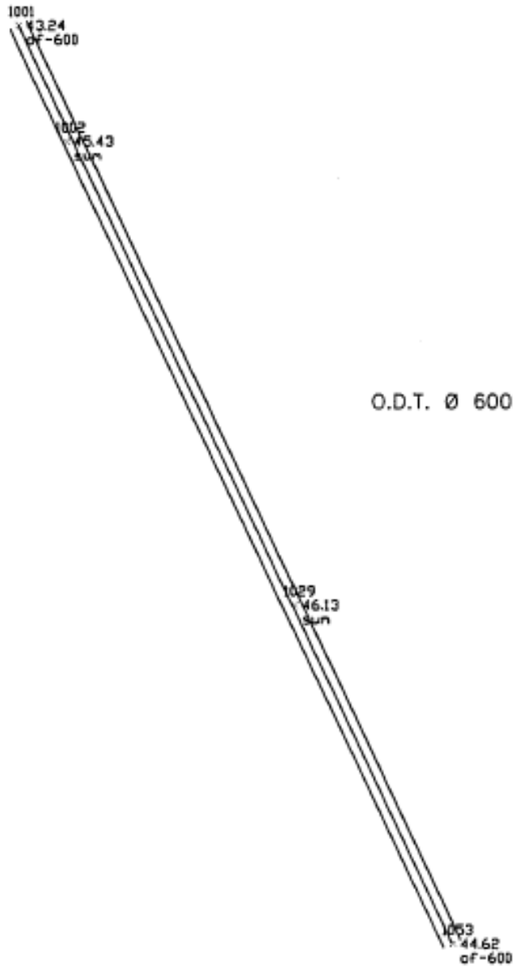
ALZADO E:1/50



ACTUACIÓN B O.D. ACCESO EXISTENTE A LA ROTONDA DE PALLEJÀ
(ENTRADA DEL DESAGÜE DE LA CUNETA DE PIE DE TERRAPLÉN)

ACTUACIÓN B ACCESO EXISTENTE A LA ROTONDA DE PALLEJÀ. (ENTRADA DEL DESAGÜE DE LA CUNETA DE PIE DE TERRAPLÉN). O.D.E. Nº 1.





O.D.T. Ø 600

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z	CÓDIGO
1001	416259.979	4585242.009	43.239	Of-600 Lámina de agua
1002	416261.513	4585238.284	45.430	sumidero
1029	416268.836	4585223.333	46.127	sumidero
1053	416273.910	4585212.409	44.620	Of-600 Lámina de agua

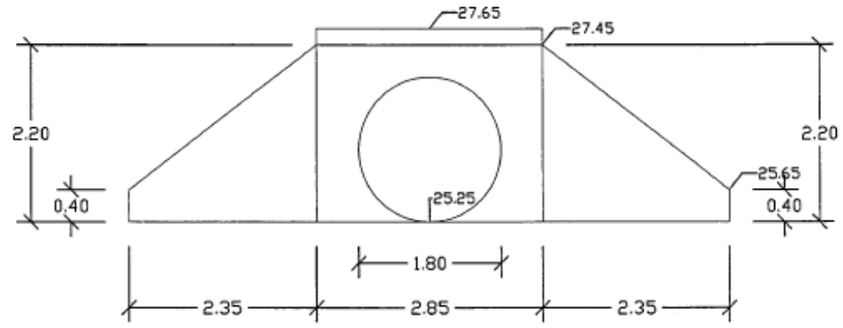
DESAGÜE RAMAL 0 B-24 P.K. 0+060

DESAGÜE RAMAL 0 B-24 P.K. 0+060. O.D.E. Nº 2.

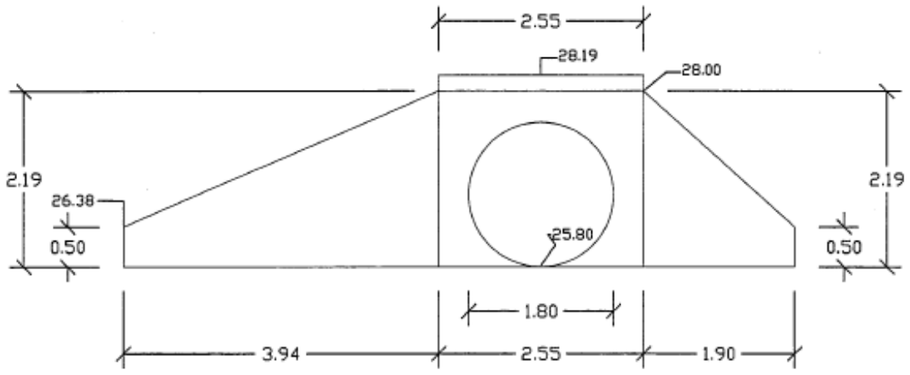




NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z
1045	416661.131	4585700.863	25.855
1046	416660.503	4585698.805	26.313
1047	416662.035	4585697.651	28.192
1048	416663.773	4585698.057	28.176
1049	416661.948	4585699.517	28.194
1050	416755.950	4585703.016	25.880
3757	416660.509	4585698.813	25.810
3758	416662.032	4585697.666	25.800
3760	416663.761	4585699.518	25.800
3761	416661.954	4585703.018	26.380



ALZADO ESTE 1/25



ALZADO OESTE 1/25

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z
1039	416719.401	4585441.051	27.650
1040	416721.287	4585439.673	25.750
1044	416717.443	4585439.005	27.646
3752	416718.903	4585437.181	25.730
3753	416721.284	4585439.661	25.250
3754	416719.403	4585441.031	25.280
3755	416717.458	4585439.003	25.270
3756	416718.911	4585437.184	25.230



ACTUACIÓN B O.D. RAMAL 0 PK. 0+560

ACTUACIÓN B O.D. RAMAL 0 P.K. 0+560. O.D.E. Nº 3.

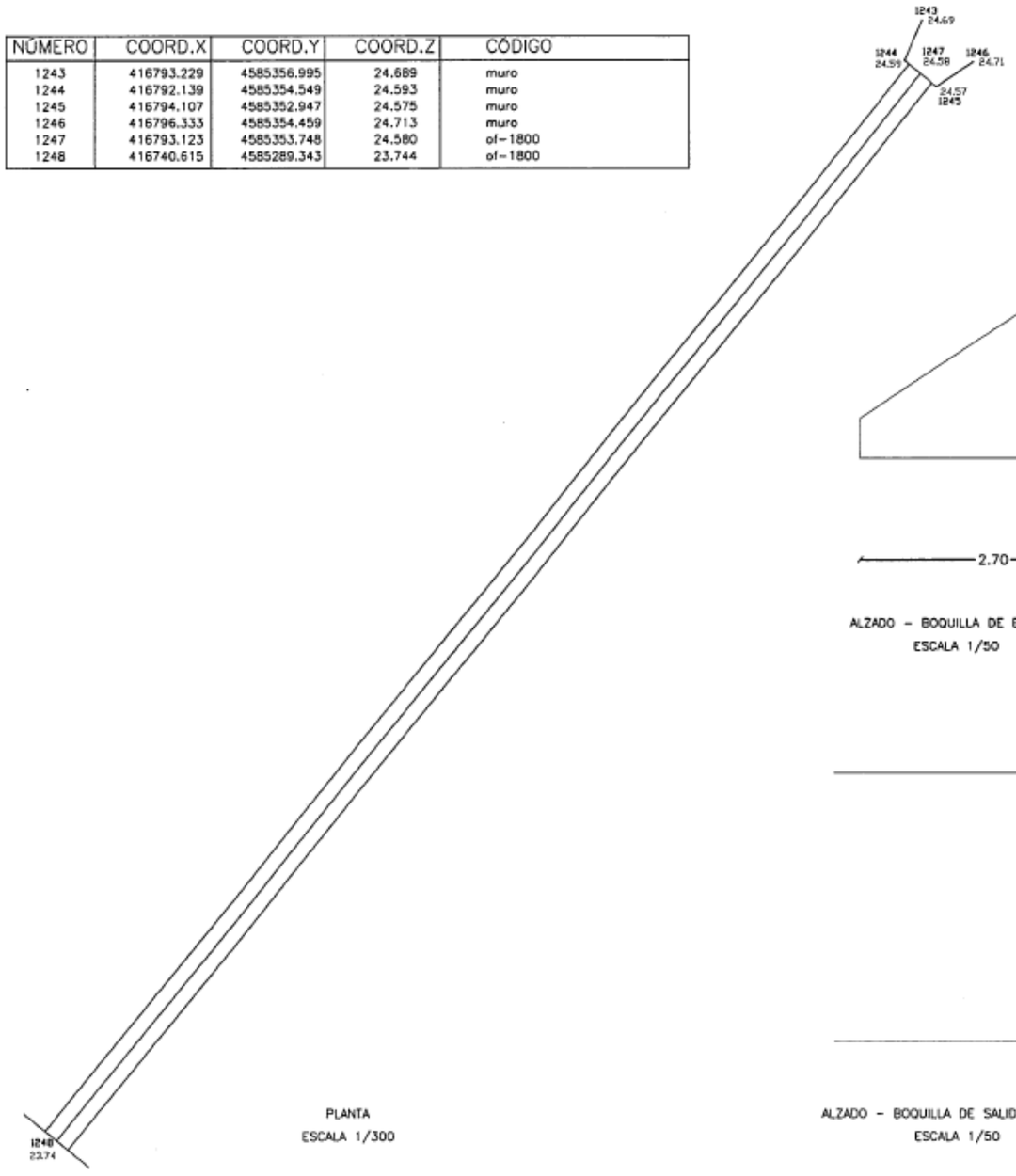


Margen Izquierda (entrada en ramal existente Pallejà-Cervelló)

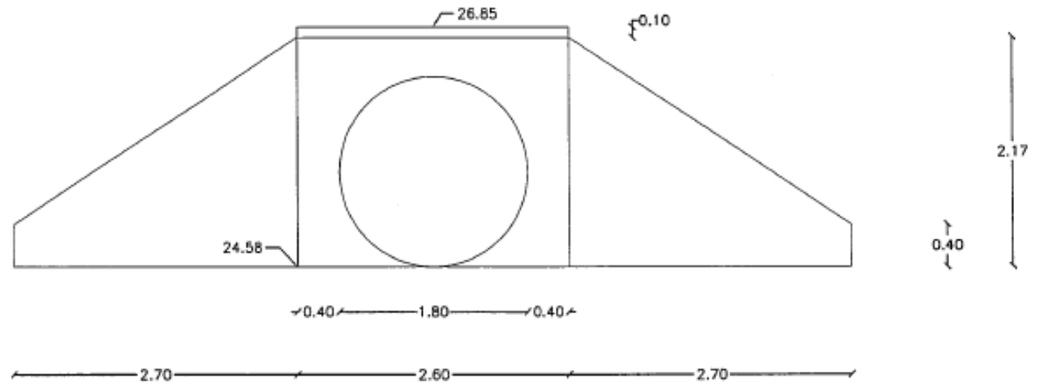


Margen derecha (salida en ramal 9)

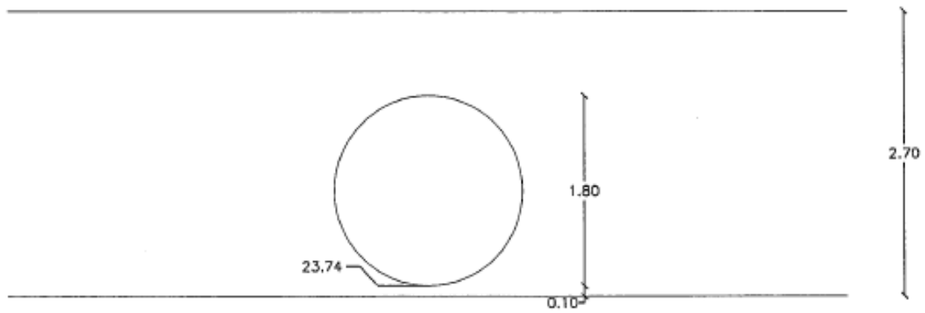
NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z	CÓDIGO
1243	416793.229	4585356.995	24.689	muro
1244	416792.139	4585354.549	24.593	muro
1245	416794.107	4585352.947	24.575	muro
1246	416796.333	4585354.459	24.713	muro
1247	416793.123	4585353.748	24.580	of-1800
1248	416740.615	4585289.343	23.744	of-1800



PLANTA
ESCALA 1/300



ALZADO - BOQUILLA DE ENTRAFA
ESCALA 1/50



ALZADO - BOQUILLA DE SALIDA EN CANAL
ESCALA 1/50

ACTUACION B O.D. RAMAL 1 P.K. 1+260

ACTUACIÓN B O.D. RAMAL 1 P.K. 1+260



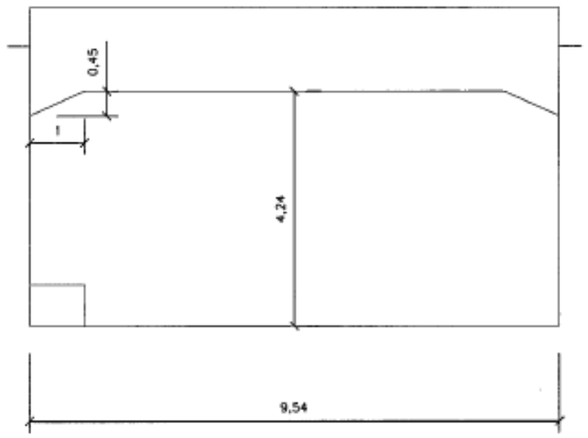
Boquilla de entrada



Salida al canal de la riera de Fonda

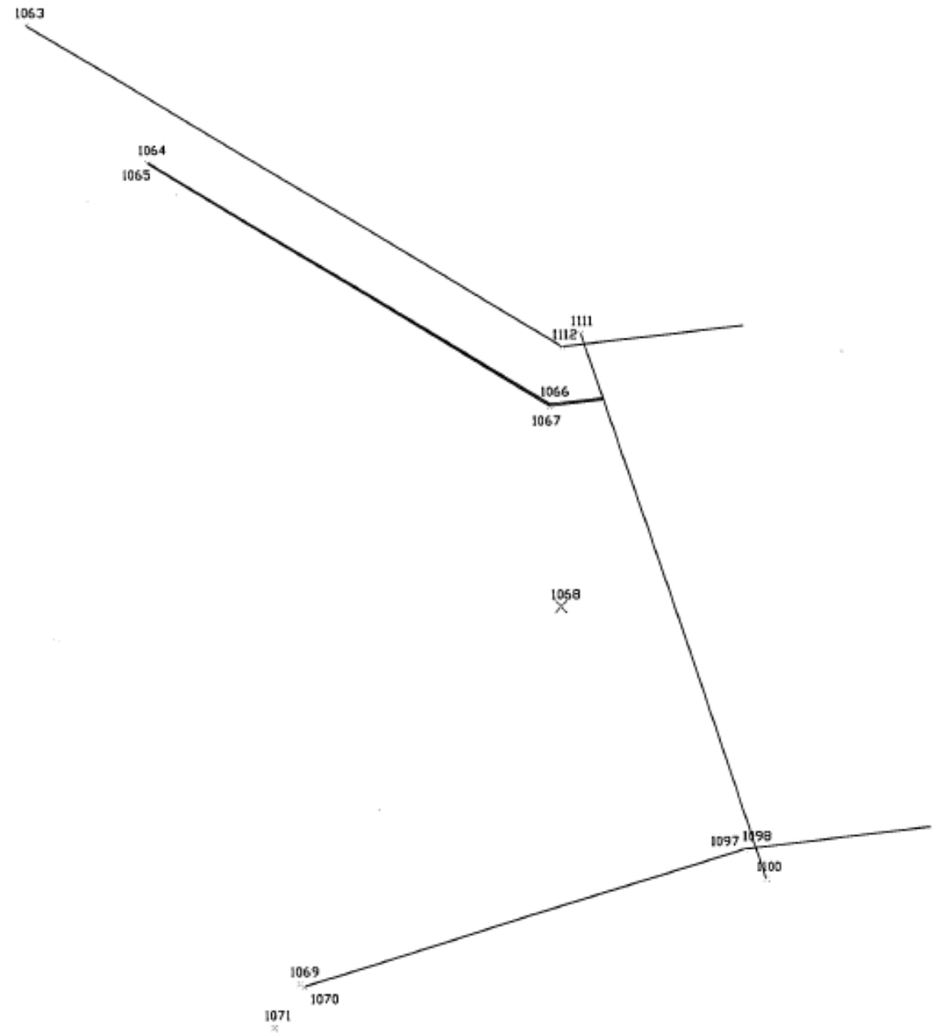




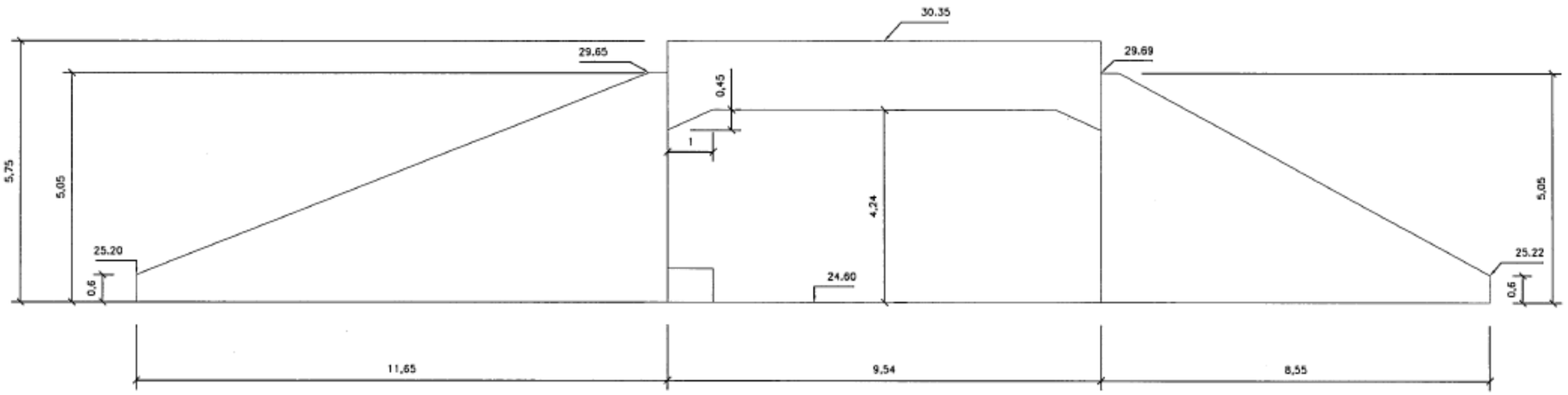


SECCION 1/100

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z
1063	416776.840	4585446.425	25.189
1064	416779.037	4585443.945	25.008
1065	416778.030	4585443.933	24.862
1066	416786.331	4585439.581	25.345
1067	416786.318	4585439.544	24.923
1068	416786.512	4585435.921	24.662
1069	416781.763	4585429.107	24.809
1070	416781.829	4585429.058	25.217
1071	416781.300	4585428.322	24.818
1097	416789.799	4585431.541	29.668
1098	416789.927	4585431.556	29.686
1100	416790.181	4585431.002	30.310
1111	416786.878	4585440.857	30.347
1112	416786.552	4585440.614	29.638



ACTUACIÓN B MARCO RAMAL 9 PK. 9+115 PLANTA Y SECCIÓN



ALZADO 1/100

ACTUACIÓN B MARCO RAMAL 9 PK. 9+115 ALZADO BOQUILLA

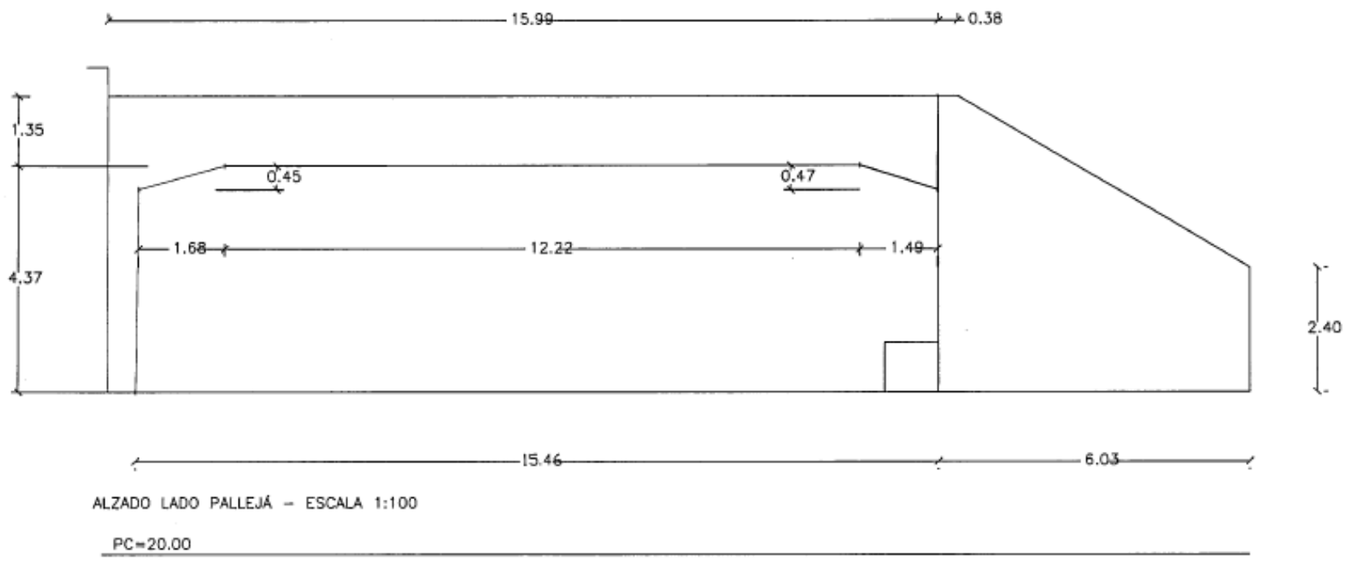
ACTUACIÓN B MARCO RAMAL 9 P.K 9+115 (BOQUILLA LADO PALLEJÀ)
O.D.E. Nº 4.

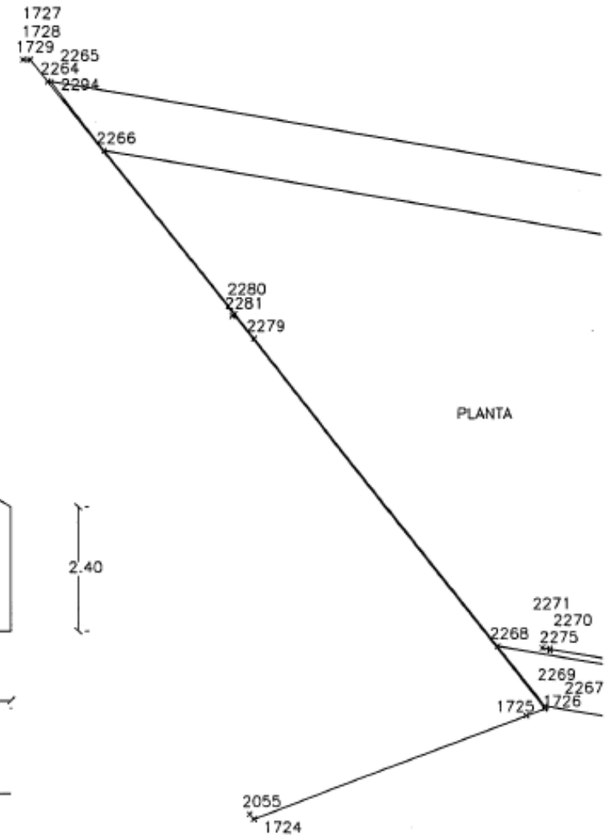




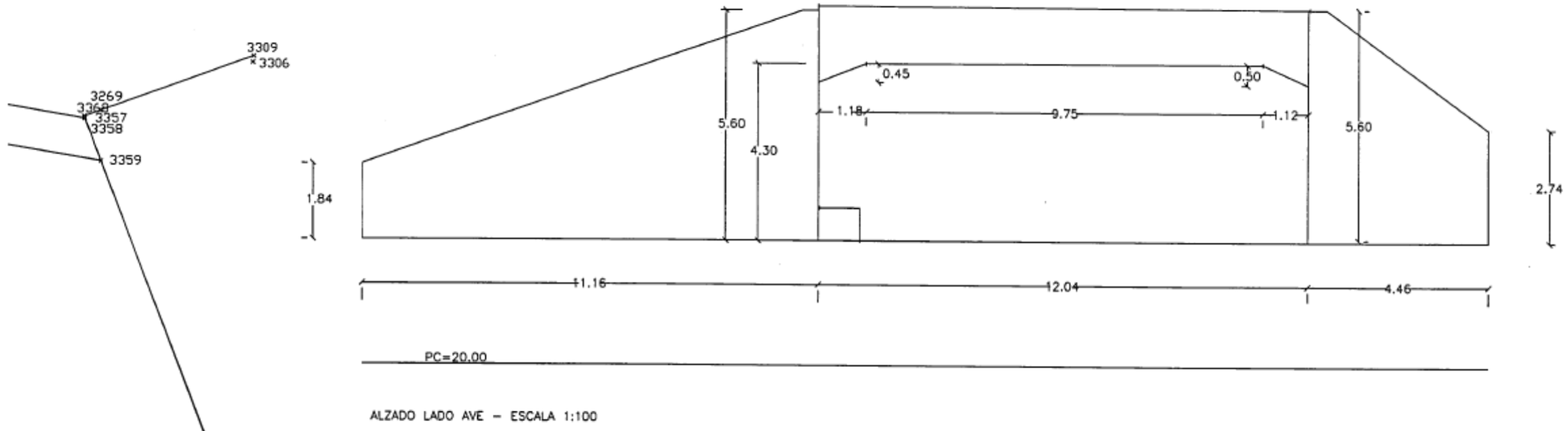


NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z
1724	416857.684	4585248.413	25.542
1725	416862.969	4585250.409	28.838
1726	416863.324	4585250.547	28.863
1727	416853.417	4585263.105	28.860
1728	416853.409	4585263.105	29.420
1729	416853.272	4585263.111	29.417
2055	416857.603	4585248.507	23.501
2264	416853.753	4585262.693	23.148
2265	416853.814	4585262.672	27.055
2266	416854.833	4585261.341	27.509
2267	416863.340	4585250.586	27.053
2268	416862.407	4585251.750	27.528
2269	416863.331	4585250.595	24.100
2270	416863.423	4585251.669	24.063
2271	416863.420	4585251.705	23.191
2275	416863.282	4585251.717	23.189
2279	416857.706	4585257.702	23.190
2280	416857.320	4585258.178	23.057
2281	416857.280	4585258.143	24.111
2294	416853.749	4585262.681	23.140

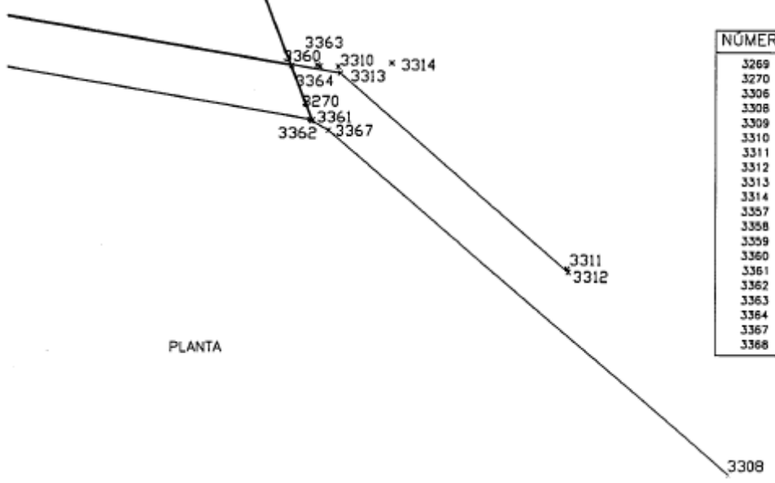




ACTUACIÓN B MARCO RAMAL 3 PK. 3+770 BOQUILLA LADO PALLEJÁ

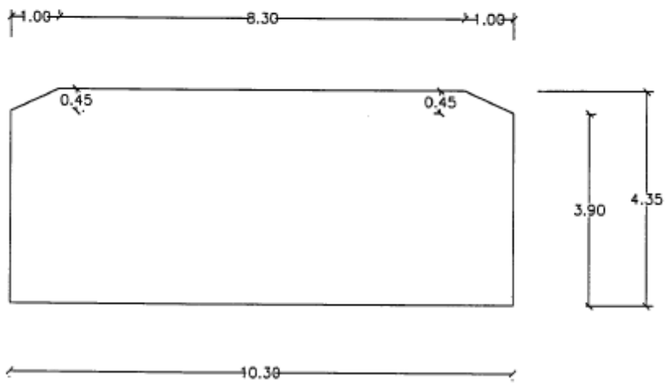


ALZADO LADO AVE – ESCALA 1:100



PLANTA

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z
3269	416946.696	4585247.014	28.674
3270	416950.650	4585235.578	28.751
3306	416950.444	4585248.200	24.637
3308	416959.190	4585228.414	24.877
3309	416950.463	4585248.349	25.781
3310	416951.185	4585236.682	23.035
3311	416955.883	4585232.583	23.190
3312	416955.905	4585232.518	23.531
3313	416951.230	4585236.548	23.939
3314	416952.287	4585236.756	22.902
3357	416946.320	4585246.820	23.099
3358	416946.312	4585246.830	26.859
3359	416946.717	4585245.788	27.355
3360	416950.243	4585236.700	27.341
3361	416950.669	4585235.594	26.887
3362	416950.616	4585235.607	23.831
3363	416950.811	4585236.685	23.775
3364	416950.760	4585236.710	23.038
3367	416950.986	4585235.388	28.640
3368	416946.305	4585246.873	28.700



SECCION

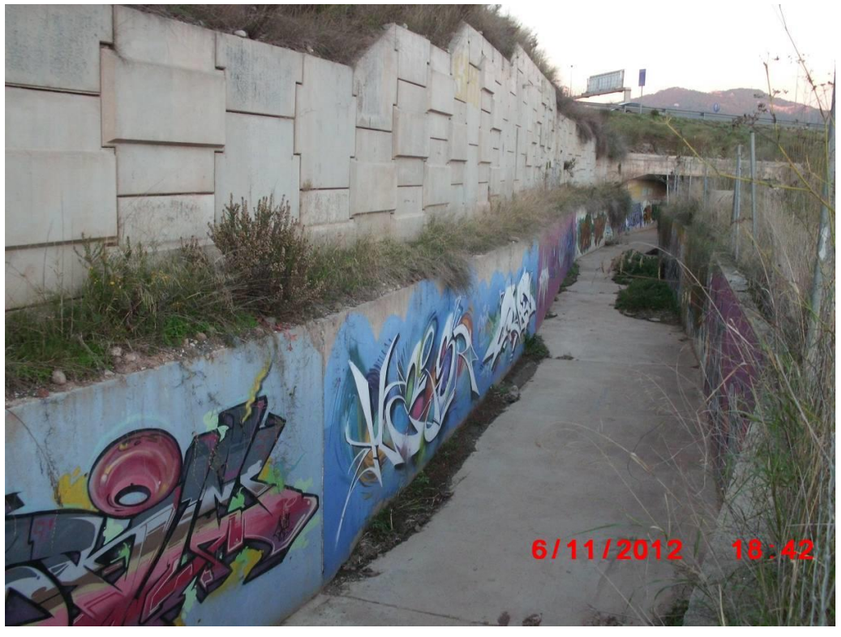
ACTUACIÓN B MARCO RAMAL 3 PK. 3+770 BOQUILLA LADO AVE

ACTUACIÓN B MARCO RAMAL 3 P.K 3+770 (RIERA DE FONDA). LADO PALLEJÁ. O.D.E. Nº 6.









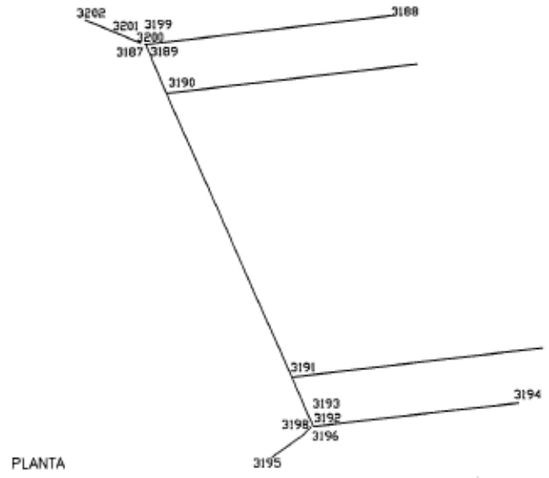
ACTUACIÓN B MARCO RAMAL 3 P.K 3+770 (RIERA DE FONDA). LADO AVE
O.D.E. Nº 6.



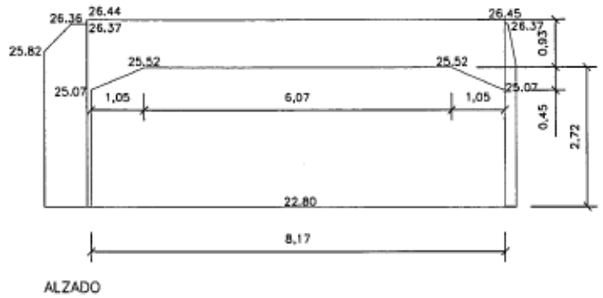




NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z
3187	417076.580	4584903.941	24.382
3188	417081.513	4584904.505	24.166
3189	417076.593	4584903.950	25.075
3190	417076.999	4584902.984	25.515
3191	417079.439	4584897.427	25.516
3192	417079.862	4584896.464	25.067
3193	417079.874	4584896.463	23.877
3194	417083.896	4584896.914	23.842
3195	417079.042	4584895.860	25.565
3196	417079.695	4584896.321	26.373
3198	417079.821	4584896.465	26.447
3199	417076.510	4584904.002	26.441
3200	417076.504	4584903.966	26.366
3201	417076.060	4584904.138	26.361
3202	417075.413	4584904.425	25.825

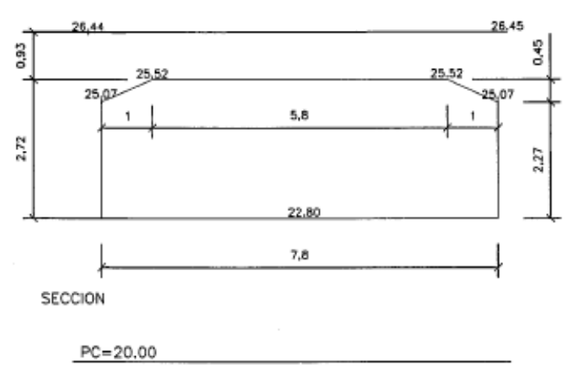


PLANTA



ALZADO

PC=20.00



SECCION

PC=20.00

ACTUACIÓN B MARCO RAMAL 1 PK. 1+800

ACTUACIÓN B MARCO RAMAL 1 P.K 1+800 (LADO PALLEJÁ). O.D.E. Nº 7.



DESAGUE DE MEDIANA ϕ = 40 CM A LA IZQUIERDA DEL MARCO

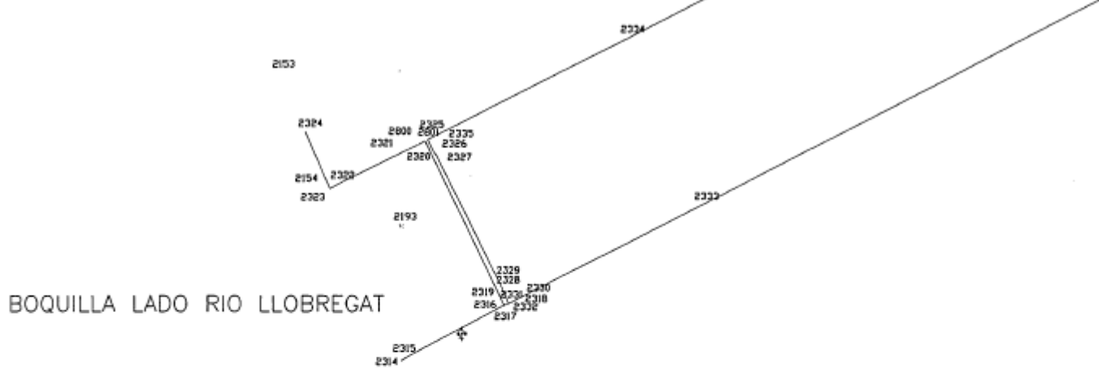


ARQUETA EXISTENTE EN RAMAL 1 PK 2+200 ACTUACIÓN B





NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z
2153	417160.972	4585663.548	25.446
2154	417163.980	4585656.546	24.544
2193	417168.333	4585654.318	24.739
2314	417168.364	4585646.182	25.630
2315	417168.843	4585646.472	25.632
2316	417174.321	4585649.385	28.676
2317	417174.346	4585649.392	28.813
2318	417174.864	4585649.639	28.821
2319	417174.483	4585649.725	29.296
2320	417169.773	4585659.434	29.298
2321	417168.728	4585658.916	28.275
2322	417164.490	4585656.816	25.657
2323	417164.015	4585656.559	25.637
2324	417162.533	4585659.969	25.626
2325	417169.927	4585659.528	27.106
2326	417170.366	4585658.662	28.084
2327	417170.400	4585658.685	28.254
2328	417174.489	4585650.488	28.242
2329	417174.465	4585650.486	28.087
2330	417174.800	4585649.725	27.239
2331	417174.796	4585649.613	27.214
2332	417174.847	4585649.607	24.613
2333	417186.518	4585655.550	24.381
2334	417182.035	4585665.638	24.664
2335	417169.957	4585659.544	24.637
2800	417231.841	4585691.687	28.810
2801	417238.038	4585681.372	28.810



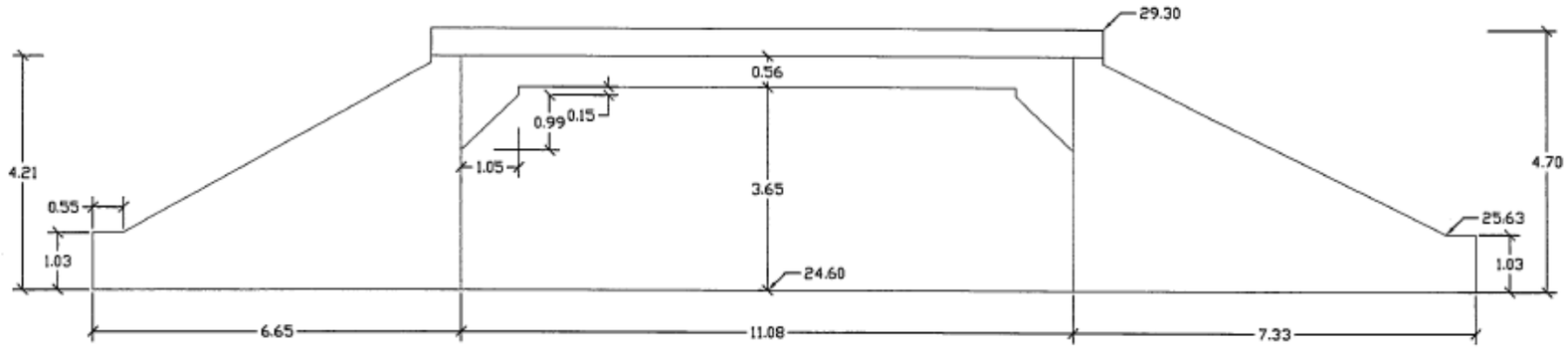
BOQUILLA LADO RIO LLOBREGAT



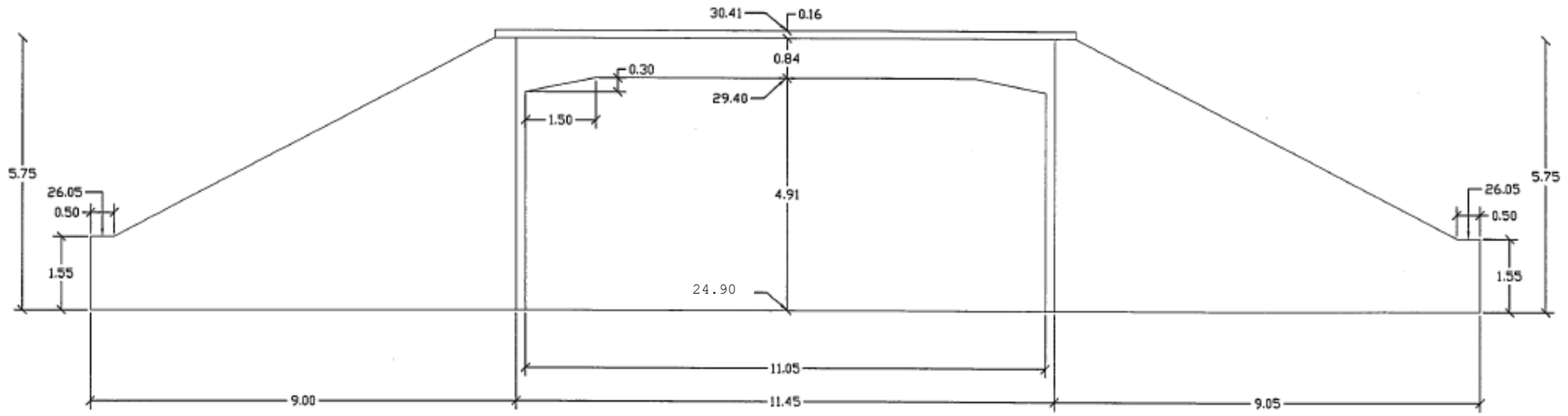
BOQUILLA LADO MOLINS

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y	COORD.Z
2671	417231.841	4585691.687	30.414
2672	417238.038	4585681.372	30.389
2673	417237.910	4585681.709	30.151
2674	417239.222	4585681.722	29.633
2675	417238.079	4585681.064	30.123
2737	417237.457	4585698.317	25.008
2762	417237.684	4585683.372	24.487
2763	417235.516	4585687.291	24.886
2765	417238.612	4585681.781	24.432
2766	417243.934	4585682.058	24.906
2782	417237.304	4585698.415	26.050
2783	417236.990	4585697.998	26.092
2784	417231.945	4585691.814	30.181
2785	417231.607	4585691.420	30.243
2786	417231.611	4585691.381	25.366
2787	417237.559	4585681.612	24.462
2788	417237.475	4585681.630	30.248
2789	417237.938	4585681.651	30.226
2790	417245.441	4585681.873	27.056
2791	417244.132	4585681.849	27.627
2792	417237.428	4585681.782	29.114
2793	417236.629	4585683.072	29.412
2794	417232.448	4585689.961	29.402
2795	417231.709	4585691.242	29.098
2796	417231.715	4585691.210	24.883
2797	417221.913	4585686.155	24.795
2798	417226.672	4585676.318	24.574
2799	417237.473	4585681.791	24.243

ACTUACIÓN C MARCO C-1413 (RIERA VALLVIDRERA) PLANTA



BOQUILLA LADO RIO LLOBREGAT



BOQUILLA LADO MOLINS

ACTUACIÓN C MARCO C–1413 (RIERA VALLVIDRERA) ALZADO BOQUILLAS

ACTUACIÓN C MARCO C1413 (RIERA VALLVIDRERA). LADO MOLINS O.D.E. Nº 8.





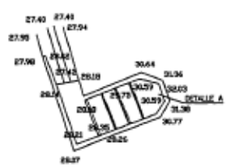


ACTUACIÓN C MARCO C1413 (RIERA VALLVIDRERA. LADO RÍO LLOBREGAT. O.D.E. Nº 8.

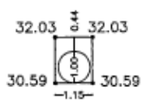








DETALLE A
ESCALA 1/200



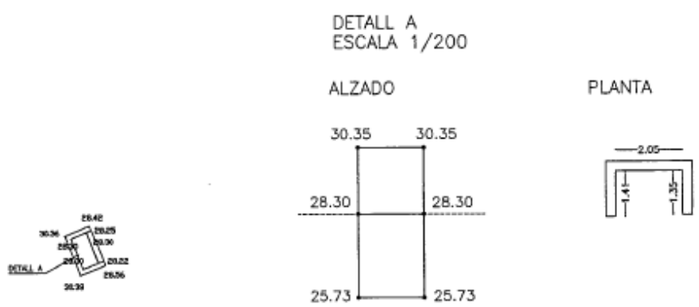
ACTUACIÓN C REPOSICIóN C-1413 OESTE P.K. 0+068

DESAGÜE TUBO Ø1,00 A PROLONGAR REPOSICION C-1413 O PK 0+068



CANAL DE LA INFANTA BAJO B-23





ACTUACIÓN C RAMAL 3 P.K. 3+500

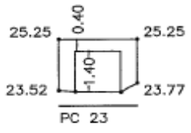
RAMAL 3 PK 3+500 ACTUACIÓN C. ARQUETA A DEMOLER







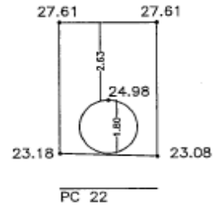
DETALLE A
ESCALA 1/200



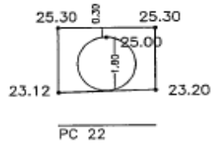
DETALLE B1
ESCALA 1/200



DETALLE B2
ESCALA 1/200



DETALLE B3
ESCALA 1/200



ACTUACION C VíA COLECTORA P.K. 0+210

OBRA EN VIA COLECTORA DE ACTUACIÓN C PK 0+210





ESTRUCTURA SOBRE EL RÍO LLOBREGAT (N-340)



APÉNDICE Nº 2: MODELIZACIÓN HIDRÁULICA HEC-RAS (CAUCE RÍO LLOBREGAT)

PUENTE SOBRE EL RÍO LLOBREGAT EN RAMAL 0 (ACTUACIÓN B)

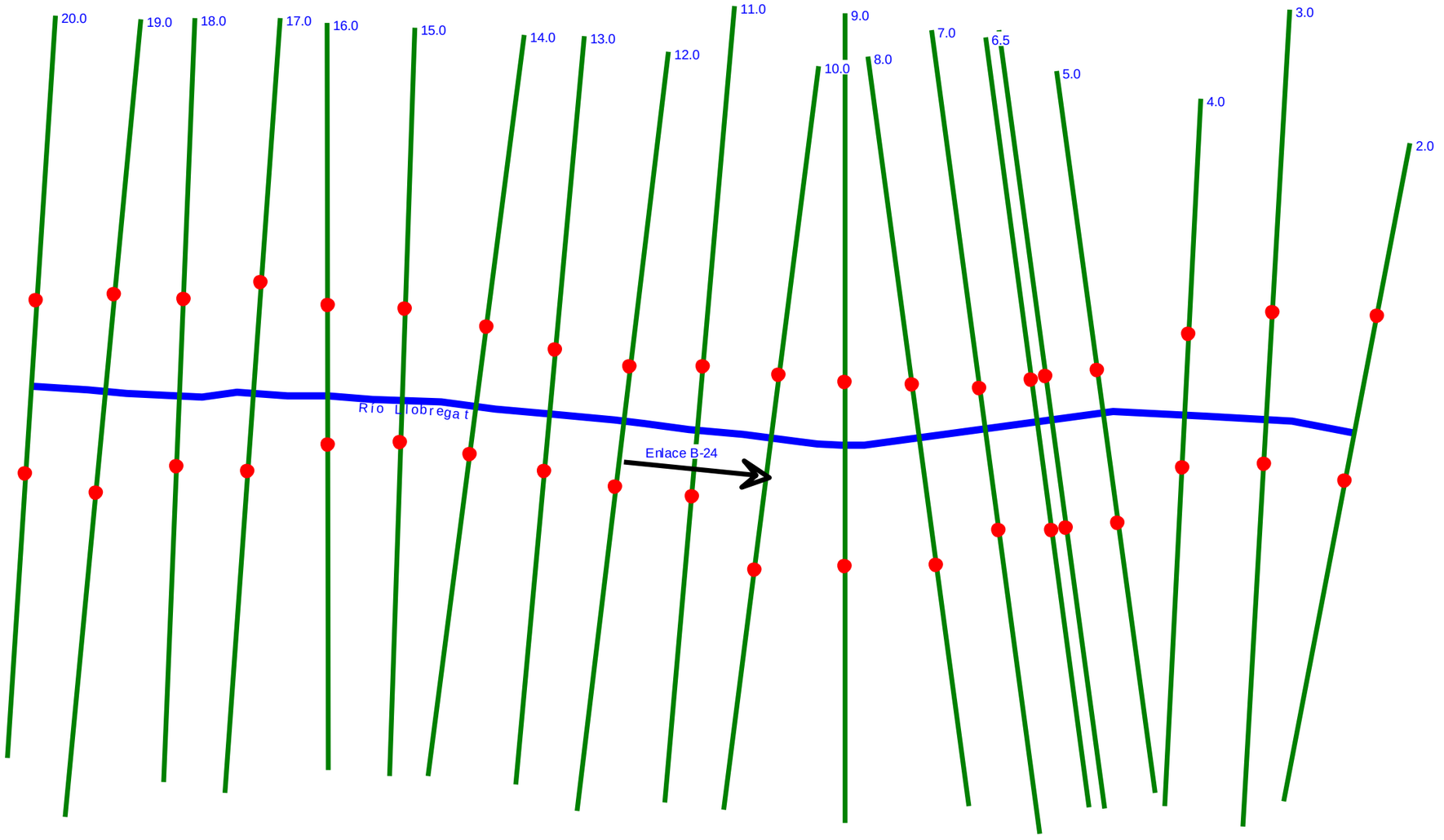
Cálculo de niveles de inundación en la situación existente, sin actuaciones

Tabla de Resultados

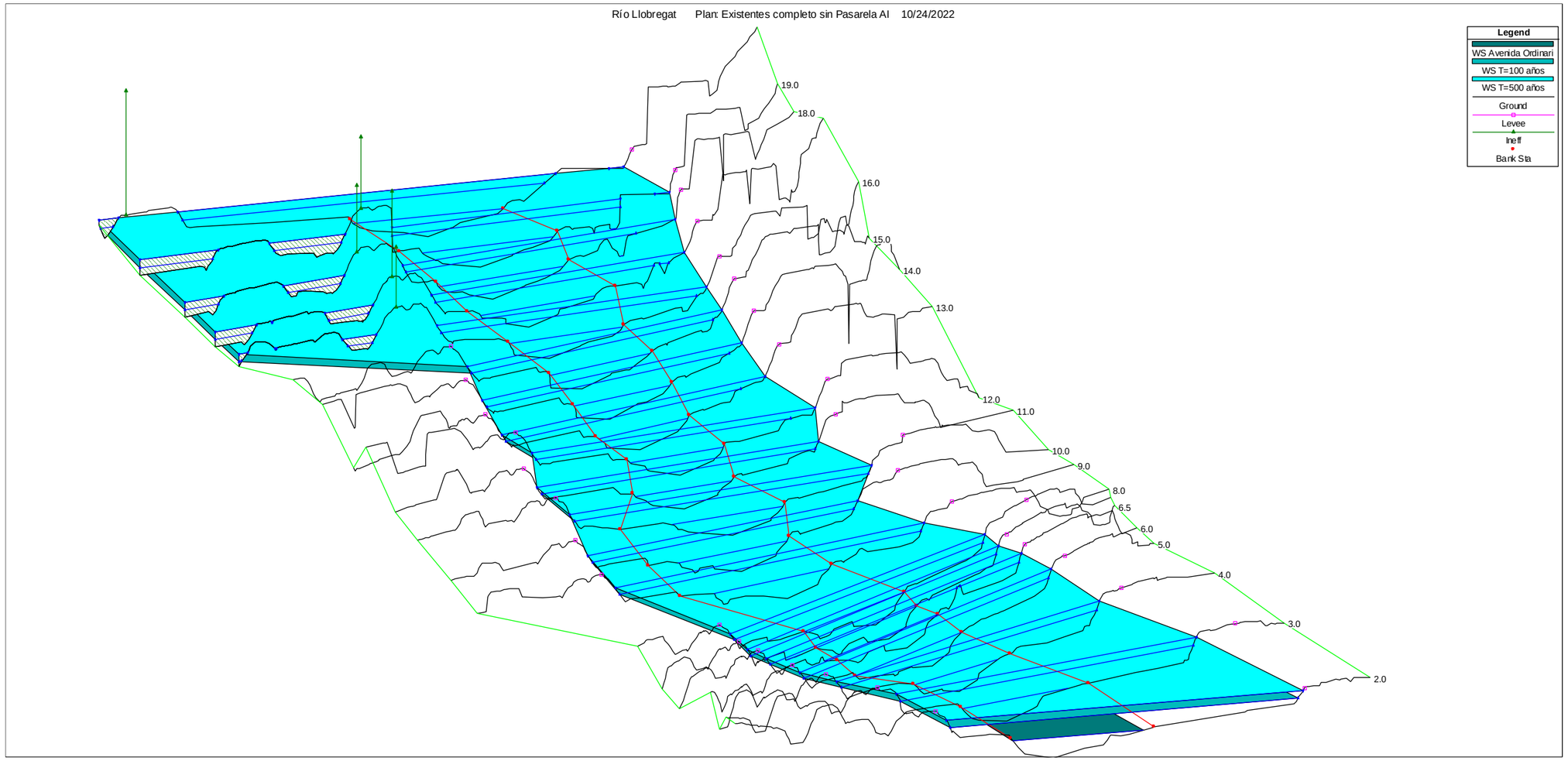
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Total	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)
Enlace B-24	20	Avenida Ordinari	509.4	50	20.46	24.93	23.64	4.47	113.75	-57.19	56.55	25.11	0.001352	0.035	2.38	1.87
Enlace B-24	20	T=100 años	3074.5	50	20.46	29.56	26.86	9.1	284.64	-88.52	248.78	30.04	0.000991	0.035	4.3	2.58
Enlace B-24	20	T=500 años	4955.5	50	20.46	31.43	28.65	10.97	313.93	-148.95	250.24	32.03	0.000963	0.035	5.71	2.88
Enlace B-24	19	Avenida Ordinari	509.4	50	20.32	24.91	23.13	4.59	116.75	-114.84	48.76	25.04	0.000846	0.035	2.64	1.64
Enlace B-24	19	T=100 años	3074.5	50	20.32	29.53	26.67	9.21	310.11	-118.13	287.12	29.98	0.000916	0.035	5.56	2.75
Enlace B-24	19	T=500 años	4955.5	50	20.32	31.28	27.96	10.96	335.39	-160.25	287.12	31.97	0.001055	0.035	6.7	3.4
Enlace B-24	18	Avenida Ordinari	509.4	50	20.26	24.82	23.35	4.56	108.41	-110.24	45.18	24.99	0.001187	0.035	2.52	1.86
Enlace B-24	18	T=100 años	3074.5	50	20.26	29.25	26.76	8.99	267.01	-120.97	259.68	29.91	0.001324	0.035	4.77	3.24
Enlace B-24	18	T=500 años	4955.5	50	20.26	30.9	28.36	10.64	315.36	-154.21	259.68	31.88	0.001521	0.035	5.54	3.8
Enlace B-24	17	Avenida Ordinari	509.4	50	20.18	24.63	23.61	4.45	98.07	-98.32	41.33	24.9	0.002205	0.035	2.23	2.29
Enlace B-24	17	T=100 años	3074.5	50	20.18	29.19	27.16	9.01	261.38	-119.99	268.91	29.83	0.001529	0.035	4.69	3.26
Enlace B-24	17	T=500 años	4955.5	50	20.18	30.85	28.49	10.67	294.75	-133.4	268.91	31.78	0.001665	0.035	5.76	3.86
Enlace B-24	16	Avenida Ordinari	509.4	50	20.09	24.6	23.13	4.51	91.79	-59.32	32.47	24.8	0.001226	0.035	2.77	1.97
Enlace B-24	16	T=100 años	3074.5	50	20.09	29.05	27.07	8.96	228.88	-119.56	251.47	29.75	0.0014	0.035	4.62	3.17
Enlace B-24	16	T=500 años	4955.5	50	20.09	30.72	28.58	10.63	254.82	-127.57	251.47	31.7	0.001563	0.035	5.97	3.73
Enlace B-24	15	Avenida Ordinari	509.4	50	20.01	24.54	22.97	4.53	87.55	-59.17	28.38	24.74	0.001204	0.035	2.85	1.99
Enlace B-24	15	T=100 años	3074.5	50	20.01	28.85	26.81	8.84	210.91	-114.56	96.35	29.66	0.001652	0.035	4.21	3.39
Enlace B-24	15	T=500 años	4955.5	50	20.01	30.49	28.74	10.48	222.52	-122.3	100.22	31.6	0.001813	0.035	5.56	3.92
Enlace B-24	14	Avenida Ordinari	509.4	50	19.96	24.45	22.98	4.49	83.72	-52.52	31.2	24.68	0.001333	0.035	2.84	2.09
Enlace B-24	14	T=100 años	3074.5	50	19.96	28.58	26.89	8.62	210.64	-103.53	107.11	29.55	0.002017	0.035	3.9	3.69
Enlace B-24	14	T=500 años	4955.5	50	19.96	30.19	28.83	10.23	225.9	-114.83	111.07	31.48	0.002176	0.035	5.17	4.18
Enlace B-24	13	Avenida Ordinari	509.4	50	19.85	24.36	22.79	4.51	78.02	-41.5	36.52	24.61	0.001381	0.035	2.95	2.18
Enlace B-24	13	T=100 años	3074.5	50	19.85	28.28	26.97	8.43	204.93	-88.1	116.83	29.43	0.002438	0.035	3.72	3.99
Enlace B-24	13	T=500 años	4955.5	50	19.85	29.79	28.86	9.94	229.54	-109.11	120.43	31.34	0.002694	0.035	4.75	4.48
Enlace B-24	12	Avenida Ordinari	509.4	50	19.76	24.25	22.8	4.49	78.11	-35.9	42.21	24.53	0.001683	0.035	2.78	2.32
Enlace B-24	12	T=100 años	3074.5	50	19.76	28.15	26.95	8.39	212.83	-92.2	120.63	29.3	0.002584	0.035	3.6	3.96
Enlace B-24	12	T=500 años	4955.5	50	19.76	29.72	28.95	9.96	237.19	-112.94	124.25	31.18	0.002675	0.035	4.74	4.35
Enlace B-24	11	Avenida Ordinari	509.4	50	19.68	24.19	22.67	4.51	83.02	-40.53	42.49	24.44	0.001538	0.035	2.76	2.2
Enlace B-24	11	T=100 años	3074.5	50	19.68	28.09	26.81	8.41	237.85	-113.59	124.26	29.15	0.002355	0.035	3.4	3.77
Enlace B-24	11	T=500 años	4955.5	50	19.68	29.73	28.67	10.05	244.23	-116.17	128.05	31	0.002296	0.035	4.9	4.09
Enlace B-24	10	Avenida Ordinari	509.4	50	19.61	24.16	22.52	4.55	87.95	-39.7	48.24	24.36	0.001158	0.035	2.9	1.98
Enlace B-24	10	T=100 años	3074.5	50	19.61	28.3	26.38	8.69	234.07	-108.03	126.05	28.92	0.001546	0.035	4.17	3.13
Enlace B-24	10	T=500 años	4955.5	50	19.61	29.94	27.85	10.33	240.3	-110.46	129.84	30.77	0.001566	0.035	5.64	3.61

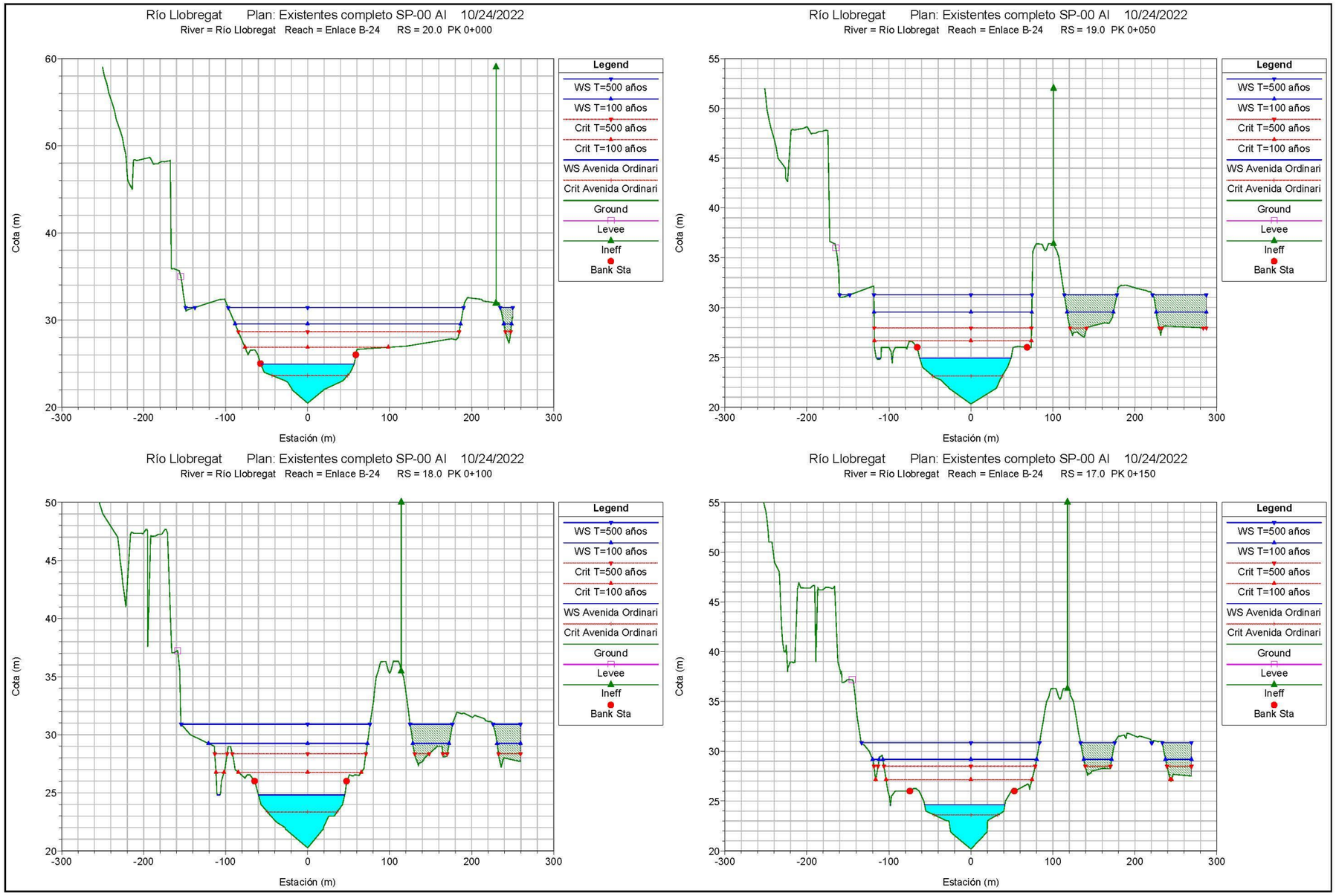
Tabla de Resultados

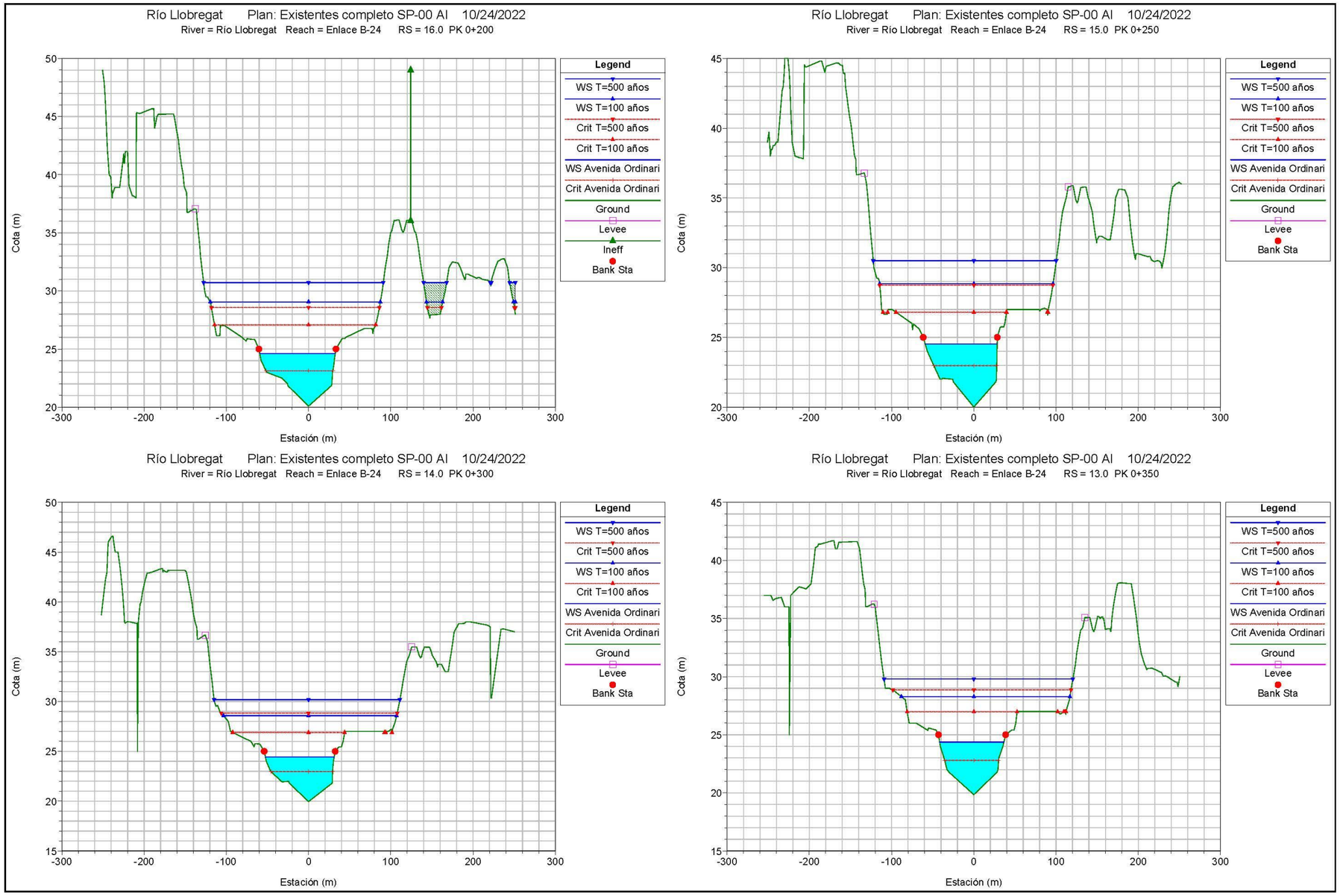
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Total	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)
Enlace B-24	9	Avenida Ordinari	509.4	50	19.52	24.11	22.53	4.59	95.38	-40.09	55.29	24.3	0.001122	0.035	2.78	1.89
Enlace B-24	9	T=100 años	3074.5	50	19.52	28.17	26.21	8.65	228.56	-98.5	130.06	28.84	0.001589	0.035	4.09	3.24
Enlace B-24	9	T=500 años	4955.5	50	19.52	29.76	27.77	10.24	235.89	-102.01	133.88	30.69	0.001683	0.035	5.49	3.76
Enlace B-24	8	Avenida Ordinari	509.4	45	19.48	24.04	22.56	4.56	92.33	-32.84	59.49	24.23	0.001248	0.035	2.74	1.98
Enlace B-24	8	T=100 años	3074.5	45	19.48	28.11	26.26	8.63	242.3	-107.4	134.9	28.75	0.00157	0.035	4.02	3.11
Enlace B-24	8	T=500 años	4955.5	45	19.48	29.73	27.76	10.25	248.51	-109.75	138.75	30.58	0.001602	0.035	5.48	3.58
Enlace B-24	7	Avenida Ordinari	509.4	30	19.36	24.01	22.4	4.65	108.9	-30.74	78.15	24.17	0.001037	0.035	2.62	1.76
Enlace B-24	7	T=100 años	3074.5	30	19.36	28.16	25.93	8.8	265.61	-114.59	151.02	28.65	0.001108	0.035	4.38	2.61
Enlace B-24	7	T=500 años	4955.5	30	19.36	29.8	27.39	10.44	273.06	-116.94	156.11	30.46	0.001178	0.035	5.85	3.06
Enlace B-24	6.5	Avenida Ordinari	509.4	20	19.36	23.99	22.34	4.63	127.12	-31.38	112.66	24.14	0.001006	0.035	2.31	1.71
Enlace B-24	6.5	T=100 años	3074.5	20	19.36	28.16	25.79	8.8	271.48	-119.04	152.43	28.61	0.001018	0.035	4.45	2.51
Enlace B-24	6.5	T=500 años	4955.5	20	19.36	29.81	27.24	10.45	277.78	-121.54	156.24	30.41	0.001087	0.035	5.93	2.95
Enlace B-24	6	Avenida Ordinari	509.4	35	19.36	23.97	22.32	4.61	124.81	-34.57	90.25	24.12	0.000939	0.035	2.43	1.66
Enlace B-24	6	T=100 años	3074.5	35	19.36	28.09	25.62	8.73	269.83	-123.46	149.94	28.58	0.00109	0.035	4.28	2.61
Enlace B-24	6	T=500 años	4955.5	35	19.36	29.73	27.26	10.37	280.15	-125.94	154.21	30.39	0.001165	0.035	5.69	3.04
Enlace B-24	5	Avenida Ordinari	509.4	50	19.29	23.95	22.18	4.66	120.26	-33.4	86.86	24.08	0.000855	0.035	2.63	1.59
Enlace B-24	5	T=100 años	3074.5	50	19.29	28.11	25.66	8.82	276.34	-131.69	144.65	28.52	0.000924	0.035	4.52	2.44
Enlace B-24	5	T=500 años	4955.5	50	19.29	29.75	27.03	10.46	283.91	-134.55	149.36	30.32	0.000998	0.035	5.99	2.88
Enlace B-24	4	Avenida Ordinari	509.4	60	19.23	23.76	22.35	4.53	87.61	-40.96	46.65	24.01	0.001654	0.035	2.6	2.2
Enlace B-24	4	T=100 años	3074.5	60	19.23	27.95	26.2	8.72	268.07	-144.53	123.53	28.46	0.001304	0.035	4.27	2.66
Enlace B-24	4	T=500 años	4955.5	60	19.23	29.59	27.34	10.36	276.18	-147.64	128.53	30.25	0.001331	0.035	5.73	3.09
Enlace B-24	3	Avenida Ordinari	509.4	60	19.16	23.67	22.03	4.51	94.39	-54.33	40.06	23.91	0.001673	0.035	2.49	2.15
Enlace B-24	3	T=100 años	3074.5	60	19.16	27.9	25.96	8.74	260.03	-165.14	94.88	28.37	0.001189	0.035	4.47	2.61
Enlace B-24	3	T=500 años	4955.5	60	19.16	29.53	27.08	10.37	266.01	-168.04	97.97	30.17	0.001246	0.035	5.94	3.08
Enlace B-24	2	Avenida Ordinari	509.4		19.11	23.61	21.95	4.5	103.11	-71.21	31.9	23.8	0.001382	0.035	2.5	1.96
Enlace B-24	2	T=100 años	3074.5		19.11	27.69	25.88	8.58	274.65	-193.34	81.32	28.27	0.001382	0.035	3.92	2.83
Enlace B-24	2	T=500 años	4955.5		19.11	29.34	27.31	10.23	281.57	-197.36	84.21	30.07	0.001379	0.035	5.42	3.21

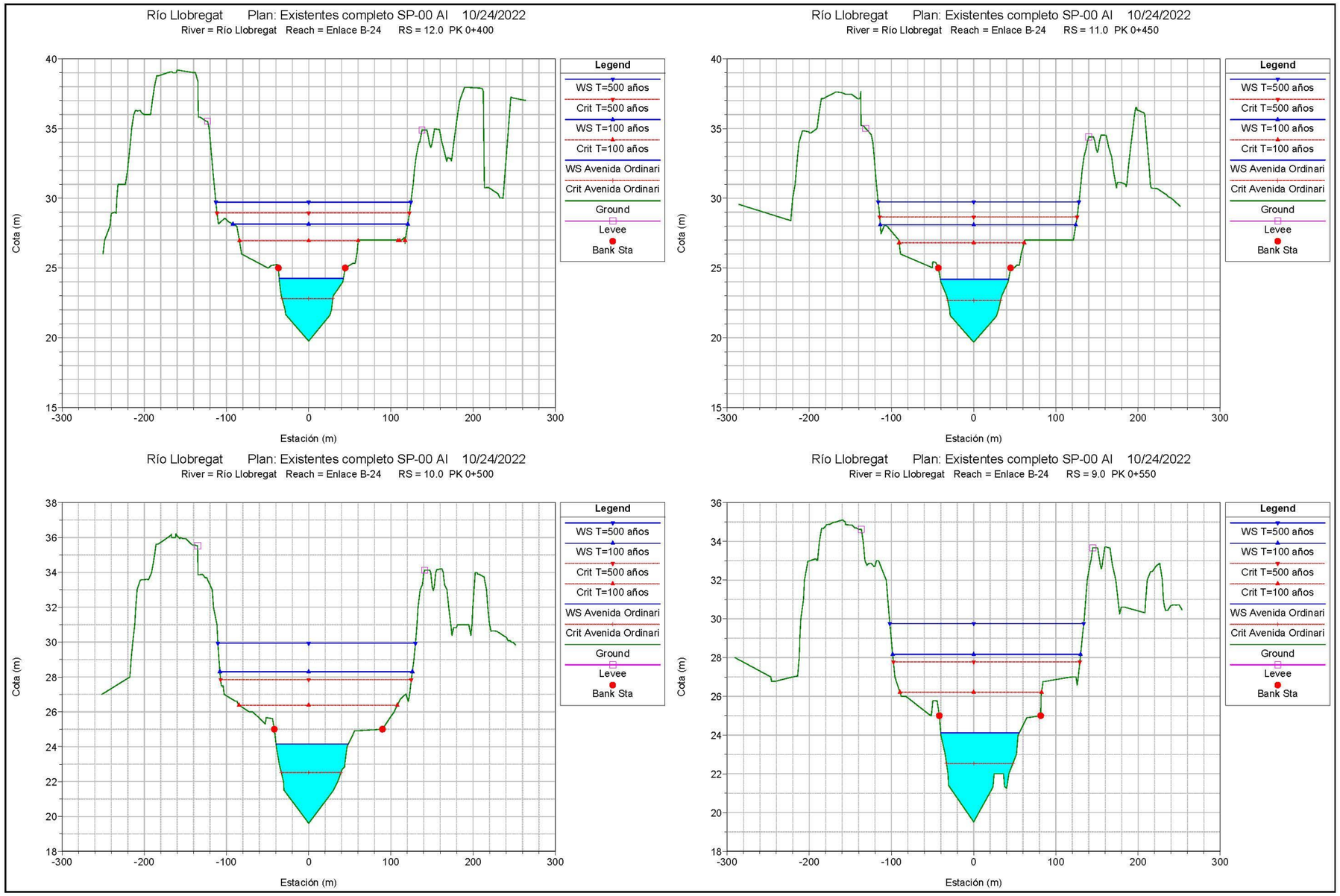

20.0
19.0
18.0
17.0
16.0
15.0
14.0
13.0
12.0
11.0
10.0
9.0
8.0
7.0
6.5
5.0
4.0
3.0
2.0
Río Llobregat
Enlace B-24

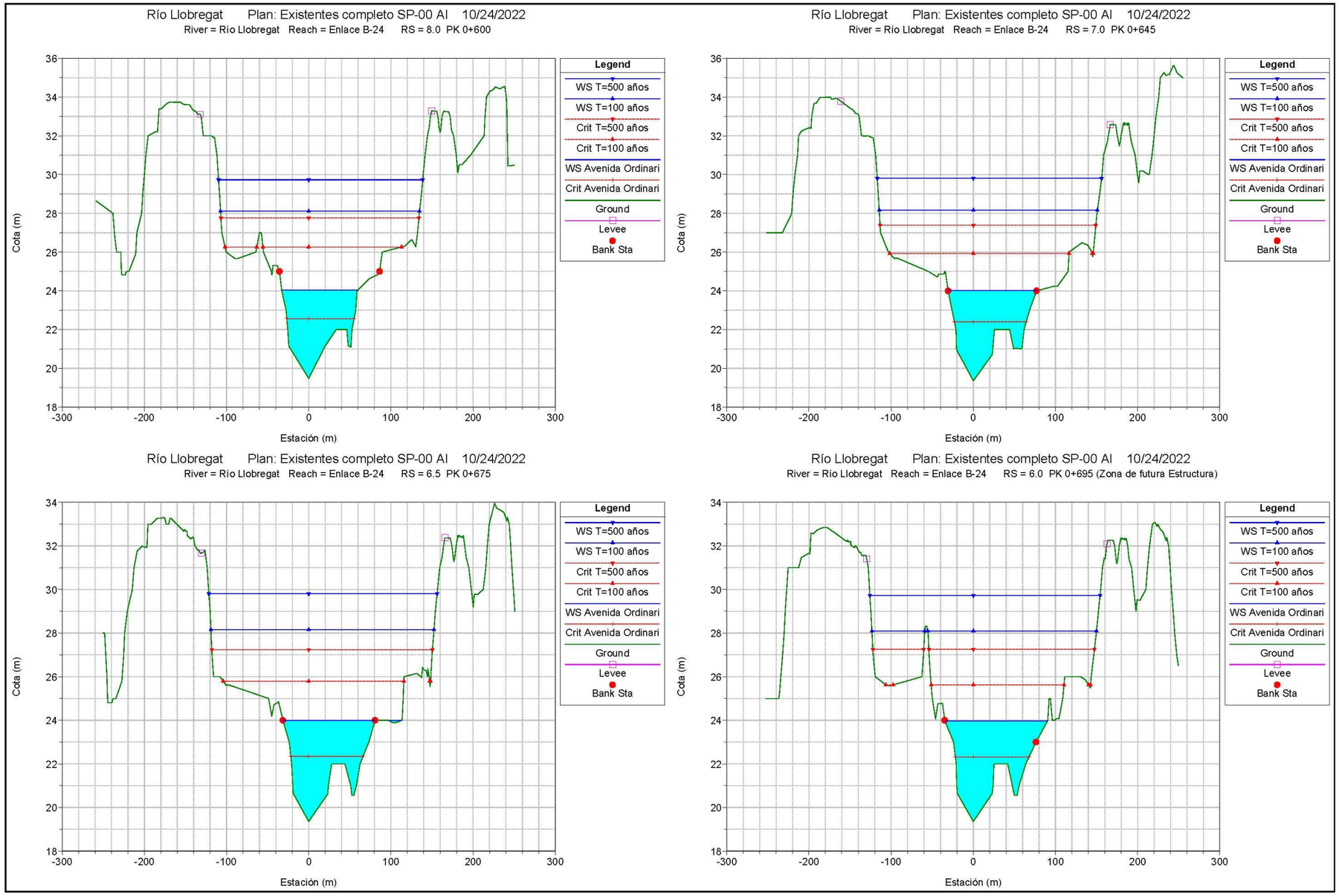
Situación existente, sin actuaciones

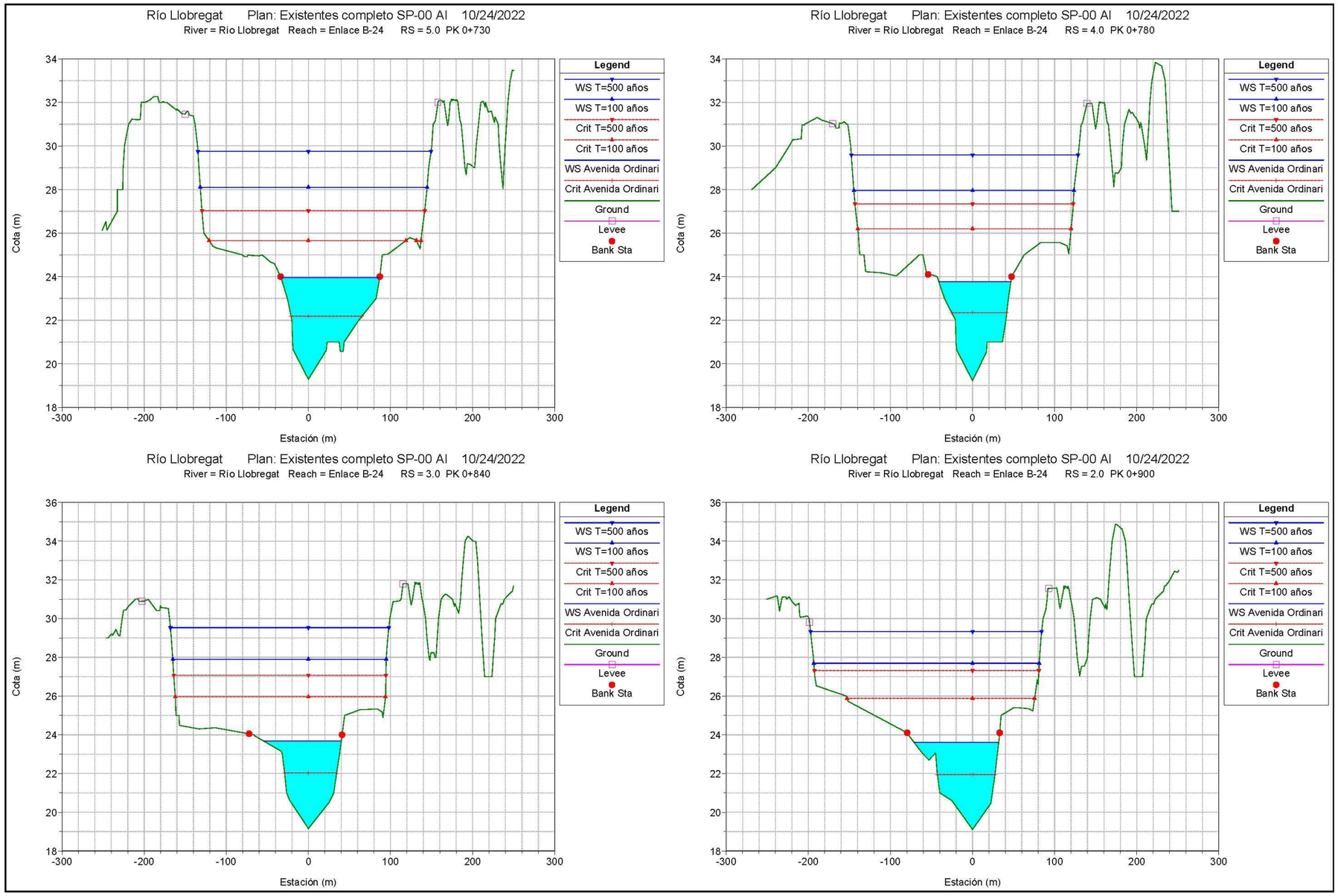



Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 Al 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 20.0 PK 0+000
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 Al 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 19.0 PK 0+050
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 Al 10/24/2022
Estación (m)
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 Al 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 18.0 PK 0+100
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 Al 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 17.0 PK 0+150
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta

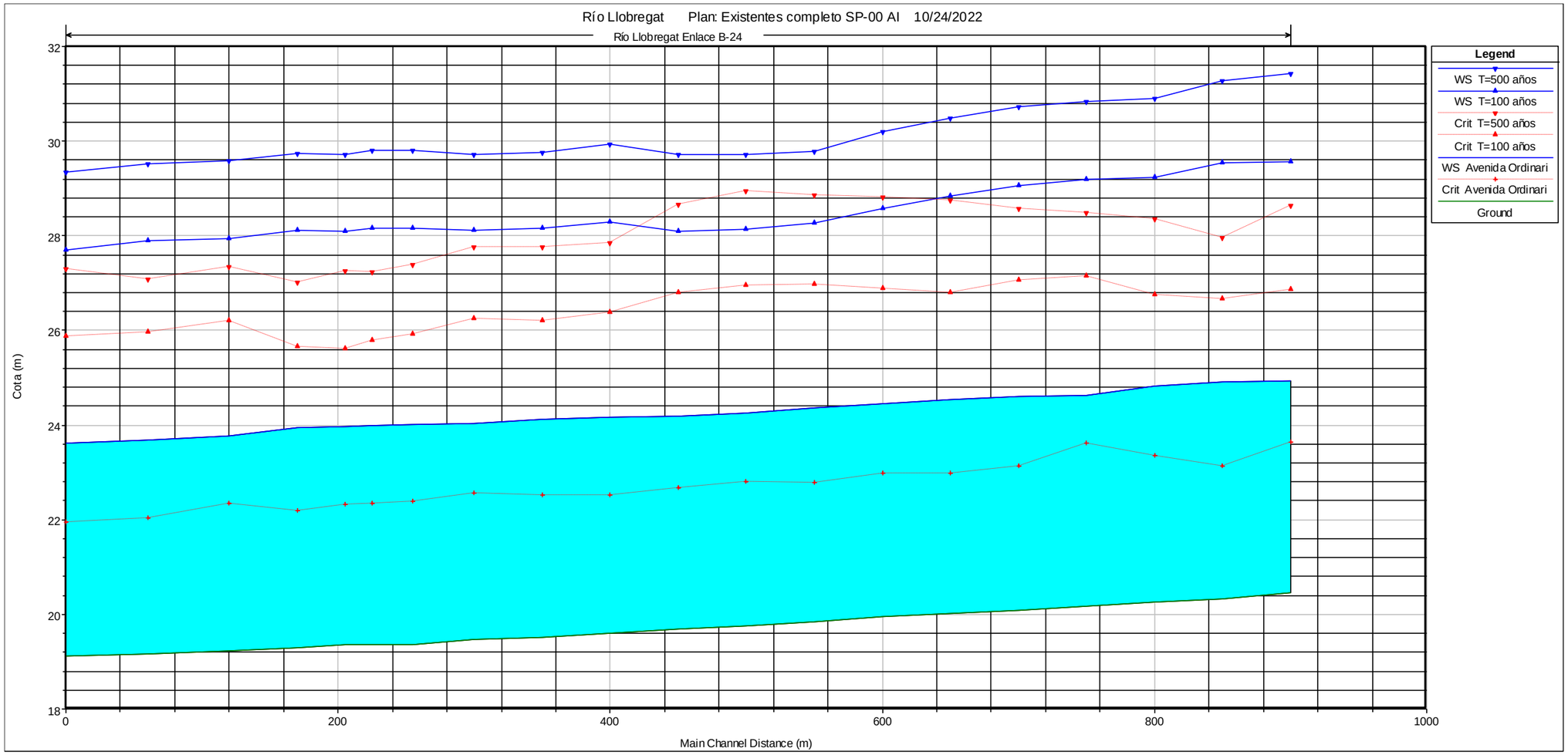

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 16.0 PK 0+200
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 15.0 PK 0+250
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 14.0 PK 0+300
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 13.0 PK 0+350
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta


Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 12.0 PK 0+400
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 11.0 PK 0+450
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 10.0 PK 0+500
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 9.0 PK 0+550
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta


Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 8.0 PK 0+600
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 7.0 PK 0+645
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 6.5 PK 0+675
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 6.0 PK 0+695 (Zona de futura Estructura)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)


Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 5.0 PK 0+730
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 4.0 PK 0+780
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 3.0 PK 0+840
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 2.0 PK 0+900
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

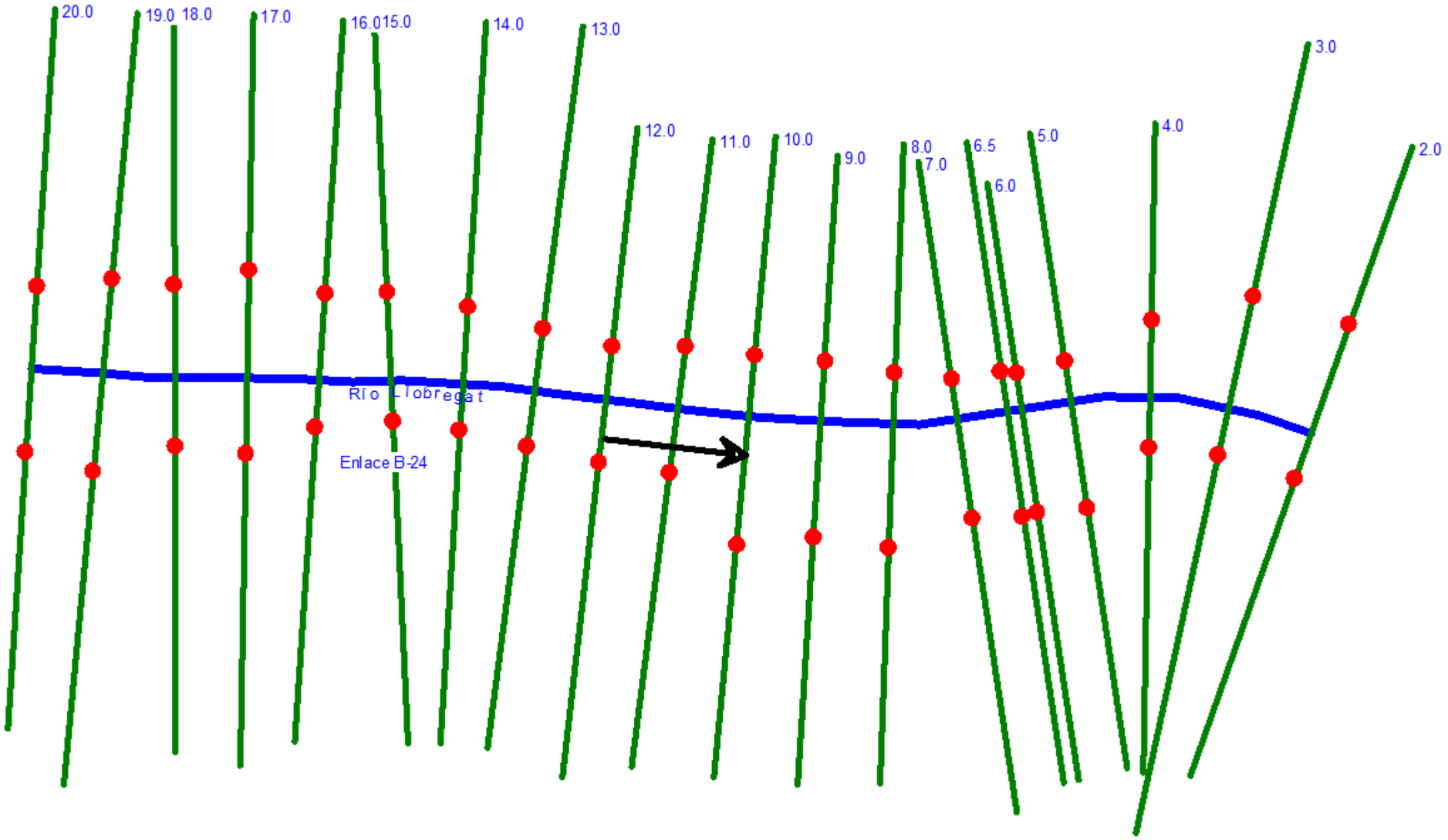
Situación existente, sin actuaciones



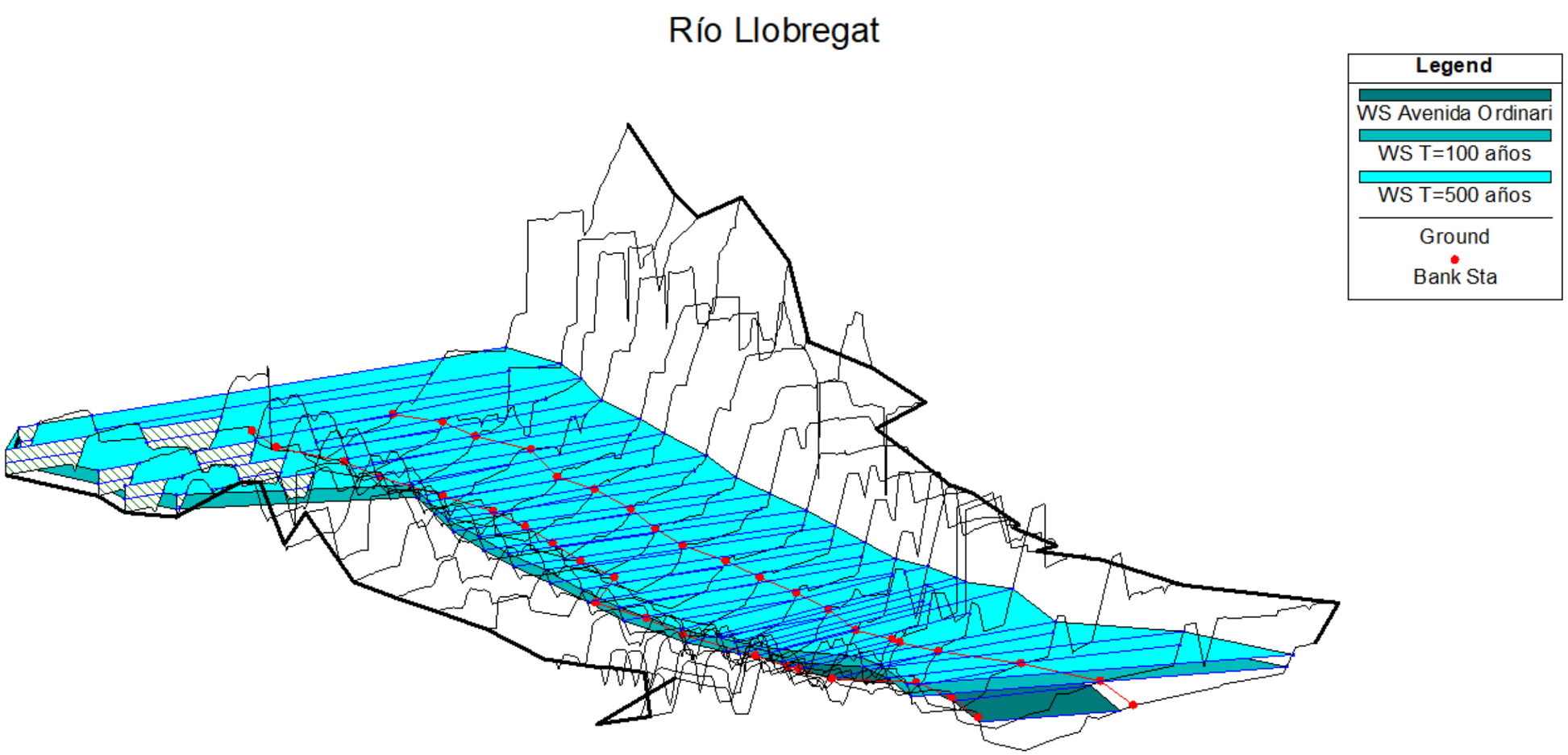
Cálculo de niveles de inundación en situación sin Estructura sobre el cauce, con el trazado de la carretera C-1413 pasando por debajo de la estructura

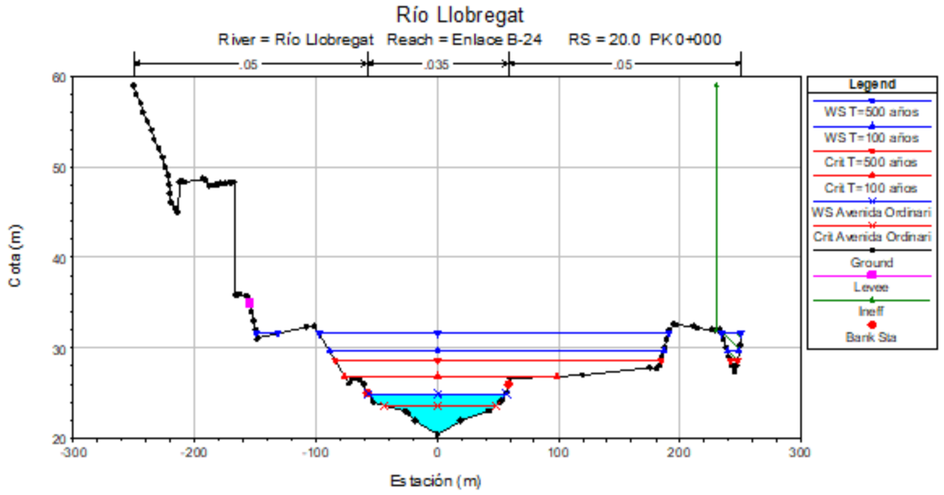
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Tota	Vel Total (m/s)
Enlace B-24	20	Avenida Ordinaria	509.4	50	20.46	24.93	23.64	4.47	113.71	-57.17	56.54	25.11	0.001359	0.035	1.88
Enlace B-24	20	T=100 años	3074.5	50	20.46	29.65	26.86	9.19	285.45	-88.89	248.88	30.1	0.000943	0.037	2.53
Enlace B-24	20	T=500 años	4955.5	50	20.46	31.6	28.65	11.14	321.48	-149.25	250.24	32.16	0.00089	0.038	2.8
Enlace B-24	19	Avenida Ordinaria	509.4	50	20.32	24.9	23.12	4.58	116.66	-114.81	48.74	25.04	0.000849	0.035	1.64
Enlace B-24	19	T=100 años	3074.5	50	20.32	29.62	26.68	9.3	310.58	-118.14	287.12	30.05	0.000878	0.036	2.71
Enlace B-24	19	T=500 años	4955.5	50	20.32	31.45	27.96	11.13	343.03	-160.37	287.12	32.11	0.000983	0.037	3.32
Enlace B-24	18	Avenida Ordinaria	509.4	50	20.26	24.81	23.35	4.55	108.35	-110.23	45.17	24.99	0.001192	0.035	1.86
Enlace B-24	18	T=100 años	3073.3	50	20.26	29.34	26.76	9.08	270.58	-123.77	259.68	29.98	0.001259	0.036	3.18
Enlace B-24	18	T=500 años	4954.1	50	20.26	31.12	28.36	10.86	320.18	-154.75	259.68	32.03	0.001375	0.037	3.65
Enlace B-24	17	Avenida Ordinaria	509.4	50	20.18	24.63	23.61	4.45	98.03	-98.31	41.32	24.9	0.002221	0.035	2.3
Enlace B-24	17	T=100 años	3073.3	50	20.18	29.29	27.16	9.11	263.2	-120.49	268.91	29.9	0.001438	0.036	3.19
Enlace B-24	17	T=500 años	4954.1	50	20.18	31.07	28.49	10.89	310.62	-134.25	268.91	31.94	0.001494	0.037	3.72
Enlace B-24	16	Avenida Ordinaria	509.4	50	20.09	24.6	23.13	4.51	91.76	-59.31	32.46	24.8	0.001233	0.035	1.98
Enlace B-24	16	T=100 años	3072.1	50	20.09	29.16	27.07	9.07	230.96	-120.44	251.47	29.83	0.001312	0.037	3.09
Enlace B-24	16	T=500 años	4953.9	50	20.09	30.97	28.58	10.88	264.97	-127.99	251.47	31.87	0.001399	0.038	3.59
Enlace B-24	15	Avenida Ordinaria	509.4	50	20.01	24.53	22.97	4.52	87.52	-59.14	28.38	24.74	0.001211	0.035	2
Enlace B-24	15	T=100 años	3072.1	50	20.01	28.98	26.8	8.97	211.49	-114.77	96.73	29.75	0.001524	0.037	3.29
Enlace B-24	15	T=500 años	4953.9	50	20.01	30.78	28.74	10.77	223.54	-122.72	100.82	31.78	0.001583	0.038	3.73
Enlace B-24	14	Avenida Ordinaria	509.4	50	19.96	24.45	22.98	4.49	83.69	-52.5	31.19	24.67	0.001342	0.035	2.1
Enlace B-24	14	T=100 años	3070.8	50	19.96	28.76	26.88	8.8	212.93	-105.33	107.6	29.65	0.001813	0.037	3.53
Enlace B-24	14	T=500 años	4953.7	50	19.96	30.56	28.83	10.6	227.32	-115.41	111.91	31.69	0.001813	0.038	3.9
Enlace B-24	13	Avenida Ordinaria	509.4	50	19.85	24.36	22.79	4.51	77.98	-41.48	36.5	24.6	0.001391	0.035	2.19
Enlace B-24	13	T=100 años	3070.8	50	19.85	28.51	26.97	8.66	209.53	-92.19	117.34	29.54	0.002115	0.037	3.75
Enlace B-24	13	T=500 años	4953.7	50	19.85	30.34	29.01	10.49	227.98	-106.19	121.78	31.58	0.002037	0.038	4.04
Enlace B-24	12	Avenida Ordinaria	509.3	50	19.76	24.24	22.8	4.48	78.07	-35.89	42.18	24.52	0.001697	0.035	2.32
Enlace B-24	12	T=100 años	3069.7	50	19.76	28.41	26.95	8.65	220.61	-99.35	121.26	29.43	0.002197	0.037	3.69
Enlace B-24	12	T=500 años	4953.5	50	19.76	30.29	28.9	10.53	231.38	-105.86	125.52	31.46	0.001991	0.039	3.93
Enlace B-24	11	Avenida Ordinaria	509.3	50	19.68	24.18	22.67	4.5	82.96	-40.5	42.47	24.43	0.001551	0.035	2.21
Enlace B-24	11	T=100 años	3069.7	50	19.68	28.41	26.82	8.73	229	-103.9	125.09	29.28	0.001866	0.037	3.42
Enlace B-24	11	T=500 años	4953.5	50	19.68	30.3	28.58	10.62	235.88	-106.74	129.14	31.32	0.001709	0.038	3.71
Enlace B-24	10	Avenida Ordinaria	509.3	50	19.61	24.15	22.52	4.54	87.83	-39.68	48.15	24.35	0.001168	0.035	1.98
Enlace B-24	10	T=100 años	3068.5	50	19.61	28.55	26.37	8.94	226.83	-100.05	126.78	29.11	0.001316	0.036	2.98
Enlace B-24	10	T=500 años	4953.3	50	19.61	30.43	27.82	10.82	233.62	-102.89	130.73	31.16	0.001248	0.037	3.38

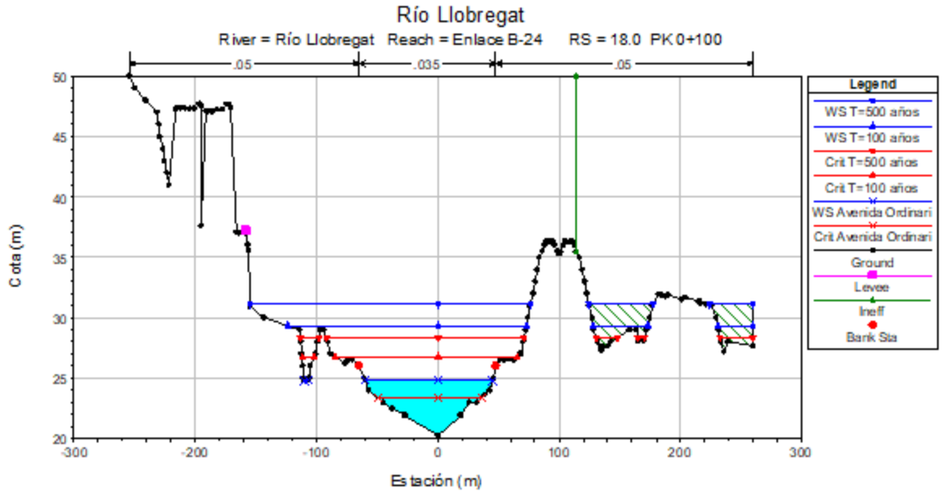
Reach	River Sta	Profile	Q Total Len (m3/s)	gth Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Tota	Vel Total (m/s)
Enlace B-24	9	Avenida Ordinaria	509.3	50	19.52	24.1	22.53	4.58	95.25	-40.07	55.18	24.29	0.00113	0.035	1.9
Enlace B-24	9	T=100 años	3068.5	50	19.52	28.45	26.2	8.93	225.7	-94.99	130.71	29.04	0.001334	0.036	3.05
Enlace B-24	9	T=500 años	4953.3	50	19.52	30.32	27.75	10.8	232.89	-97.86	135.03	31.09	0.001294	0.037	3.45
Enlace B-24	8	Avenida Ordinaria	509.3	45	19.48	24.02	22.56	4.54	92.05	-32.81	59.24	24.23	0.001259	0.035	1.98
Enlace B-24	8	T=100 años	3067.3	45	19.48	28.37	26.2	8.89	224.26	-88.66	135.6	28.98	0.001374	0.036	3.05
Enlace B-24	8	T=500 años	4953.1	45	19.48	30.25	27.75	10.77	231.39	-91.49	139.9	31.02	0.00132	0.037	3.46
Enlace B-24	7	Avenida Ordinaria	509.3	35	19.36	23.97	22.47	4.61	97.23	-27.63	69.6	24.17	0.001266	0.035	1.94
Enlace B-24	7	T=100 años	3067.3	35	19.36	28.26	26	8.9	198.77	-60.83	137.94	28.91	0.001372	0.037	3.11
Enlace B-24	7	T=500 años	4953.1	35	19.36	30.14	27.61	10.78	230.11	-97.62	143.08	30.96	0.001348	0.038	3.43
Enlace B-24	6.5	Avenida Ordinaria	509.3	10	19.36	23.93	22.49	4.57	101.18	-27.63	73.56	24.12	0.001345	0.035	1.95
Enlace B-24	6.5	T=100 años	3067.3	10	19.36	28.21	25.97	8.85	193.03	-58.42	134.61	28.86	0.001392	0.037	3.16
Enlace B-24	6.5	T=500 años	4953.1	10	19.36	30.08	27.53	10.72	227.85	-90.21	138.57	30.91	0.001364	0.038	3.47
Enlace B-24	6	Avenida Ordinaria	509.3	35	19.36	23.88	22.55	4.52	96.86	-24.65	72.21	24.1	0.001573	0.035	2.08
Enlace B-24	6	T=100 años	3066.1	35	19.36	28.1	25.92	8.74	186.06	-55.24	130.83	28.84	0.001618	0.037	3.36
Enlace B-24	6	T=500 años	4952.9	35	19.36	29.93	27.68	10.57	223.83	-89.04	134.8	30.88	0.001614	0.038	3.7
Enlace B-24	5	Avenida Ordinaria	509.3	55	19.29	23.85	22.36	4.56	101.26	-27.59	73.66	24.04	0.001349	0.035	1.96
Enlace B-24	5	T=100 años	3066.1	55	19.29	28.06	26.05	8.77	182.53	-59.11	123.42	28.78	0.001511	0.037	3.35
Enlace B-24	5	T=500 años	4952.9	55	19.29	29.94	27.51	10.65	228.66	-101.07	127.59	30.8	0.001424	0.038	3.54
Enlace B-24	4	Avenida Ordinaria	509.2	55	19.23	23.57	22.29	4.34	74.87	-40.79	34.08	23.93	0.002514	0.035	2.66
Enlace B-24	4	T=100 años	3064.9	55	19.23	27.44	26.49	8.21	161.73	-80.35	81.38	28.62	0.002941	0.037	4.28
Enlace B-24	4	T=500 años	4952.8	55	19.23	28.79	27.96	9.56	165.07	-82.36	82.71	30.59	0.003543	0.037	5.29
Enlace B-24	3	Avenida Ordinaria	509.2	60	19.16	23.6	21.9	4.44	104.31	-71.79	32.52	23.78	0.001273	0.035	1.9
Enlace B-24	3	T=100 años	3064.9	60	19.16	27.75	25.71	8.59	221.54	-139.51	82.03	28.33	0.001319	0.037	2.96
Enlace B-24	3	T=500 años	4952.8	60	19.16	29.35	27.07	10.19	227.38	-142.52	84.86	30.18	0.00147	0.038	3.56
Enlace B-24	2	Avenida Ordinaria	509.2		19.11	23.5	21.88	4.39	102.38	-70	32.37	23.7	0.00138	0.035	1.96
Enlace B-24	2	T=100 años	3063.8		19.11	27.66	25.75	8.55	272.1	-190.19	81.91	28.25	0.001381	0.037	2.87
Enlace B-24	2	T=500 años	4952.6		19.11	29.32	27.29	10.21	279.18	-194.4	84.78	30.07	0.001379	0.038	3.24

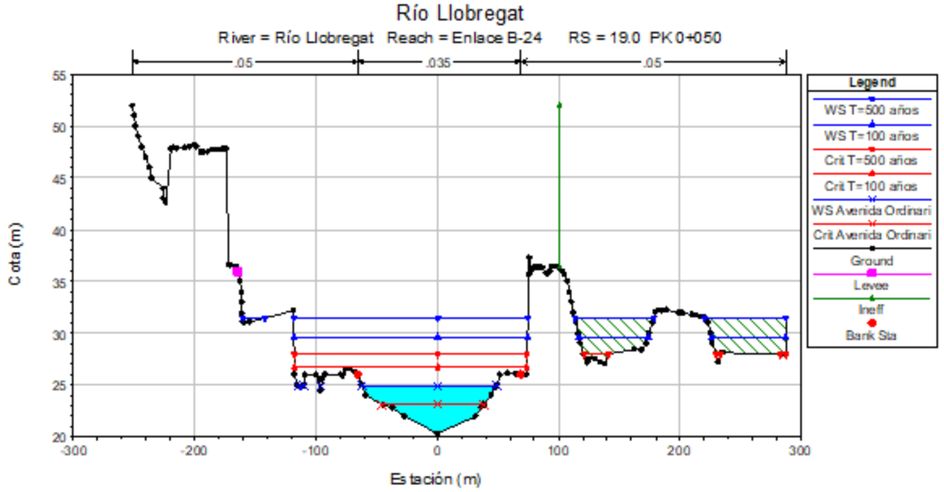

20.0
19.0
18.0
17.0
16.0
15.0
14.0
13.0
12.0
11.0
10.0
9.0
8.0
7.0
6.5
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
Río Llobregat
Enlace B-24

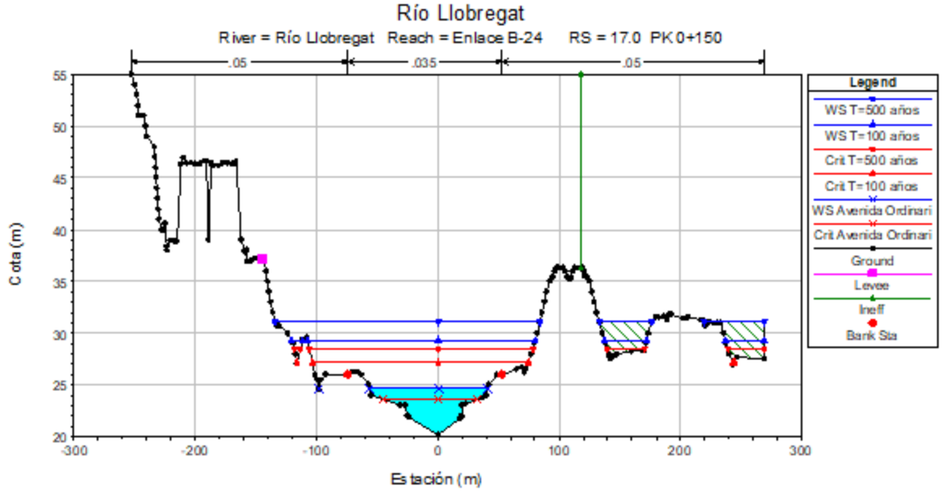
Situación sin Estructura sobre el cauce, con el trazado de la carretera C-1413 pasando por debajo de la Estructura

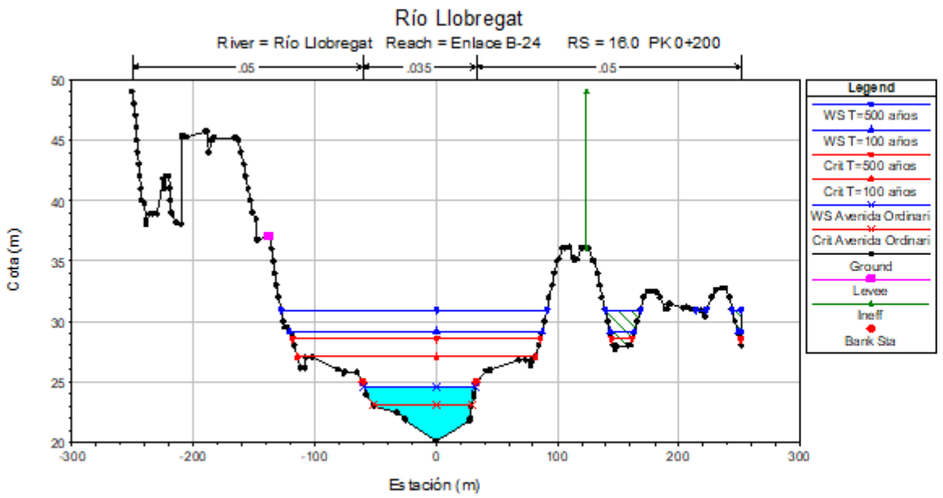


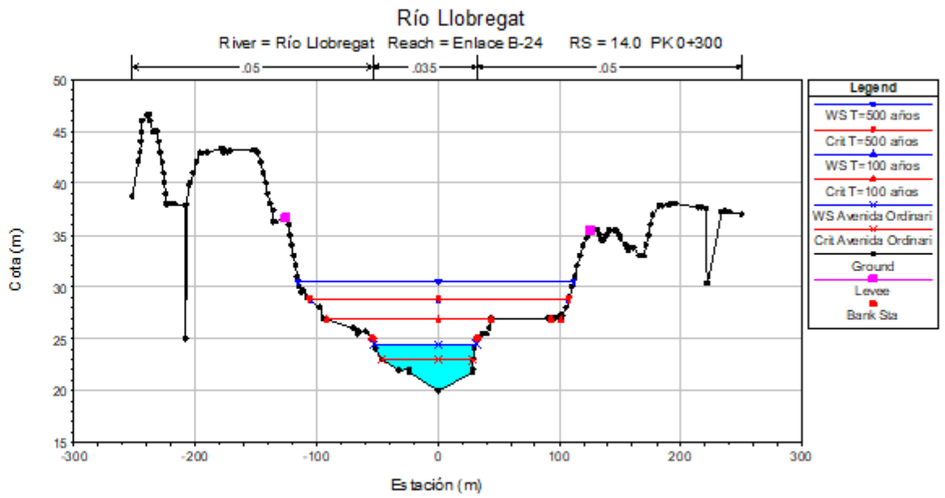

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 20.0 PK 0+000
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta

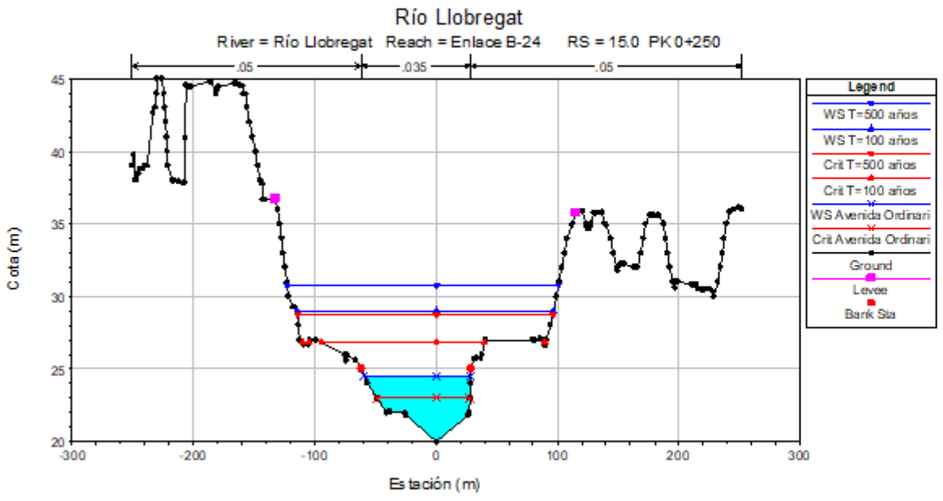

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 18.0 PK 0+100
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta

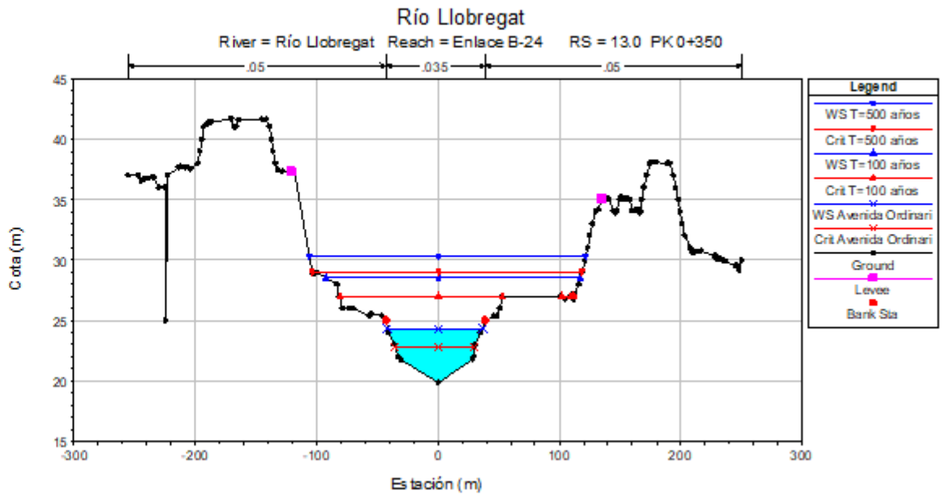

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 19.0 PK 0+050
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta

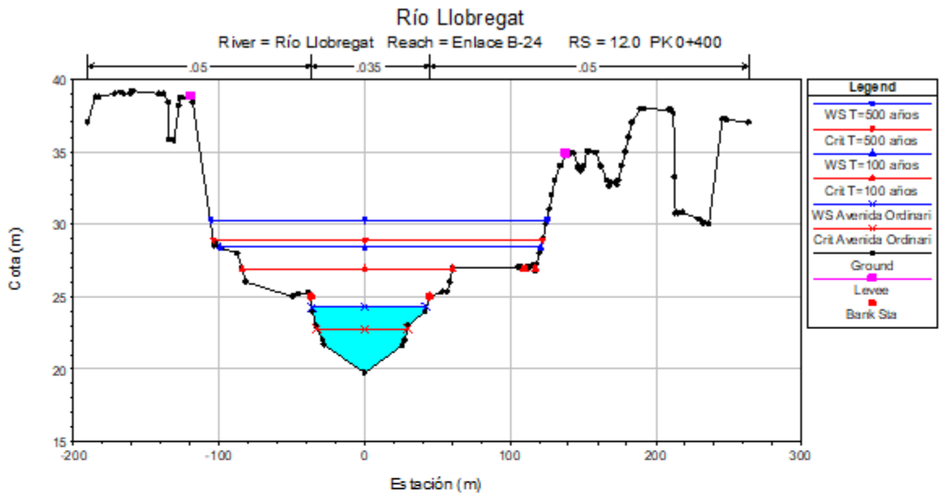

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 17.0 PK 0+150
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta

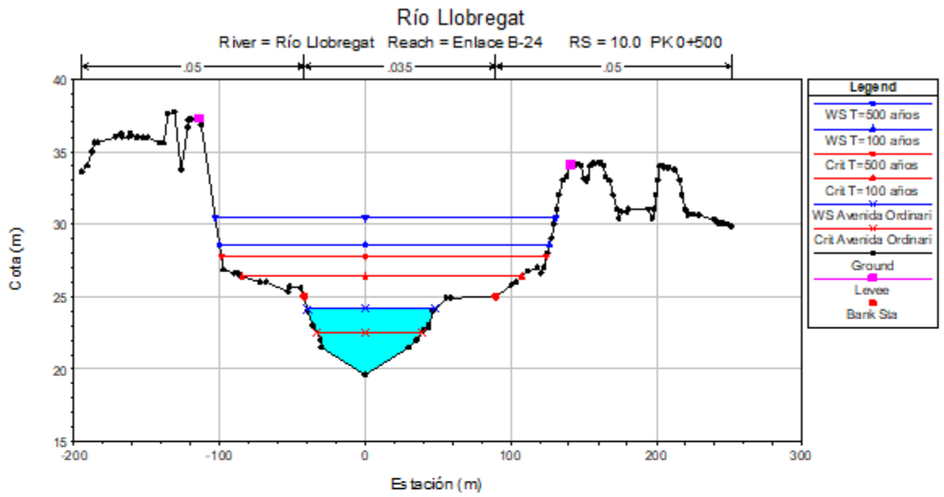

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 16.0 PK 0+200
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta

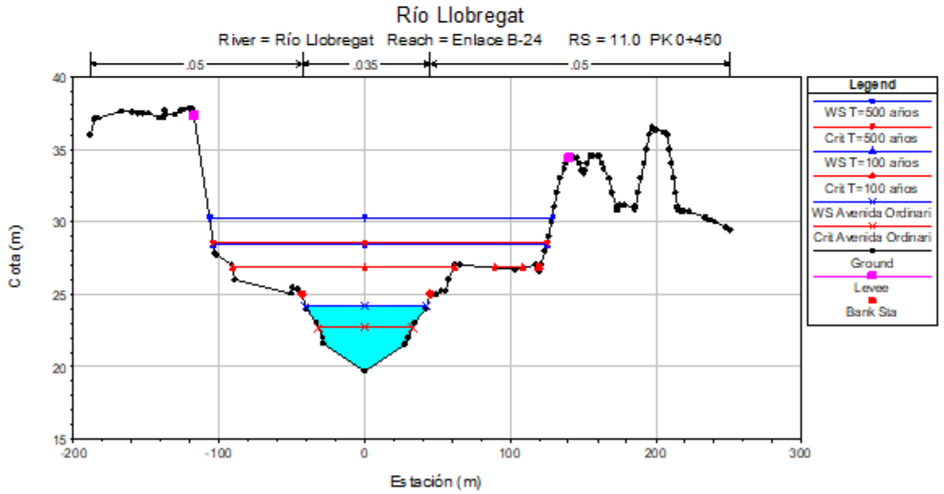

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 14.0 PK 0+300
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

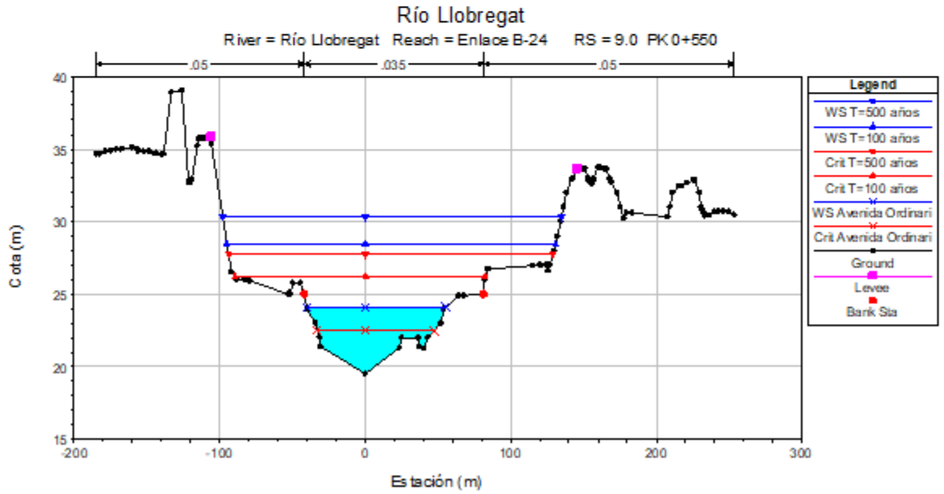

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 15.0 PK 0+250
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

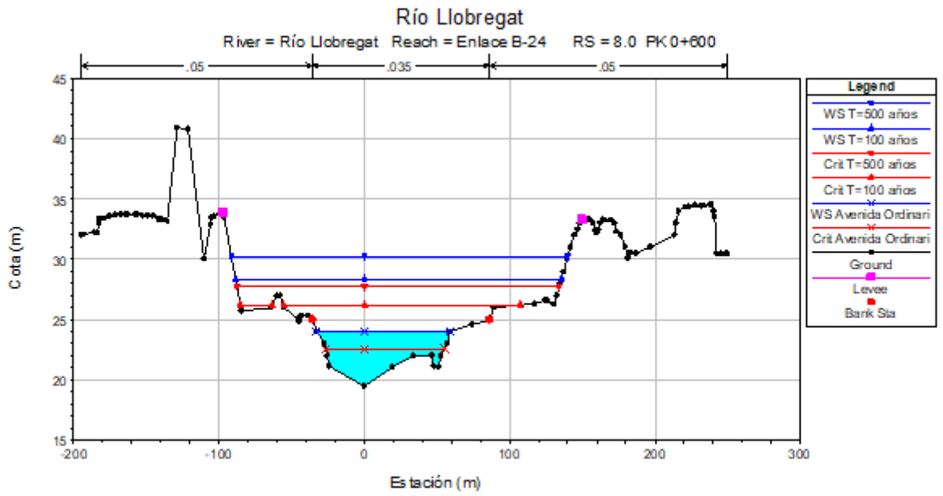

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 13.0 PK 0+350
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

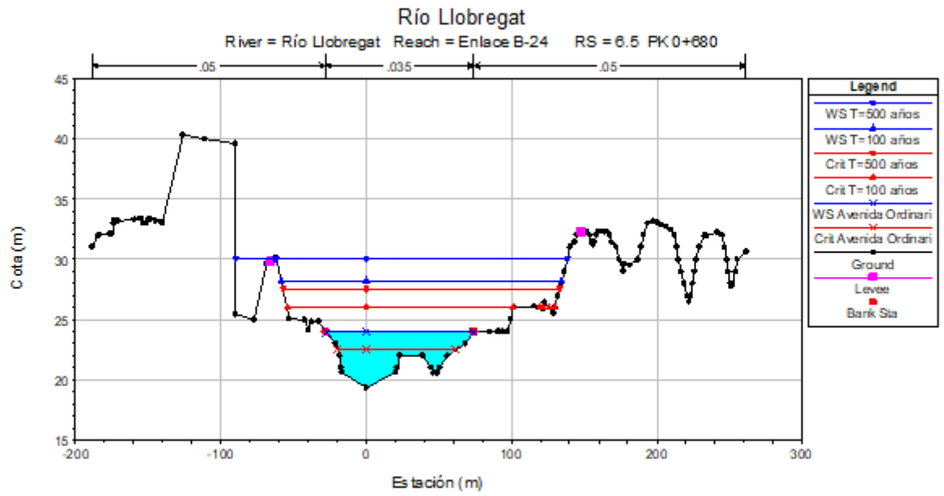

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 12.0 PK 0+400
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

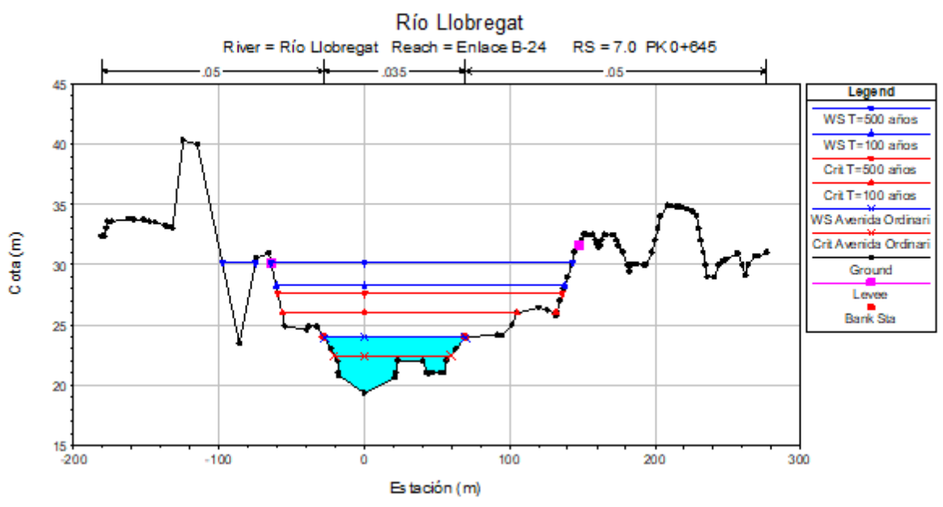

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 10.0 PK 0+500
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

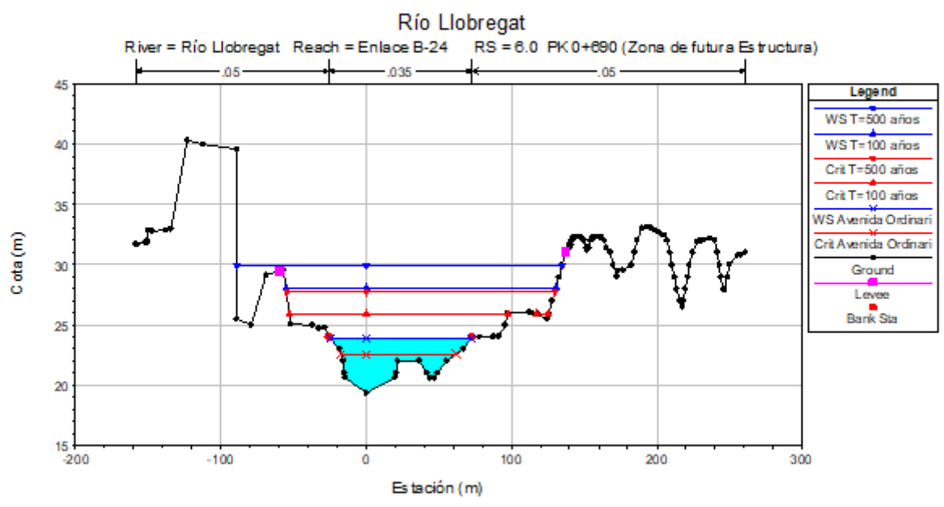

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 11.0 PK 0+450
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

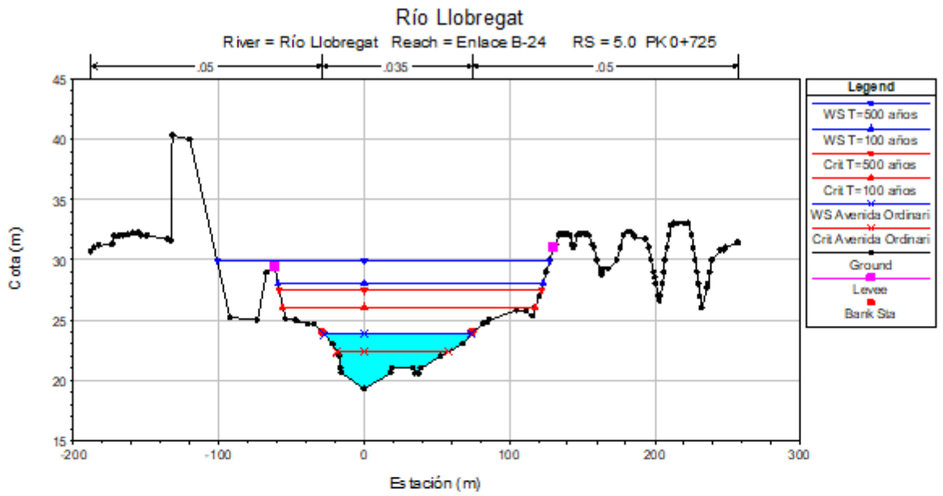

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 9.0 PK 0+550
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

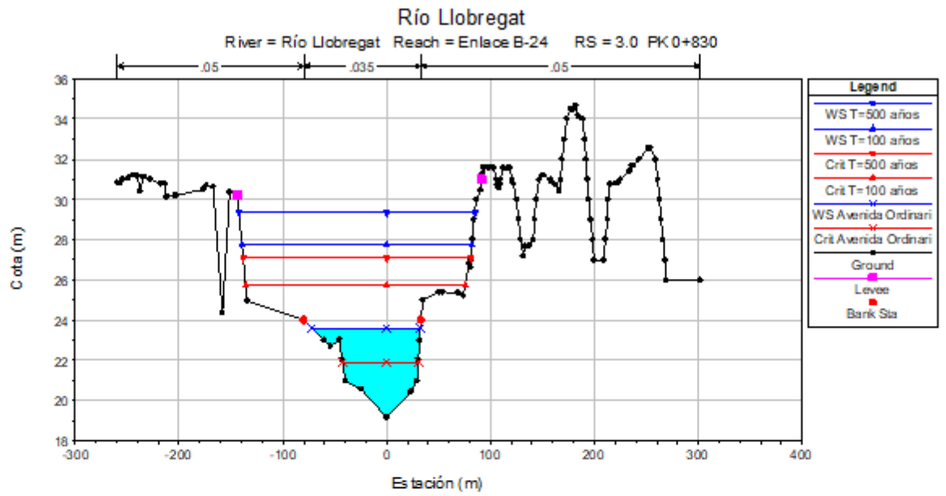

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 8.0 PK 0+600
.05
.035
.05
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)

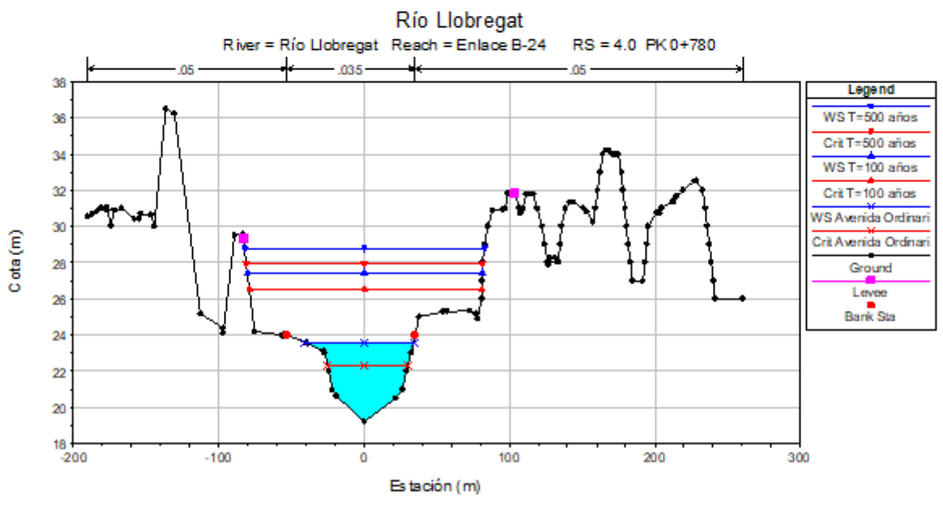

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 6.5 PK 0+680
.05
.035
.05
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)

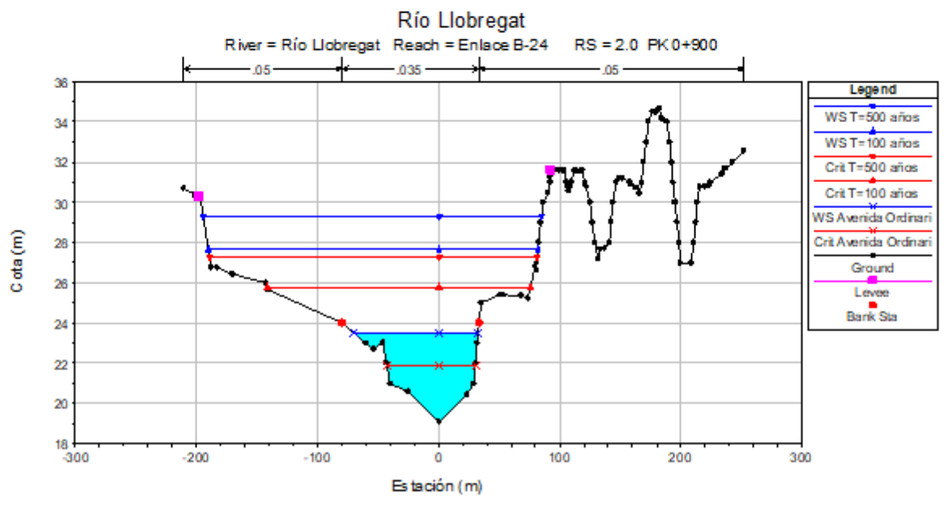

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 7.0 PK 0+645
.05
.035
.05
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)


Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 6.0 PK 0+690 (Zona de futura Estructura)
.05
.035
.05
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)

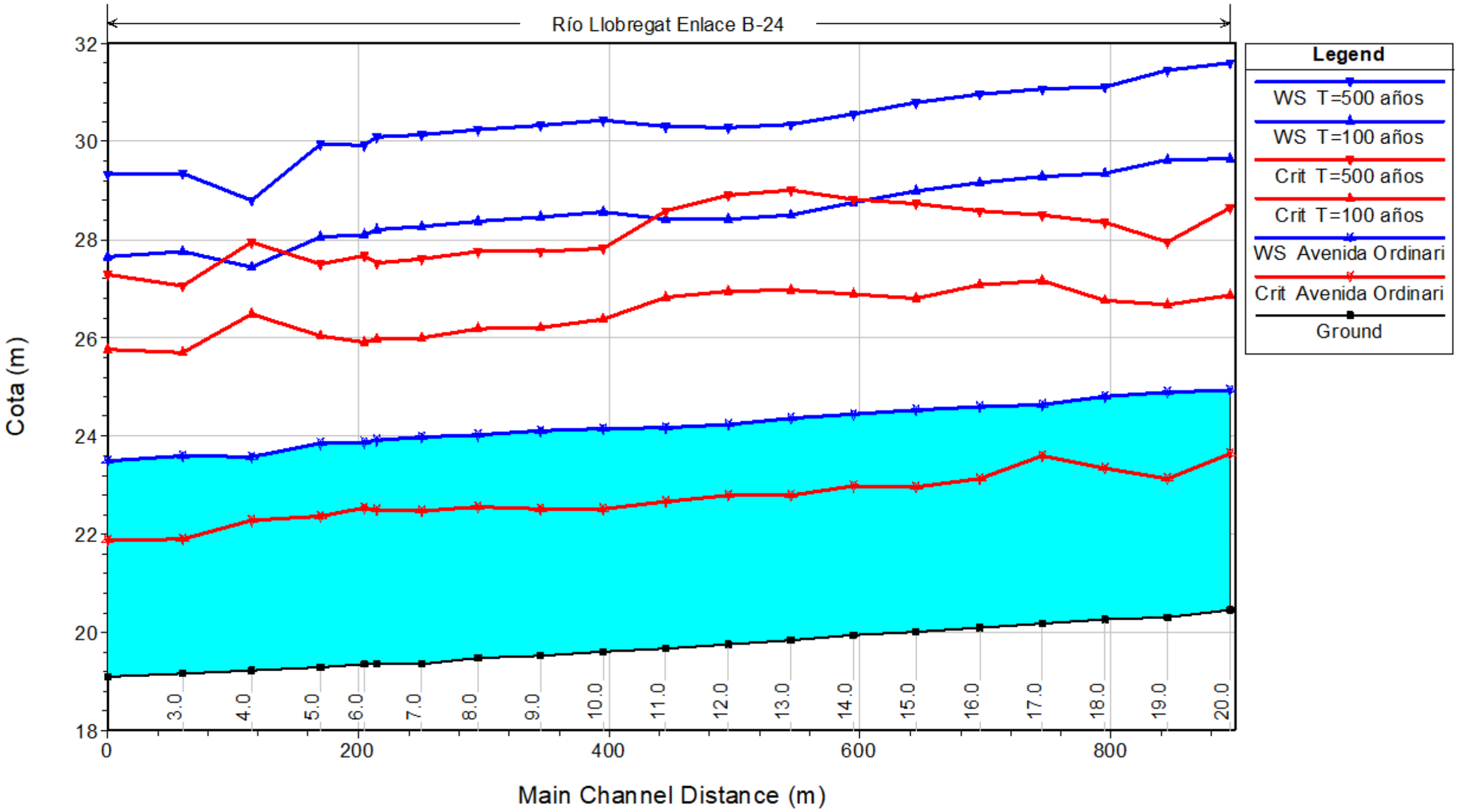

Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 5.0 PK 0+725
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta


Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 3.0 PK 0+830
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta


Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 4.0 PK 0+780
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta


Río Llobregat
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 2.0 PK 0+900
.05
.035
.05
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

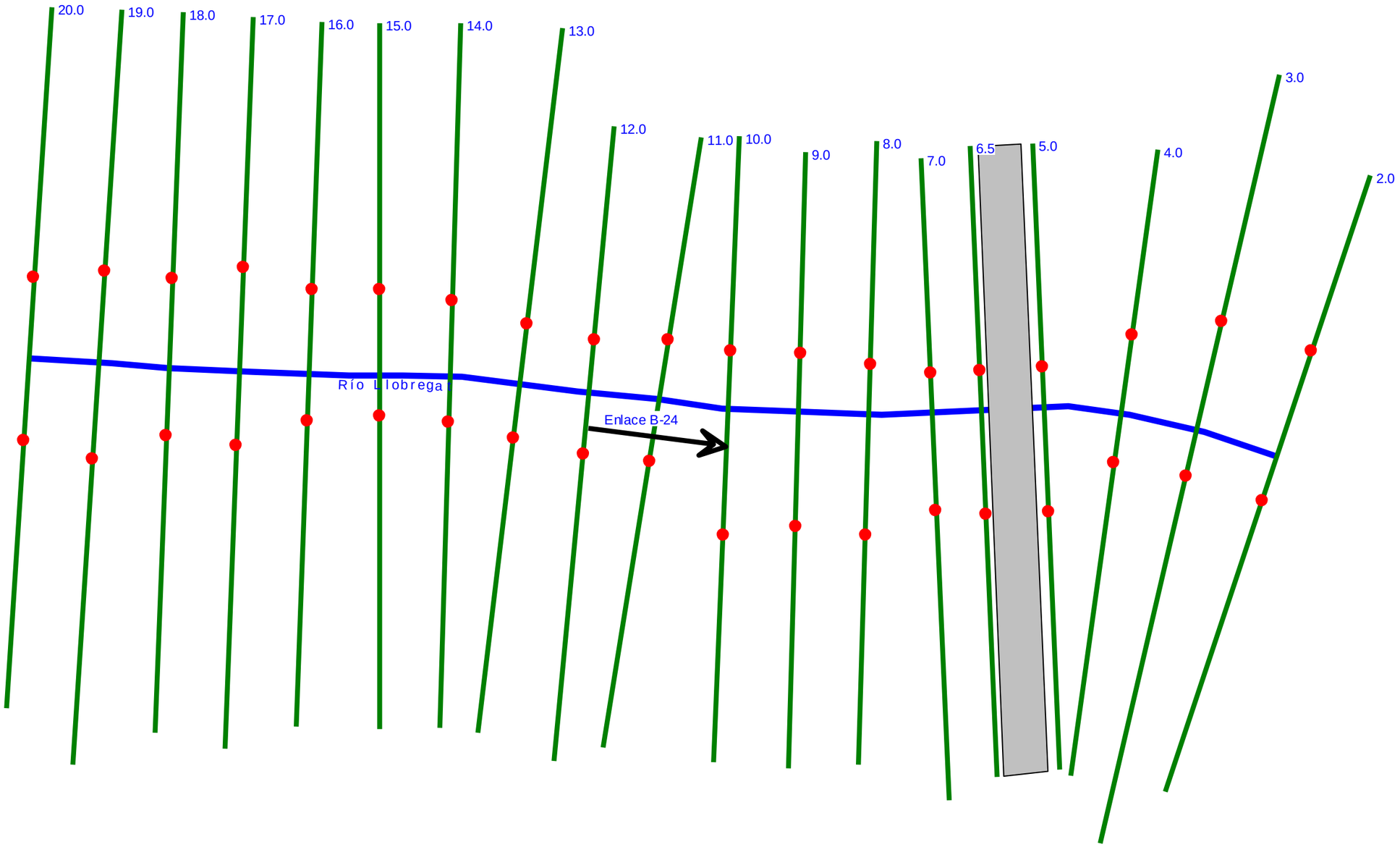
Situación sin Estructura sobre el cauce, con el trazado de la carretera C-1413 pasando por debajo de la Estructura



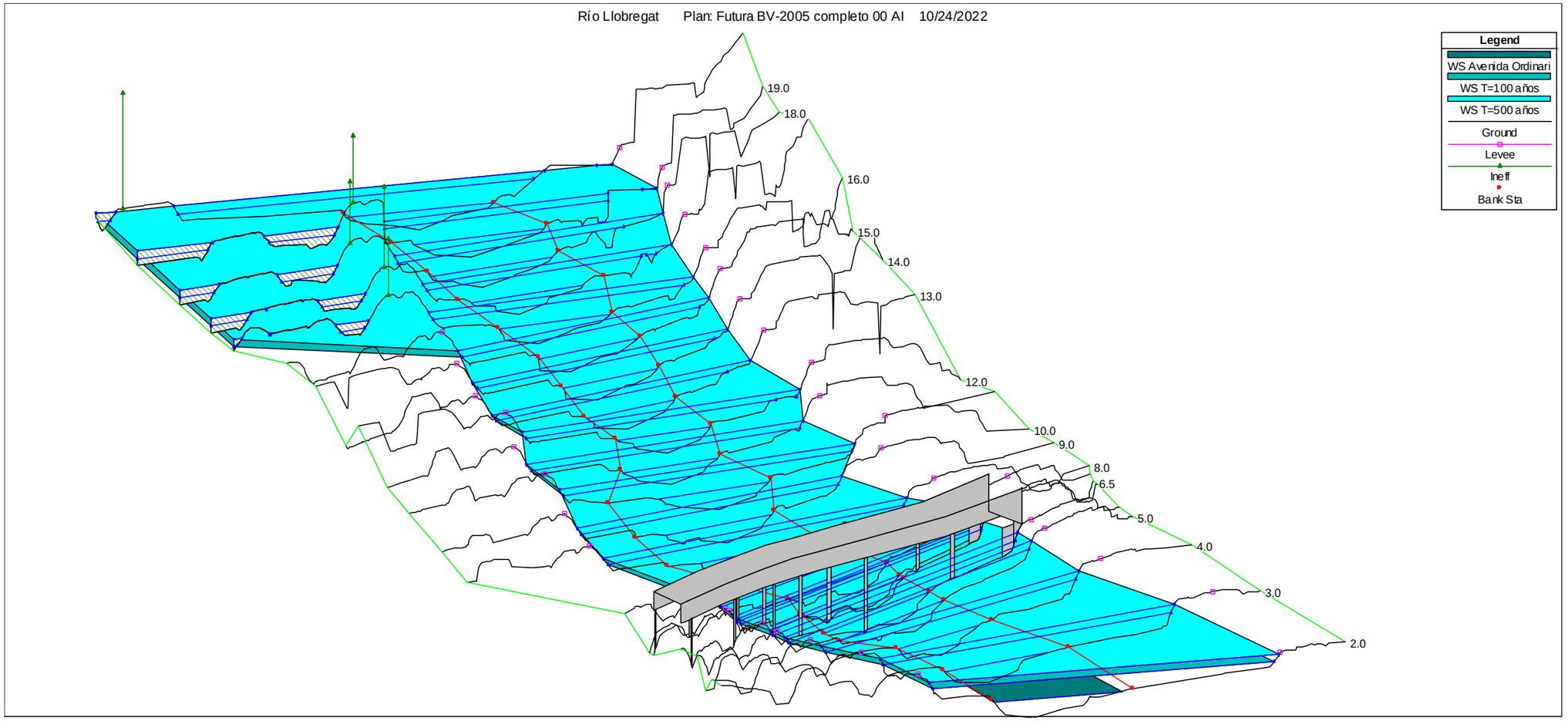
Cálculo de niveles de inundación en situación con Estructura sobre el cauce, con el trazado de la carretera C-1413 con muro de contención

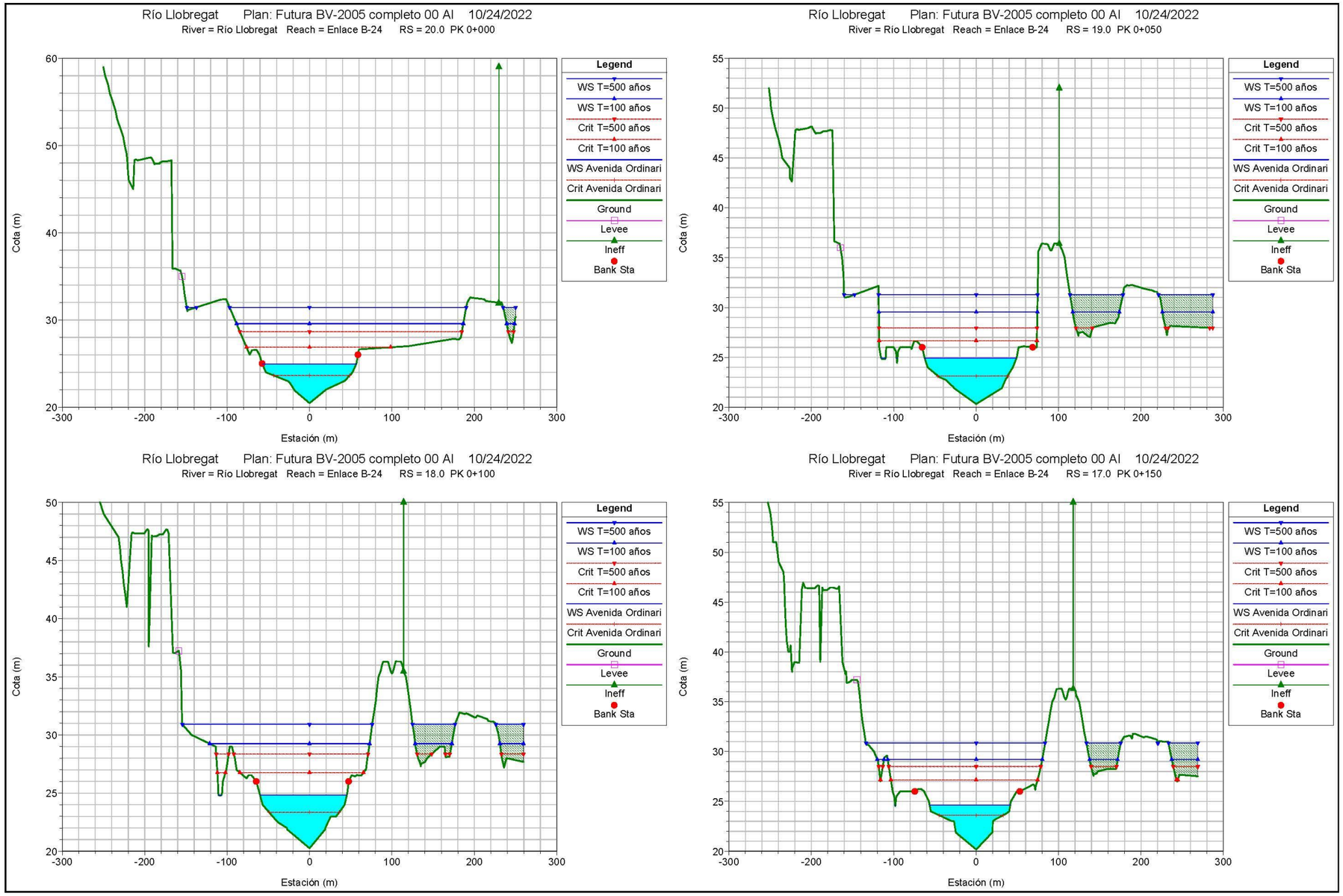
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Total	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)
Enlace B-24	20	Avenida Ordinari	509.4	50	20.46	24.94	23.64	4.48	113.79	-57.21	56.57	25.11	0.001345	0.035	2.38	1.87
Enlace B-24	20	T=100 años	3074.5	50	20.46	29.57	26.86	9.11	284.69	-88.54	248.78	30.04	0.000988	0.035	4.31	2.58
Enlace B-24	20	T=500 años	4955.5	50	20.46	31.44	28.65	10.98	314.25	-148.97	250.24	32.03	0.000959	0.035	5.71	2.88
Enlace B-24	19	Avenida Ordinari	509.4	50	20.32	24.91	23.13	4.59	116.87	-114.88	48.78	25.05	0.000842	0.035	2.64	1.64
Enlace B-24	19	T=100 años	3074.5	50	20.32	29.54	26.67	9.22	310.14	-118.13	287.12	29.99	0.000914	0.035	5.56	2.75
Enlace B-24	19	T=500 años	4955.5	50	20.32	31.28	27.96	10.96	335.72	-160.26	287.12	31.97	0.001052	0.035	6.69	3.4
Enlace B-24	18	Avenida Ordinari	509.4	50	20.26	24.82	23.35	4.56	108.48	-110.26	45.2	25	0.00118	0.035	2.52	1.85
Enlace B-24	18	T=100 años	3074.5	50	20.26	29.25	26.76	8.99	267.22	-121.14	259.68	29.91	0.00132	0.035	4.77	3.24
Enlace B-24	18	T=500 años	4955.5	50	20.26	30.91	28.36	10.65	315.57	-154.32	259.68	31.88	0.001515	0.035	5.54	3.79
Enlace B-24	17	Avenida Ordinari	509.4	50	20.18	24.64	23.61	4.46	98.11	-98.32	41.34	24.91	0.002185	0.035	2.23	2.29
Enlace B-24	17	T=100 años	3074.5	50	20.18	29.2	27.16	9.02	261.49	-120.02	268.91	29.83	0.001523	0.035	4.69	3.26
Enlace B-24	17	T=500 años	4955.5	50	20.18	30.86	28.49	10.68	294.92	-133.45	268.91	31.79	0.001657	0.035	5.77	3.85
Enlace B-24	16	Avenida Ordinari	509.4	50	20.09	24.61	23.13	4.52	91.82	-59.34	32.48	24.81	0.001217	0.035	2.78	1.97
Enlace B-24	16	T=100 años	3074.5	50	20.09	29.06	27.07	8.97	229.01	-119.61	251.47	29.75	0.001394	0.035	4.62	3.17
Enlace B-24	16	T=500 años	4955.5	50	20.09	30.73	28.58	10.64	254.98	-127.59	251.47	31.71	0.001556	0.035	5.98	3.73
Enlace B-24	15	Avenida Ordinari	509.4	50	20.01	24.55	22.97	4.54	87.59	-59.21	28.39	24.75	0.001195	0.035	2.85	1.99
Enlace B-24	15	T=100 años	3074.5	50	20.01	28.85	26.81	8.84	210.94	-114.57	96.37	29.67	0.001644	0.035	4.22	3.39
Enlace B-24	15	T=500 años	4955.5	50	20.01	30.51	28.74	10.5	222.57	-122.32	100.25	31.61	0.001802	0.035	5.57	3.91
Enlace B-24	14	Avenida Ordinari	509.4	50	19.96	24.46	22.98	4.5	83.76	-52.54	31.22	24.68	0.001322	0.035	2.85	2.09
Enlace B-24	14	T=100 años	3074.5	50	19.96	28.59	26.89	8.63	210.78	-103.64	107.14	29.56	0.002004	0.035	3.91	3.68
Enlace B-24	14	T=500 años	4955.5	50	19.96	30.21	28.83	10.25	225.97	-114.86	111.11	31.49	0.002156	0.035	5.19	4.16
Enlace B-24	13	Avenida Ordinari	509.4	50	19.85	24.37	22.79	4.52	78.07	-41.52	36.55	24.61	0.001369	0.035	2.96	2.18
Enlace B-24	13	T=100 años	3074.5	50	19.85	28.29	26.97	8.44	205.16	-88.3	116.86	29.43	0.002421	0.035	3.72	3.98
Enlace B-24	13	T=500 años	4955.5	50	19.85	29.83	28.86	9.98	229.69	-109.17	120.51	31.35	0.002648	0.035	4.78	4.45
Enlace B-24	12	Avenida Ordinari	509.4	50	19.76	24.26	22.8	4.5	78.15	-35.91	42.24	24.53	0.001664	0.035	2.79	2.31
Enlace B-24	12	T=100 años	3074.5	50	19.76	28.16	26.95	8.4	213.47	-109.86	120.67	29.31	0.002564	0.035	3.6	3.95
Enlace B-24	12	T=500 años	4955.5	50	19.76	29.75	28.95	9.99	237.33	-113	124.33	31.19	0.002623	0.035	4.77	4.32
Enlace B-24	11	Avenida Ordinari	509.4	50	19.68	24.2	22.67	4.52	83.09	-40.56	42.53	24.45	0.00152	0.035	2.77	2.2
Enlace B-24	11	T=100 años	3074.5	50	19.68	28.11	26.81	8.43	237.91	-113.61	124.3	29.15	0.00233	0.035	3.42	3.75
Enlace B-24	11	T=500 años	4955.5	50	19.68	29.76	28.67	10.08	244.37	-116.24	128.13	31.02	0.002253	0.035	4.93	4.06
Enlace B-24	10	Avenida Ordinari	509.4	50	19.61	24.17	22.52	4.56	88.09	-39.73	48.36	24.37	0.001145	0.035	2.91	1.97
Enlace B-24	10	T=100 años	3074.5	50	19.61	28.31	26.38	8.7	234.13	-108.05	126.08	28.93	0.001532	0.035	4.18	3.12
Enlace B-24	10	T=500 años	4955.5	50	19.61	29.97	27.85	10.36	240.4	-110.51	129.9	30.8	0.001542	0.035	5.67	3.59

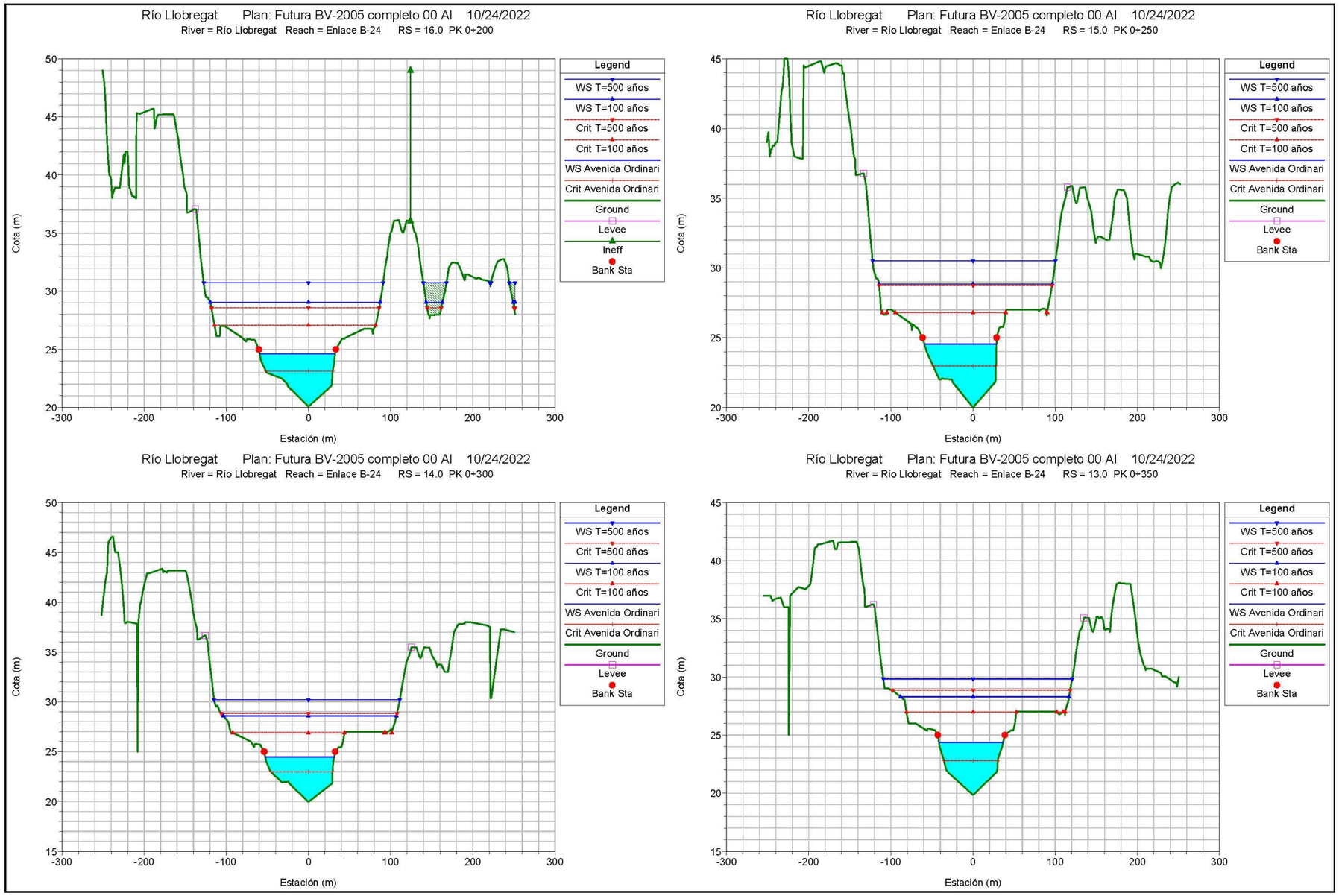
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Total	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)
Enlace B-24	9	Avenida Ordinari	509.4	50	19.52	24.12	22.53	4.6	95.55	-40.11	55.44	24.31	0.001108	0.035	2.79	1.88
Enlace B-24	9	T=100 años	3074.5	50	19.52	28.18	26.21	8.66	228.62	-98.53	130.1	28.85	0.001575	0.035	4.1	3.23
Enlace B-24	9	T=500 años	4955.5	50	19.52	29.79	27.77	10.27	236.05	-102.09	133.96	30.71	0.001654	0.035	5.52	3.74
Enlace B-24	8	Avenida Ordinari	509.4	45	19.48	24.05	22.56	4.57	92.69	-32.88	59.81	24.25	0.001235	0.035	2.74	1.97
Enlace B-24	8	T=100 años	3074.5	45	19.48	28.12	26.26	8.64	242.36	-107.42	134.94	28.76	0.001554	0.035	4.04	3.1
Enlace B-24	8	T=500 años	4955.5	45	19.48	29.76	27.76	10.28	248.64	-109.81	138.83	30.61	0.001573	0.035	5.51	3.56
Enlace B-24	7	Avenida Ordinari	509.4	30	19.36	24.03	22.4	4.67	110.17	-30.79	79.38	24.18	0.00102	0.035	2.6	1.75
Enlace B-24	7	T=100 años	3074.5	30	19.36	28.17	25.93	8.81	265.68	-114.62	151.07	28.66	0.001098	0.035	4.4	2.6
Enlace B-24	7	T=500 años	4955.5	30	19.36	29.84	27.39	10.48	273.21	-117	156.21	30.49	0.001159	0.035	5.88	3.04
Enlace B-24	6.5	Avenida Ordinari	509.4	5	19.36	24	22.34	4.64	145.06	-31.49	113.57	24.15	0.00099	0.035	2.04	1.7
Enlace B-24	6.5	T=100 años	3074.5	5	19.36	28.17	25.79	8.81	271.52	-119.06	152.46	28.62	0.001008	0.035	4.46	2.5
Enlace B-24	6.5	T=500 años	4955.5	5	19.36	29.84	27.24	10.48	277.94	-121.6	156.33	30.44	0.001069	0.035	5.96	2.93
Enlace B-24	6		Bridge													
Enlace B-24	5	Avenida Ordinari	509.4	50	19.29	23.95	22.18	4.66	120.26	-33.4	86.86	24.08	0.000855	0.035	2.63	1.59
Enlace B-24	5	T=100 años	3074.5	50	19.29	28.11	25.66	8.82	276.34	-131.69	144.65	28.52	0.000924	0.035	4.52	2.44
Enlace B-24	5	T=500 años	4955.5	50	19.29	29.75	27.03	10.46	283.91	-134.55	149.36	30.32	0.000998	0.035	5.99	2.88
Enlace B-24	4	Avenida Ordinari	509.4	60	19.23	23.76	22.35	4.53	87.61	-40.96	46.65	24.01	0.001654	0.035	2.6	2.2
Enlace B-24	4	T=100 años	3074.5	60	19.23	27.95	26.2	8.72	268.07	-144.53	123.53	28.46	0.001304	0.035	4.27	2.66
Enlace B-24	4	T=500 años	4955.5	60	19.23	29.59	27.34	10.36	276.18	-147.64	128.53	30.25	0.00133	0.035	5.73	3.09
Enlace B-24	3	Avenida Ordinari	509.4	60	19.16	23.67	22.03	4.51	94.39	-54.33	40.06	23.91	0.001673	0.035	2.49	2.15
Enlace B-24	3	T=100 años	3074.5	60	19.16	27.9	25.96	8.74	260.03	-165.14	94.88	28.37	0.001189	0.035	4.47	2.61
Enlace B-24	3	T=500 años	4955.5	60	19.16	29.53	27.08	10.37	266.01	-168.04	97.97	30.17	0.001246	0.035	5.94	3.08
Enlace B-24	2	Avenida Ordinari	509.4		19.11	23.61	21.95	4.5	103.11	-71.21	31.9	23.8	0.001382	0.035	2.5	1.96
Enlace B-24	2	T=100 años	3074.5		19.11	27.69	25.88	8.58	274.65	-193.34	81.32	28.27	0.001382	0.035	3.92	2.83
Enlace B-24	2	T=500 años	4955.5		19.11	29.34	27.31	10.23	281.57	-197.36	84.21	30.07	0.001379	0.035	5.42	3.21

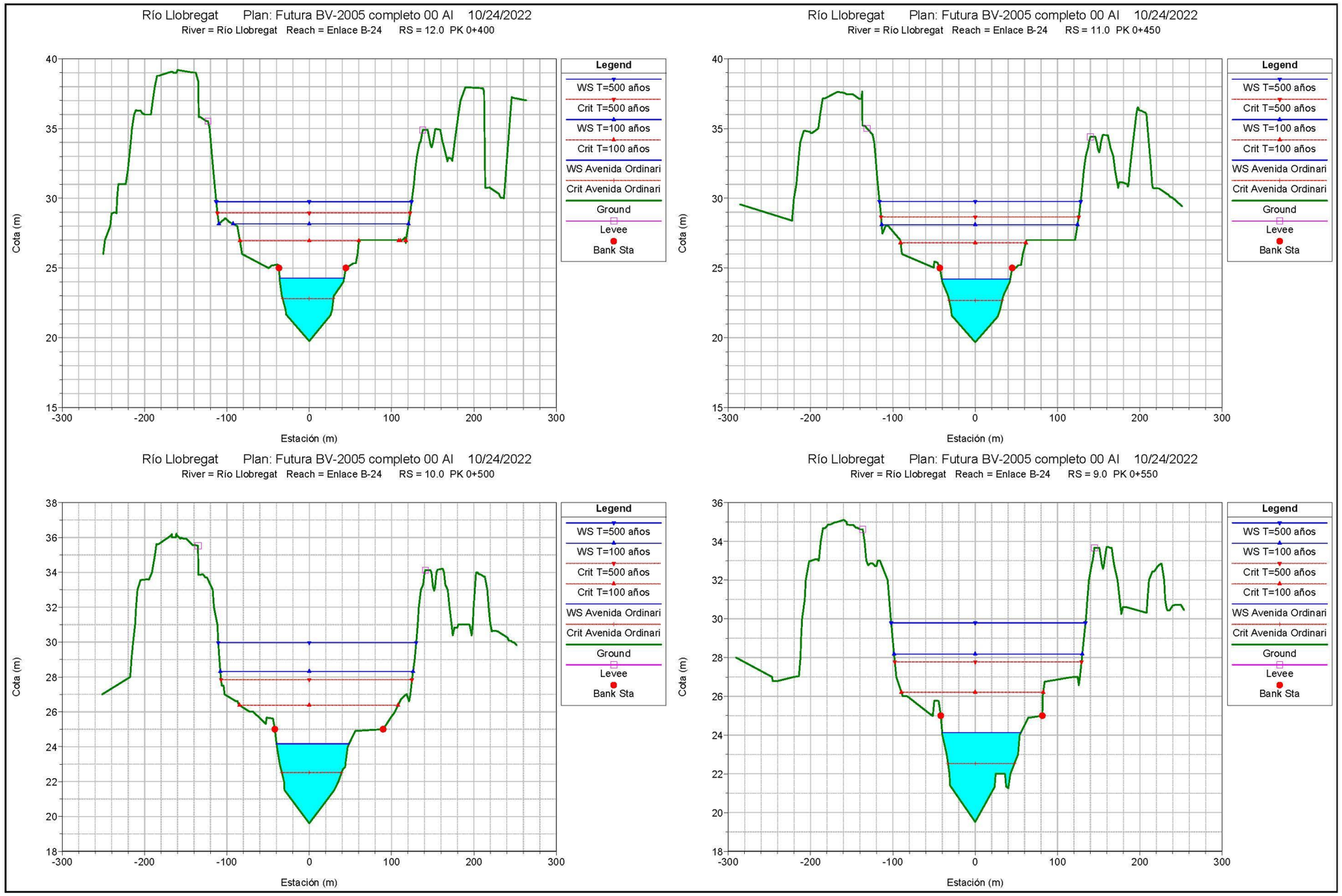

20.0
19.0
18.0
17.0
16.0
15.0
14.0
13.0
12.0
11.0
10.0
9.0
8.0
7.0
6.5
5.0
4.0
3.0
2.0
Río Llobrega
Enlace B-24

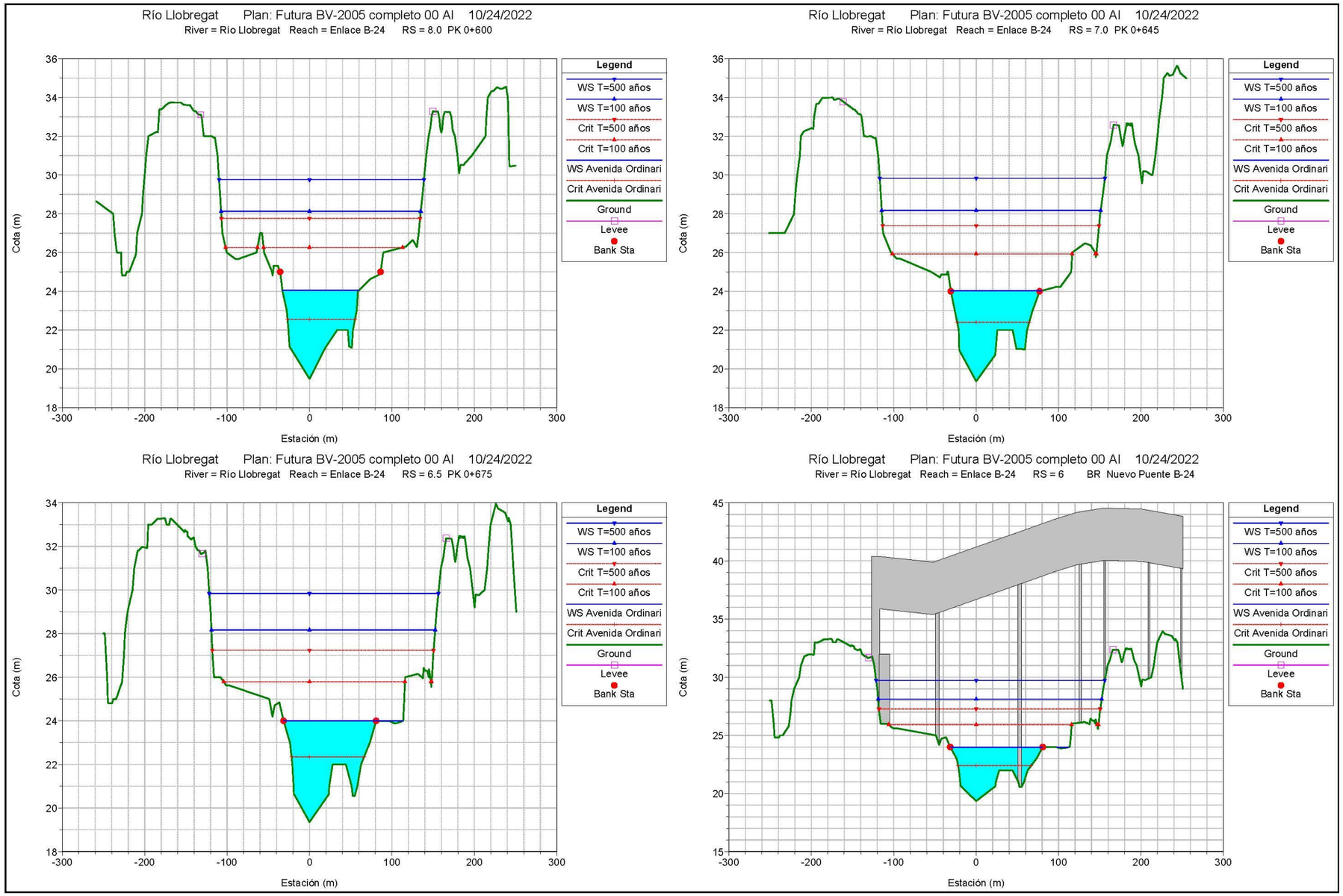
Situación con Estructura sobre el cauce, con el trazado de la carretera C-1413 pasando por bajo el vano

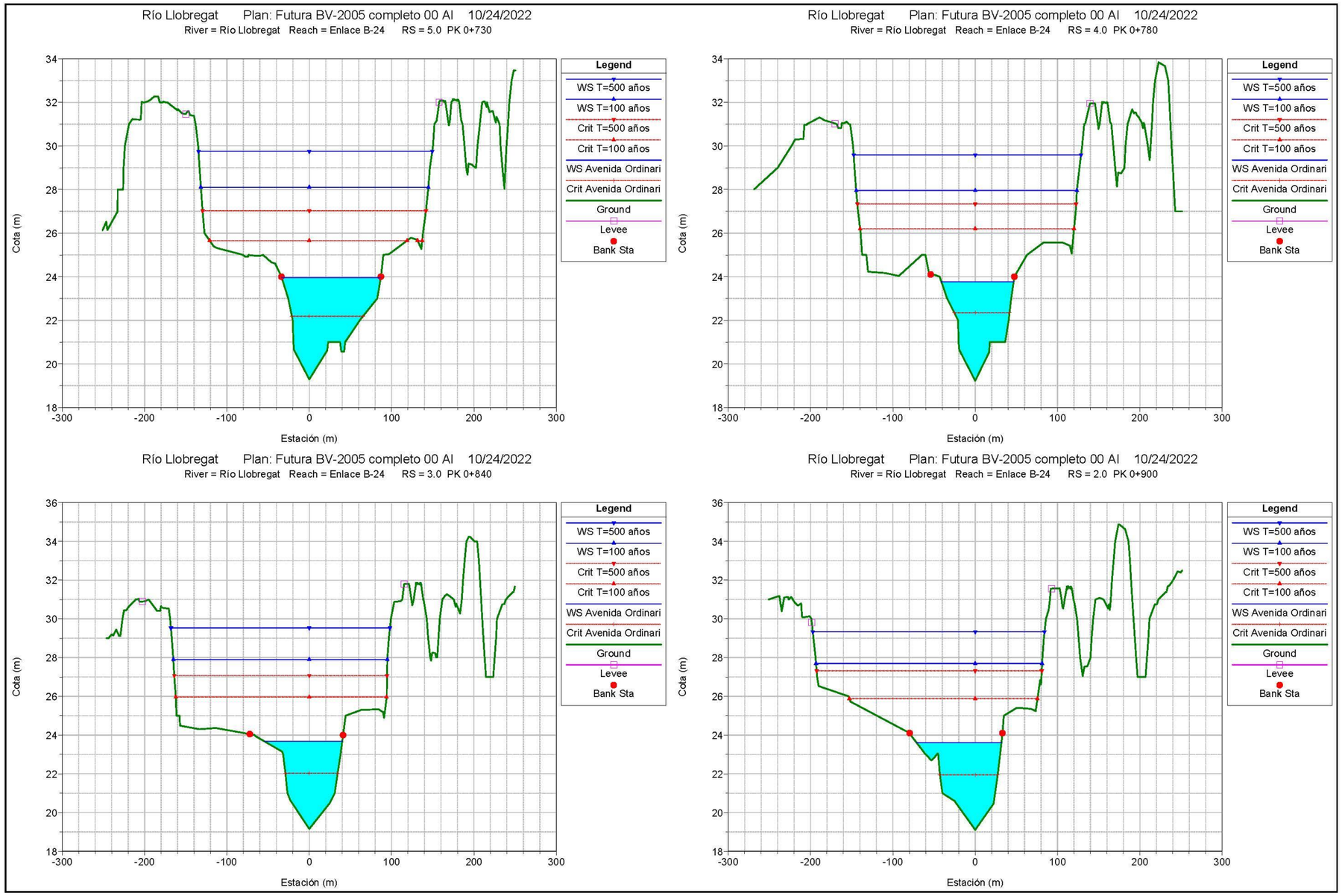



Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 20.0 PK 0+000
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 19.0 PK 0+050
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 18.0 PK 0+100
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 17.0 PK 0+150
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)

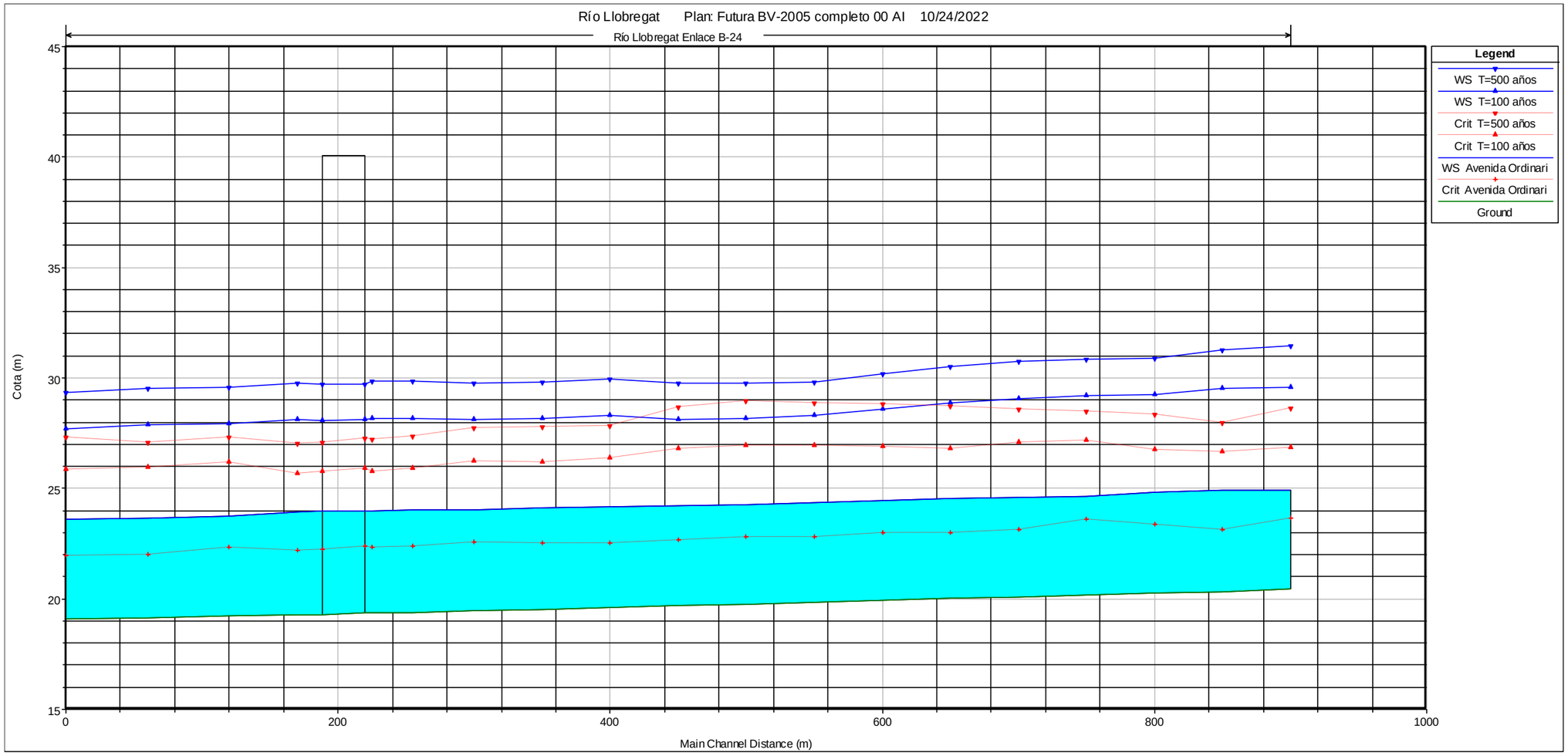

Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 16.0 PK 0+200
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 15.0 PK 0+250
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 14.0 PK 0+300
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 13.0 PK 0+350
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta


Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 12.0 PK 0+400
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 11.0 PK 0+450
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 10.0 PK 0+500
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 9.0 PK 0+550
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

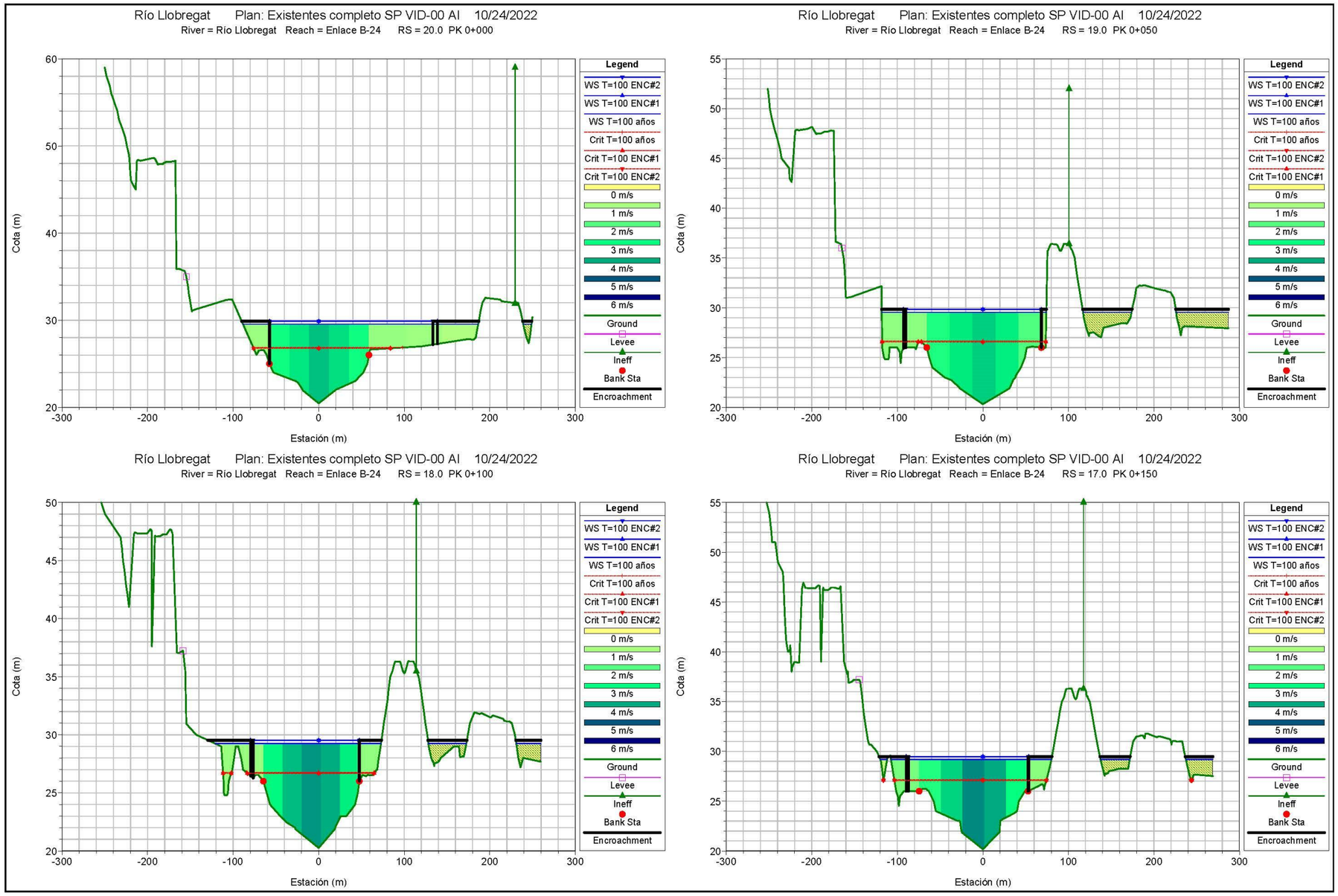

Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 8.0 PK 0+600
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 7.0 PK 0+645
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 6.5 PK 0+675
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 6 BR Nuevo Puente B-24
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)

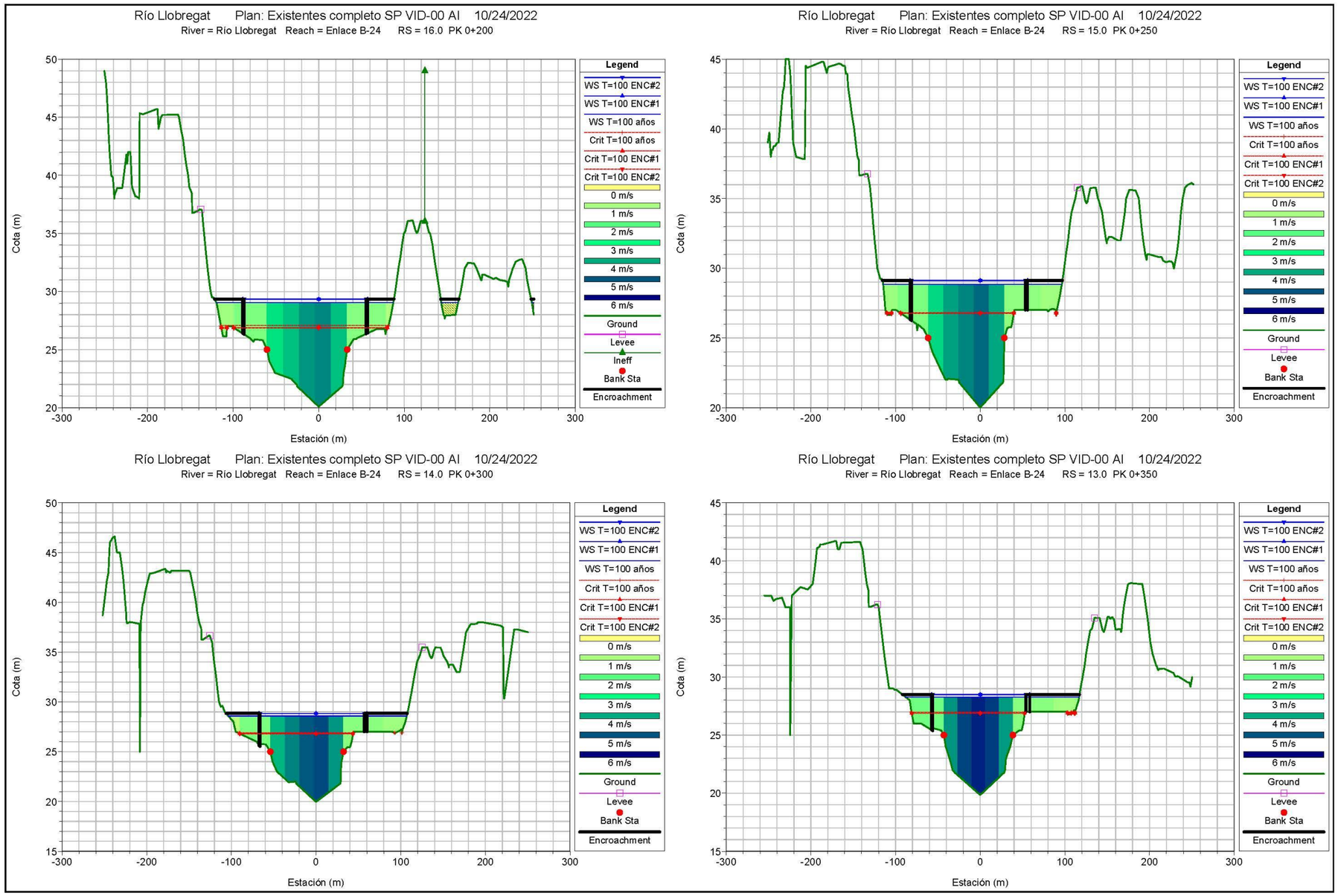

Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 5.0 PK 0+730
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 4.0 PK 0+780
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 3.0 PK 0+840
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 2.0 PK 0+900
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

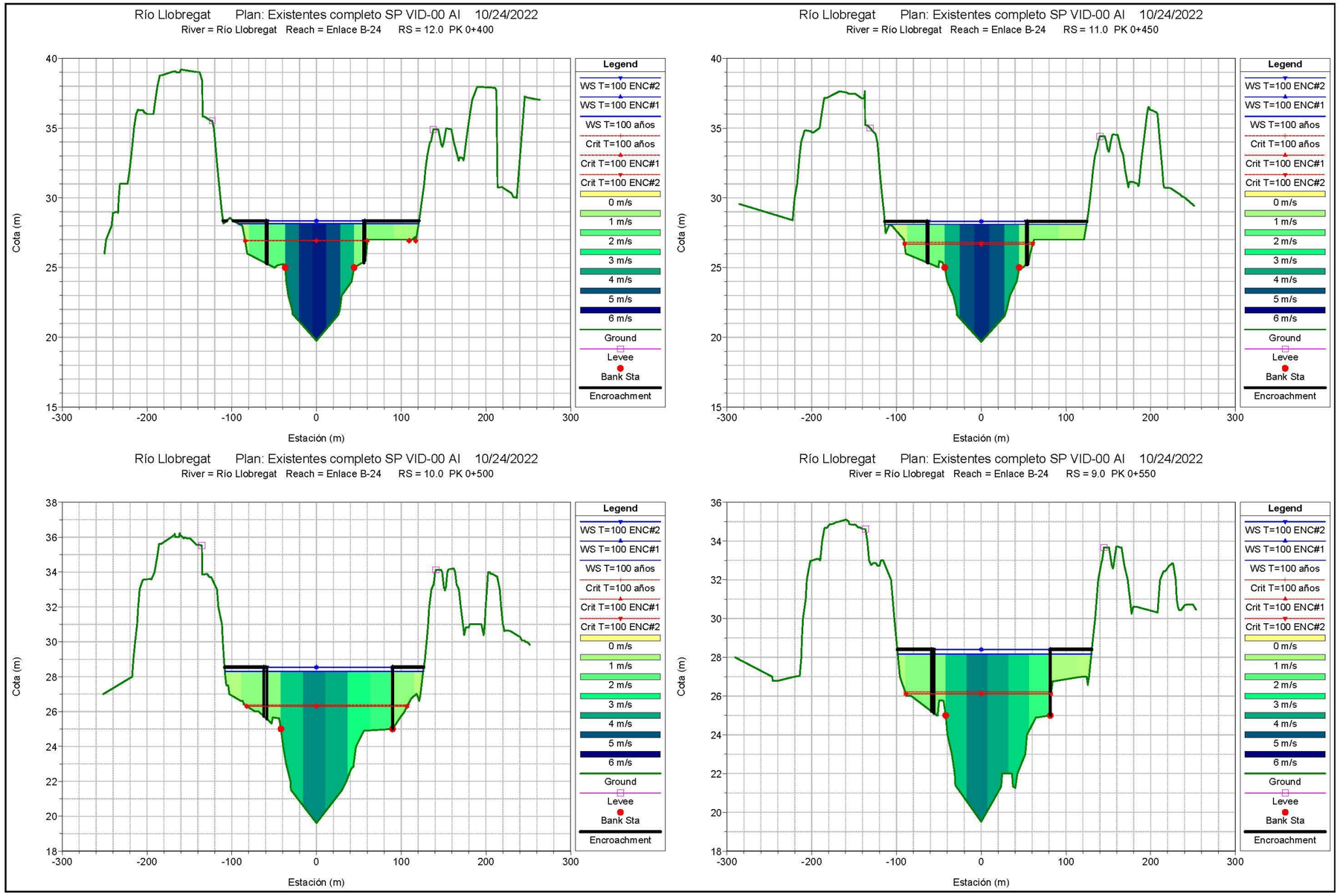
Situación con Estructura sobre el cauce, con el trazado de la carretera C-1413 pasando bajo el vano

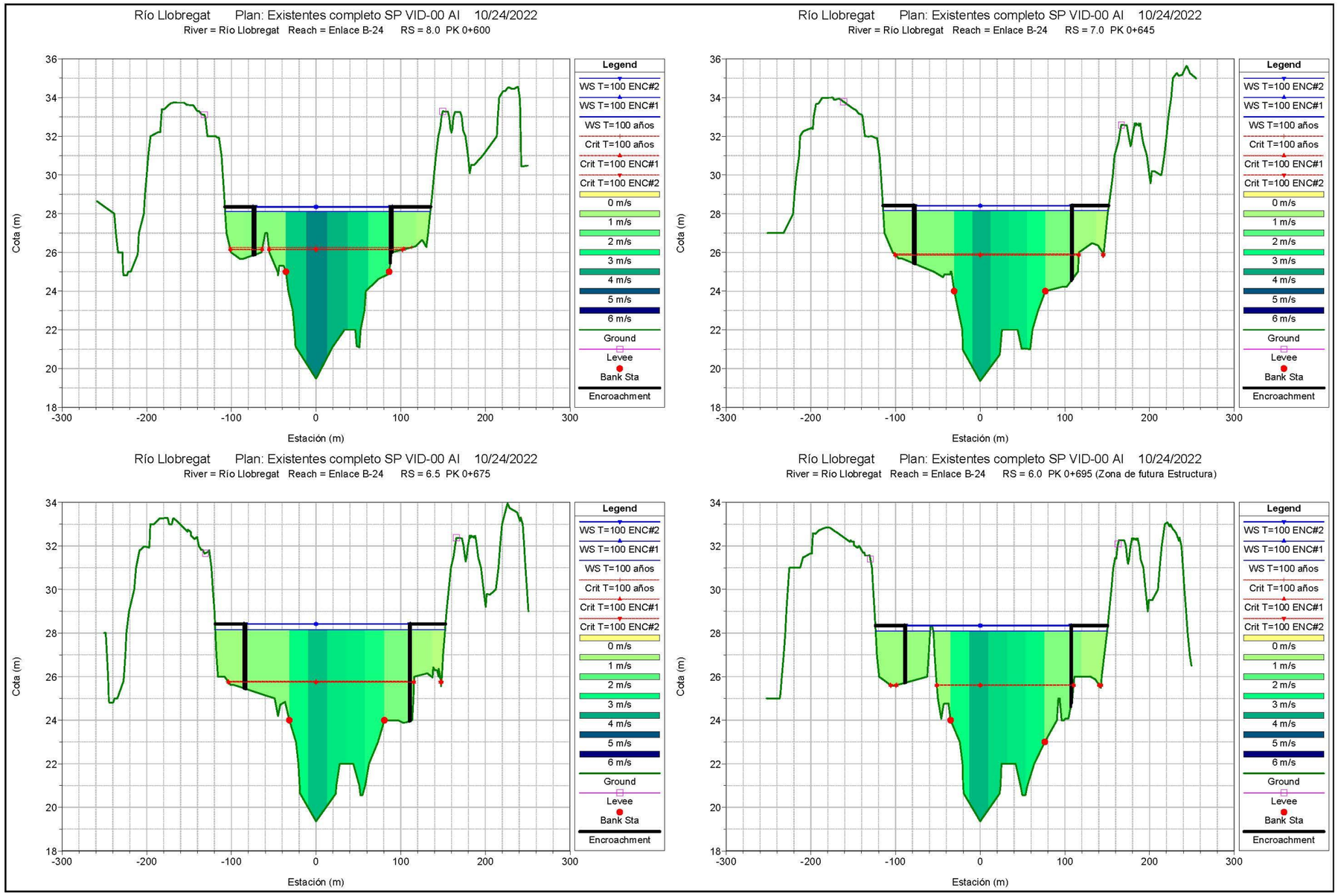


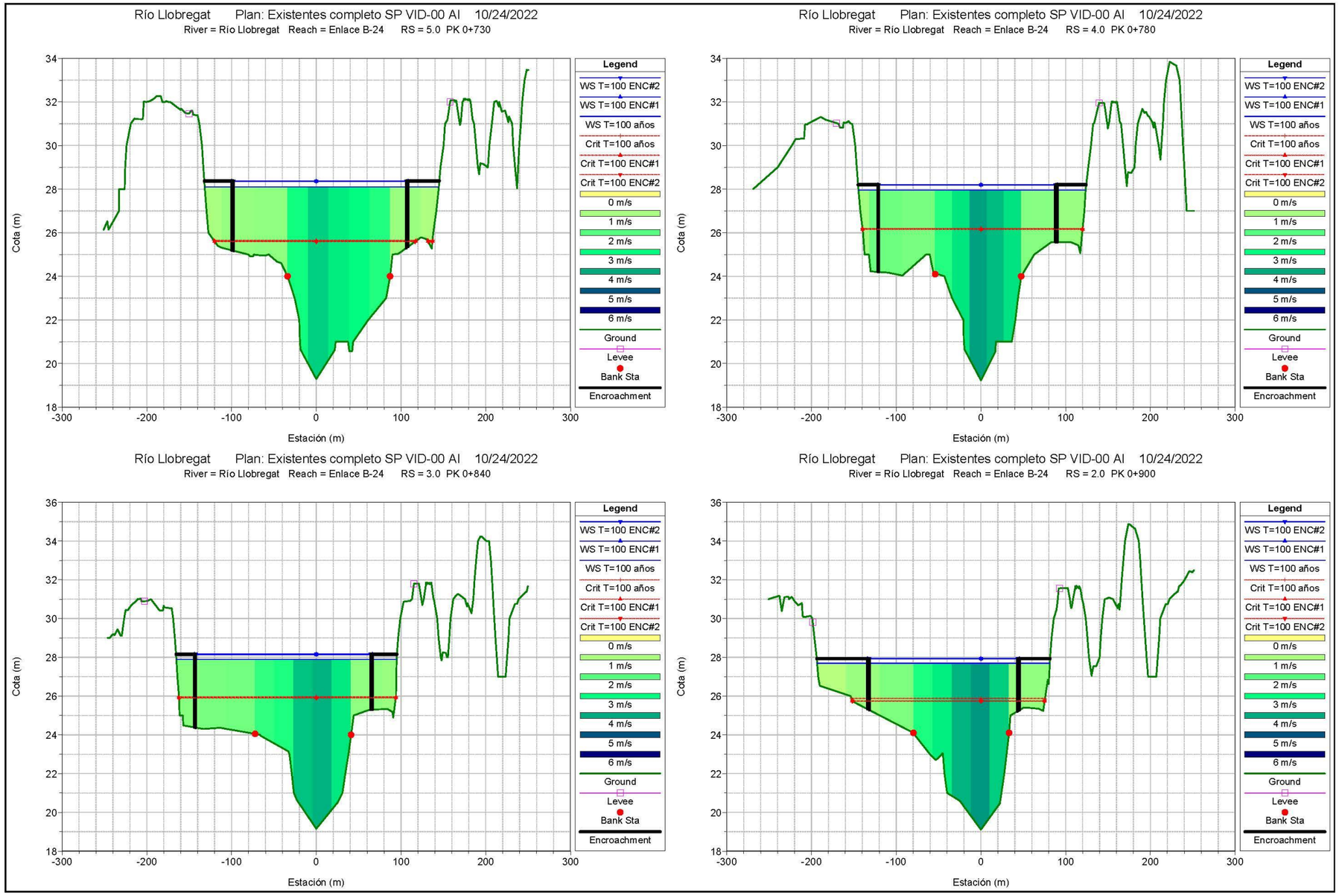
Distribución de velocidades en los perfiles transversales para el período de retorno de 100 años y cálculo de las vías de intenso desagüe en situación actual en Actuación B.


Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 20.0 PK 0+000
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 19.0 PK 0+050
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
Crit T=100 ENC#1
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 18.0 PK 0+100
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 17.0 PK 0+150
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Encroachment

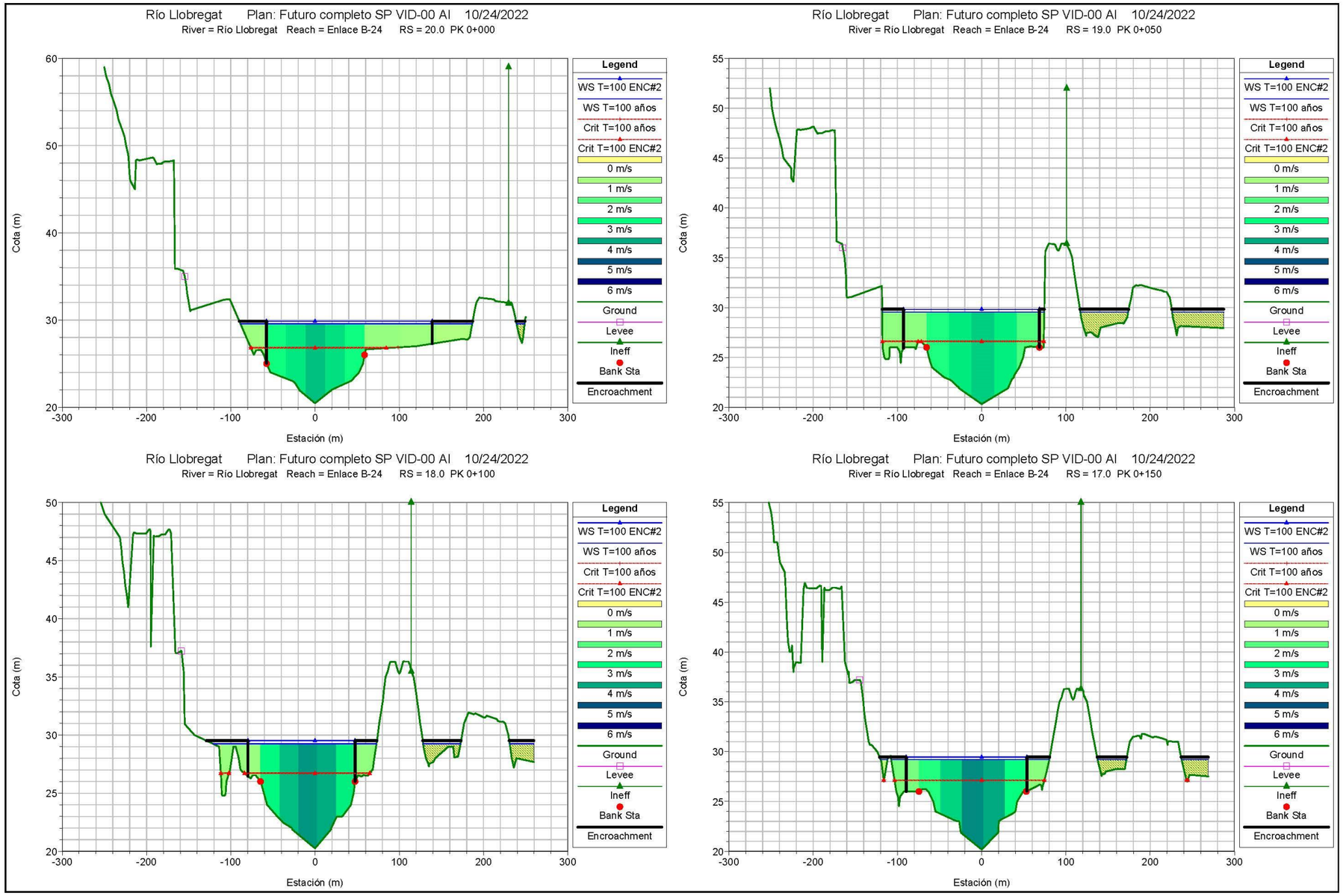

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 16.0 PK 0+200
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 15.0 PK 0+250
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 14.0 PK 0+300
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 13.0 PK 0+350
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Encroachment

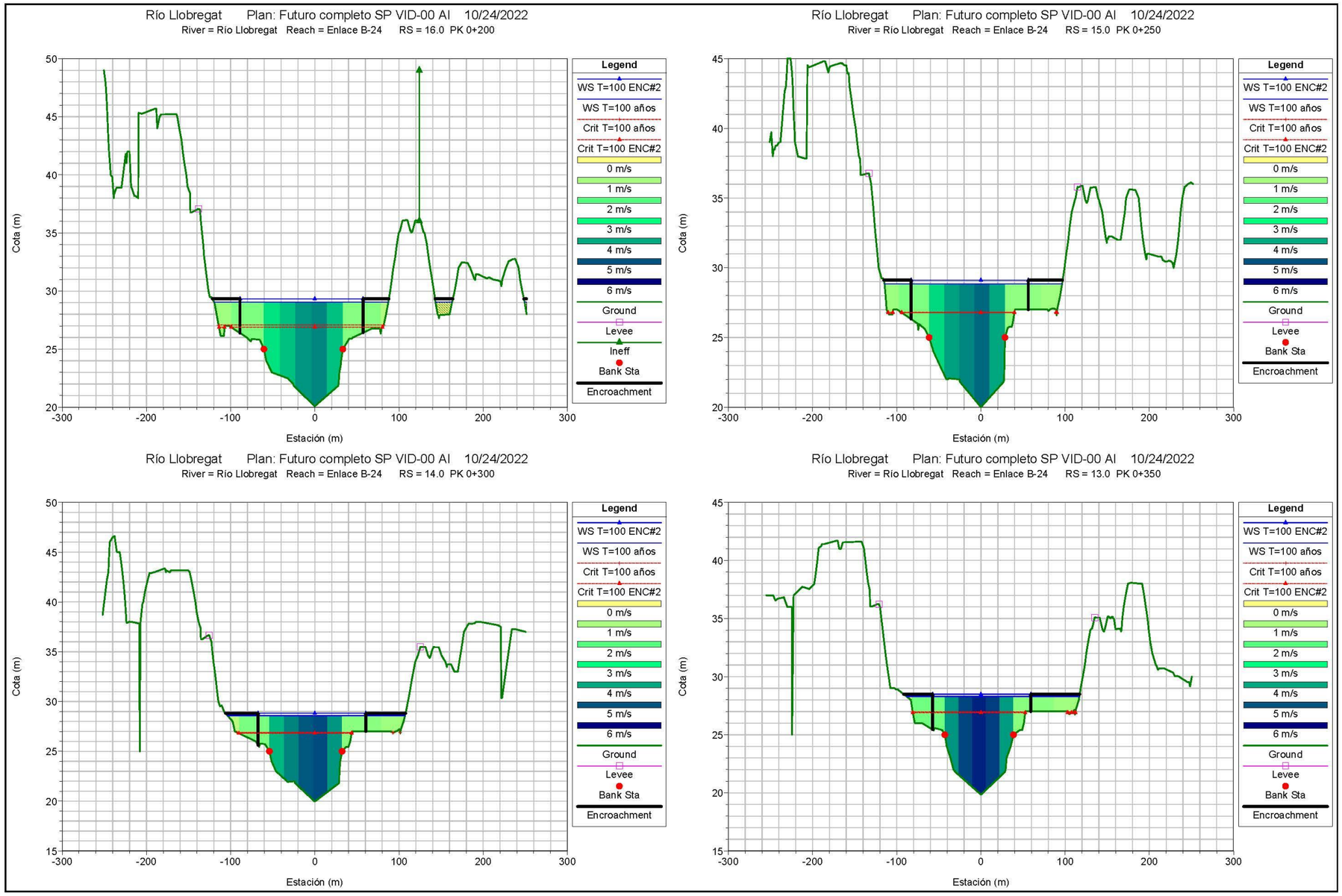

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 12.0 PK 0+400
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 11.0 PK 0+450
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 10.0 PK 0+500
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 9.0 PK 0+550
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment

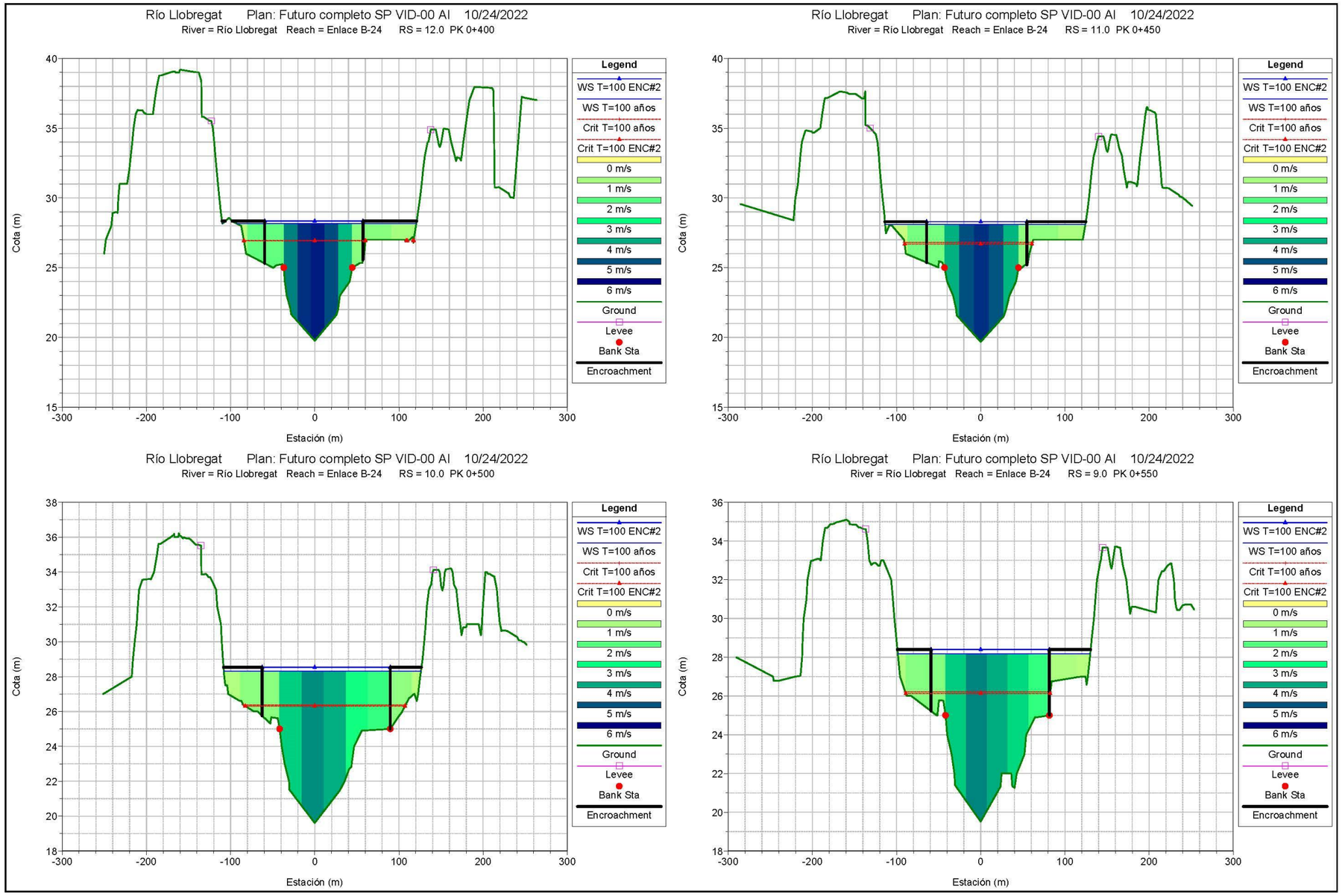

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 8.0 PK 0+600
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 7.0 PK 0+645
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 6.5 PK 0+675
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 6.0 PK 0+695 (Zona de futura Estructura)
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment

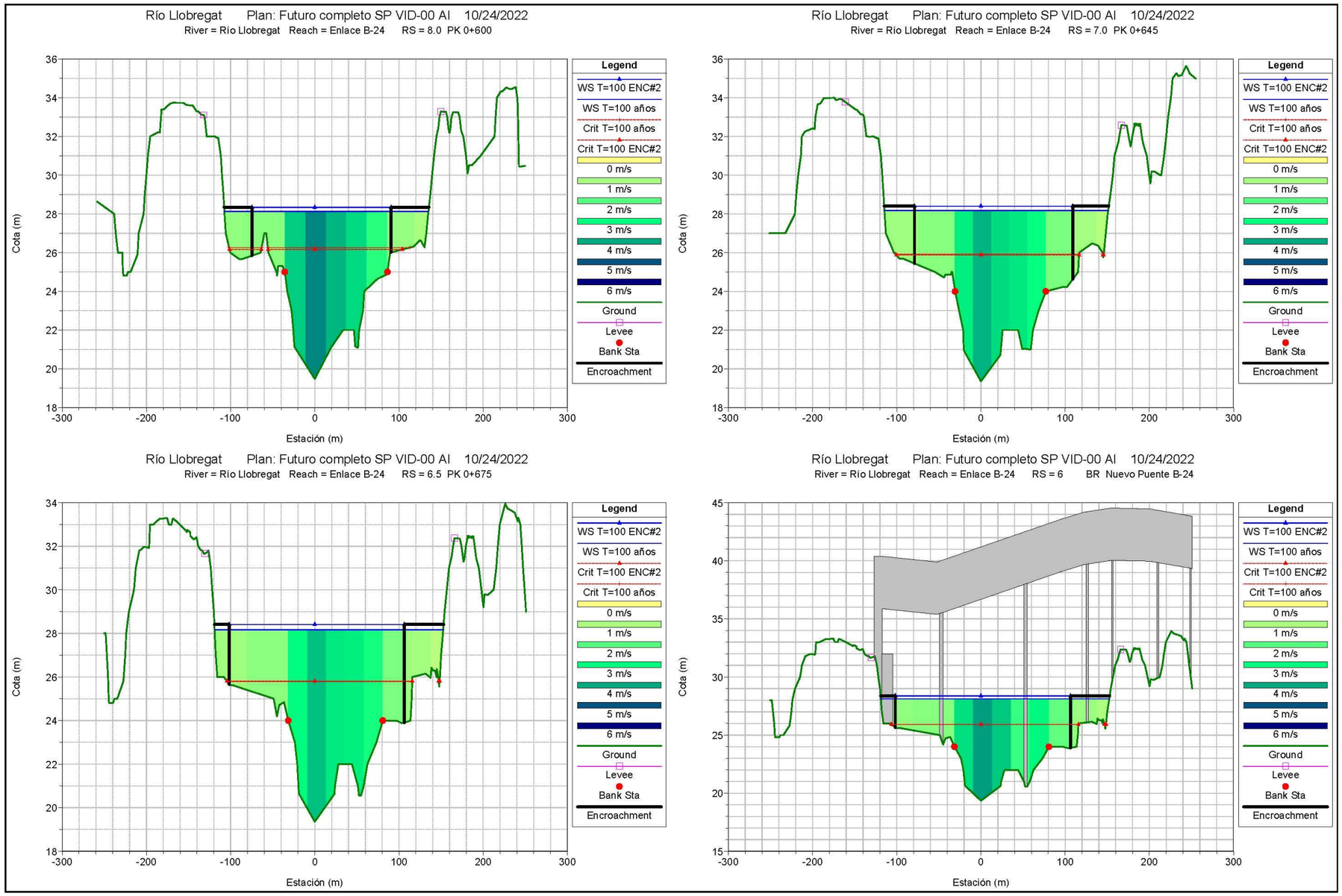

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 5.0 PK 0+730
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 4.0 PK 0+780
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 3.0 PK 0+840
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 2.0 PK 0+900
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment

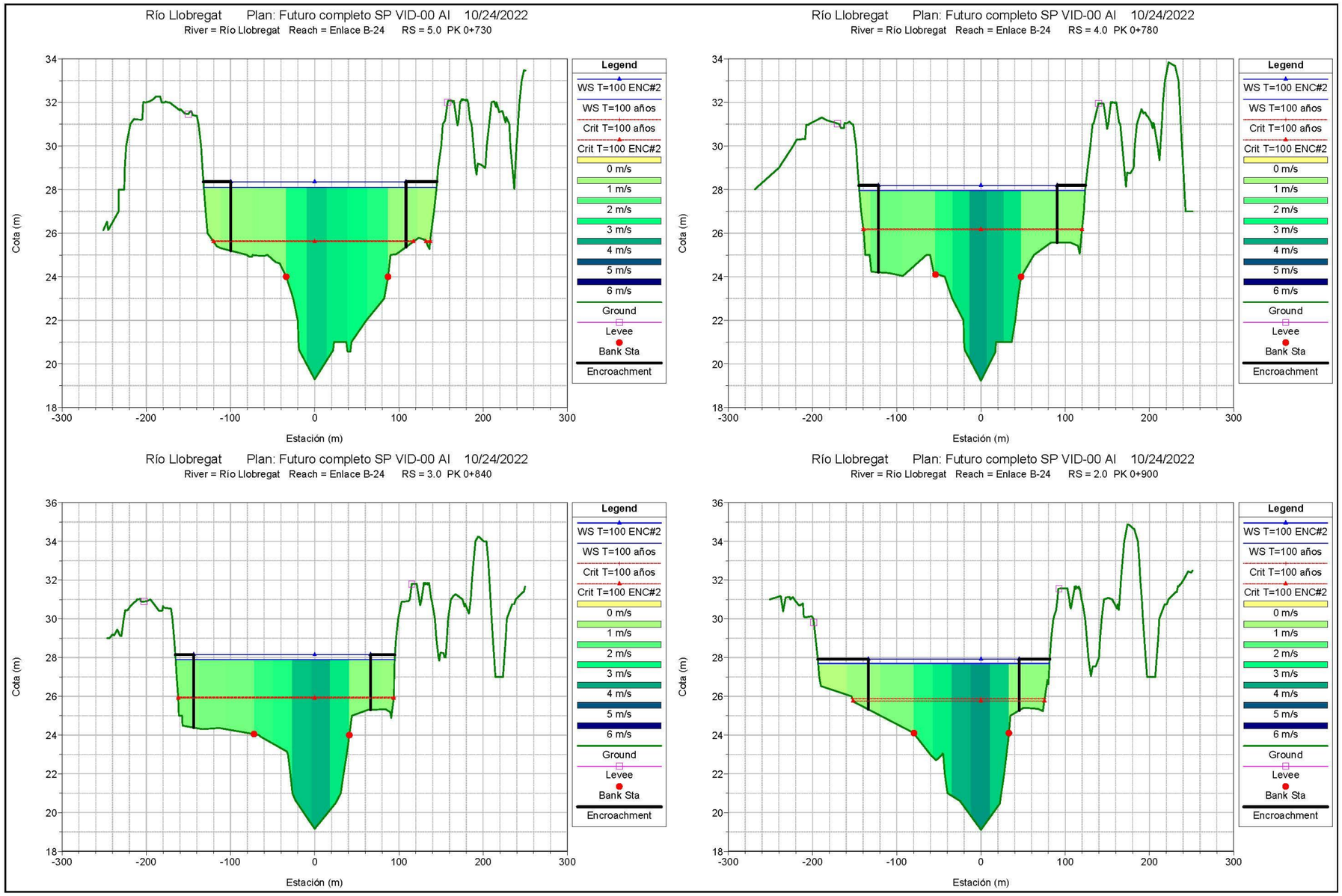
Distribución de velocidades en los perfiles transversales para el período de retorno de 100 años y cálculo de las vías de intenso desagüe en situación futura en Actuación B.


Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 20.0 PK 0+000
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 19.0 PK 0+050
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 18.0 PK 0+100
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 17.0 PK 0+150
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Encroachment


Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 16.0 PK 0+200
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 15.0 PK 0+250
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 14.0 PK 0+300
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 13.0 PK 0+350
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment


Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 12.0 PK 0+400
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 11.0 PK 0+450
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 10.0 PK 0+500
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 9.0 PK 0+550
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment


Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 8.0 PK 0+600
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 7.0 PK 0+645
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 6.5 PK 0+675
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 6 BR Nuevo Puente B-24
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment


Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 5.0 PK 0+730
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 4.0 PK 0+780
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 3.0 PK 0+840
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = Enlace B-24 RS = 2.0 PK 0+900
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment

Cálculo de la modelización de las vías de intenso desagüe en la situación sin puente, situación actual en Actuación B.

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	E.G. Elev (m)	Top Wdth Act (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Enc Sta L (m)	Ch Sta L (m)	Ch Sta R (m)	Enc Sta R (m)
Enlace B-24	20	T=100 años	29.56		30.04	275.06	91.08	2642.75	340.67		-57.51	58.80	
Enlace B-24	20	T=100 ENC#1	29.86	0.30	30.37	196.43		2768.86	305.64	-57.51	-57.51	58.80	138.92
Enlace B-24	19	T=100 años	29.53		29.98	192.37	260.46	2794.37	19.67		-65.36	68.53	
Enlace B-24	19	T=100 ENC#1	29.84	0.30	30.31	161.26	131.54	2942.96		-92.73	-65.36	68.53	68.53
Enlace B-24	18	T=100 años	29.25		29.91	193.89	139.21	2856.25	79.04		-64.61	47.58	
Enlace B-24	18	T=100 ENC#1	29.52	0.28	30.23	127.20	65.62	3008.88		-79.62	-64.61	47.58	47.58
Enlace B-24	17	T=100 años	29.19		29.83	195.67	163.42	2819.69	91.39		-74.39	52.90	
Enlace B-24	17	T=100 ENC#1	29.46	0.27	30.16	143.19	80.84	2992.27	1.39	-89.56	-74.39	52.90	53.63
Enlace B-24	16	T=100 años	29.05		29.75	206.85	221.15	2660.29	193.05		-60.43	33.31	
Enlace B-24	16	T=100 ENC#1	29.33	0.28	30.08	145.91	154.93	2793.46	126.11	-88.73	-60.43	33.31	57.18
Enlace B-24	15	T=100 años	28.85		29.66	210.91	186.95	2717.23	170.32		-61.47	28.54	
Enlace B-24	15	T=100 ENC#1	29.12	0.27	29.99	138.82	115.69	2854.87	103.93	-82.83	-61.47	28.54	55.99
Enlace B-24	14	T=100 años	28.58		29.55	210.64	152.91	2753.51	168.09		-53.91	32.48	
Enlace B-24	14	T=100 ENC#1	28.83	0.25	29.88	127.32	73.37	2899.00	102.13	-67.24	-53.91	32.48	60.08
Enlace B-24	13	T=100 años	28.28		29.43	204.93	166.71	2752.41	155.38		-42.88	38.66	
Enlace B-24	13	T=100 ENC#1	28.49	0.21	29.75	115.89	81.62	2903.84	89.04	-57.37	-42.88	38.66	58.52
Enlace B-24	12	T=100 años	28.15		29.30	212.83	231.70	2699.56	143.24		-36.79	44.52	
Enlace B-24	12	T=100 ENC#1	28.34	0.20	29.62	116.50	146.65	2852.87	74.98	-59.41	-36.79	44.52	57.09
Enlace B-24	11	T=100 años	28.09		29.15	237.85	198.17	2742.86	133.47		-42.90	44.97	
Enlace B-24	11	T=100 ENC#1	28.29	0.20	29.47	118.43	120.94	2899.84	53.73	-63.98	-42.90	44.97	54.45
Enlace B-24	10	T=100 años	28.30		28.92	234.07	177.88	2806.52	90.10		-41.80	89.76	
Enlace B-24	10	T=100 ENC#1	28.54	0.24	29.22	151.93	92.36	2982.14		-62.17	-41.80	89.76	89.76
Enlace B-24	9	T=100 años	28.17		28.84	228.56	190.01	2827.39	57.10		-41.79	81.59	
Enlace B-24	9	T=100 ENC#1	28.40	0.23	29.14	140.28	76.17	2998.33		-58.69	-41.79	81.59	81.59
Enlace B-24	8	T=100 años	28.11		28.75	242.30	214.12	2756.77	103.61		-35.57	86.29	
Enlace B-24	8	T=100 ENC#1	28.34	0.23	29.05	164.51	137.81	2924.79	11.90	-74.33	-35.57	86.29	90.18
Enlace B-24	7	T=100 años	28.16		28.65	265.62	296.81	2494.41	283.28		-30.70	77.01	
Enlace B-24	7	T=100 ENC#1	28.41	0.25	28.94	187.66	232.97	2627.64	213.89	-78.84	-30.70	77.01	108.82

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	E.G. Elev (m)	Top Wdth Act (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Enc Sta L (m)	Ch Sta L (m)	Ch Sta R (m)	Enc Sta R (m)
Enlace B-24	6.5	T=100 años	28.16		28.61	271.48	311.32	2480.80	282.38		-31.48	80.73	
Enlace B-24	6.5	T=100 ENC#1	28.41	0.25	28.89	196.33	248.98	2613.50	212.02	-85.03	-31.48	80.73	111.30
Enlace B-24	6	T=100 años	28.09		28.58	269.83	235.92	2547.43	291.16		-34.87	76.26	
Enlace B-24	6	T=100 ENC#1	28.33	0.24	28.87	197.07	160.66	2689.57	224.27	-89.34	-34.87	76.26	107.73
Enlace B-24	5	T=100 años	28.11		28.52	276.34	363.55	2545.51	165.44		-33.81	87.08	
Enlace B-24	5	T=100 ENC#1	28.36	0.25	28.81	208.02	306.87	2681.72	85.91	-99.70	-33.81	87.08	108.32
Enlace B-24	4	T=100 años	27.95		28.46	268.07	493.17	2309.22	272.11		-54.04	47.57	
Enlace B-24	4	T=100 ENC#1	28.19	0.24	28.74	212.23	435.44	2440.33	198.72	-121.81	-54.04	47.57	90.42
Enlace B-24	3	T=100 años	27.90		28.37	260.03	510.31	2377.50	186.68		-72.12	41.09	
Enlace B-24	3	T=100 ENC#1	28.15	0.24	28.65	210.14	455.50	2515.72	103.28	-143.77	-72.12	41.09	66.37
Enlace B-24	2	T=100 años	27.69		28.27	274.65	331.55	2605.66	137.29		-79.57	33.15	
Enlace B-24	2	T=100 ENC#1	27.92	0.22	28.56	179.21	271.94	2757.01	45.55	-133.80	-79.57	33.15	45.41

Cálculo de la modelización de las vías de intenso desagüe en la situación con puente, situación futura en Actuación B.

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	E.G. Elev (m)	Top Wdth Act (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Enc Sta L (m)	Ch Sta L (m)	Ch Sta R (m)	Enc Sta R (m)
Enlace B-24	20	T=100 años	29.57		30.04	275.09	91.20	2641.95	341.35		-57.51	58.80	
Enlace B-24	20	T=100 ENC#2	29.86	0.29	30.36	196.71	0.09	2776.31	298.09	-57.64	-57.51	58.80	139.07
Enlace B-24	19	T=100 años	29.54		29.99	192.37	260.70	2794.12	19.68		-65.36	68.53	
Enlace B-24	19	T=100 ENC#2	29.83	0.29	30.31	161.32	131.75	2942.75		-92.79	-65.36	68.53	68.53
Enlace B-24	18	T=100 años	29.25		29.91	194.07	139.36	2855.93	79.21		-64.61	47.58	
Enlace B-24	18	T=100 ENC#2	29.52	0.27	30.23	127.29	65.99	3008.51		-79.71	-64.61	47.58	47.58
Enlace B-24	17	T=100 años	29.20		29.83	195.73	163.65	2819.27	91.58		-74.39	52.90	
Enlace B-24	17	T=100 ENC#2	29.46	0.26	30.15	143.33	81.01	2991.79	1.70	-89.60	-74.39	52.90	53.73
Enlace B-24	16	T=100 años	29.06		29.75	206.92	221.56	2659.43	193.51		-60.43	33.31	
Enlace B-24	16	T=100 ENC#2	29.33	0.27	30.08	146.06	155.09	2793.01	126.40	-88.79	-60.43	33.31	57.27
Enlace B-24	15	T=100 años	28.85		29.67	210.94	187.53	2715.90	171.07		-61.47	28.54	
Enlace B-24	15	T=100 ENC#2	29.11	0.26	29.99	139.16	116.06	2853.98	104.46	-82.93	-61.47	28.54	56.23
Enlace B-24	14	T=100 años	28.59		29.56	210.78	153.50	2751.76	169.24		-53.91	32.48	
Enlace B-24	14	T=100 ENC#2	28.83	0.24	29.88	127.80	73.92	2897.65	102.93	-67.33	-53.91	32.48	60.46
Enlace B-24	13	T=100 años	28.29		29.43	205.16	167.09	2750.64	156.76		-42.88	38.66	
Enlace B-24	13	T=100 ENC#2	28.49	0.20	29.75	116.69	81.93	2902.40	90.17	-57.43	-42.88	38.66	59.27
Enlace B-24	12	T=100 años	28.16		29.31	213.47	231.77	2697.93	144.79		-36.79	44.52	
Enlace B-24	12	T=100 ENC#2	28.34	0.18	29.62	116.72	146.80	2851.57	76.12	-59.45	-36.79	44.52	57.27
Enlace B-24	11	T=100 años	28.11		29.15	237.91	199.82	2739.44	135.24		-42.90	44.97	
Enlace B-24	11	T=100 ENC#2	28.30	0.19	29.46	119.01	122.42	2896.46	55.63	-64.25	-42.90	44.97	54.76
Enlace B-24	10	T=100 años	28.31		28.93	234.13	178.93	2804.94	90.63		-41.80	89.76	
Enlace B-24	10	T=100 ENC#2	28.54	0.22	29.22	152.35	94.18	2980.32		-62.59	-41.80	89.76	89.76
Enlace B-24	9	T=100 años	28.18		28.85	228.62	190.99	2825.62	57.89		-41.79	81.59	
Enlace B-24	9	T=100 ENC#2	28.40	0.22	29.14	140.67	78.26	2996.24		-59.08	-41.79	81.59	81.59
Enlace B-24	8	T=100 años	28.12		28.76	242.36	215.47	2754.54	104.49		-35.57	86.29	
Enlace B-24	8	T=100 ENC#2	28.34	0.22	29.05	165.14	138.63	2922.84	13.03	-74.59	-35.57	86.29	90.55

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	E.G. Elev (m)	Top Wdth Act (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Enc Sta L (m)	Ch Sta L (m)	Ch Sta R (m)	Enc Sta R (m)
Enlace B-24	7	T=100 años	28.17		28.66	265.68	298.11	2492.06	284.33		-30.70	77.01	
Enlace B-24	7	T=100 ENC#2	28.40	0.23	28.94	188.04	233.69	2626.05	214.75	-79.06	-30.70	77.01	108.98
Enlace B-24	6.5	T=100 años	28.17		28.62	271.52	312.63	2478.52	283.35		-31.48	80.73	
Enlace B-24	6.5	T=100 ENC#2	28.41	0.24	28.89	208.02	307.70	2594.05	172.75	-101.71	-31.48	80.73	106.31
Enlace B-24	6 BR U	T=100 años	28.11		28.61	246.02	275.52	2482.84	316.14		-31.48	80.73	
Enlace B-24	6 BR U	T=100 ENC#2	28.38	0.27	28.88	200.02	302.81	2557.07	214.62	-101.71	-31.48	80.73	106.31
Enlace B-24	6 BR D	T=100 años	28.09		28.56	249.01	339.74	2565.42	169.34		-33.81	87.08	
Enlace B-24	6 BR D	T=100 ENC#2	28.36	0.27	28.84	200.02	311.02	2658.69	104.79	-99.70	-33.81	87.08	108.32
Enlace B-24	5	T=100 años	28.11		28.52	276.34	363.55	2545.51	165.44		-33.81	87.08	
Enlace B-24	5	T=100 ENC#2	28.36	0.25	28.81	208.02	306.88	2681.68	85.93	-99.70	-33.81	87.08	108.32
Enlace B-24	4	T=100 años	27.95		28.46	268.07	493.17	2309.22	272.11		-54.04	47.57	
Enlace B-24	4	T=100 ENC#2	28.19	0.24	28.74	212.24	435.50	2440.25	198.76	-121.81	-54.04	47.57	90.42
Enlace B-24	3	T=100 años	27.90		28.37	260.03	510.31	2377.50	186.68		-72.12	41.09	
Enlace B-24	3	T=100 ENC#2	28.15	0.24	28.65	210.14	455.56	2515.66	103.29	-143.77	-72.12	41.09	66.37
Enlace B-24	2	T=100 años	27.69		28.27	274.65	331.55	2605.66	137.29		-79.57	33.15	
Enlace B-24	2	T=100 ENC#2	27.92	0.22	28.56	179.20	271.97	2756.99	45.55	-133.80	-79.57	33.15	45.41

PUENTE METÁLICO DUPLICACIÓN DEL EXISTENTE (ACTUACIÓN E)

Cálculo de niveles de inundación en la situación actual, sin actuaciones, con puente existente

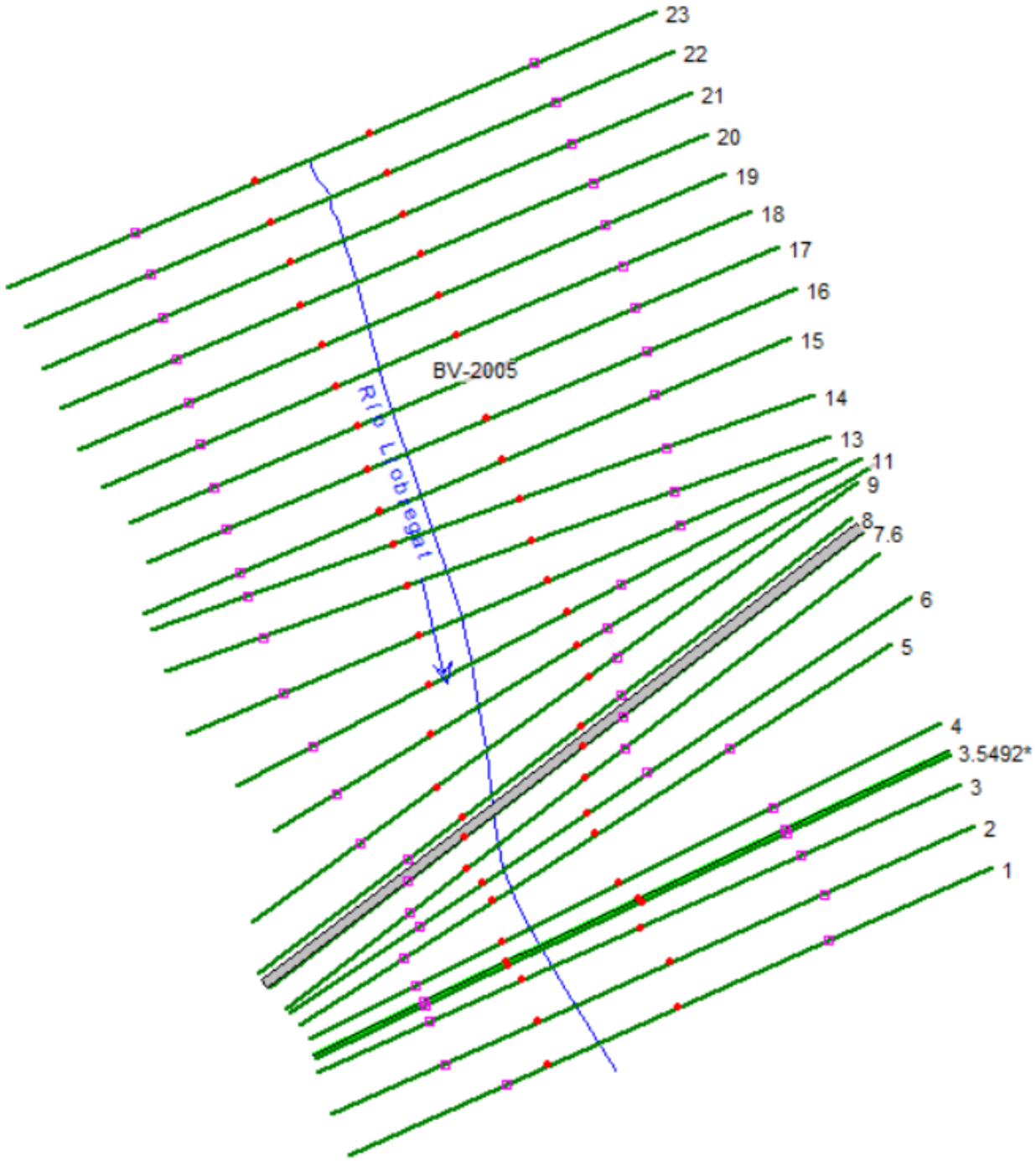
Tabla de Resultados

(Situación Actual)

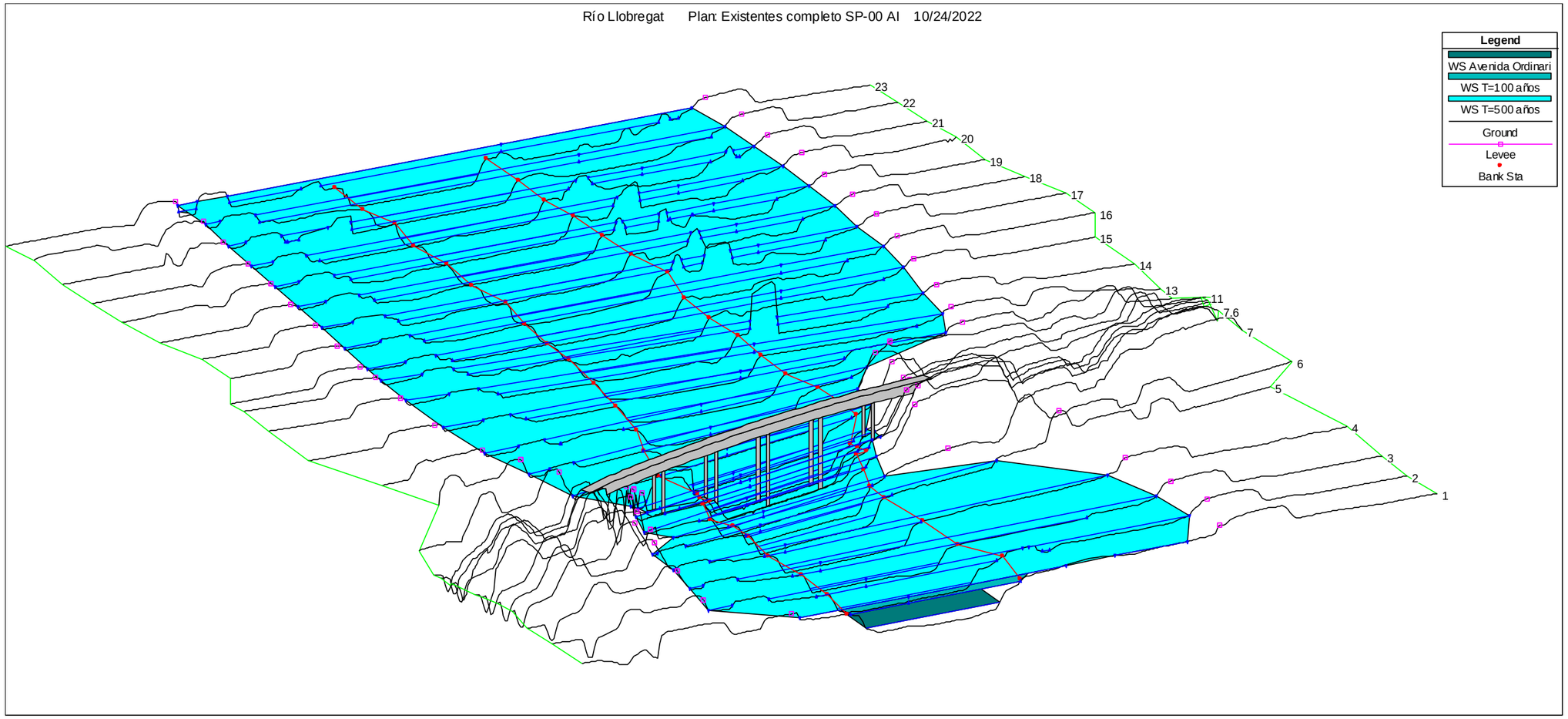
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Total	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)
BV-2005	23	Avenida Ordinari	536.64	50.00	14.00	16.60	15.35	2.60	120.44	-66.11	54.33	16.77	0.001398	0.038	2.46	1.79
BV-2005	23	T=100 años	3522.07	50.00	14.00	21.25	18.81	7.25	401.80	-251.71	210.72	21.74	0.001355	0.038	3.39	2.54
BV-2005	23	T=500 años	5643.14	50.00	14.00	23.16	20.45	9.16	448.64	-264.29	211.80	23.68	0.001146	0.038	4.77	2.57
BV-2005	22	Avenida Ordinari	536.64	50.00	14.00	16.54	15.30	2.54	126.66	-64.77	61.89	16.70	0.001347	0.038	2.42	1.74
BV-2005	22	T=100 años	3522.07	50.00	14.00	21.22	18.72	7.22	418.00	-250.43	167.57	21.67	0.001178	0.038	3.48	2.41
BV-2005	22	T=500 años	5643.14	50.00	14.00	23.14	19.97	9.14	448.60	-262.67	217.77	23.61	0.000989	0.038	5.06	2.46
BV-2005	21	Avenida Ordinari	536.64	50.00	13.77	16.46	15.30	2.69	127.81	-70.48	57.32	16.62	0.001524	0.038	2.32	1.8
BV-2005	21	T=100 años	3522.07	50.00	13.77	21.04	18.58	7.27	323.69	-256.53	164.07	21.59	0.001419	0.038	3.79	2.82
BV-2005	21	T=500 años	5643.14	50.00	13.77	22.88	20.22	9.11	413.75	-270.04	216.79	23.54	0.001328	0.038	4.53	2.94
BV-2005	20	Avenida Ordinari	536.64	50.00	13.66	16.38	15.21	2.72	127.57	-73.62	53.96	16.55	0.001534	0.038	2.32	1.81
BV-2005	20	T=100 años	3522.07	50.00	13.66	20.99	18.47	7.33	367.92	-236.60	155.87	21.51	0.001457	0.038	3.47	2.72
BV-2005	20	T=500 años	5643.14	50.00	13.66	22.87	20.35	9.21	440.82	-273.31	218.74	23.45	0.001249	0.038	4.59	2.74
BV-2005	19	Avenida Ordinari	536.64	50.00	13.68	16.27	15.25	2.58	126.42	-79.20	47.21	16.46	0.001949	0.038	2.17	1.95
BV-2005	19	T=100 años	3522.07	50.00	13.68	20.88	18.52	7.19	373.82	-248.72	145.72	21.43	0.001547	0.038	3.35	2.76
BV-2005	19	T=500 años	5643.14	50.00	13.68	22.78	20.36	9.10	449.69	-278.91	216.11	23.39	0.001292	0.038	4.45	2.75
BV-2005	18	Avenida Ordinari	536.64	50.00	13.43	16.17	15.15	2.74	127.37	-86.39	40.98	16.36	0.001965	0.038	2.15	1.95
BV-2005	18	T=100 años	3522.07	50.00	13.43	20.84	18.45	7.41	383.98	-254.00	142.83	21.34	0.001433	0.038	3.48	2.6
BV-2005	18	T=500 años	5643.14	50.00	13.43	22.77	20.29	9.34	459.83	-283.90	213.58	23.30	0.001177	0.038	4.62	2.62
BV-2005	17	Avenida Ordinari	536.64	50.00	13.13	16.13	14.79	3.00	127.81	-91.62	36.19	16.27	0.00121	0.038	2.48	1.68
BV-2005	17	T=100 años	3522.07	50.00	13.13	20.71	17.91	7.58	356.47	-253.15	141.86	21.26	0.001503	0.038	3.42	2.84
BV-2005	17	T=500 años	5643.14	50.00	13.13	22.60	19.97	9.47	433.83	-282.56	213.20	23.23	0.0013	0.038	4.44	2.86
BV-2005	16	Avenida Ordinari	536.64	50.00	13.00	16.08	14.59	3.08	128.19	-92.15	36.03	16.21	0.000998	0.038	2.63	1.58
BV-2005	16	T=100 años	3522.07	50.00	13.00	20.71	17.72	7.71	391.96	-250.56	141.41	21.17	0.001204	0.038	3.56	2.5
BV-2005	16	T=500 años	5643.14	50.00	13.00	22.64	19.90	9.64	471.73	-283.68	215.27	23.14	0.001017	0.038	4.73	2.51

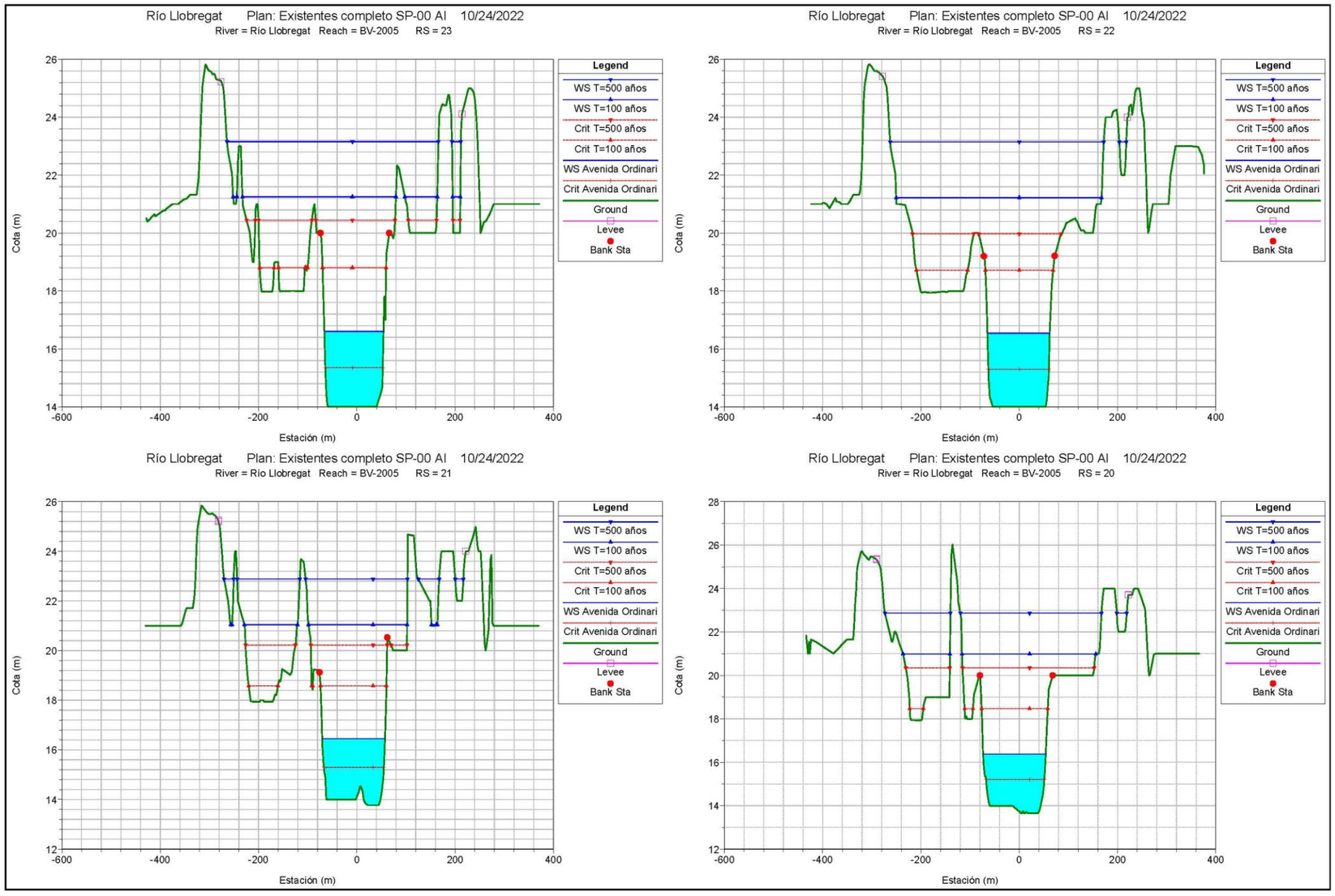
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Total	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)
15	Avenida Ordinari	536.64	42.12	13.00	15.96	14.92	2.96	129.71	-93.59	36.11	16.14	0.001753	0.038	2.20	1.87
15	T=100 años	3522.07	42.12	13.00	20.51	18.03	7.51	399.01	-260.79	138.22	21.09	0.001592	0.038	3.08	2.85
15	T=500 años	5643.14	42.12	13.00	22.51	20.03	9.51	468.15	-279.17	216.89	23.07	0.001207	0.038	4.45	2.69
14	Avenida Ordinari	536.64	50.00	12.81	15.92	14.67	3.11	132.74	-95.71	37.03	16.07	0.001306	0.038	2.37	1.69
14	T=100 años	3522.07	50.00	12.81	20.48	17.71	7.67	351.56	-237.96	138.77	21.01	0.001402	0.038	3.54	2.79
14	T=500 años	5643.14	50.00	12.81	22.43	19.53	9.62	434.69	-269.88	217.02	23.02	0.001191	0.038	4.60	2.77
13	Avenida Ordinari	536.64	54.32	13.09	15.86	14.59	2.77	133.50	-93.41	40.09	16.00	0.001263	0.038	2.39	1.67
13	T=100 años	3522.07	54.32	13.09	20.36	17.62	7.27	375.58	-241.37	134.20	20.93	0.001466	0.038	3.23	2.88
13	T=500 años	5643.14	54.32	13.09	22.37	19.68	9.28	456.51	-264.46	217.39	22.96	0.001165	0.038	4.50	2.73
12	Avenida Ordinari	536.64	49.23	13.09	15.79	14.56	2.70	138.18	-93.68	44.50	15.93	0.001317	0.038	2.31	1.67
12	T=100 años	3522.07	49.23	13.09	20.26	17.54	7.17	295.02	-157.61	137.41	20.85	0.001525	0.038	3.82	3.1
12	T=500 años	5643.14	49.23	13.09	22.16	19.31	9.07	440.60	-251.54	214.29	22.88	0.001395	0.038	4.07	3.12
11	Avenida Ordinari	536.64	47.60	13.07	15.66	14.82	2.59	144.70	-100.31	44.39	15.85	0.00222	0.038	1.93	1.92
11	T=100 años	3522.07	47.60	13.07	20.11	17.67	7.05	222.39	-154.72	128.26	20.76	0.001873	0.038	4.47	3.51
11	T=500 años	5643.14	47.60	13.07	21.95	19.20	8.89	346.11	-169.28	201.70	22.79	0.001717	0.038	4.45	3.64
10	Avenida Ordinari	536.64	48.40	13.06	15.56	14.68	2.51	147.63	-105.40	42.22	15.74	0.002032	0.038	1.95	1.85
10	T=100 años	3522.07	48.40	13.06	20.05	17.49	6.99	196.49	-131.15	65.34	20.66	0.001943	0.038	5.12	3.46
10	T=500 años	5643.14	48.40	13.06	21.91	19.00	8.85	310.08	-152.56	181.70	22.69	0.001697	0.038	4.96	3.64
9	Avenida Ordinari	536.64	42.87	13.06	15.50	14.41	2.44	145.53	-107.02	38.51	15.65	0.001474	0.038	2.17	1.69
9	T=100 años	3522.07	42.87	13.06	19.99	17.26	6.93	207.09	-138.46	68.63	20.55	0.001833	0.038	5.07	3.32
9	T=500 años	5643.14	42.87	13.06	21.87	18.85	8.81	302.43	-159.30	163.23	22.59	0.001638	0.038	5.09	3.62
8	Avenida Ordinari	536.64	8.21	13.08	15.42	14.38	2.34	140.63	-105.86	34.78	15.58	0.001643	0.038	2.14	1.77
8	T=100 años	3522.07	8.21	13.08	19.80	17.29	6.72	176.59	-128.36	48.23	20.46	0.001848	0.038	5.47	3.59
8	T=500 años	5643.14	8.21	13.08	21.49	18.85	8.41	208.03	-142.40	117.72	22.49	0.001989	0.038	6.13	4.33

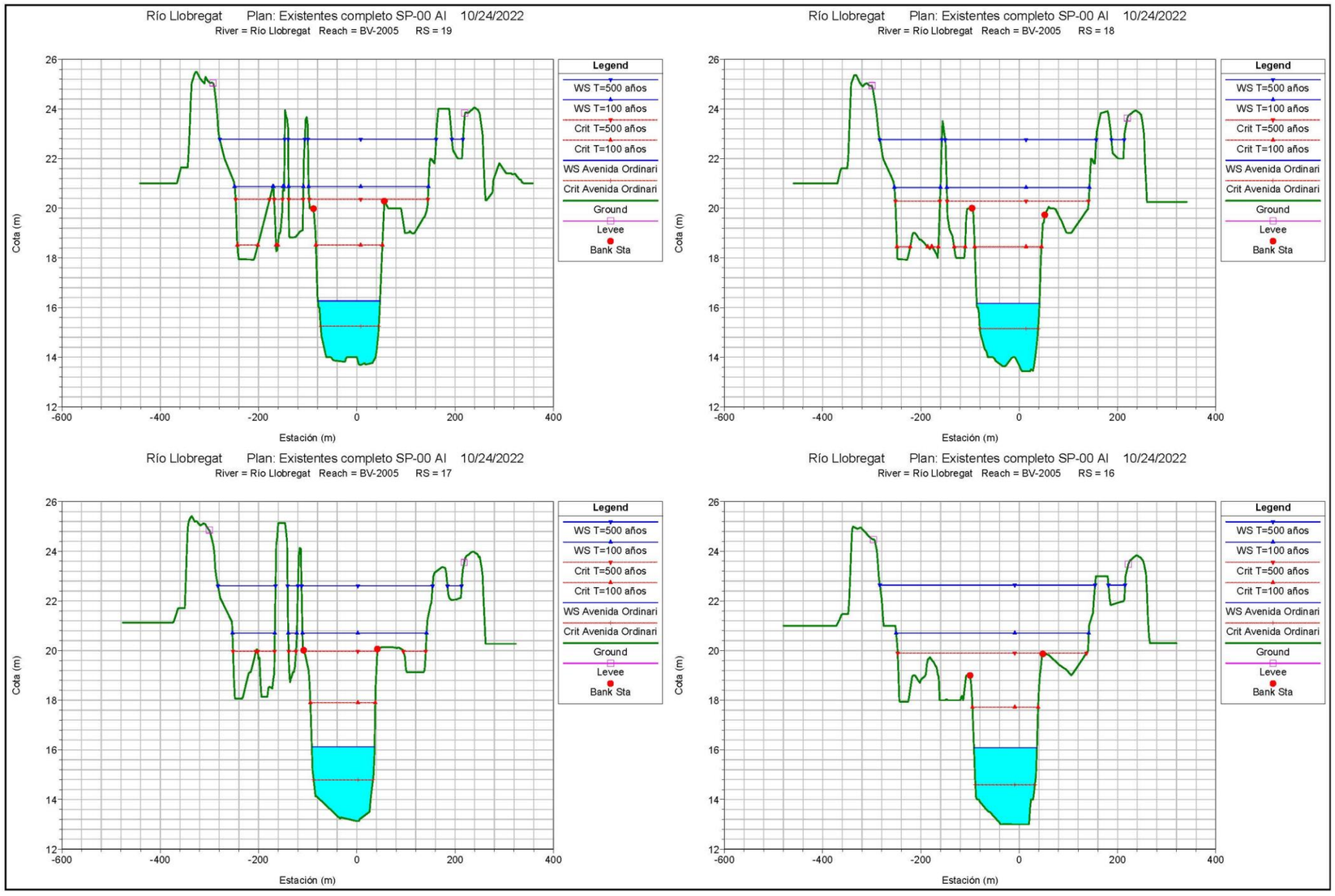
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Total	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)
7.7		Bridge													
7.6	Avenida Ordinari	536.64	29.29	13.00	15.37	14.28	2.36	140.72	-105.91	34.82	15.52	0.001526	0.038	2.19	1.73
7.6	T=100 años	3522.07	29.29	13.00	19.68	17.19	6.68	214.31	-128.29	86.02	20.35	0.001864	0.038	4.58	3.56
7.6	T=500 años	5643.14	29.29	13.00	21.45	18.75	8.45	261.15	-143.35	117.80	22.37	0.001848	0.038	5.39	3.97
7	Avenida Ordinari	536.64	25.54	13.00	15.31	14.28	2.31	140.53	-105.80	34.73	15.47	0.001659	0.038	2.14	1.78
7	T=100 años	3522.07	25.54	13.00	19.61	17.19	6.61	184.51	-128.14	56.37	20.29	0.001957	0.038	5.18	3.64
7	T=500 años	5643.14	25.54	13.00	21.31	18.75	8.31	257.41	-139.91	117.50	22.30	0.002021	0.038	5.19	4.18
6	Avenida Ordinari	536.64	23.44	12.72	15.19	14.35	2.47	123.65	-105.22	18.44	15.41	0.002468	0.038	2.04	2.11
6	T=100 años	3522.07	23.44	12.72	19.14	17.51	6.42	150.87	-115.43	35.43	20.19	0.003207	0.038	5.06	4.53
6	T=500 años	5643.14	23.44	12.72	20.52	19.14	7.81	221.96	-129.23	92.73	22.17	0.003757	0.038	4.65	5.4
5	Avenida Ordinari	536.64	48.74	12.64	15.14	14.25	2.50	123.04	-104.51	18.53	15.35	0.002288	0.038	2.10	2.06
5	T=100 años	3522.07	48.74	12.64	19.05	17.42	6.41	151.05	-121.32	29.72	20.11	0.003176	0.038	5.03	4.55
5	T=500 años	5643.14	48.74	12.64	20.58	19.18	7.94	326.53	-229.41	126.29	22.03	0.003258	0.038	3.67	4.67
4	Avenida Ordinari	536.64	50.40	13.01	14.84	14.38	1.83	120.92	-98.99	21.93	15.19	0.004782	0.038	1.70	2.59
4	T=100 años	3522.07	50.40	13.01	18.52	17.57	5.51	149.79	-111.40	38.40	19.89	0.005072	0.038	4.47	5.18
4	T=500 años	5643.14	50.40	13.01	20.18	19.74	7.17	384.63	-290.45	125.97	21.82	0.004303	0.038	2.99	4.87
3	Avenida Ordinari	536.64	50.00	12.42	14.30	14.18	1.88	120.32	-92.19	28.13	14.83	0.009842	0.038	1.37	3.23
3	T=100 años	3522.07	50.00	12.42	18.28	17.35	5.86	275.62	-231.27	44.34	19.63	0.005021	0.038	2.51	5.04
3	T=500 años	5643.14	50.00	12.42	20.29	19.51	7.87	404.99	-295.60	140.92	21.51	0.003106	0.038	3.44	4.02
2	Avenida Ordinari	536.64	50.00	12.16	14.05	13.68	1.89	125.45	-88.59	36.86	14.42	0.005705	0.038	1.58	2.7
2	T=100 años	3522.07	50.00	12.16	18.29	16.78	6.14	176.16	-161.68	57.25	19.32	0.00354	0.038	4.40	4.49
2	T=500 años	5643.14	50.00	12.16	20.16	18.48	8.01	410.66	-292.07	157.30	21.35	0.002881	0.038	3.25	4.2
1	Avenida Ordinari	536.64		11.43	13.93	13.18	2.50	124.48	-80.05	44.43	14.18	0.002907	0.038	1.94	2.21
1	T=100 años	3522.07		11.43	18.21	16.33	6.78	158.21	-99.38	58.84	19.13	0.002904	0.038	5.18	4.24
1	T=500 años	5643.14		11.43	19.91	18.00	8.48	317.50	-256.13	106.96	21.19	0.002906	0.038	3.71	4.76
4	Avenida Ordinari	536.64	50.4	13.01	14.84	14.38	1.83	120.92	-98.99	21.93	15.19	0.004782	0.038	1.7	2.59
4	T=100 años	3522.07	50.4	13.01	18.52	17.57	5.51	149.79	-111.4	38.4	19.89	0.005072	0.038	4.47	5.18
4	T=500 años	5643.14	50.4	13.01	20.18	19.74	7.17	384.63	-290.45	125.97	21.82	0.004303	0.038	2.99	4.87
3	Avenida Ordinari	536.64	50	12.42	14.3	14.18	1.88	120.32	-92.19	28.13	14.83	0.009842	0.038	1.37	3.23
3	T=100 años	3522.07	50	12.42	18.28	17.35	5.86	275.62	-231.27	44.34	19.63	0.005021	0.038	2.51	5.04
3	T=500 años	5643.14	50	12.42	20.29	19.51	7.87	404.99	-295.6	140.92	21.51	0.003106	0.038	3.44	4.02
2	Avenida Ordinari	536.64	50	12.16	14.05	13.68	1.89	125.45	-88.59	36.86	14.42	0.005705	0.038	1.58	2.7
2	T=100 años	3522.07	50	12.16	18.29	16.78	6.14	176.16	-161.68	57.25	19.32	0.00354	0.038	4.4	4.49
2	T=500 años	5643.14	50	12.16	20.16	18.48	8.01	410.66	-292.07	157.3	21.35	0.002881	0.038	3.25	4.2
1	Avenida Ordinari	536.64		11.43	13.93	13.18	2.5	124.48	-80.05	44.43	14.18	0.002907	0.038	1.94	2.21
1	T=100 años	3522.07		11.43	18.21	16.33	6.78	158.21	-99.38	58.84	19.13	0.002904	0.038	5.18	4.24
1	T=500 años	5643.14		11.43	19.91	18	8.48	317.5	-256.13	106.96	21.19	0.002906	0.038	3.71	4.76

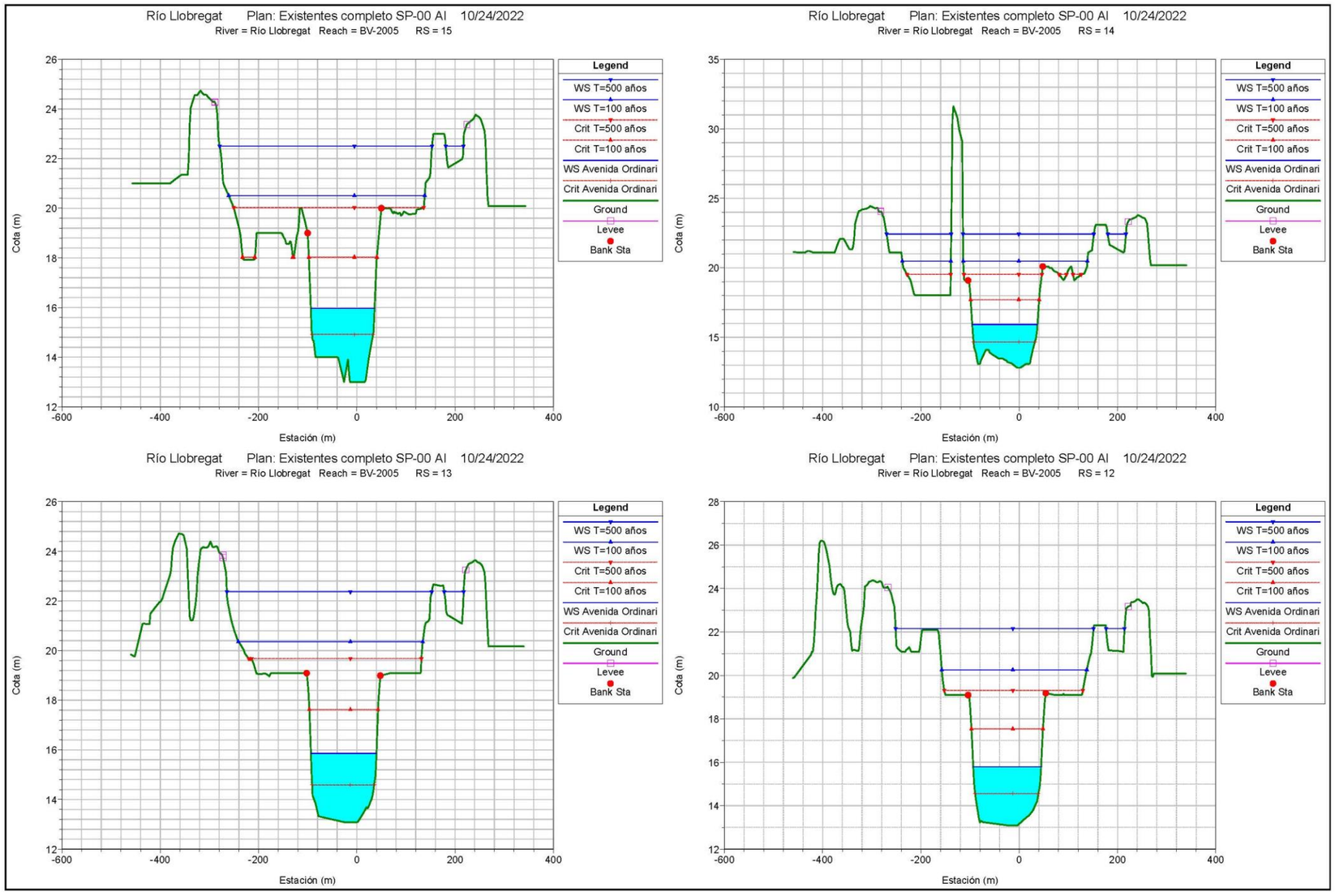

23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
11
9
8
7.6
6
5
4
3.5492*
3
2
1
BV-2005
Río Llobregat

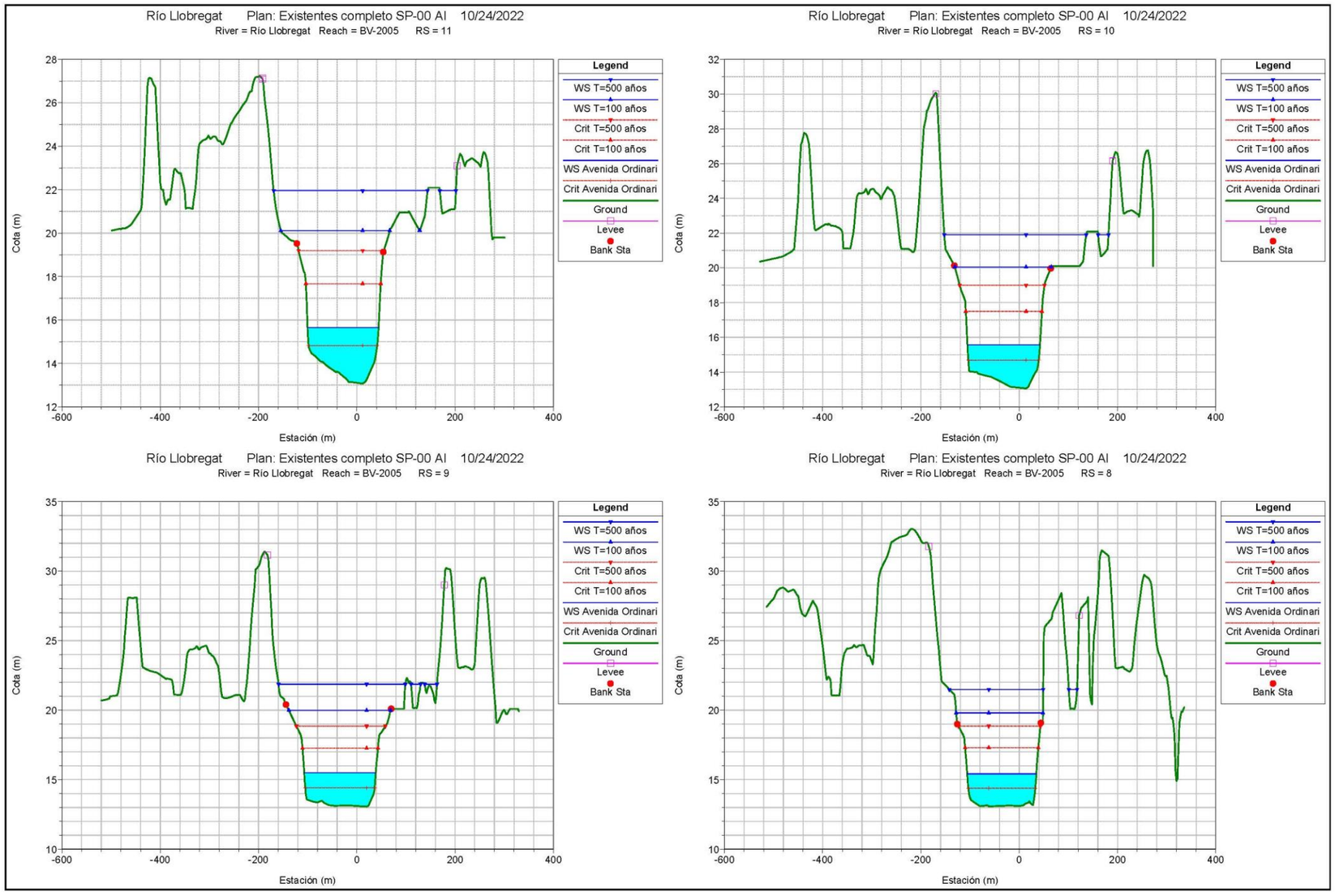
Situación Actual, con estructura existente

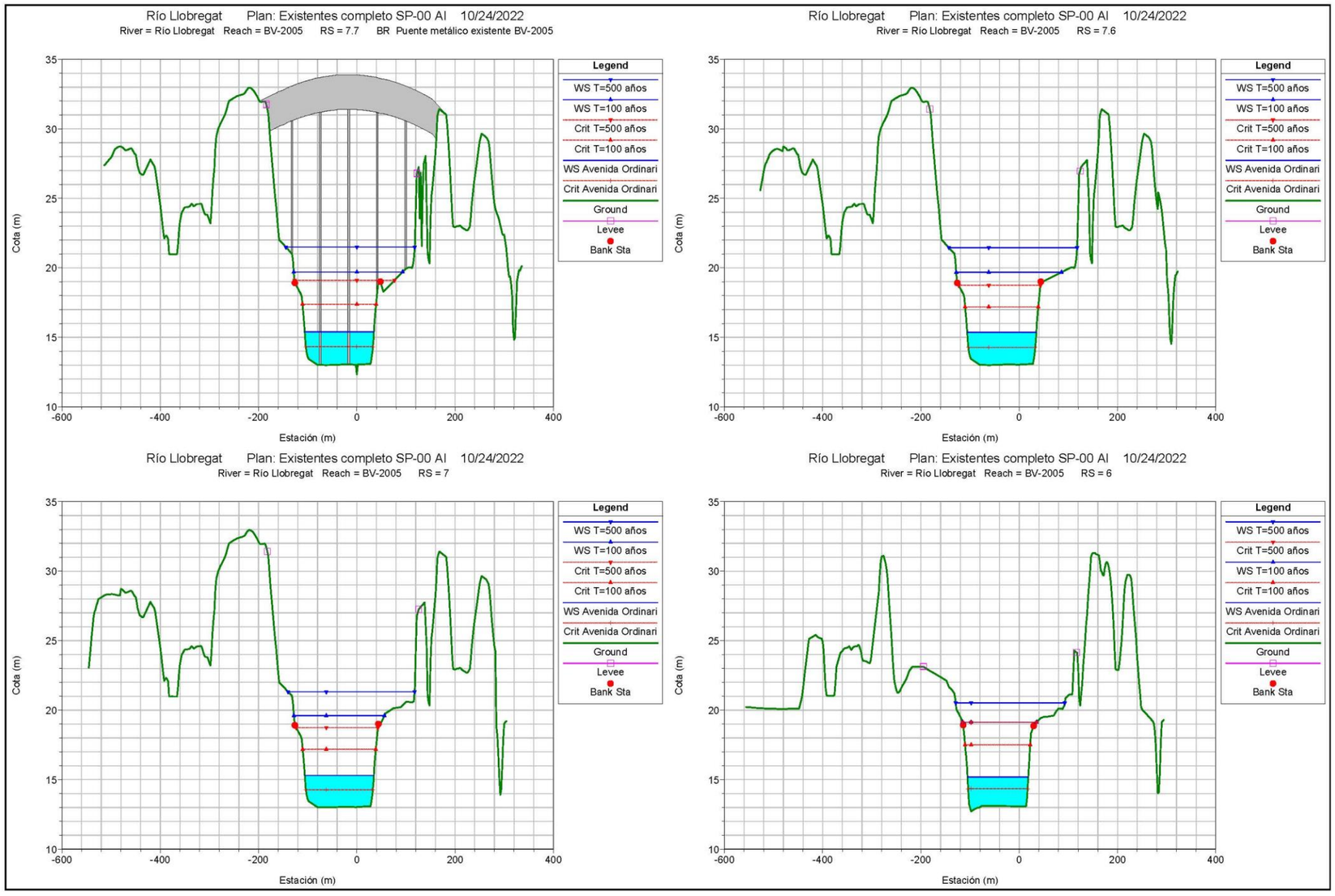


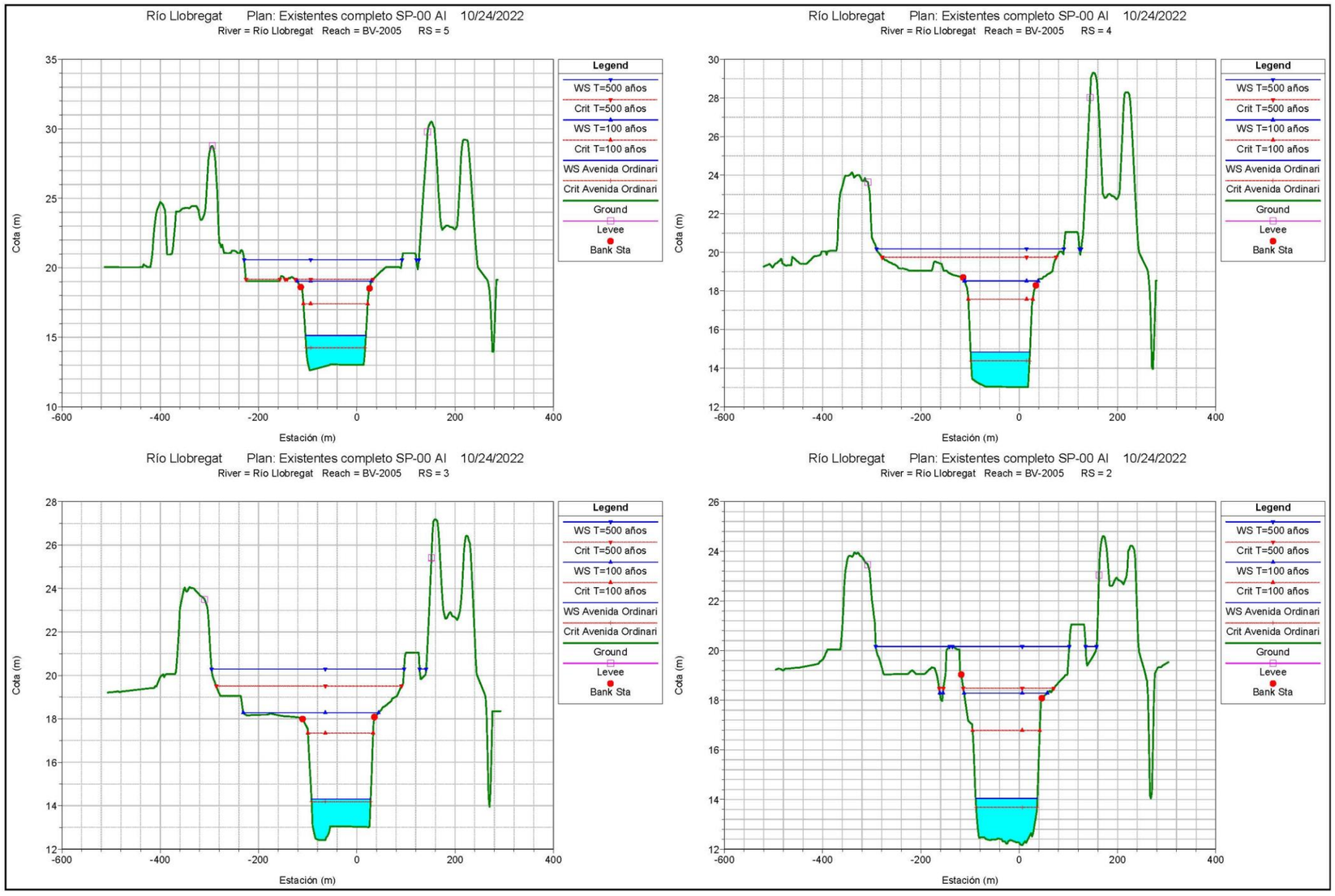

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 23
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 22
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 21
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 20
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)

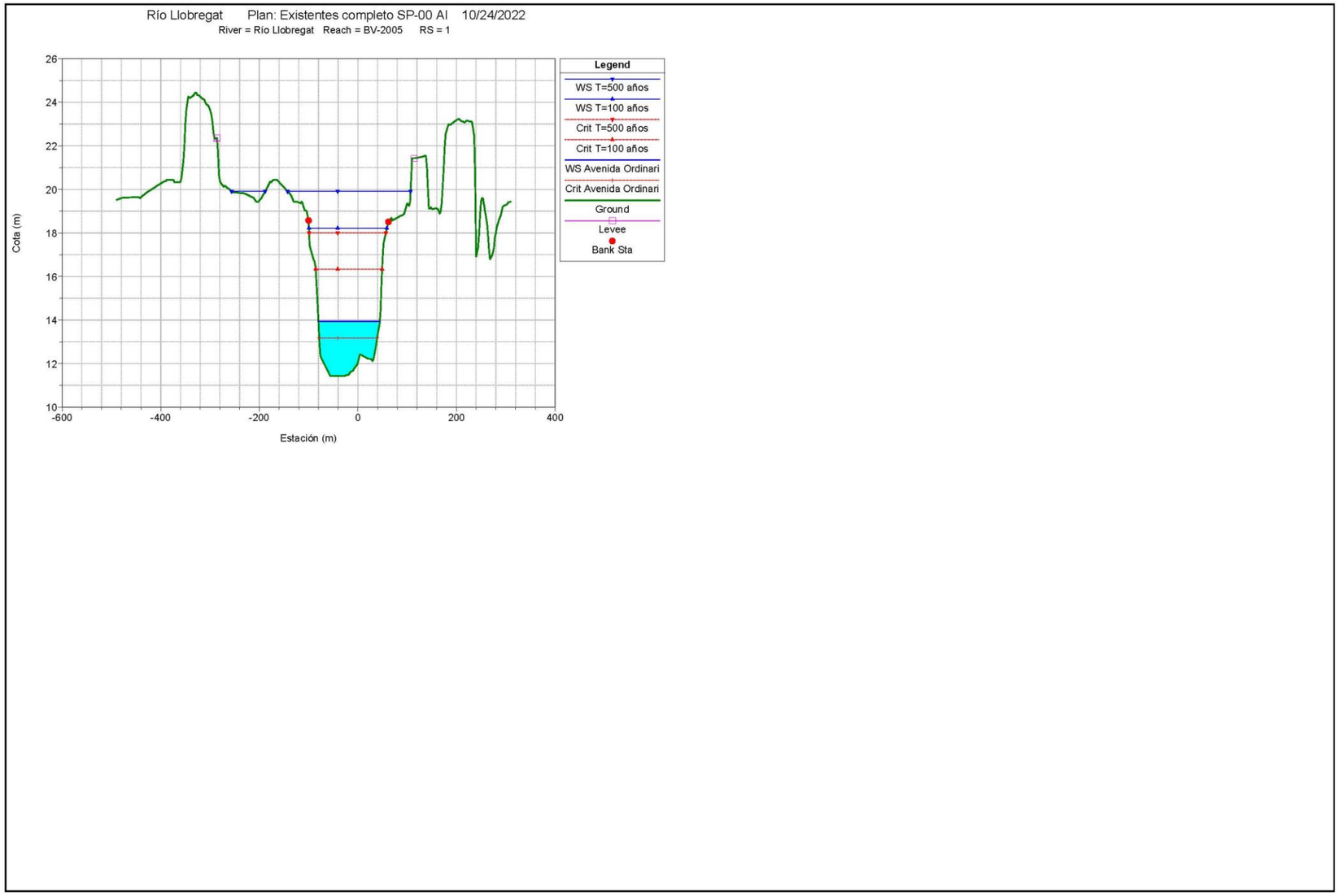

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 19
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 18
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 17
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 16
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)
26
24
22
20
18
16
14
12
-600
-400
-200
0
200
400

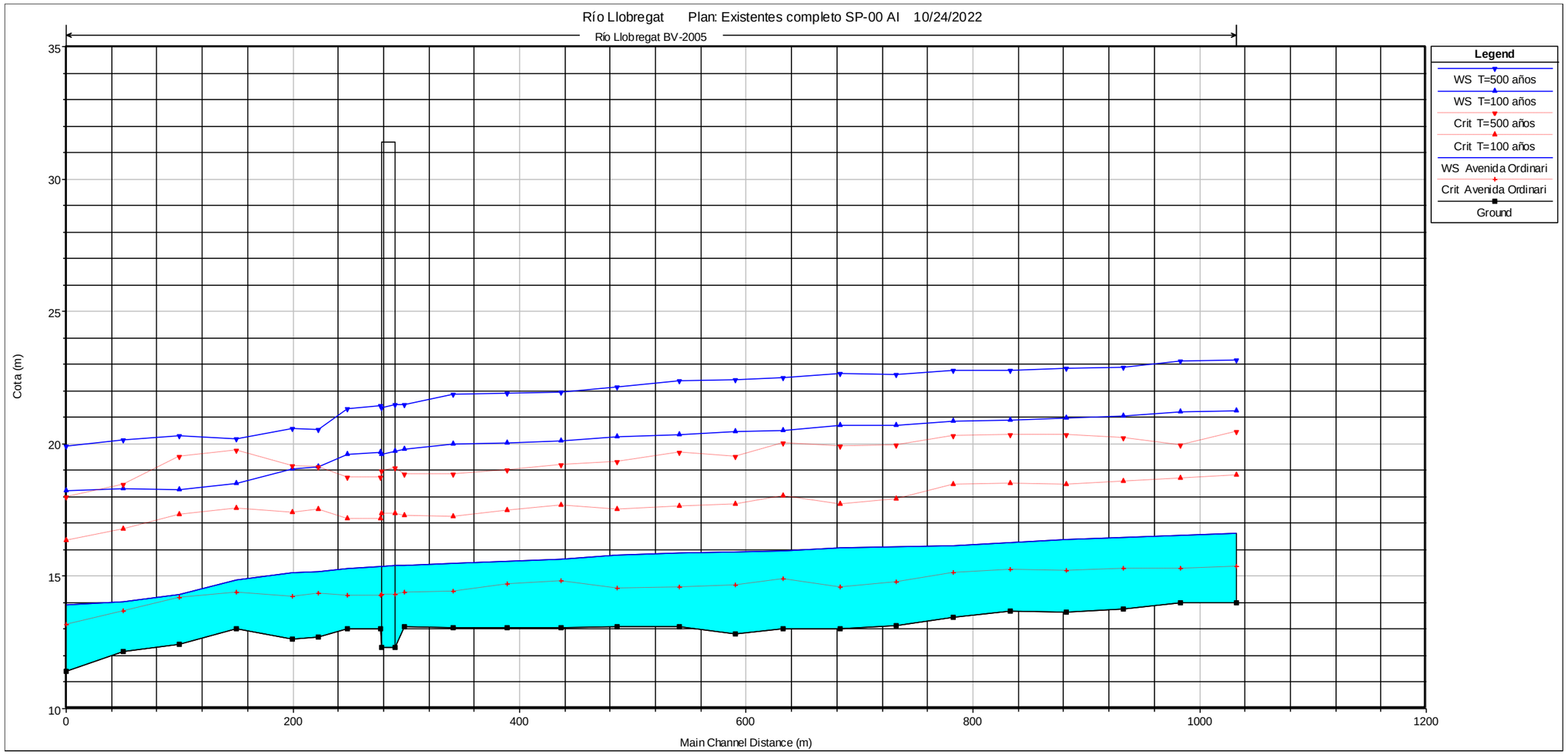

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 15
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 14
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 13
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 12
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)


Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 11
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 10
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 9
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 8
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)


Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7.7 BR Puente metálico existente BV-2005
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7.6
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 6
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)
35
30
25
20
15
10
-600
-400
-200
0
200
400


Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 5
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 4
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 3
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 2
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)


Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 1
Cota (m)
Estación (m)
26
24
22
20
18
16
14
12
10
-600
-400
-200
0
200
400
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta


Río Llobregat Plan: Existentes completo SP-00 AI 10/24/2022
Río Llobregat BV-2005
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Cota (m)
35
30
25
20
15
10
0
200
400
600
800
1000
1200
Main Channel Distance (m)

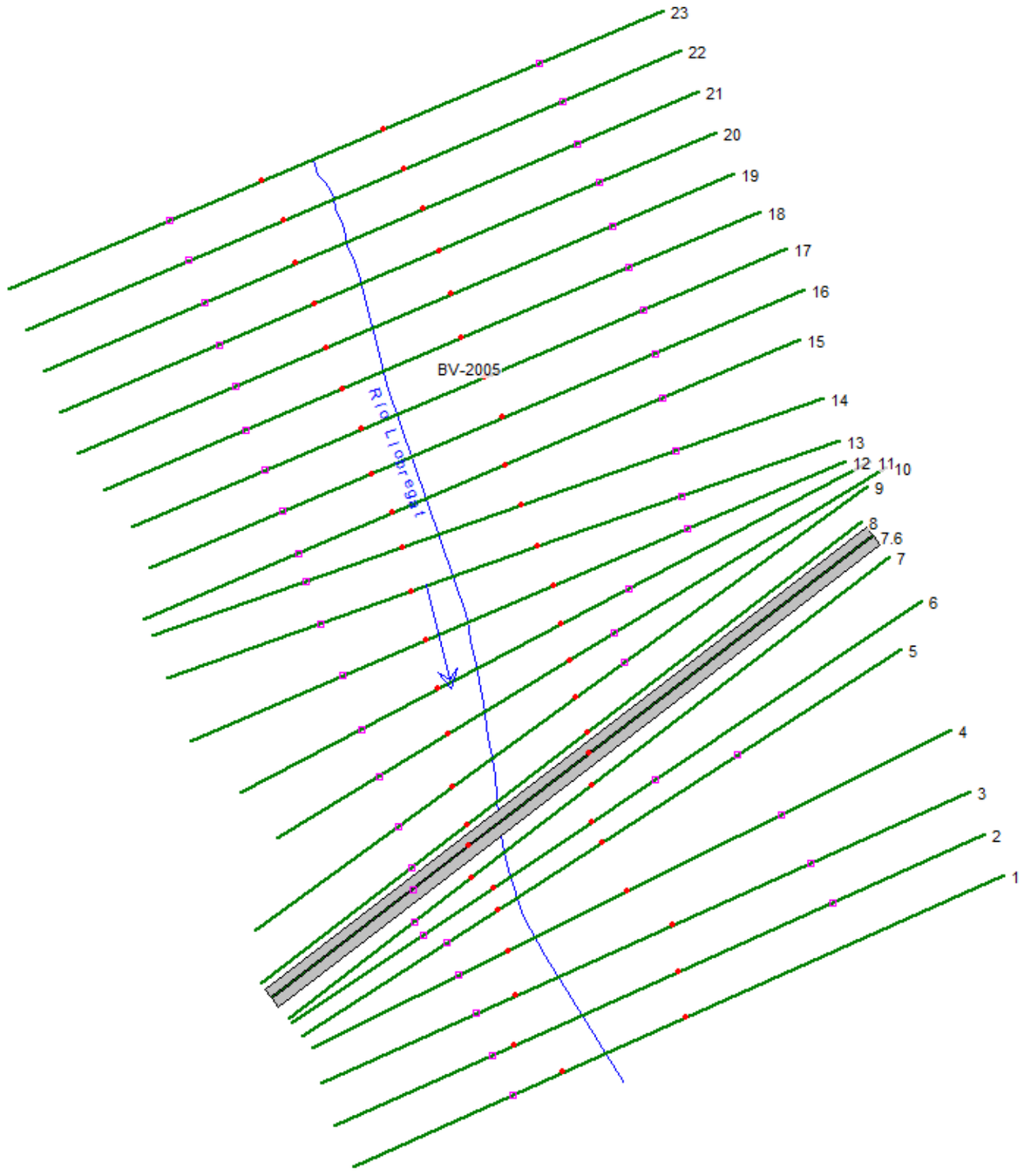
Cálculo de niveles de inundación en situación futura, con la estructura existente y la nueva estructura proyectada (duplicación del puente metálico existente

Tabla de Resultados

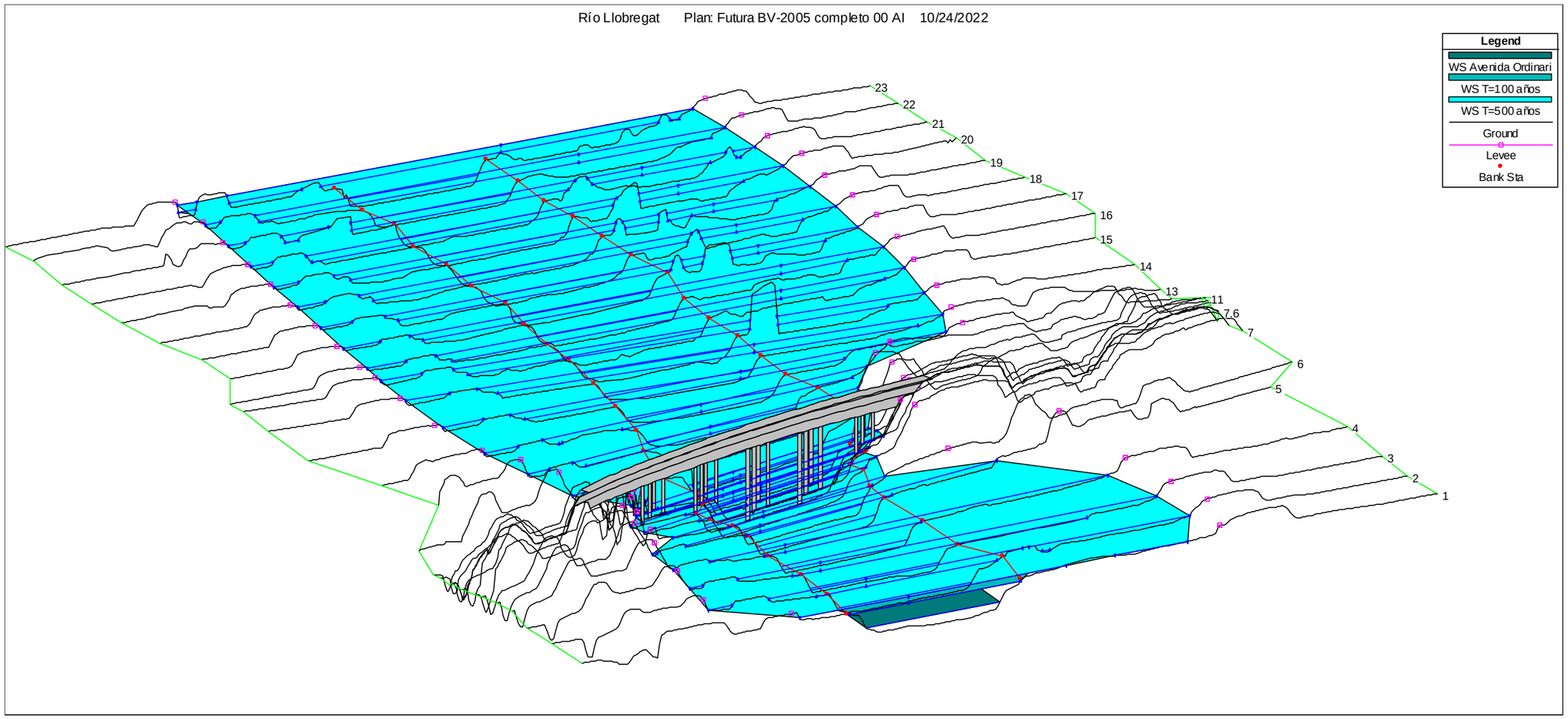
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Total	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)
BV-2005	23	Avenida Ordinari	536.64	50	14	16.61	15.35	2.61	120.45	-66.11	54.33	16.77	0.001394	0.038	2.46	1.79
BV-2005	23	T=100 años	3522.07	50	14	21.28	18.81	7.28	402.61	-251.9	210.73	21.76	0.001329	0.038	3.41	2.52
BV-2005	23	T=500 años	5643.14	50	14	23.2	20.45	9.2	449.01	-264.47	211.83	23.72	0.001117	0.038	4.81	2.54
BV-2005	22	Avenida Ordinari	536.64	50	14	16.55	15.3	2.55	126.67	-64.77	61.9	16.7	0.001341	0.038	2.42	1.74
BV-2005	22	T=100 años	3522.07	50	14	21.25	18.72	7.25	418.26	-250.49	167.77	21.69	0.001155	0.038	3.51	2.39
BV-2005	22	T=500 años	5643.14	50	14	23.19	19.97	9.19	449.26	-262.85	217.88	23.65	0.000965	0.038	5.1	2.44
BV-2005	21	Avenida Ordinari	536.64	50	13.77	16.46	15.3	2.69	127.82	-70.49	57.33	16.63	0.001517	0.038	2.32	1.8
BV-2005	21	T=100 años	3522.07	50	13.77	21.07	18.58	7.3	325.73	-256.91	164.13	21.61	0.001393	0.038	3.8	2.8
BV-2005	21	T=500 años	5643.14	50	13.77	22.93	20.22	9.16	416.51	-270.33	216.93	23.58	0.001292	0.038	4.55	2.91
BV-2005	20	Avenida Ordinari	536.64	50	13.66	16.39	15.21	2.73	127.59	-73.63	53.97	16.55	0.001526	0.038	2.32	1.8
BV-2005	20	T=100 años	3522.07	50	13.66	21.02	18.47	7.36	374.66	-237.03	162.13	21.54	0.001428	0.038	3.44	2.69
BV-2005	20	T=500 años	5643.14	50	13.66	22.92	20.35	9.26	442.31	-273.91	218.92	23.49	0.001213	0.038	4.63	2.71
BV-2005	19	Avenida Ordinari	536.64	50	13.68	16.27	15.25	2.59	126.45	-79.23	47.22	16.46	0.001936	0.038	2.17	1.94
BV-2005	19	T=100 años	3522.07	50	13.68	20.91	18.52	7.23	374.96	-248.97	145.81	21.46	0.001511	0.038	3.38	2.73
BV-2005	19	T=500 años	5643.14	50	13.68	22.84	20.36	9.16	451.24	-279.65	216.3	23.43	0.001252	0.038	4.5	2.71
BV-2005	18	Avenida Ordinari	536.64	50	13.43	16.17	15.15	2.74	127.4	-86.41	40.99	16.37	0.00195	0.038	2.16	1.94
BV-2005	18	T=100 años	3522.07	50	13.43	20.88	18.45	7.45	384.53	-254.34	142.93	21.37	0.001396	0.038	3.51	2.58
BV-2005	18	T=500 años	5643.14	50	13.43	22.83	20.29	9.4	461.64	-284.55	213.7	23.35	0.00114	0.038	4.67	2.58
BV-2005	17	Avenida Ordinari	536.64	50	13.13	16.13	14.79	3	127.83	-91.63	36.2	16.28	0.001201	0.038	2.49	1.68
BV-2005	17	T=100 años	3522.07	50	13.13	20.75	17.91	7.62	356.81	-253.23	141.95	21.29	0.001461	0.038	3.45	2.81
BV-2005	17	T=500 años	5643.14	50	13.13	22.67	19.97	9.54	435.48	-283.19	213.37	23.28	0.001256	0.038	4.49	2.82
BV-2005	16	Avenida Ordinari	536.64	50	13	16.09	14.59	3.09	128.21	-92.16	36.04	16.22	0.000991	0.038	2.63	1.58
BV-2005	16	T=100 años	3522.07	50	13	20.75	17.72	7.75	392.26	-250.77	141.49	21.2	0.001171	0.038	3.6	2.47
BV-2005	16	T=500 años	5643.14	50	13	22.7	19.9	9.7	472.9	-284.11	215.42	23.19	0.000983	0.038	4.78	2.47

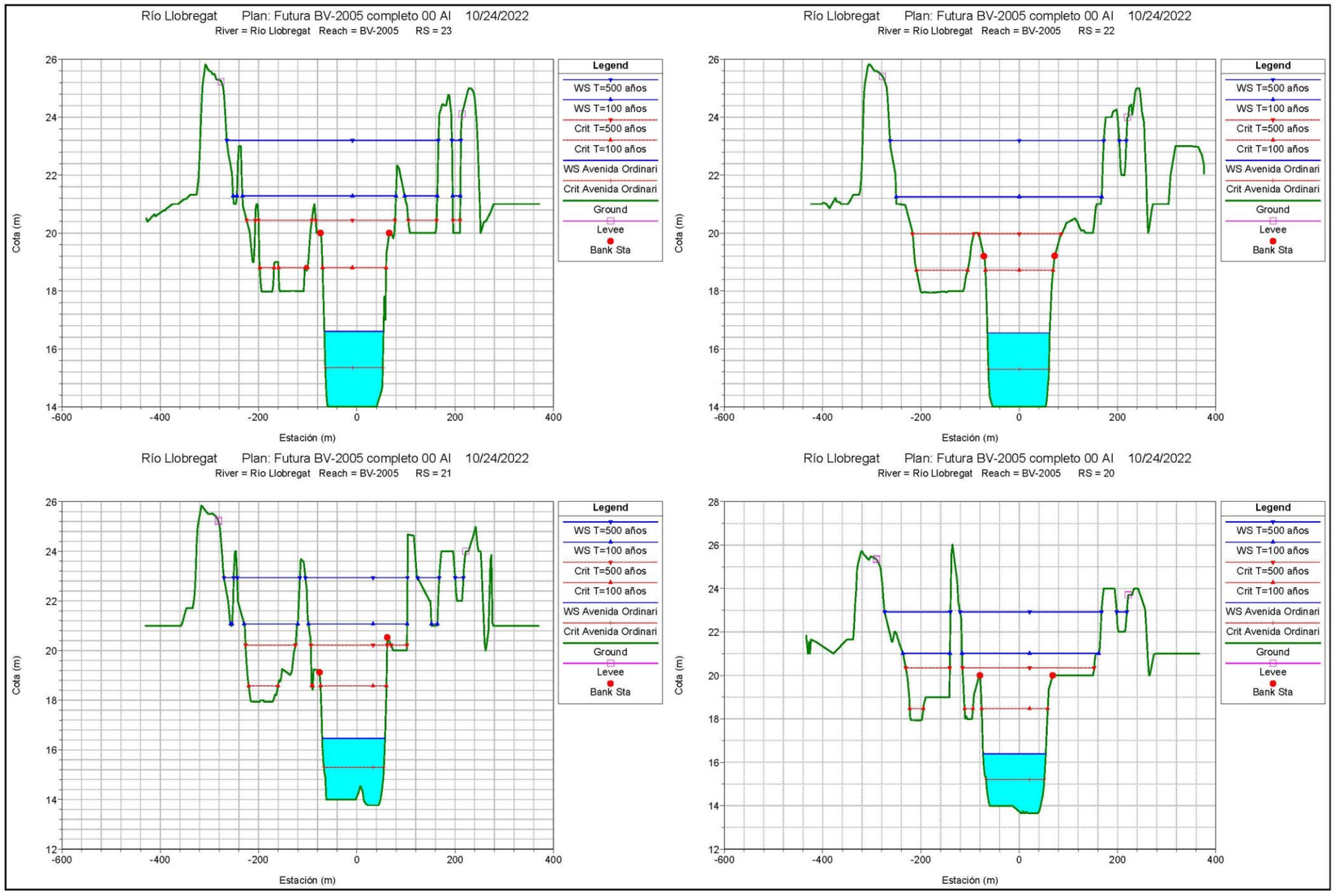
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Total	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)
BV-2005	15	Avenida Ordinari	536.64	42.12	13	15.97	14.92	2.97	129.73	-93.6	36.13	16.15	0.001734	0.038	2.21	1.86
BV-2005	15	T=100 años	3522.07	42.12	13	20.56	18.03	7.56	400.35	-261.95	138.4	21.12	0.001538	0.038	3.12	2.8
BV-2005	15	T=500 años	5643.14	42.12	13	22.58	20.03	9.58	469.7	-279.95	217.05	23.13	0.001162	0.038	4.51	2.65
BV-2005	14	Avenida Ordinari	536.64	50	12.81	15.93	14.67	3.12	132.77	-95.73	37.04	16.07	0.001292	0.038	2.38	1.69
BV-2005	14	T=100 años	3522.07	50	12.81	20.53	17.71	7.72	351.87	-238.14	138.87	21.05	0.001356	0.038	3.59	2.75
BV-2005	14	T=500 años	5643.14	50	12.81	22.5	19.53	9.69	435.88	-270.24	217.17	23.07	0.001146	0.038	4.66	2.72
BV-2005	13	Avenida Ordinari	536.64	54.32	13.09	15.87	14.59	2.78	133.53	-93.42	40.11	16.01	0.001248	0.038	2.4	1.67
BV-2005	13	T=100 años	3522.07	54.32	13.09	20.41	17.62	7.32	377.24	-242.66	134.59	20.97	0.001413	0.038	3.28	2.83
BV-2005	13	T=500 años	5643.14	54.32	13.09	22.45	19.68	9.36	458.12	-264.62	217.55	23.02	0.001118	0.038	4.56	2.68
BV-2005	12	Avenida Ordinari	536.64	49.23	13.09	15.8	14.56	2.71	138.22	-93.71	44.52	15.94	0.0013	0.038	2.32	1.66
BV-2005	12	T=100 años	3522.07	49.23	13.09	20.32	17.54	7.23	295.85	-157.84	138.01	20.89	0.001472	0.038	3.87	3.05
BV-2005	12	T=500 años	5643.14	49.23	13.09	22.24	19.31	9.15	441.76	-251.71	214.57	22.94	0.001331	0.038	4.15	3.06
BV-2005	11	Avenida Ordinari	536.64	47.6	13.07	15.67	14.82	2.6	144.75	-100.33	44.42	15.85	0.002175	0.038	1.94	1.91
BV-2005	11	T=100 años	3522.07	47.6	13.07	20.17	17.67	7.11	226.32	-155.5	129.26	20.81	0.001804	0.038	4.46	3.46
BV-2005	11	T=500 años	5643.14	47.6	13.07	22.05	19.2	8.98	348.73	-169.85	201.91	22.85	0.001635	0.038	4.51	3.56
BV-2005	10	Avenida Ordinari	536.64	48.4	13.06	15.58	14.68	2.52	147.68	-105.43	42.25	15.75	0.001984	0.038	1.97	1.84
BV-2005	10	T=100 años	3522.07	48.4	13.06	20.11	17.49	7.05	254.83	-131.86	122.97	20.71	0.001873	0.038	4.01	3.42
BV-2005	10	T=500 años	5643.14	48.4	13.06	22.01	19	8.95	311.67	-152.76	181.9	22.76	0.001614	0.038	5.03	3.57
BV-2005	9	Avenida Ordinari	536.64	42.87	13.06	15.52	14.41	2.46	145.59	-107.05	38.54	15.66	0.001439	0.038	2.18	1.68
BV-2005	9	T=100 años	3522.07	42.87	13.06	20.06	17.26	7	208.95	-139.39	69.55	20.61	0.001775	0.038	5.09	3.28
BV-2005	9	T=500 años	5643.14	42.87	13.06	21.96	18.85	8.91	307.57	-159.56	163.41	22.67	0.001557	0.038	5.1	3.55
BV-2005	8	Avenida Ordinari	536.64	8.21	13.08	15.44	14.38	2.36	140.7	-105.9	34.81	15.6	0.001597	0.038	2.16	1.76
BV-2005	8	T=100 años	3522.07	8.21	13.08	19.88	17.29	6.8	176.75	-128.5	48.25	20.52	0.001772	0.038	5.54	3.54
BV-2005	8	T=500 años	5643.14	8.21	13.08	21.6	18.85	8.52	211.28	-145.18	117.96	22.57	0.00189	0.038	6.14	4.25

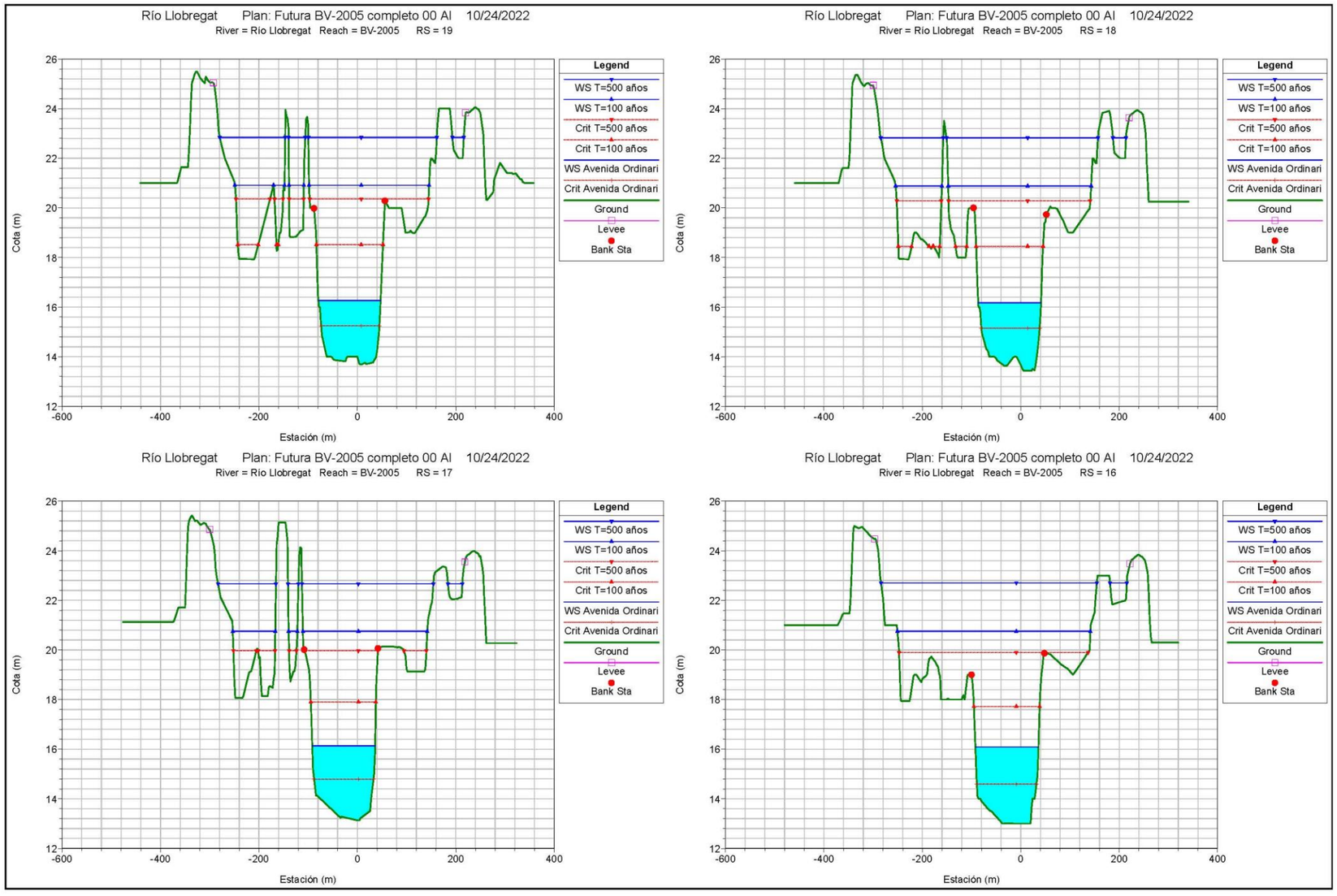
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Max Chl Dpth (m)	Top Width (m)	Sta W.S. Lft (m)	Sta W.S. Rgt (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Total	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)
7.7		Bridge													
7.6	Avenida Ordinari	536.64	0.5	13	15.39	14.28	2.39	140.8	-105.95	34.85	15.54	0.001481	0.038	2.21	1.72
7.6	T=100 años	3522.07	0.5	13	19.77	17.19	6.77	218.99	-128.44	90.54	20.41	0.001777	0.038	4.56	3.49
7.6	T=500 años	5643.14	0.5	13	21.57	18.75	8.57	264.42	-146.39	118.02	22.45	0.001744	0.038	5.44	3.88
7.3		Bridge													
7	Avenida Ordinari	536.64	25.54	13	15.31	14.28	2.31	140.53	-105.8	34.73	15.47	0.001659	0.038	2.14	1.78
7	T=100 años	3522.07	25.54	13	19.61	17.19	6.61	184.51	-128.14	56.37	20.29	0.001957	0.038	5.18	3.64
7	T=500 años	5643.14	25.54	13	21.31	18.75	8.31	257.41	-139.91	117.5	22.3	0.002021	0.038	5.19	4.18
6	Avenida Ordinari	536.64	23.44	12.72	15.19	14.35	2.47	123.65	-105.22	18.44	15.41	0.002468	0.038	2.04	2.11
6	T=100 años	3522.07	23.44	12.72	19.14	17.51	6.42	150.87	-115.43	35.43	20.19	0.003207	0.038	5.06	4.53
6	T=500 años	5643.14	23.44	12.72	20.52	19.14	7.81	221.96	-129.23	92.73	22.17	0.003757	0.038	4.65	5.4
5	Avenida Ordinari	536.64	48.74	12.64	15.14	14.25	2.5	123.04	-104.51	18.53	15.35	0.002288	0.038	2.1	2.06
5	T=100 años	3522.07	48.74	12.64	19.05	17.42	6.41	151.05	-121.32	29.72	20.11	0.003176	0.038	5.03	4.55
5	T=500 años	5643.14	48.74	12.64	20.58	19.18	7.94	326.53	-229.41	126.29	22.03	0.003258	0.038	3.67	4.67
4	Avenida Ordinari	536.64	50.4	13.01	14.84	14.38	1.83	120.92	-98.99	21.93	15.19	0.004782	0.038	1.7	2.59
4	T=100 años	3522.07	50.4	13.01	18.52	17.57	5.51	149.79	-111.4	38.4	19.89	0.005072	0.038	4.47	5.18
4	T=500 años	5643.14	50.4	13.01	20.18	19.74	7.17	384.63	-290.45	125.97	21.82	0.004303	0.038	2.99	4.87
3	Avenida Ordinari	536.64	50	12.42	14.3	14.18	1.88	120.32	-92.19	28.13	14.83	0.009842	0.038	1.37	3.23
3	T=100 años	3522.07	50	12.42	18.28	17.35	5.86	275.62	-231.27	44.34	19.63	0.005021	0.038	2.51	5.04
3	T=500 años	5643.14	50	12.42	20.29	19.51	7.87	404.99	-295.6	140.92	21.51	0.003106	0.038	3.44	4.02
2	Avenida Ordinari	536.64	50	12.16	14.05	13.68	1.89	125.45	-88.59	36.86	14.42	0.005705	0.038	1.58	2.7
2	T=100 años	3522.07	50	12.16	18.29	16.78	6.14	176.16	-161.68	57.25	19.32	0.00354	0.038	4.4	4.49
2	T=500 años	5643.14	50	12.16	20.16	18.48	8.01	410.66	-292.07	157.3	21.35	0.002881	0.038	3.25	4.2
1	Avenida Ordinari	536.64		11.43	13.93	13.18	2.5	124.48	-80.05	44.43	14.18	0.002907	0.038	1.94	2.21
1	T=100 años	3522.07		11.43	18.21	16.33	6.78	158.21	-99.38	58.84	19.13	0.002904	0.038	5.18	4.24
1	T=500 años	5643.14		11.43	19.91	18	8.48	317.5	-256.13	106.96	21.19	0.002906	0.038	3.71	4.76

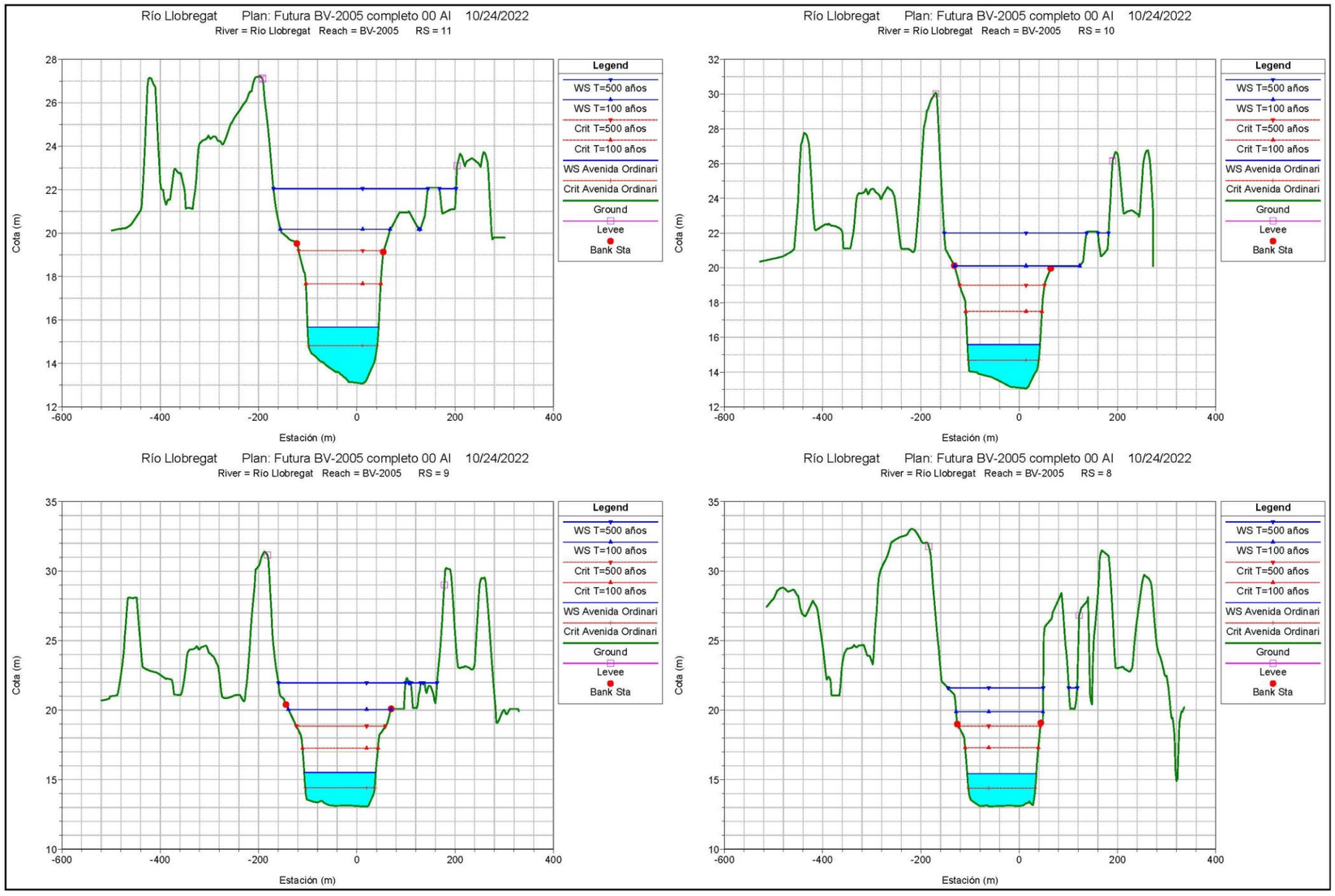

23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7.6
7
6
5
4
3
2
1
BV-2005
Riu Llobregat

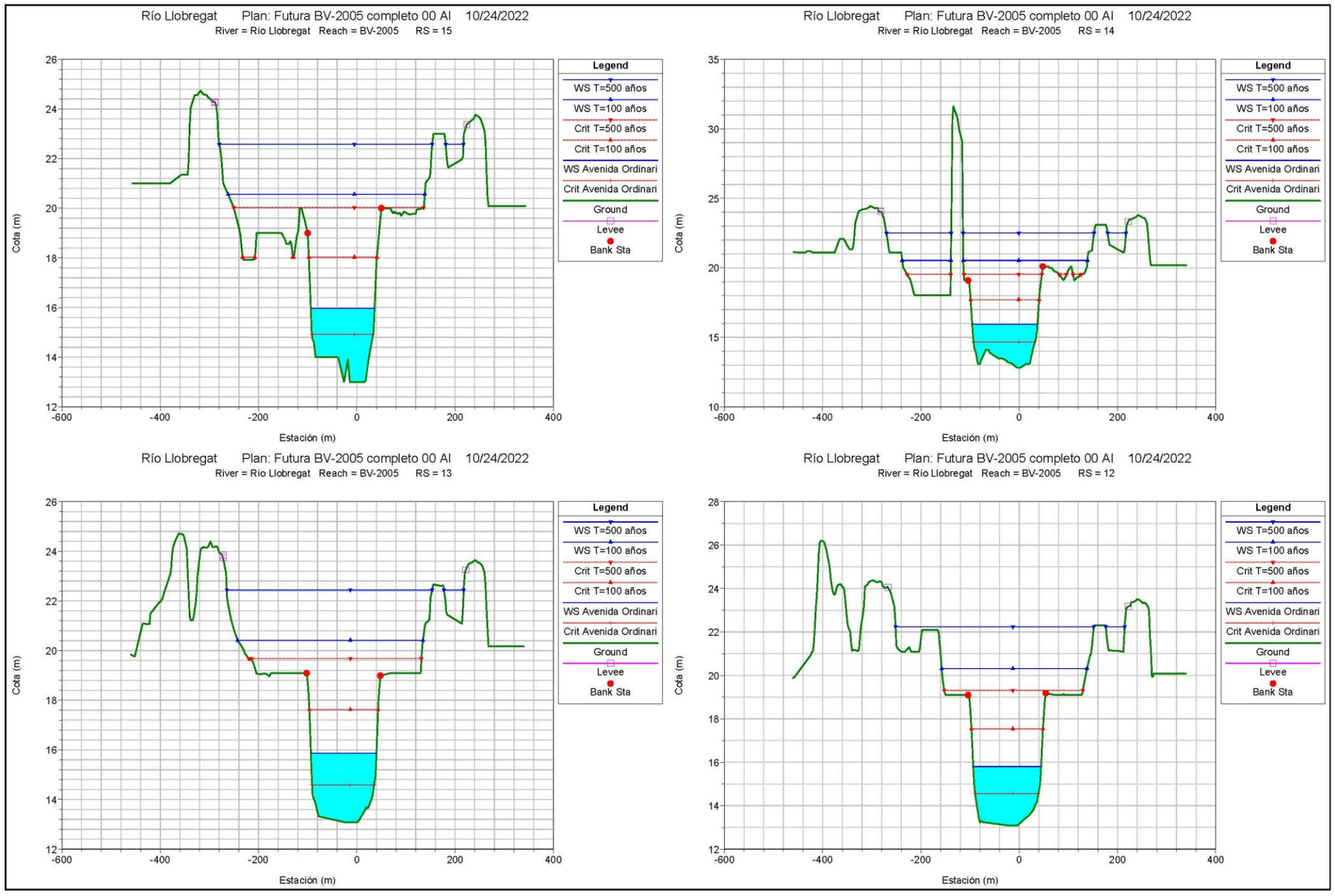
Situación futura, con la estructura existente y la nueva estructura proyectada (duplicación del puente metálico existente)

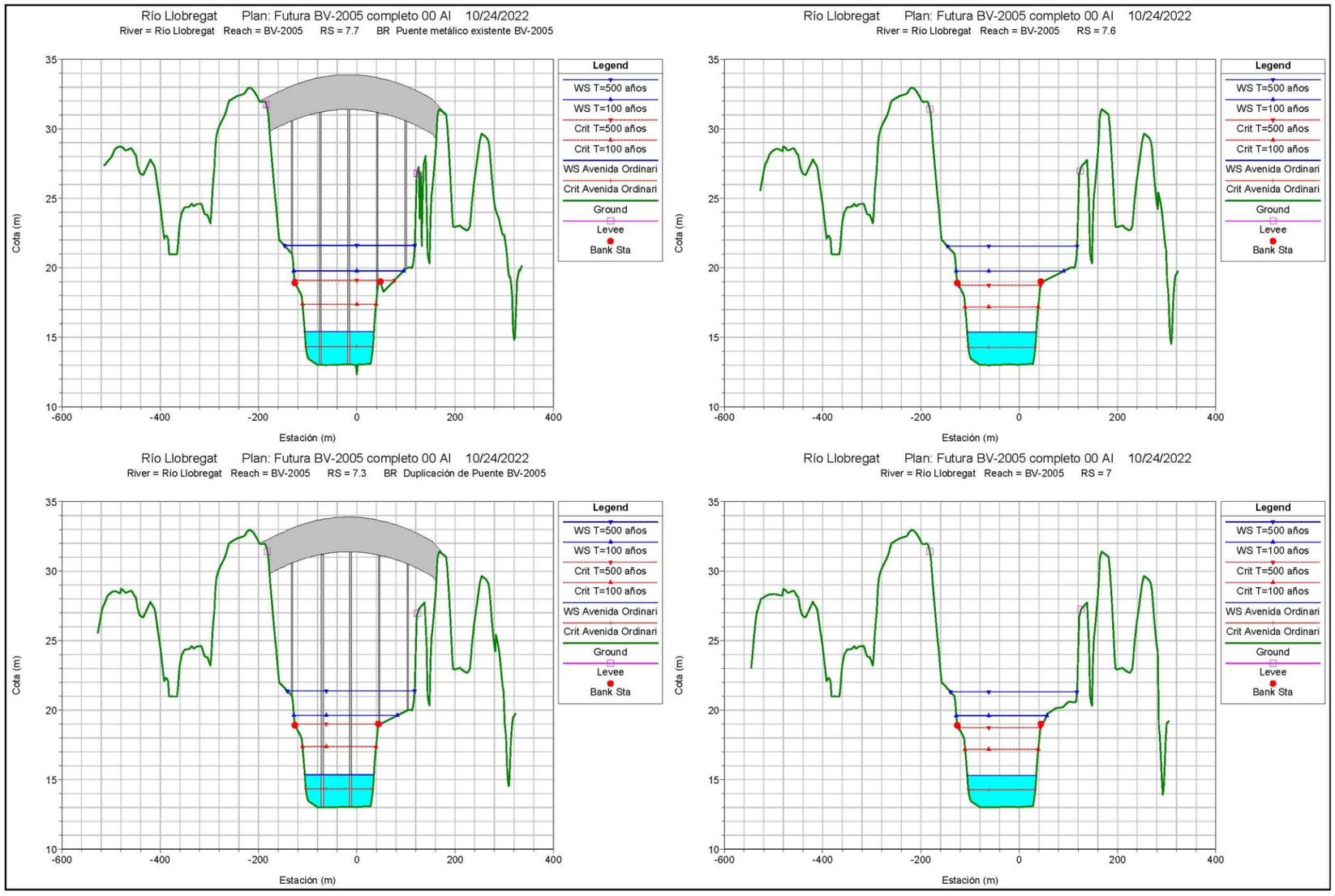


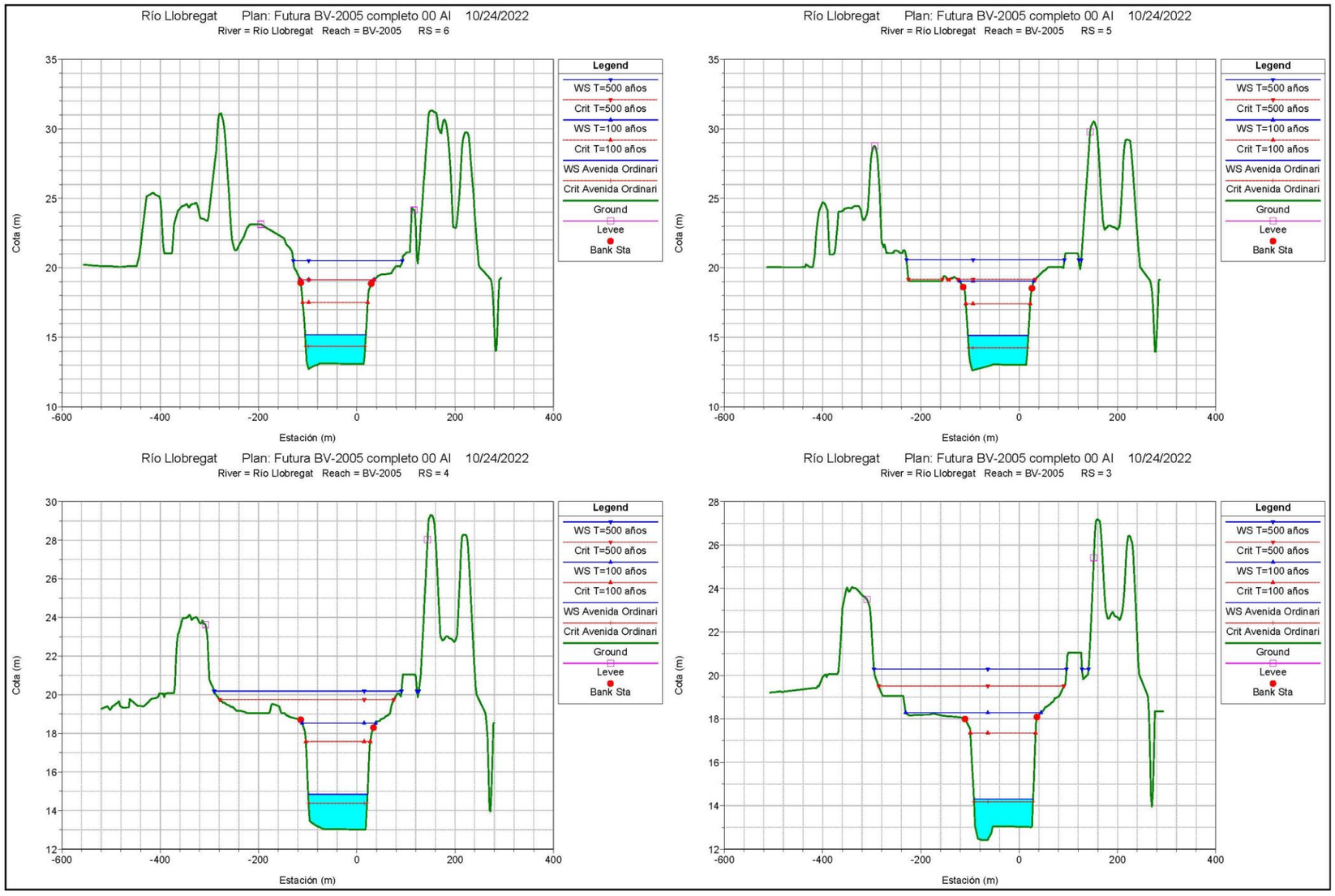

Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 23
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 22
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 21
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 20
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)

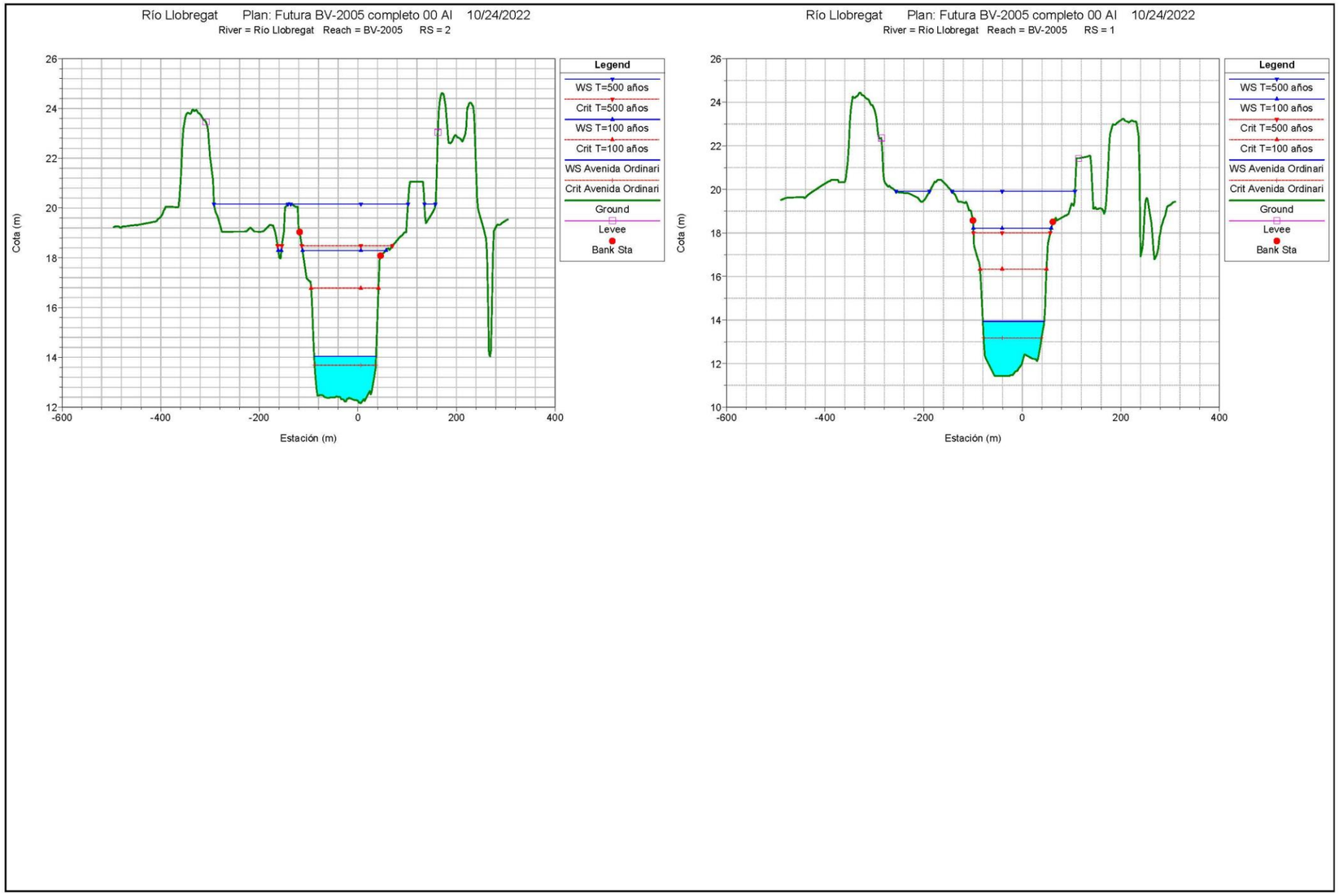

Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 19
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 18
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 17
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 16
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)
26
24
22
20
18
16
14
12
-600
-400
-200
0
200
400


Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 11
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 10
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 9
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 8
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)

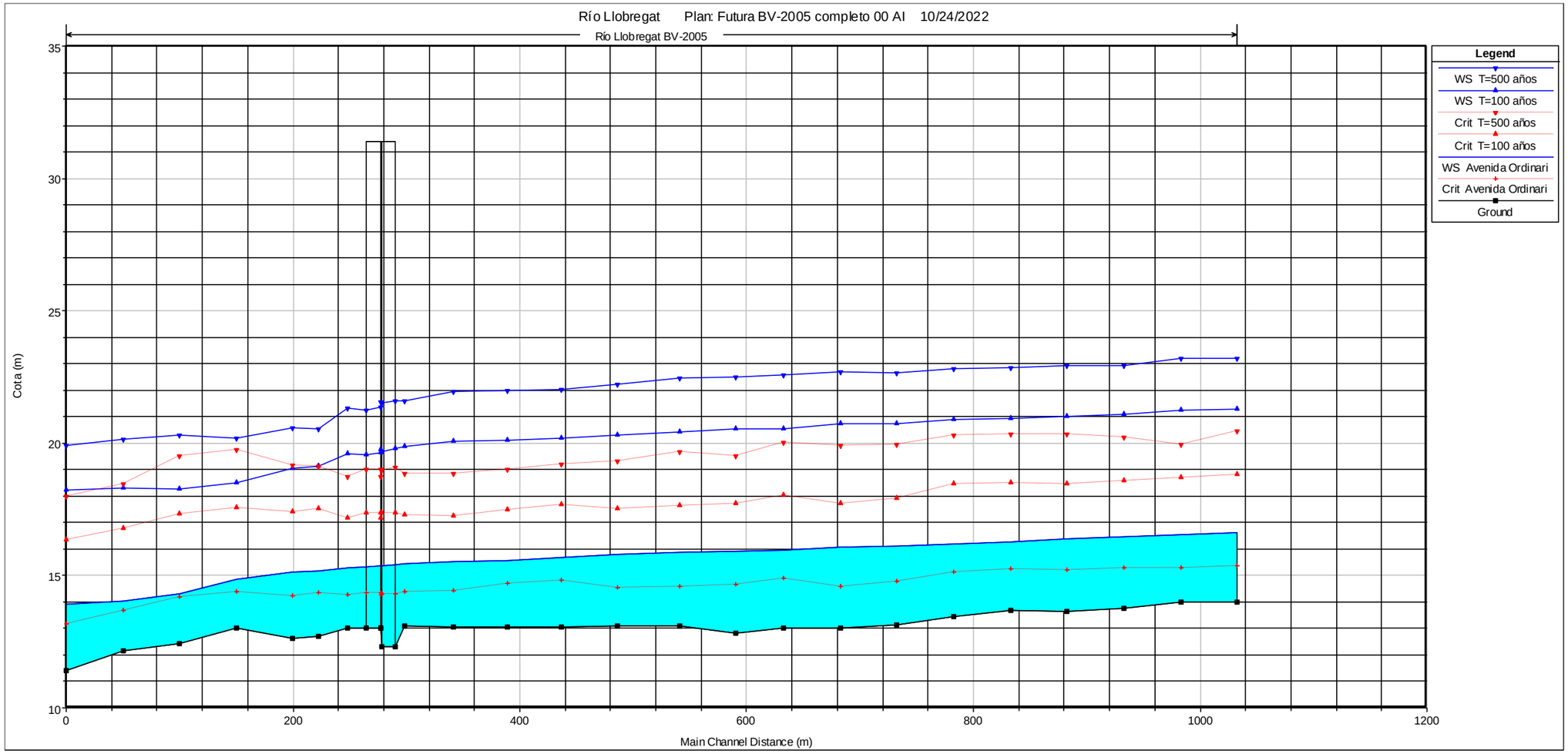

Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 15
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 14
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 13
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 12
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)


Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7.7 BR Puente metálico existente BV-2005
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7.6
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7.3 BR Duplicación de Puente BV-2005
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)
35
30
25
20
15
10
-600
-400
-200
0
200
400

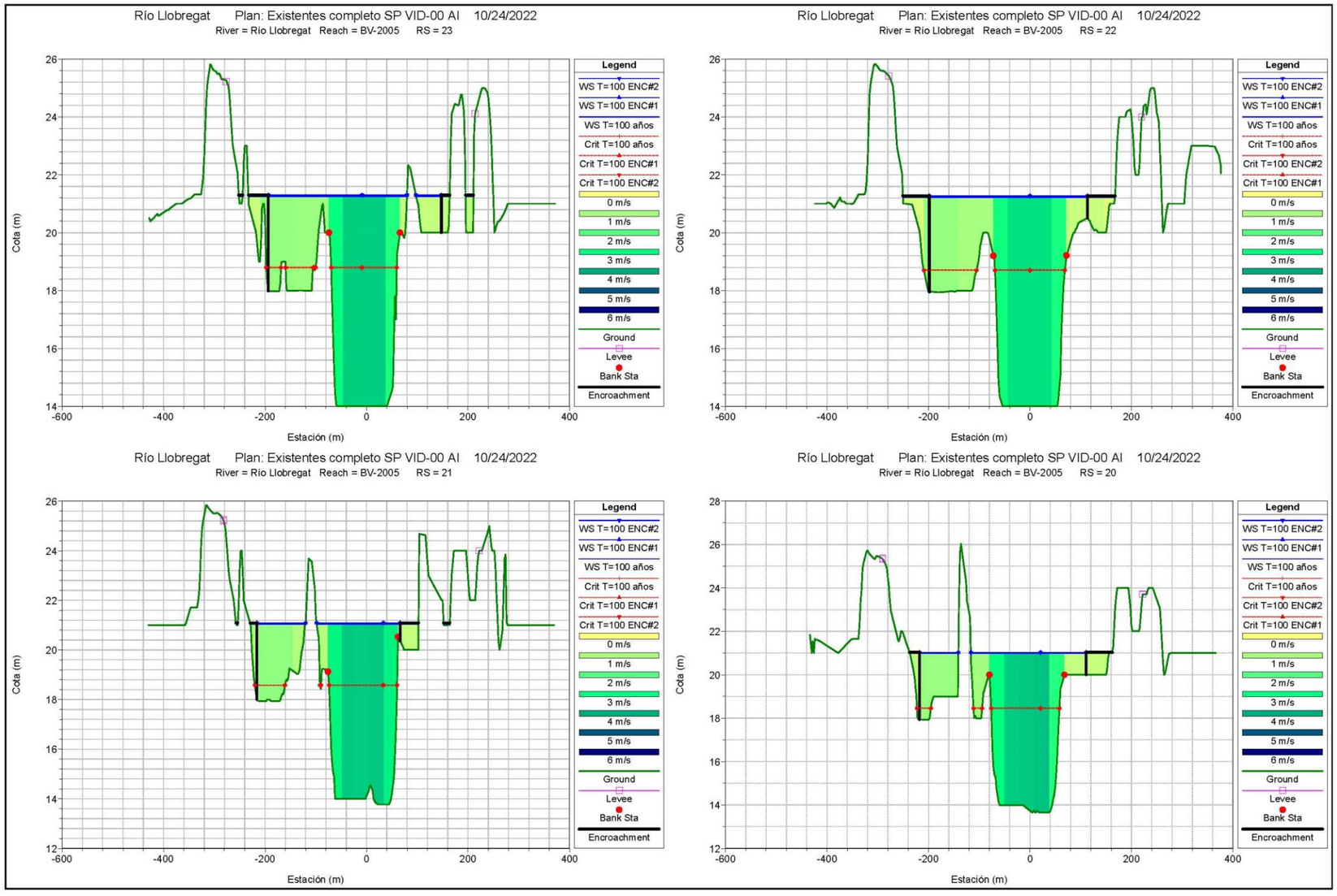

Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 6
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 5
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 4
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 3
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Cota (m)
Estación (m)

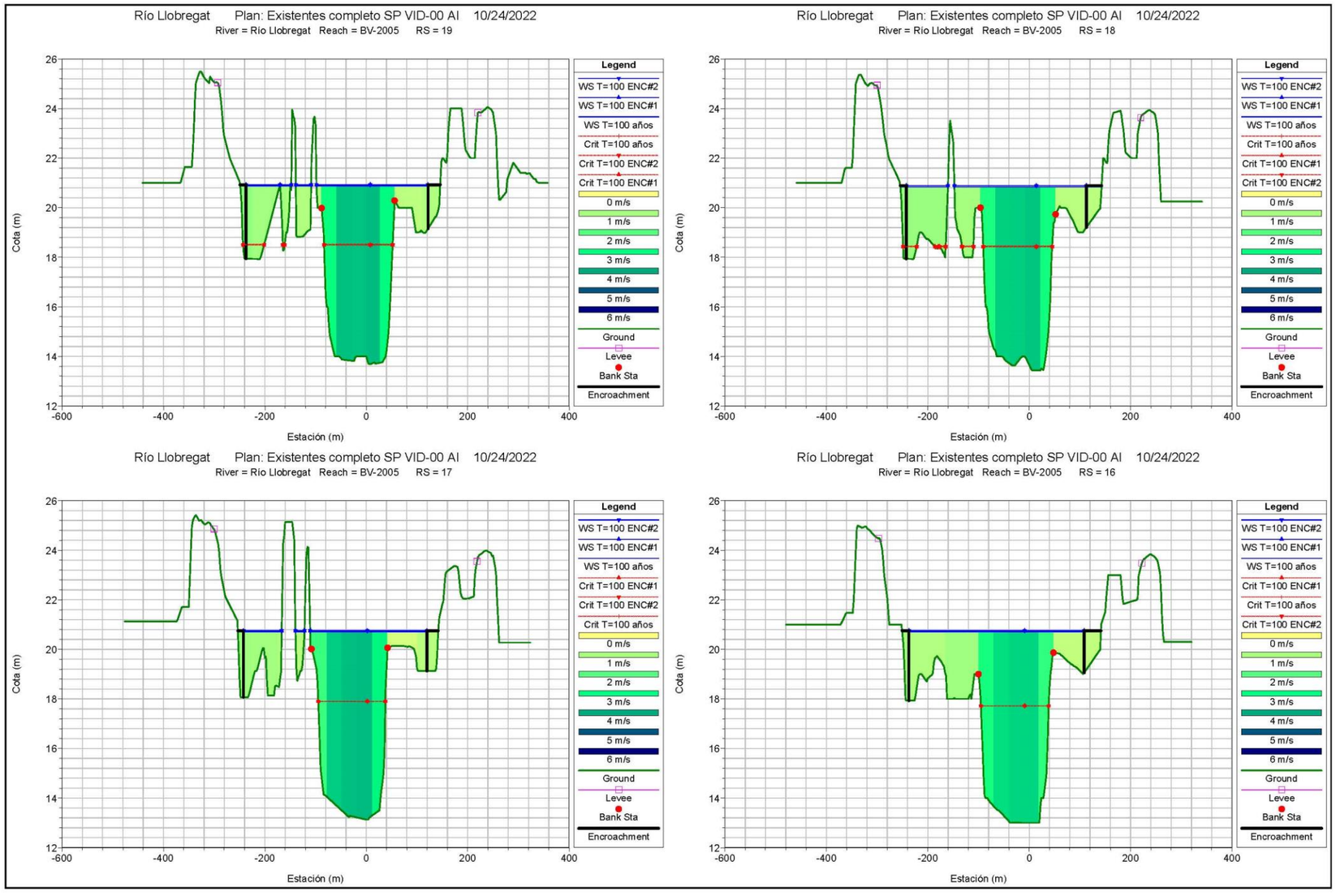

Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 2
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
Crit T=500 años
WS T=100 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta
Río Llobregat Plan: Futura BV-2005 completo 00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 1
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=500 años
WS T=100 años
Crit T=500 años
Crit T=100 años
WS Avenida Ordinari
Crit Avenida Ordinari
Ground
Levee
Bank Sta

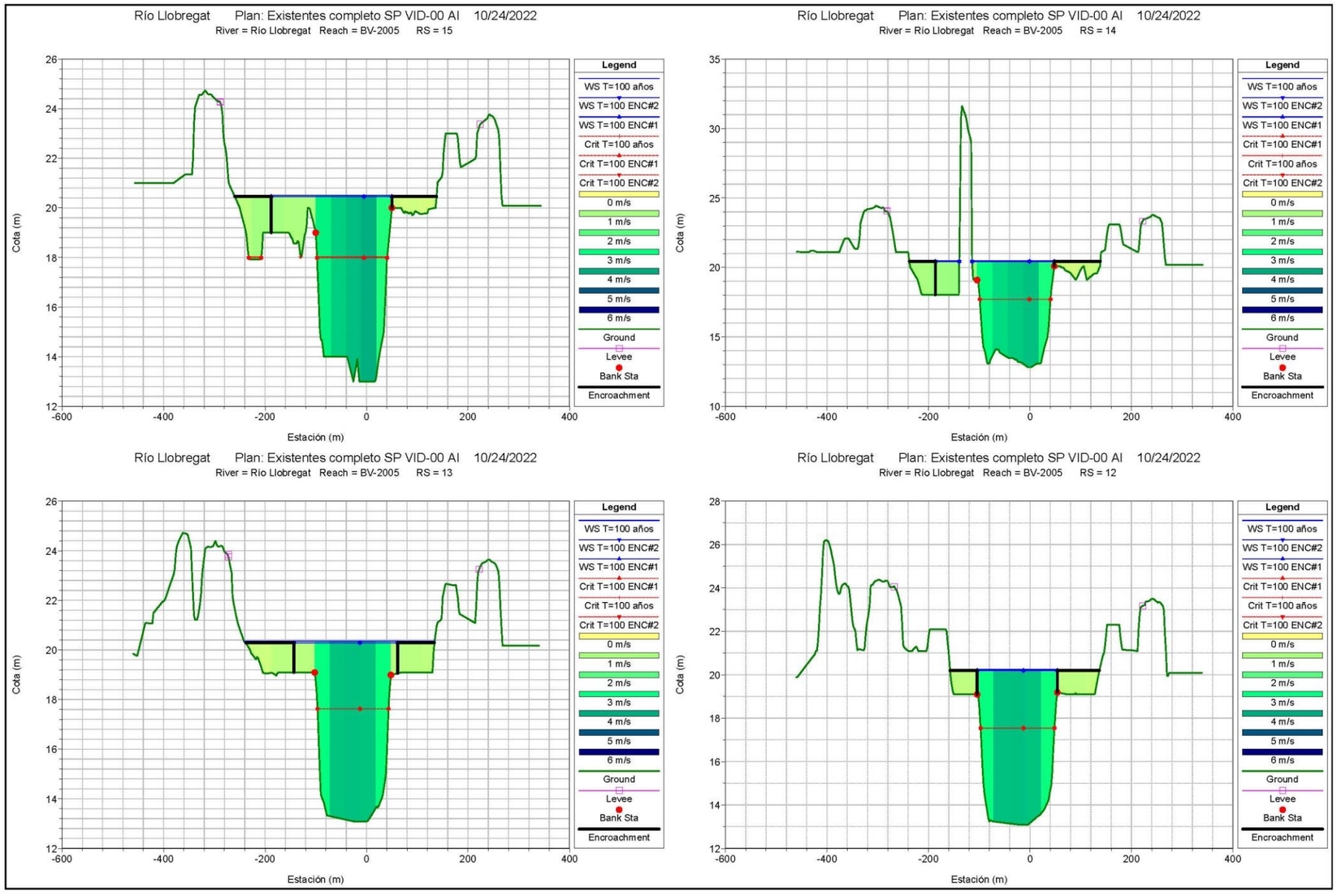
Situación futura, con la estructura existente y la nueva estructura proyectada (duplicación del puente metálico existente)

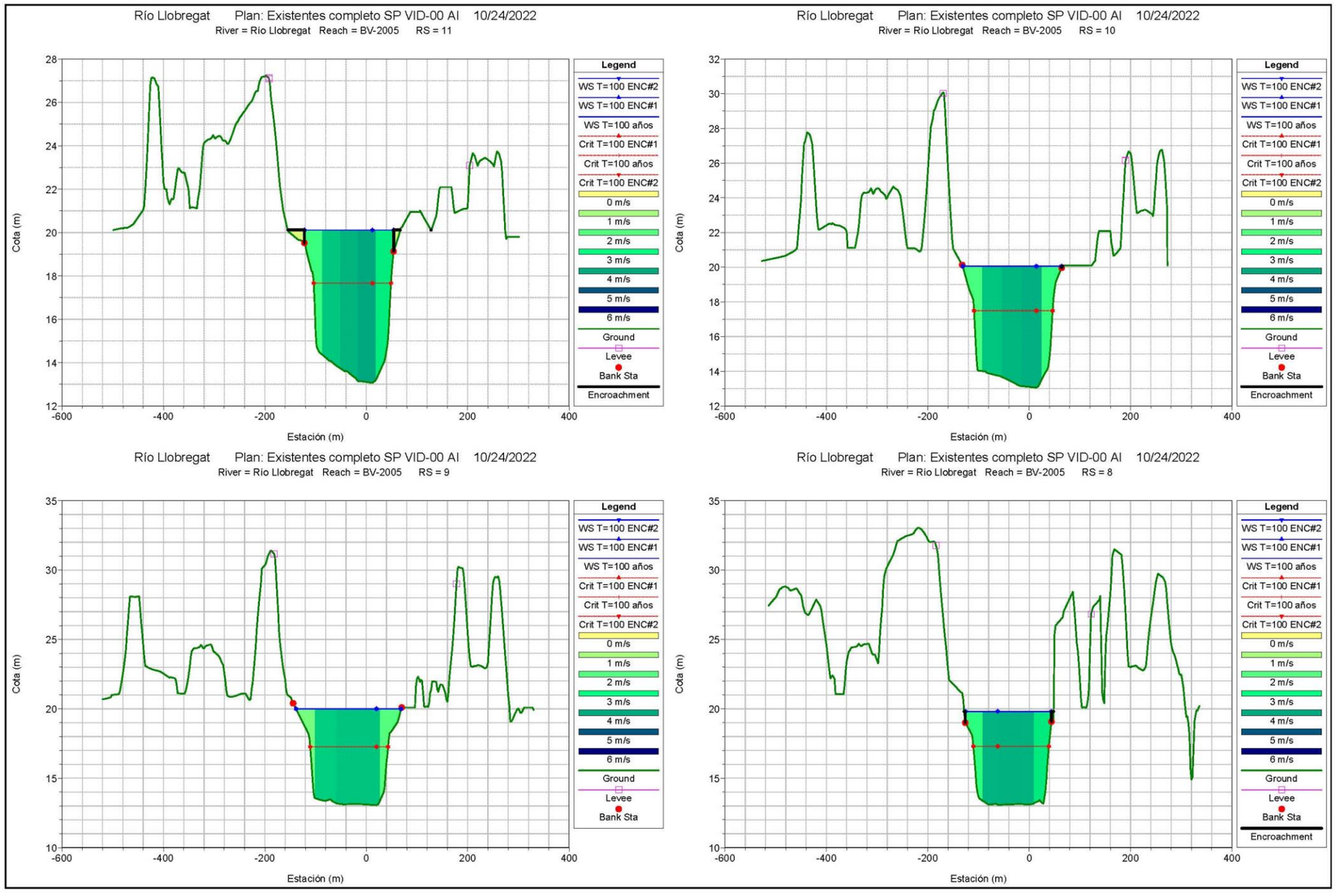


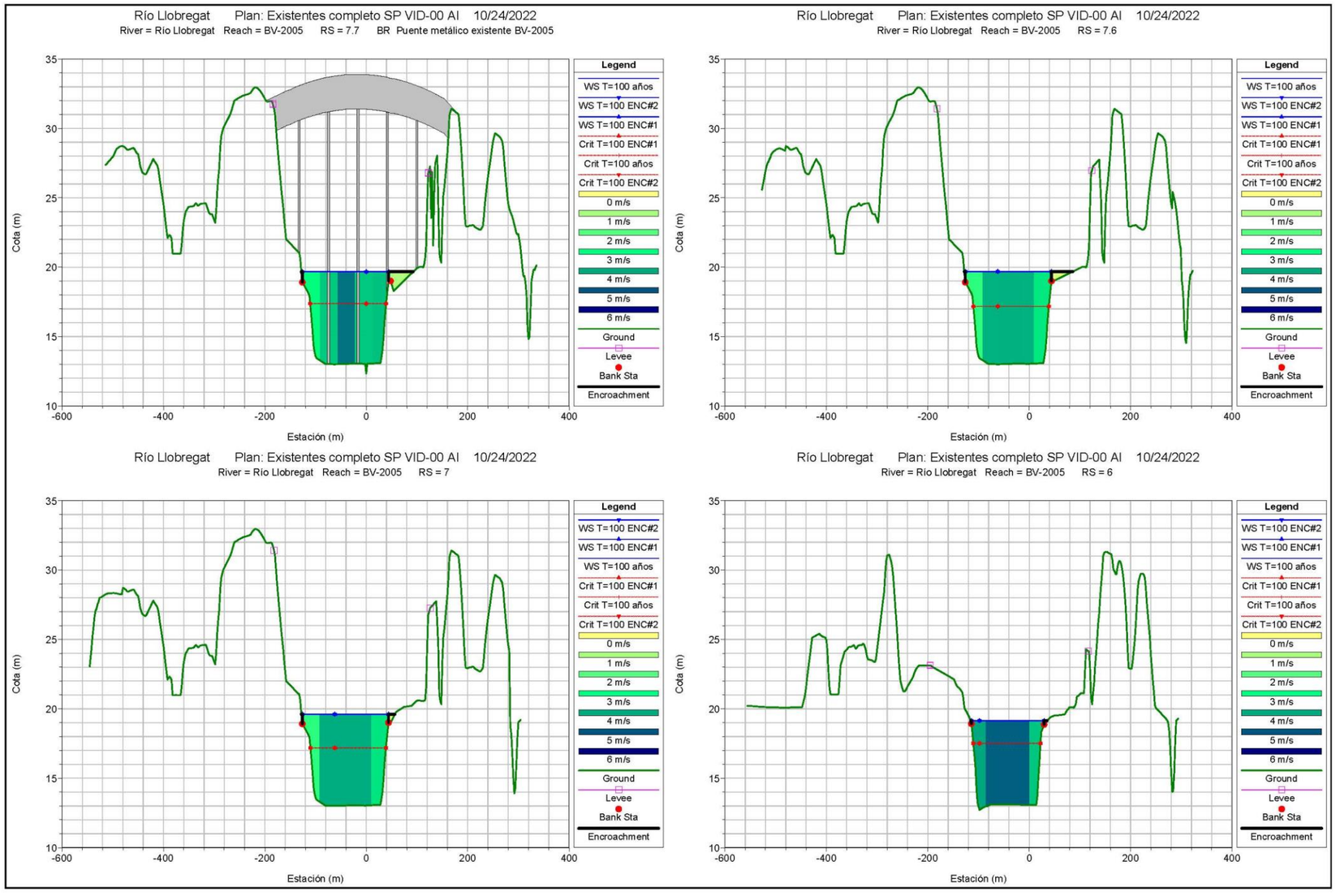
Distribución de velocidades en los perfiles transversales para el período de retorno de 100 años y cálculo de las vías de intenso desagüe, situación actual en Actuación E.

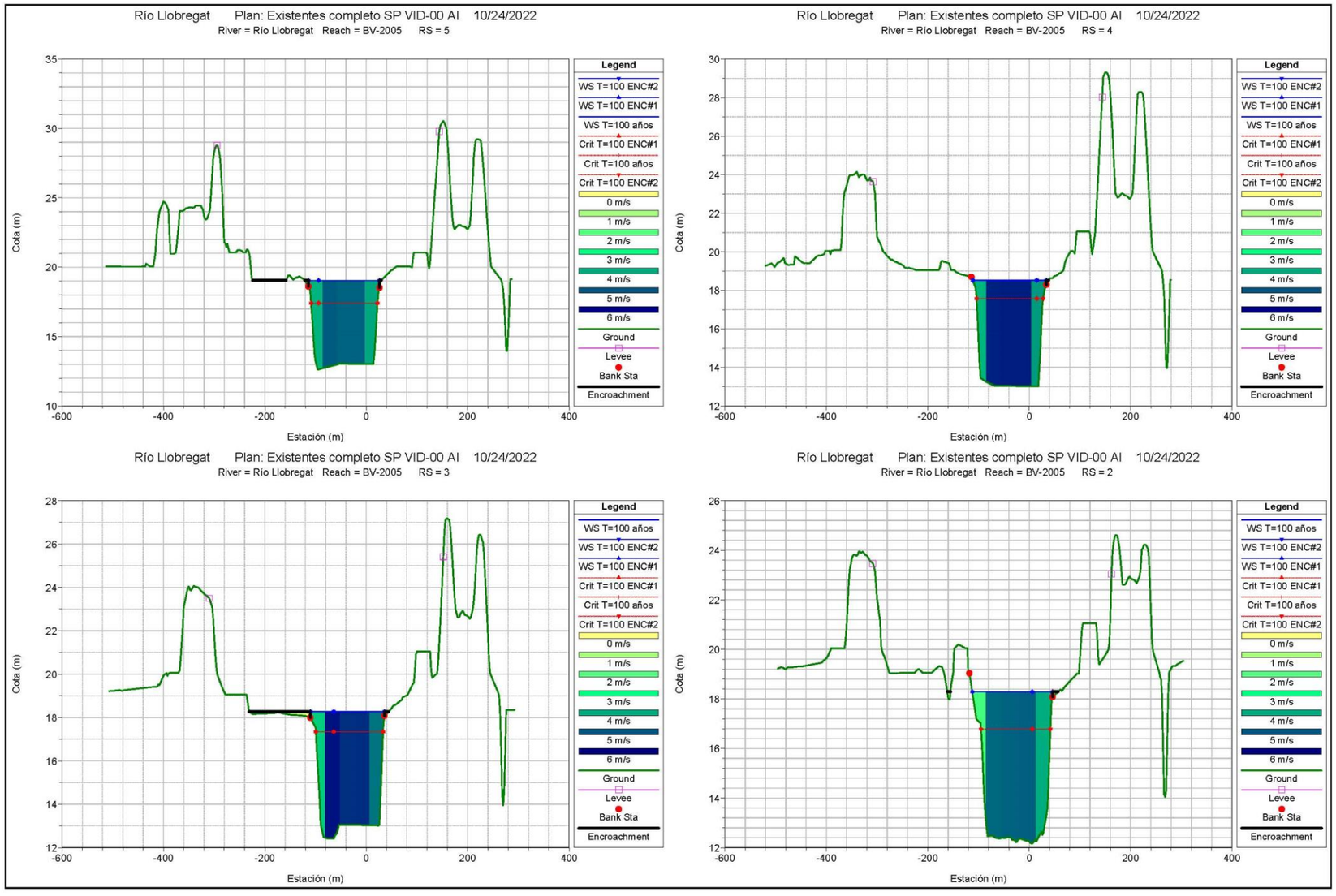

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 23
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 22
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 21
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 20
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment

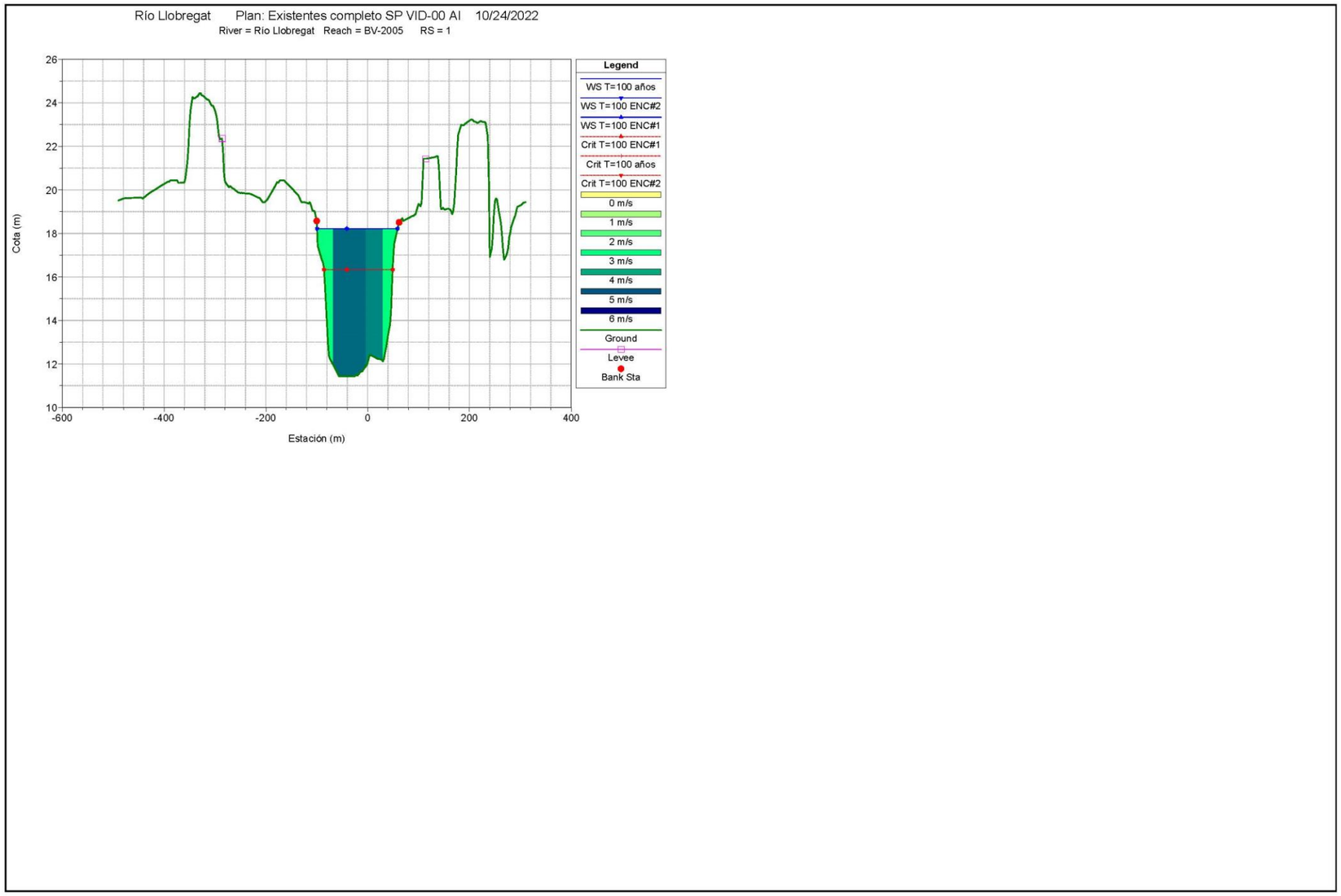

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 19
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 18
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 17
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 16
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
Crit T=100 ENC#1
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment


Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 15
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 14
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 13
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 12
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 años
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment

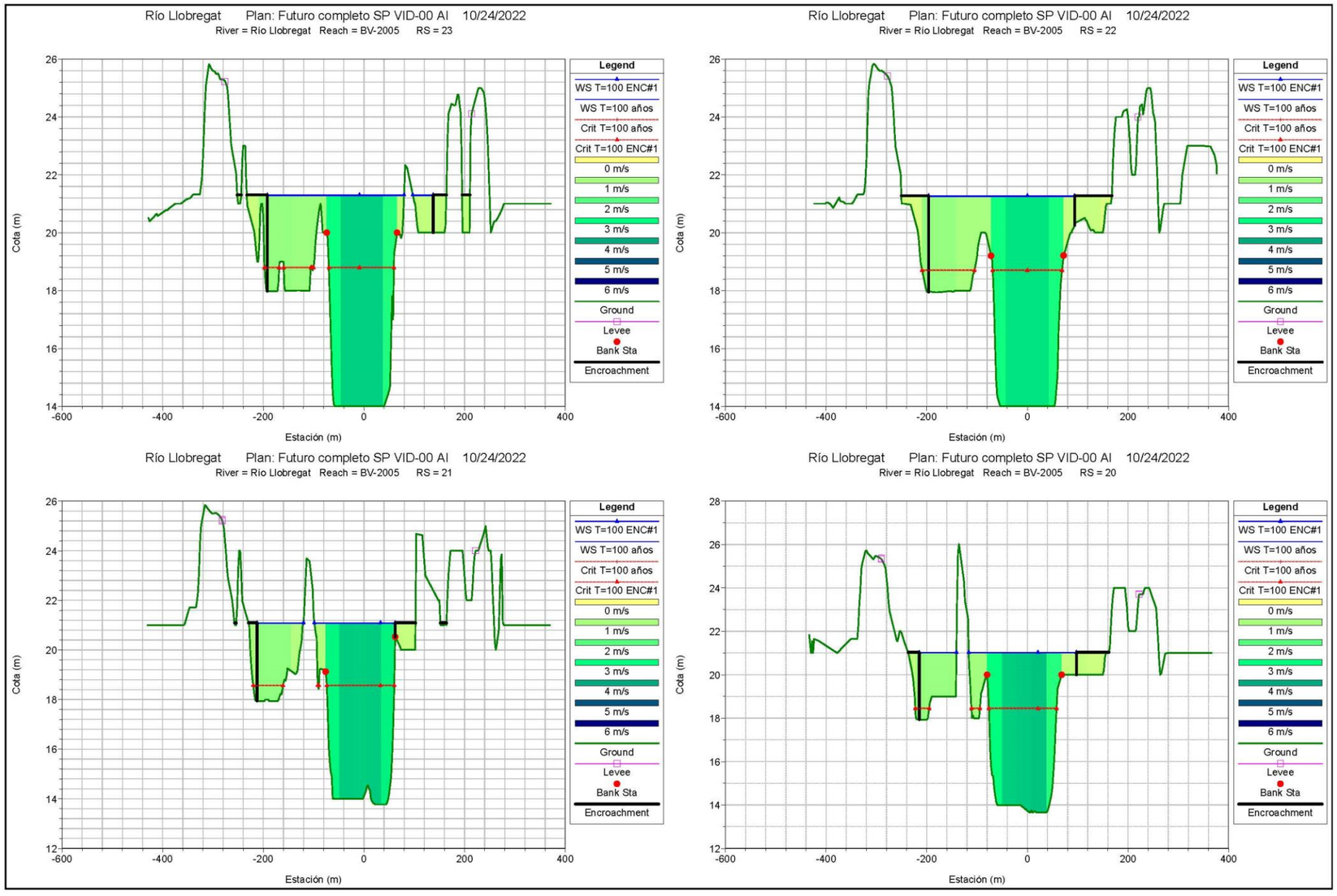

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 11
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 10
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 9
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 8
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment

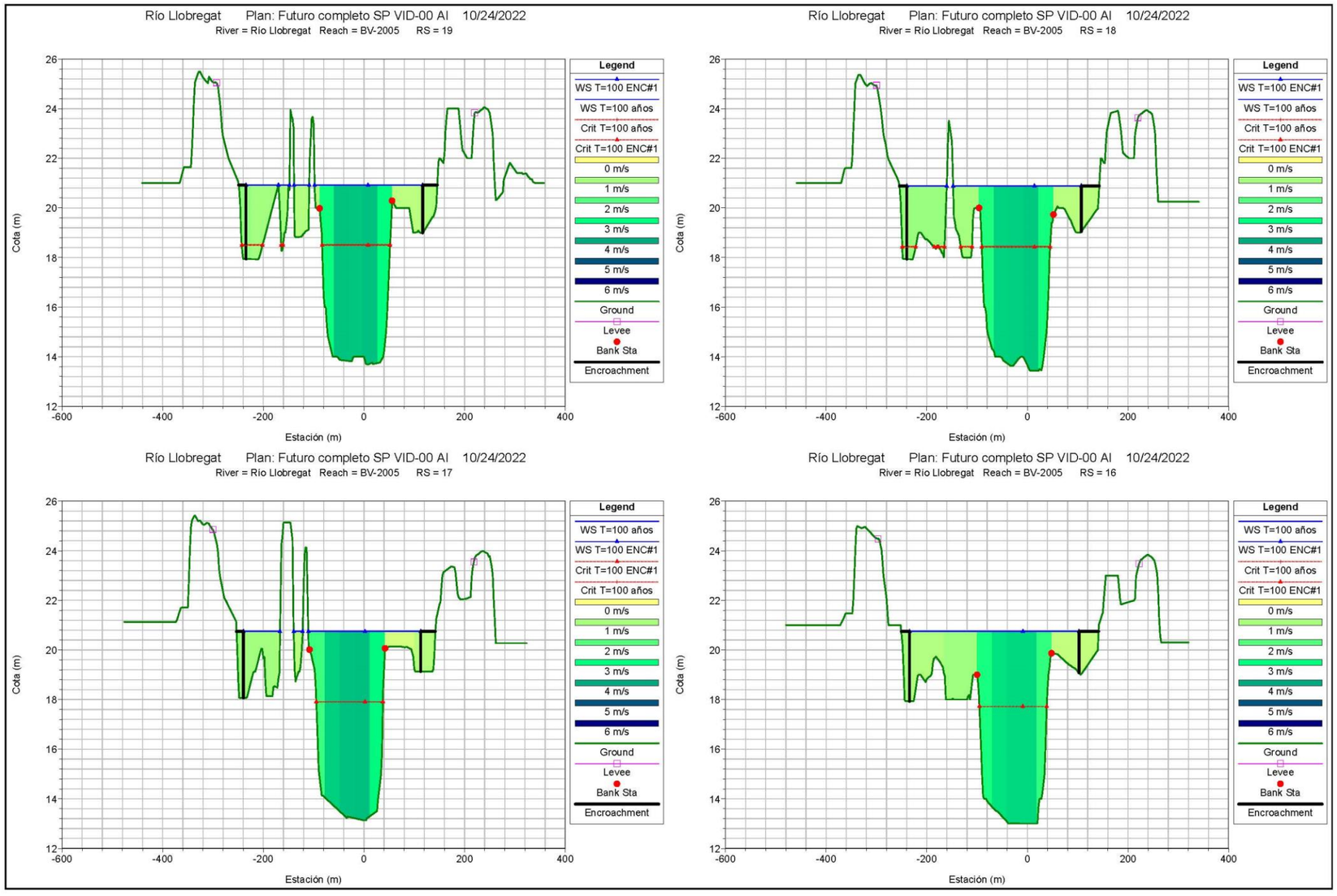

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7.7 BR Puente metálico existente BV-2005
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7.6
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 6
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 años
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment

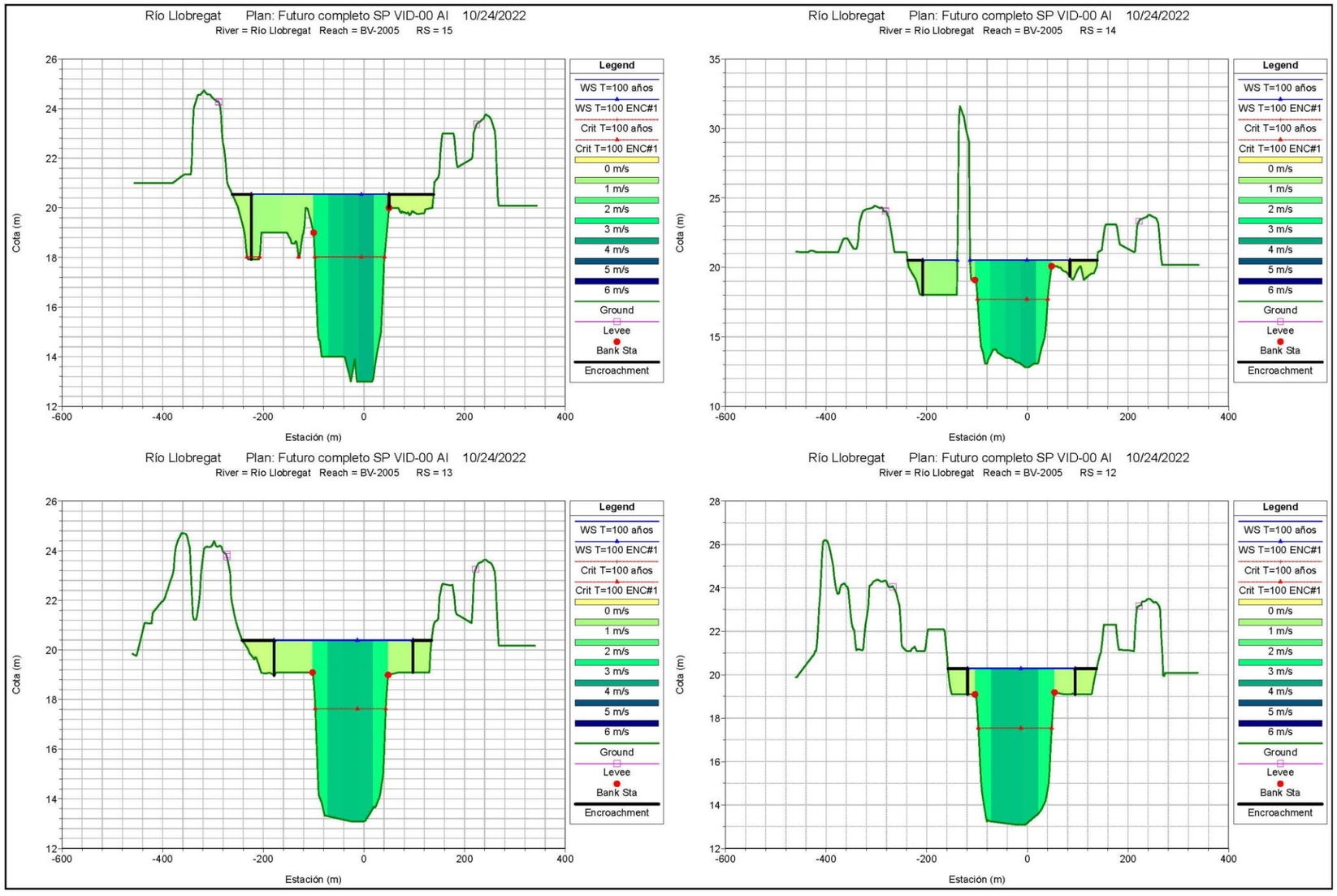

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 5
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 4
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 3
Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 2
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment

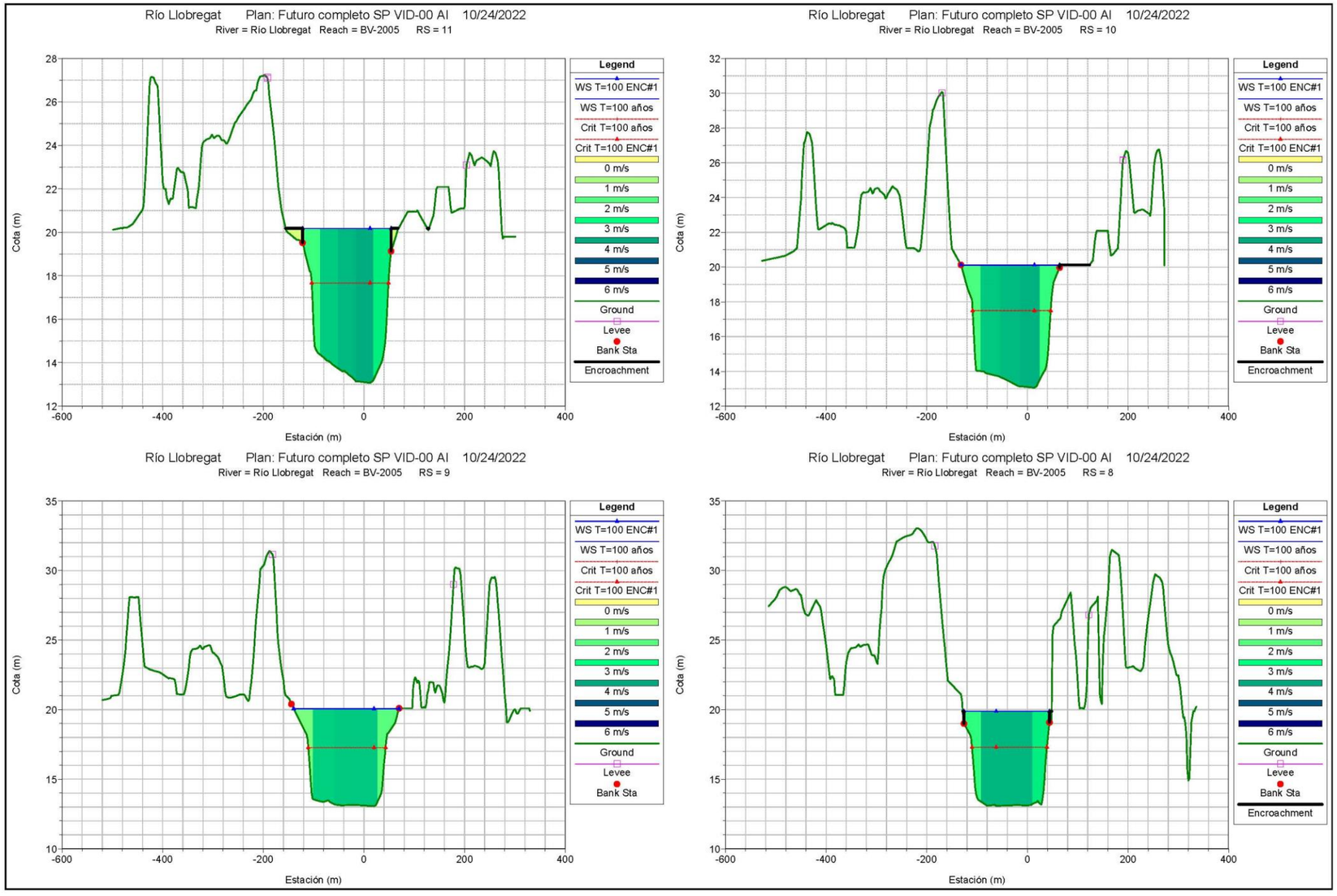

Río Llobregat Plan: Existentes completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 1
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 años
WS T=100 ENC#2
WS T=100 ENC#1
Crit T=100 ENC#1
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#2
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta

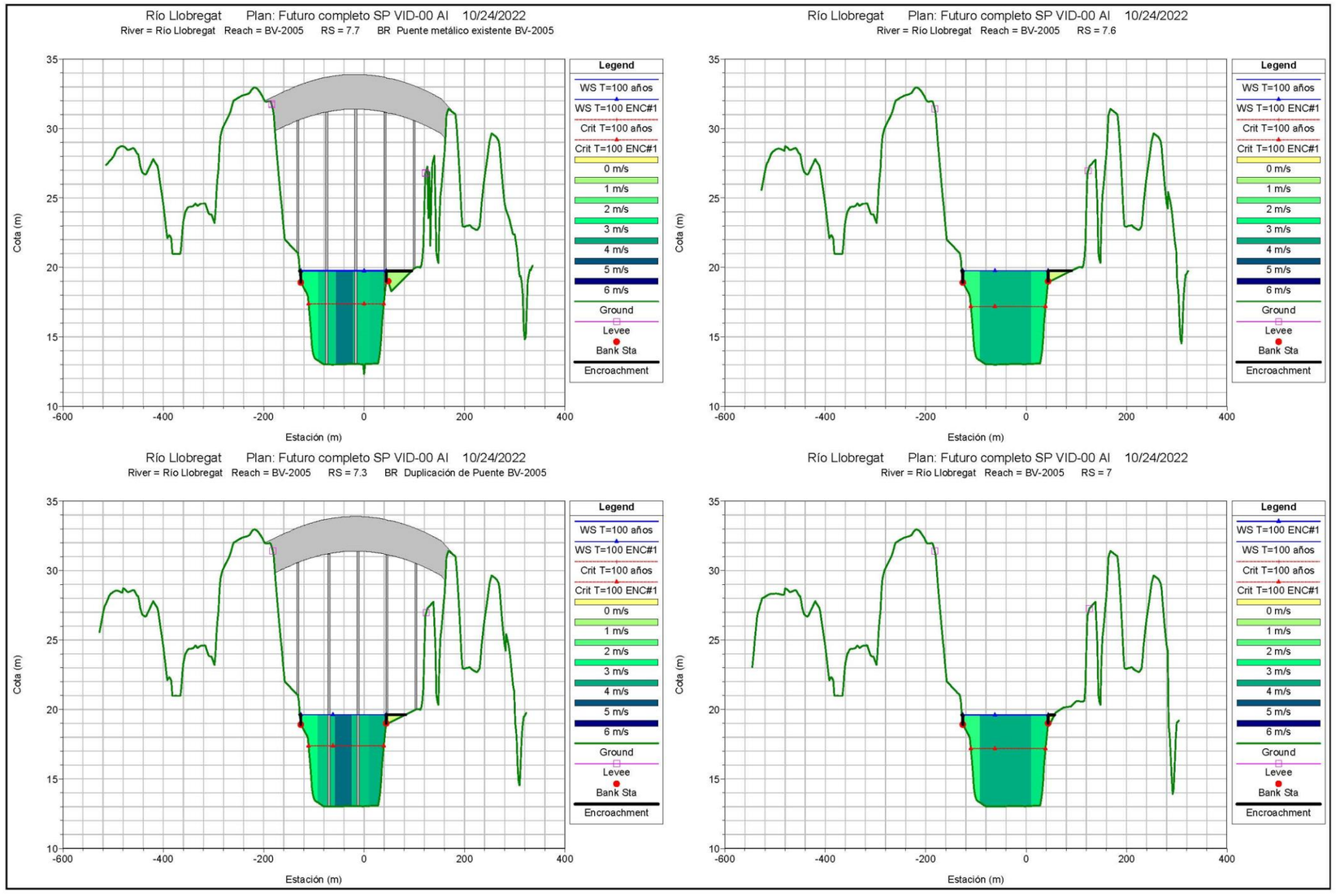
Distribución de velocidades en los perfiles transversales para el período de retorno de 100 años y cálculo de las vías de intenso desagüe, situación futura en Actuación E.

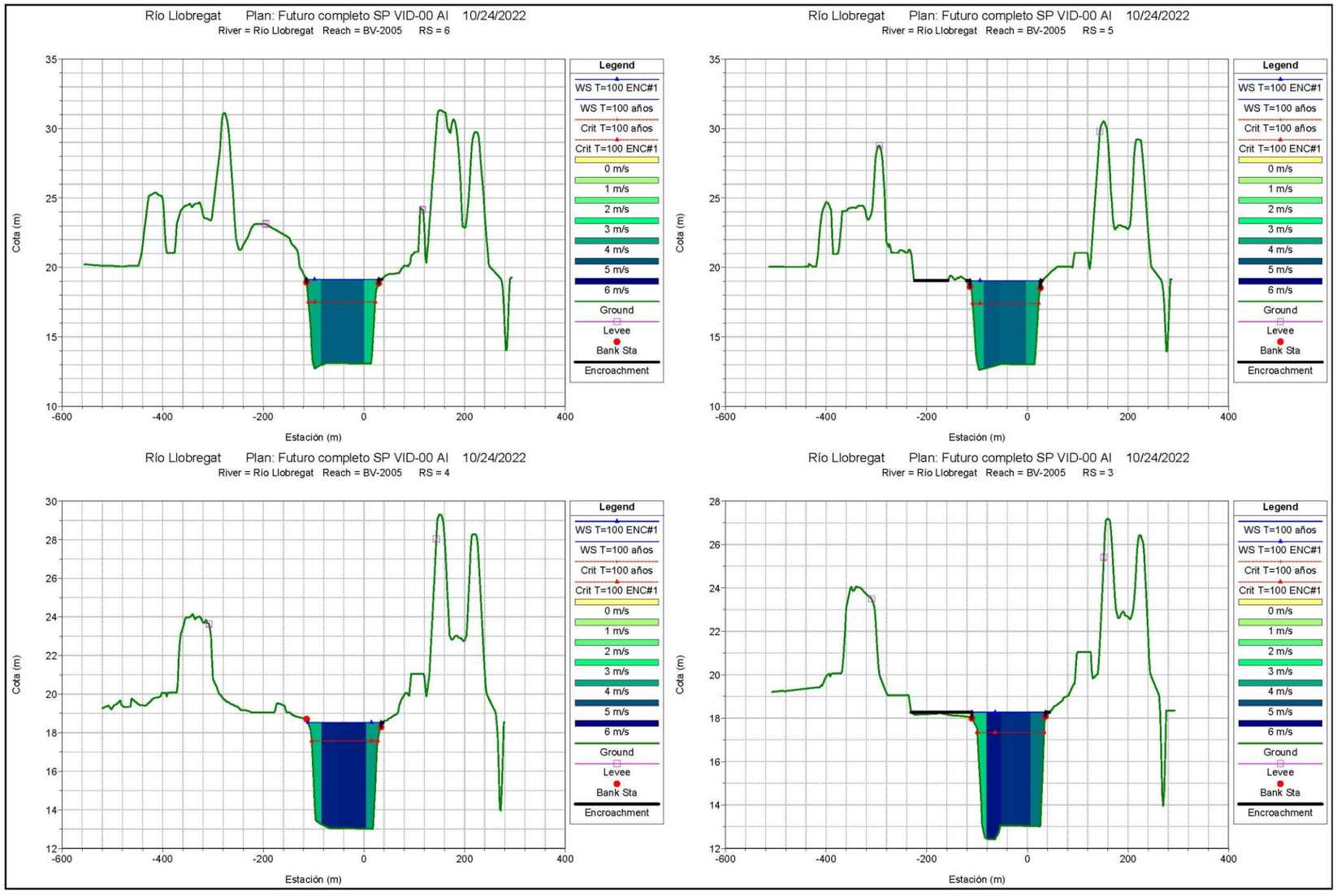

Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 23
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 22
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 21
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 20
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment

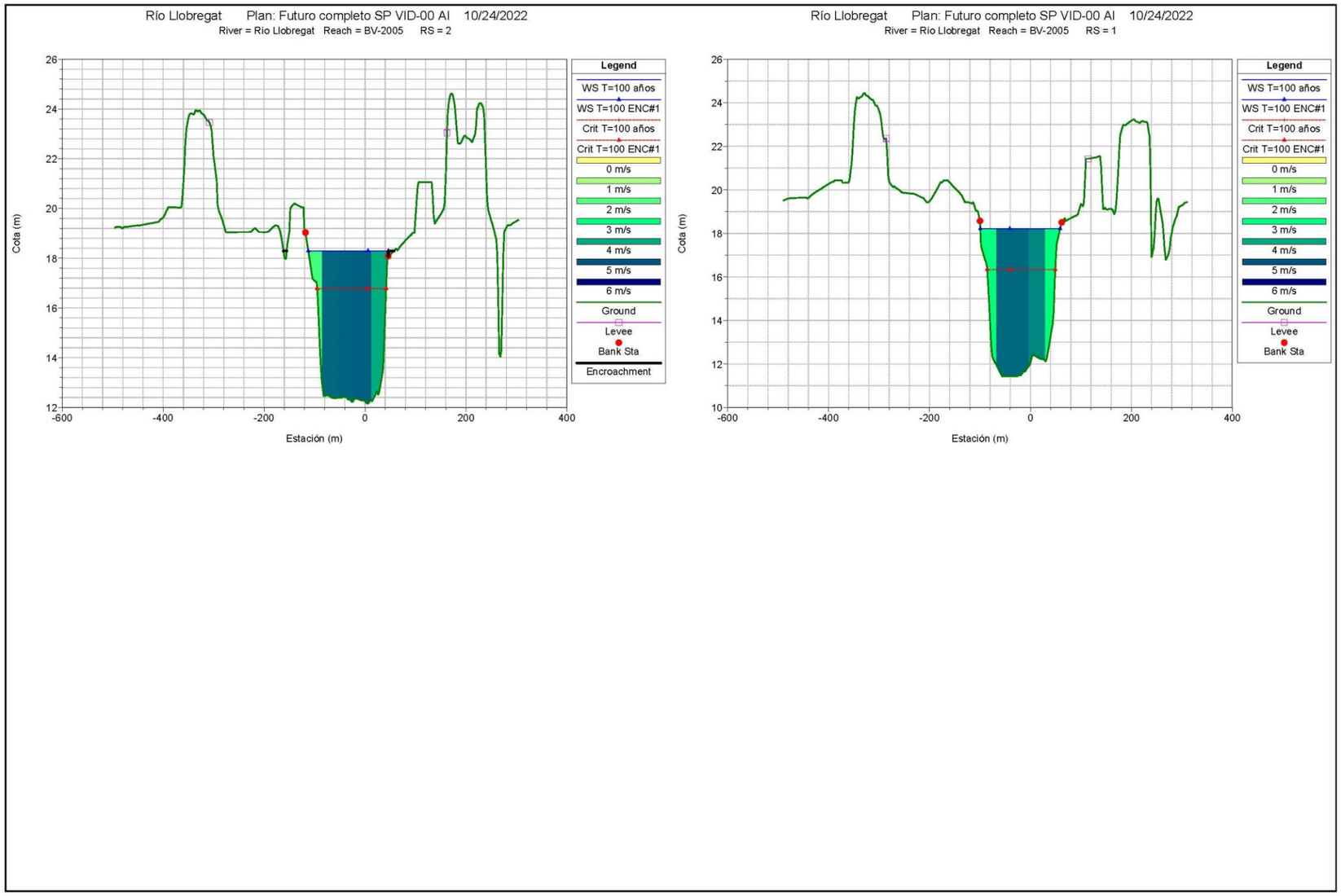

Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 19
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 18
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 17
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 16
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment


Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 15
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 14
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 13
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 12
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 años
WS T=100 ENC#1
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment


Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 11
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 10
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 9
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 8
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment


Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7.7 BR Puente metálico existente BV-2005
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7.6
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7.3 BR Duplicación de Puente BV-2005
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 7
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 años
WS T=100 ENC#1
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment


Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 6
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 5
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 4
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 3
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 ENC#1
WS T=100 años
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment


Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 2
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 años
WS T=100 ENC#1
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta
Encroachment
Río Llobregat Plan: Futuro completo SP VID-00 AI 10/24/2022
River = Río Llobregat Reach = BV-2005 RS = 1
Cota (m)
Estación (m)
Legend
WS T=100 años
WS T=100 ENC#1
Crit T=100 años
Crit T=100 ENC#1
0 m/s
1 m/s
2 m/s
3 m/s
4 m/s
5 m/s
6 m/s
Ground
Levee
Bank Sta

Cálculo de la modelización de las vías de intenso desagüe en la situación con puente, situación actual en Actuación E.

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	E.G. Elev (m)	Top Wdth Act (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Enc Sta L (m)	Ch Sta L (m)	Ch Sta R (m)	Enc Sta R (m)
BV-2005	23	T=100 años	21.25		21.74	401.80	427.32	3016.79	77.96		-74.00	66.00	
BV-2005	23	T=100 ENC#1	21.30	0.05	21.80	323.65	412.24	3056.46	53.37	-193.75	-74.00	66.00	147.27
BV-2005	22	T=100 años	21.22		21.67	418.00	454.78	3008.52	58.78		-72.00	72.00	
BV-2005	22	T=100 ENC#1	21.27	0.05	21.73	311.93	441.35	3046.66	34.06	-198.50	-72.00	72.00	113.43
BV-2005	21	T=100 años	21.04		21.59	323.69	350.58	3146.25	25.25		-76.00	61.98	
BV-2005	21	T=100 ENC#1	21.09	0.05	21.65	261.41	334.33	3186.45	1.29	-216.38	-76.00	61.98	66.43
BV-2005	20	T=100 años	20.99		21.51	367.92	320.28	3145.59	56.20		-80.00	68.00	
BV-2005	20	T=100 ENC#1	21.03	0.05	21.57	303.83	303.33	3188.06	30.68	-217.67	-80.00	68.00	110.64
BV-2005	19	T=100 años	20.88		21.43	373.82	281.16	3145.23	95.68		-88.00	56.00	
BV-2005	19	T=100 ENC#1	20.92	0.05	21.49	339.42	260.88	3187.97	73.22	-237.30	-88.00	56.00	121.79
BV-2005	18	T=100 años	20.84		21.34	383.98	367.40	3063.19	91.47		-96.00	52.00	
BV-2005	18	T=100 ENC#1	20.89	0.05	21.40	342.49	349.67	3105.22	67.19	-242.48	-96.00	52.00	112.72
BV-2005	17	T=100 años	20.71		21.26	356.47	204.67	3247.70	69.70		-108.00	42.00	
BV-2005	17	T=100 ENC#1	20.75	0.04	21.32	323.59	184.02	3291.82	46.23	-242.38	-108.00	42.00	119.58
BV-2005	16	T=100 años	20.71		21.17	391.96	329.52	3113.63	78.92		-100.00	48.00	
BV-2005	16	T=100 ENC#1	20.75	0.05	21.22	345.79	312.78	3153.87	55.42	-237.32	-100.00	48.00	108.47
BV-2005	15	T=100 años	20.51		21.09	399.01	252.01	3240.71	29.35		-100.00	50.00	
BV-2005	15	T=100 ENC#1	20.46	-0.05	21.13	237.75	128.67	3393.40		-187.75	-100.00	50.00	50.00
BV-2005	14	T=100 años	20.48		21.01	351.56	243.63	3235.32	43.12		-104.00	48.00	
BV-2005	14	T=100 ENC#1	20.43	-0.05	21.04	209.18	146.68	3375.39		-186.37	-104.00	48.00	48.00
BV-2005	13	T=100 años	20.36		20.93	375.58	111.22	3324.90	85.95		-102.00	48.00	
BV-2005	13	T=100 ENC#1	20.29	-0.07	20.95	204.55	40.34	3467.92	13.81	-143.17	-102.00	48.00	61.38
BV-2005	12	T=100 años	20.26		20.85	295.02	44.83	3409.49	67.75		-104.00	54.00	
BV-2005	12	T=100 ENC#1	20.20	-0.06	20.86	158.00		3522.07		-104.00	-104.00	54.00	54.00
BV-2005	11	T=100 años	20.11		20.76	222.39	4.26	3514.45	3.36		-122.00	54.00	
BV-2005	11	T=100 ENC#1	20.12	0.01	20.77	176.00		3522.07		-122.00	-122.00	54.00	54.00
BV-2005	10	T=100 años	20.05		20.66	196.49		3522.06	0.01		-132.00	64.00	
BV-2005	10	T=100 ENC#1	20.06	0.01	20.66	195.24		3522.07		-132.00	-132.00	64.00	64.00
BV-2005	9	T=100 años	19.99		20.55	207.09		3522.07			-144.10	70.00	
BV-2005	9	T=100 ENC#1	20.00	0.01	20.56	207.33		3522.07		-144.10	-144.10	70.00	70.00

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	E.G. Elev (m)	Top Wdth Act (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Enc Sta L (m)	Ch Sta L (m)	Ch Sta R (m)	Enc Sta R (m)
BV-2005	8	T=100 años	19.80		20.46	176.59	0.45	3519.92	1.70		-126.00	44.00	
BV-2005	8	T=100 ENC#1	19.81	0.01	20.47	170.00		3522.07		-126.00	-126.00	44.00	44.00
BV-2005	7.7 BR U	T=100 años	19.70		20.44	209.17	0.59	3490.28	31.20		-126.00	48.00	
BV-2005	7.7 BR U	T=100 ENC#1	19.67	-0.03	20.44	157.47		3522.07		-126.00	-126.00	48.00	44.00
BV-2005	7.7 BR D	T=100 años	19.61		20.38	197.41	0.49	3515.67	5.91		-126.00	48.00	
BV-2005	7.7 BR D	T=100 ENC#1	19.60	-0.01	20.39	157.47		3522.07		-126.00	-126.00	48.00	44.00
BV-2005	7.6	T=100 años	19.68		20.35	214.31	0.40	3515.25	6.42		-126.00	44.00	
BV-2005	7.6	T=100 ENC#1	19.68	0.00	20.35	170.00		3522.07		-126.00	-126.00	44.00	44.00
BV-2005	7	T=100 años	19.61		20.29	184.51	0.31	3519.60	2.16		-126.00	44.00	
BV-2005	7	T=100 ENC#1	19.61	0.00	20.29	170.00		3522.07		-126.00	-126.00	44.00	44.00
BV-2005	6	T=100 años	19.14		20.19	150.87	0.04	3521.81	0.22		-114.00	29.44	
BV-2005	6	T=100 ENC#1	19.14	0.00	20.19	143.44		3522.07		-114.00	-114.00	29.44	29.44
BV-2005	5	T=100 años	19.05		20.11	151.05	0.64	3521.09	0.35		-114.00	26.00	
BV-2005	5	T=100 ENC#1	19.05	0.00	20.11	140.00		3522.07		-114.00	-114.00	26.00	26.00
BV-2005	4	T=100 años	18.52		19.89	149.79		3521.92	0.15		-114.00	34.02	
BV-2005	4	T=100 ENC#1	18.52	0.00	19.89	145.45		3522.07		-114.00	-114.00	34.02	34.02
BV-2005	3	T=100 años	18.28		19.63	275.62	4.96	3516.87	0.24		-110.31	36.00	
BV-2005	3	T=100 ENC#1	18.27	-0.01	19.63	146.31		3522.07		-110.31	-110.31	36.00	36.00
BV-2005	2	T=100 años	18.29		19.32	176.16	0.54	3521.23	0.29		-118.00	46.00	
BV-2005	2	T=100 ENC#1	18.29	0.00	19.32	158.39		3522.07		-118.00	-118.00	46.00	46.00
BV-2005	1	T=100 años	18.21		19.13	158.21		3522.07			-100.00	62.00	
BV-2005	1	T=100 ENC#1	18.21	0.00	19.13	158.20		3522.07		-100.00	-100.00	62.00	62.00

Cálculo de la modelización de las vías de intenso desagüe en la situación con puente, situación futura en Actuación E.

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	E.G. Elev (m)	Top Wdth Act (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Enc Sta L (m)	Ch Sta L (m)	Ch Sta R (m)	Enc Sta R (m)
BV-2005	23	T=100 años	21.28		21.76	402.61	431.97	3009.89	80.22		-74.00	66.00	
BV-2005	23	T=100 ENC#1	21.31	0.02	21.81	312.38	406.25	3071.74	44.09	-191.93	-74.00	66.00	137.75
BV-2005	22	T=100 años	21.25		21.69	418.26	459.81	3001.21	61.05		-72.00	72.00	
BV-2005	22	T=100 ENC#1	21.28	0.02	21.74	290.41	435.11	3061.17	25.78	-196.50	-72.00	72.00	93.91
BV-2005	21	T=100 años	21.07		21.61	325.73	353.60	3142.02	26.44		-76.00	61.98	
BV-2005	21	T=100 ENC#1	21.09	0.02	21.66	252.94	319.00	3203.07		-212.35	-76.00	61.98	61.98
BV-2005	20	T=100 años	21.02		21.54	374.66	324.43	3141.28	56.36		-80.00	68.00	
BV-2005	20	T=100 ENC#1	21.03	0.01	21.58	287.87	292.91	3207.96	21.20	-214.86	-80.00	68.00	97.50
BV-2005	19	T=100 años	20.91		21.46	374.96	283.80	3139.15	99.13		-88.00	56.00	
BV-2005	19	T=100 ENC#1	20.92	0.01	21.50	331.35	250.41	3208.07	63.59	-234.47	-88.00	56.00	116.60
BV-2005	18	T=100 años	20.88		21.37	384.53	372.51	3054.64	94.92		-96.00	52.00	
BV-2005	18	T=100 ENC#1	20.89	0.00	21.41	334.09	339.76	3124.42	57.89	-239.62	-96.00	52.00	107.19
BV-2005	17	T=100 años	20.75		21.29	356.81	209.32	3239.06	73.68		-108.00	42.00	
BV-2005	17	T=100 ENC#1	20.74	0.00	21.33	313.92	174.28	3310.71	37.08	-239.41	-108.00	42.00	112.89
BV-2005	16	T=100 años	20.75		21.20	392.26	335.81	3103.71	82.55		-100.00	48.00	
BV-2005	16	T=100 ENC#1	20.75	0.00	21.23	336.76	303.54	3171.88	46.65	-234.31	-100.00	48.00	102.46
BV-2005	15	T=100 años	20.56		21.12	400.35	259.95	3229.26	32.85		-100.00	50.00	
BV-2005	15	T=100 ENC#1	20.54	-0.02	21.15	273.75	219.48	3302.59		-223.75	-100.00	50.00	50.00
BV-2005	14	T=100 años	20.53		21.05	351.87	249.31	3225.74	47.02		-104.00	48.00	
BV-2005	14	T=100 ENC#1	20.51	-0.02	21.06	267.31	215.78	3294.62	11.67	-208.00	-104.00	48.00	84.46
BV-2005	13	T=100 años	20.41		20.97	377.24	118.37	3312.94	90.77		-102.00	48.00	
BV-2005	13	T=100 ENC#1	20.38	-0.03	20.99	275.98	82.26	3386.00	53.81	-178.66	-102.00	48.00	97.32
BV-2005	12	T=100 años	20.32		20.89	295.85	47.86	3401.89	72.32		-104.00	54.00	
BV-2005	12	T=100 ENC#1	20.28	-0.03	20.90	213.88	13.48	3471.13	37.46	-118.75	-104.00	54.00	95.13
BV-2005	11	T=100 años	20.17		20.81	226.32	5.45	3512.73	3.88		-122.00	54.00	
BV-2005	11	T=100 ENC#1	20.18	0.01	20.82	176.00		3522.07		-122.00	-122.00	54.00	54.00
BV-2005	10	T=100 años	20.11		20.71	254.83		3521.98	0.09		-132.00	64.00	
BV-2005	10	T=100 ENC#1	20.12	0.01	20.71	195.95		3522.07		-132.00	-132.00	64.00	64.00
BV-2005	9	T=100 años	20.06		20.61	208.95		3522.07			-144.10	70.00	
BV-2005	9	T=100 ENC#1	20.07	0.01	20.61	209.19		3522.07		-144.10	-144.10	70.00	70.00

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Prof Delta WS (m)	E.G. Elev (m)	Top Wdth Act (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Enc Sta L (m)	Ch Sta L (m)	Ch Sta R (m)	Enc Sta R (m)
BV-2005	8	T=100 años	19.88		20.52	176.75	0.55	3519.57	1.94		-126.00	44.00	
BV-2005	8	T=100 ENC#1	19.88	0.01	20.53	170.00		3522.07		-126.00	-126.00	44.00	44.00
BV-2005	7.7 BR U	T=100 años	19.78		20.49	211.56	0.74	3486.21	35.11		-126.00	48.00	
BV-2005	7.7 BR U	T=100 ENC#1	19.75	-0.03	20.50	157.47		3522.07		-126.00	-126.00	48.00	44.00
BV-2005	7.7 BR D	T=100 años	19.69		20.44	202.29	0.65	3513.25	8.17		-126.00	48.00	
BV-2005	7.7 BR D	T=100 ENC#1	19.68	-0.01	20.45	157.47		3522.07		-126.00	-126.00	48.00	44.00
BV-2005	7.6	T=100 años	19.77		20.41	218.99	0.51	3513.31	8.25		-126.00	44.00	
BV-2005	7.6	T=100 ENC#1	19.76	0.00	20.41	170.00		3522.07		-126.00	-126.00	44.00	44.00
BV-2005	7.3 BR U	T=100 años	19.62		20.39	198.32	0.39	3516.76	4.92		-126.00	44.00	
BV-2005	7.3 BR U	T=100 ENC#1	19.62	0.00	20.40	160.78		3522.07		-126.00	-126.00	44.00	44.00
BV-2005	7.3 BR D	T=100 años	19.57		20.36	171.45	0.32	3520.63	1.12		-126.00	44.00	
BV-2005	7.3 BR D	T=100 ENC#1	19.57	0.00	20.36	160.78		3522.07		-126.00	-126.00	44.00	44.00
BV-2005	7	T=100 años	19.61		20.29	184.51	0.31	3519.60	2.16		-126.00	44.00	
BV-2005	7	T=100 ENC#1	19.61	0.00	20.29	170.00		3522.07		-126.00	-126.00	44.00	44.00
BV-2005	6	T=100 años	19.14		20.19	150.87	0.04	3521.81	0.22		-114.00	29.44	
BV-2005	6	T=100 ENC#1	19.14	0.00	20.19	143.44		3522.07		-114.00	-114.00	29.44	29.44
BV-2005	5	T=100 años	19.05		20.11	151.05	0.64	3521.09	0.35		-114.00	26.00	
BV-2005	5	T=100 ENC#1	19.05	0.00	20.11	140.00		3522.07		-114.00	-114.00	26.00	26.00
BV-2005	4	T=100 años	18.52		19.89	149.79		3521.92	0.15		-114.00	34.02	
BV-2005	4	T=100 ENC#1	18.52	0.00	19.89	145.46		3522.07		-114.00	-114.00	34.02	34.02
BV-2005	3	T=100 años	18.28		19.63	275.62	4.96	3516.87	0.24		-110.31	36.00	
BV-2005	3	T=100 ENC#1	18.27	-0.01	19.63	146.31		3522.07		-110.31	-110.31	36.00	36.00
BV-2005	2	T=100 años	18.29		19.32	176.16	0.54	3521.23	0.29		-118.00	46.00	
BV-2005	2	T=100 ENC#1	18.29	0.00	19.32	158.40		3522.07		-118.00	-118.00	46.00	46.00
BV-2005	1	T=100 años	18.21		19.13	158.21		3522.07			-100.00	62.00	
BV-2005	1	T=100 ENC#1	18.21	0.00	19.13	158.21		3522.07		-100.00	-100.00	62.00	62.00

APÉNDICE Nº 3: PLANOS DE NIVELES DE INUNDACIÓN (MODELIZACIÓN HIDRÁULICA HEC-RAS)

AVENIDA ORDINARIA
ZONA PREFERENTE DE FLUJO
SITUACIÓN ACTUAL 100 AÑOS
SITUACIÓN ACTUAL 500 AÑOS
SITUACIÓN FUTURA 100 AÑOS
SITUACIÓN FUTURA 500 AÑOS

LA ANCHURA LIBRE NECESARIA COINCIDE
CON LOS LÍMITES DE LA AVENIDA DE 100 AÑOS
LA SITUACIÓN ACTUAL (v >0,5 m/s)

AVENIDA 500 AÑOS
SIN ACTUACIONES
AVENIDA 100 AÑOS
CON ACTUACIONES

AVENIDA 500 AÑOS
CON ACTUACIONES
AVENIDA 100 AÑOS
SIN ACTUACIONES

D=50 m
D=45 m
D=30 m
D=35 m
D=20 m
FLUJO PREFERENTE
AVENIDA ORDINARIA

AVENIDA 500 AÑOS
CON ACTUACIONES
AVENIDA 100 AÑOS
SIN ACTUACIONES

AVENIDA 500 AÑOS
SIN ACTUACIONES
AVENIDA 100 AÑOS
CON ACTUACIONES

PERFIL 20
PERFIL 19
PERFIL 18
PERFIL 17
PERFIL 16
PERFIL 15
PERFIL 14
PERFIL 13
PERFIL 12
PERFIL 11
PERFIL 10
PERFIL 9
PERFIL 8
PERFIL 7
PERFIL 6
PERFIL 5
PERFIL 4

FERROCARRIL
CERCANÍAS
AVE
Les Teixes
A-2
B-23 km 12
B-2

FECHA:
VERIFICADO POR:
REALIZADO POR:
REVISIÓN Nº
NOMBRE DEL FICHERO: 1 Laminas de Inundación Act B-C.dwg
CODIGO DE PROYECTO:

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE
SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CATALUÑA
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

CONSULTOR: UTE
ATJ Consultores
GESSING

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:
FRANCISCO JAVIER ROMERA DURAN

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:
LUIS BONET LINUESA

ESCALAS: 1:1.000
0 10 20 30 40m
ORIGINAL A-1

TÍTULO DEL PROYECTO:
MEJORA DE LA ACCESIBILIDAD ENTRE LAS CARRETERAS DEL ENTORNO DEL BAIX LLOBREGAT

CLAVE: T9/49-B-4620

Nº DE ANEJO: 12

DESIGNACIÓN DEL PLANO:
NIVELES DE INUNDACIÓN DEL RÍO LLOBREGAT

FECHA: ABRIL 2024

HOJA 1 DE 2

FECHA:

VERIFICADO POR:

REALIZADO POR:

REVISIÓN Nº

NOMBRE DEL FICHERO: 1 Laminas de Inundación Act B-C.dwg

CODIGO DE PROYECTO:

AVENIDA ORDINARIA
ZONA PREFERENTE DE FLUJO
SITUACIÓN ACTUAL 100 AÑOS
SITUACIÓN ACTUAL 500 AÑOS
SITUACIÓN FUTURA 100 AÑOS
SITUACIÓN FUTURA 500 AÑOS

LA ANCHURA LIBRE NECESARIA COINCIDE CON LOS LÍMITES DE LA AVENIDA DE 100 AÑOS LA SITUACIÓN ACTUAL (v >0,5 m/s)

AVENIDA 500 AÑOS CON ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS SIN ACTUACIONES

AVENIDA 500 AÑOS SIN ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS CON ACTUACIONES

FLUJO PREFERENTE

AVENIDA ORDINARIA

AVENIDA 100 AÑOS SIN ACTUACIONES

AVENIDA 500 AÑOS SIN ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS SIN ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS CON ACTUACIONES

AVENIDA 500 AÑOS CON ACTUACIONES

D=50 m D=50 m D=50 m D=50 m D=45 m D=30 m D=35 m D=50 m D=60 m D=60 m

D=20 m

PERFIL 1 PERFIL 2 PERFIL 3 PERFIL 4 PERFIL 5 PERFIL 6 PERFIL 7 PERFIL 8 PERFIL 9 PERFIL 10 PERFIL 11 PERFIL 12

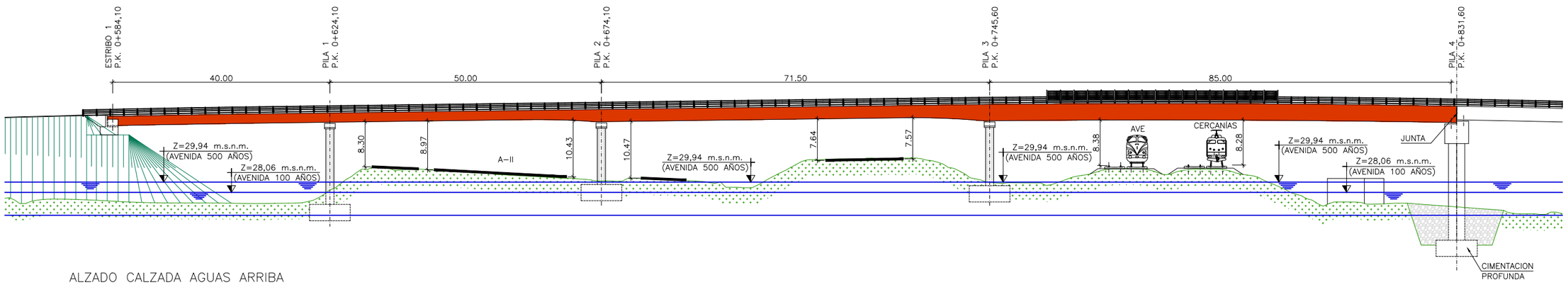
0+229.323 1+074.285 1+417.52 4+016.585 5+245.32 7+402.015 8+171.409 9+385.999 0+042.998 0+186.745 6+422.392

A-2 km 599 B-23 km 12

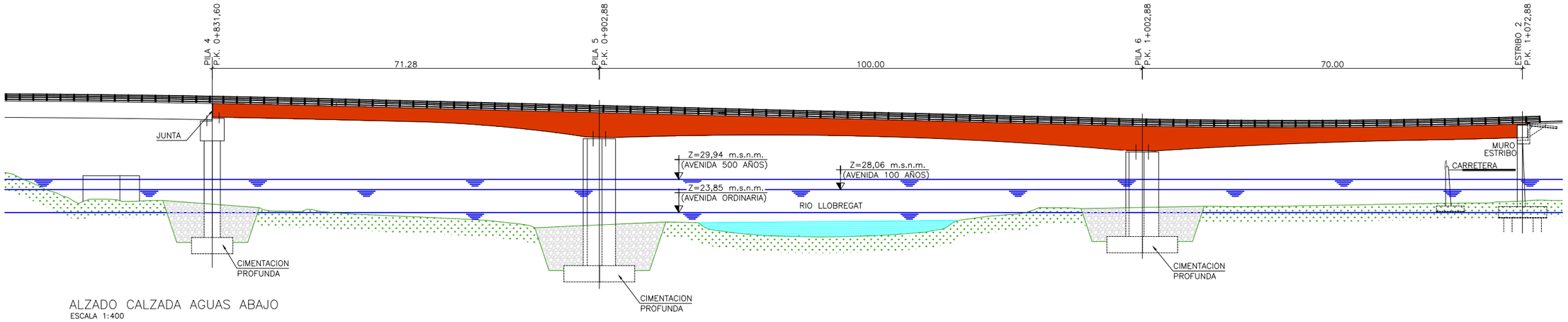
CERCANÍAS AVE

LLOBREG EL

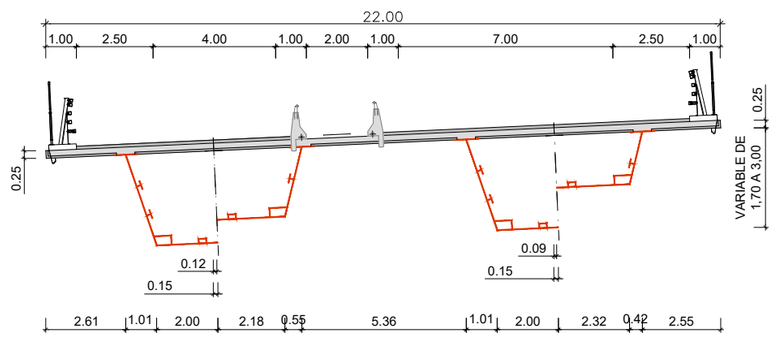
GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CATALUÑA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS	CONSULTOR: UTE ATJ Consultores · GESSING	EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: FRANCISCO JAVIER ROMERA DURÁN	EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: LUIS BONET LINUESA	ESCALAS: 1:1.000 (0 10 20 30 40m) ORIGINAL A-1	TITULO DEL PROYECTO: MEJORA DE LA ACCESIBILIDAD ENTRE LAS CARRETERAS DEL ENTORNO DEL BAIX LLOBREGAT	CLAVE: T9/49-B-4620	Nº DE ANEJO 12	DESIGNACIÓN DEL PLANO: NIVELES DE INUNDACIÓN DEL RÍO LLOBREGAT	FECHA: ABRIL 2024 HOJA 2 DE 2



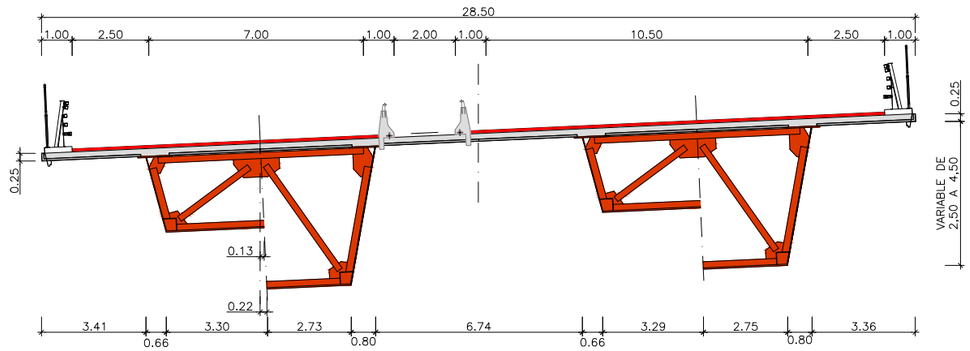
ALZADO CALZADA AGUAS ARRIBA
ESCALA 1:400



ALZADO CALZADA AGUAS ABAJO
ESCALA 1:400



SECCIÓN TIPO CALZADA AGUAS ARRIBA
ESCALA 1:400



SECCIÓN TIPO CALZADA AGUAS ABAJO
ESCALA 1:400

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CATALUÑA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS	CONSULTOR: UTE ATJ Consultores · GESSING	EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: FRANCISCO JAVIER ROMERA DURÁN	EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: LUIS BONET LINUESA	ESCALAS: INDICADAS ORIGINAL A-1	TÍTULO DEL PROYECTO: MEJORA DE LA ACCESIBILIDAD ENTRE LAS CARRETERAS DEL ENTORNO DEL BAIX LLOBREGAT	CLAVE: T9/49-B-4620	Nº DE ANEJO 12	DESIGNACIÓN DEL PLANO: NIVELES DE INUNDACIÓN PUENTE SOBRE EL RÍO LLOBREGAT	FECHA: ABRIL 2024 HOJA 1 DE 1

CODIGO DE PROYECTO: · NOMBRE DEL FICHERO: 1 Puente Actuacion B.dwg · REALIZADO POR: · VERIFICADO POR: · FECHA: · REVISIÓN Nº

AVENIDA ORDINARIA
ZONA PREFERENTE DE FLUJO
SITUACIÓN ACTUAL 100 AÑOS
SITUACIÓN ACTUAL 500 AÑOS
SITUACIÓN FUTURA 100 AÑOS
SITUACIÓN FUTURA 500 AÑOS

LA ANCHURA LIBRE NECESARIA COINCIDE CON LOS LÍMITES DE LA AVENIDA DE 100 AÑOS LA SITUACIÓN ACTUAL (v >0,5 m/s)

PERFIL 23
PERFIL 22
PERFIL 21
PERFIL 20
PERFIL 19
PERFIL 18
PERFIL 17
PERFIL 16
PERFIL 15
PERFIL 14
PERFIL 13
PERFIL 12
PERFIL 11

AVENIDA 500 AÑOS
SIN ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS
CON ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS
SIN ACTUACIONES

AVENIDA 500 AÑOS
CON ACTUACIONES

FLUJO PREFERENTE

AVENIDA ORDINARIA

D = 50 m
D = 51 m
D = 50 m
D = 51 m
D = 51 m
D = 50 m
D = 50 m
D = 50 m
D = 42 m
D = 50 m
D = 54 m
D = 53 m

AVENIDA 100 AÑOS
CON ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS
SIN ACTUACIONES

AVENIDA 500 AÑOS
CON ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS
SIN ACTUACIONES

AVENIDA 500 AÑOS
SIN ACTUACIONES

Alguamolls de Molins de Re
Claramunt
A SANT VICENÇ DELS HORTS

FECHA:
VERIFICADO POR:
REALIZADO POR:
REVISIÓN Nº
NOMBRE DEL FICHERO: 2 Laminas de inundacion Act E.dwg
CODIGO DE PROYECTO:

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE
SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CATALUÑA
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

CONSULTOR: UTE
ATJ Consultores
GESSING

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:
FRANCISCO JAVIER ROMERA DURAN

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:
LUIS BONET LINUESA

ESCALAS: 1:1.000
0 10 20 30 40m
ORIGINAL A-1

TÍTULO DEL PROYECTO:
MEJORA DE LA ACCESIBILIDAD ENTRE LAS CARRETERAS DEL ENTORNO DEL BAIX LLOBREGAT

CLAVE: T9/49-B-4620

Nº DE ANEJO: 12

DESIGNACIÓN DEL PLANO:
NIVELES DE INUNDACIÓN DEL RÍO LLOBREGAT

FECHA: ABRIL 2024

HOJA 1 DE 2

FECHA:

VERIFICADO POR:

REALIZADO POR:

REVISIÓN Nº

NOMBRE DEL FICHERO: 2 Laminas de inundacion Act E.dwg

CODIGO DE PROYECTO:

PERFIL 14 | PERFIL 13 | PERFIL 12 | PERFIL 11 | PERFIL 10 | PERFIL 9 | PERFIL 8 | PERFIL 7.6 | PERFIL 7 | PERFIL 6 | PERFIL 5 | PERFIL 4 | PERFIL 3 | PERFIL 2 | PERFIL 1

Canal

Estación de Servicio

Claramunt

AVENIDA ORDINARIA
ZONA PREFERENTE DE FLUJO
SITUACIÓN ACTUAL 100 AÑOS
SITUACIÓN ACTUAL 500 AÑOS
SITUACIÓN FUTURA 100 AÑOS
SITUACIÓN FUTURA 500 AÑOS

LA ANCHURA LIBRE NECESARIA COINCIDE CON LOS LÍMITES DE LA AVENIDA DE 100 AÑOS LA SITUACIÓN ACTUAL (v >0,5 m/s)

AVENIDA 500 AÑOS SIN ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS SIN ACTUACIONES

AVENIDA 500 AÑOS CON ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS CON ACTUACIONES

FLUJO PREFERENTE

AVENIDA ORDINARIA

AVENIDA 100 AÑOS CON ACTUACIONES

AVENIDA 500 AÑOS SIN ACTUACIONES

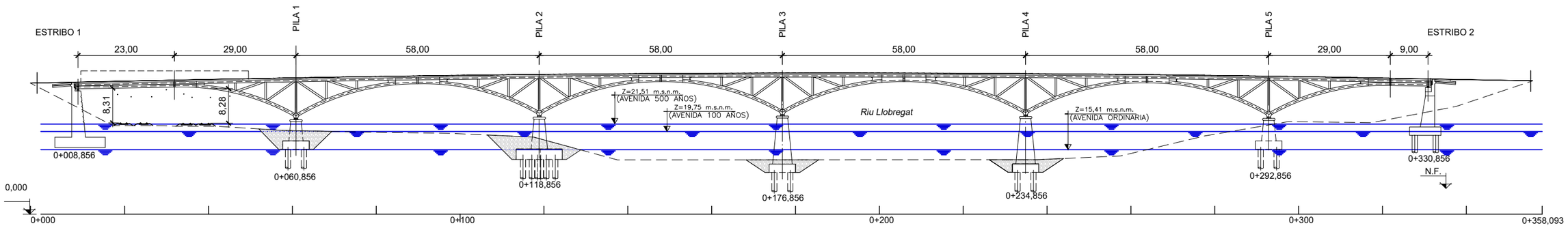
AVENIDA 500 AÑOS CON ACTUACIONES

AVENIDA 100 AÑOS SIN ACTUACIONES

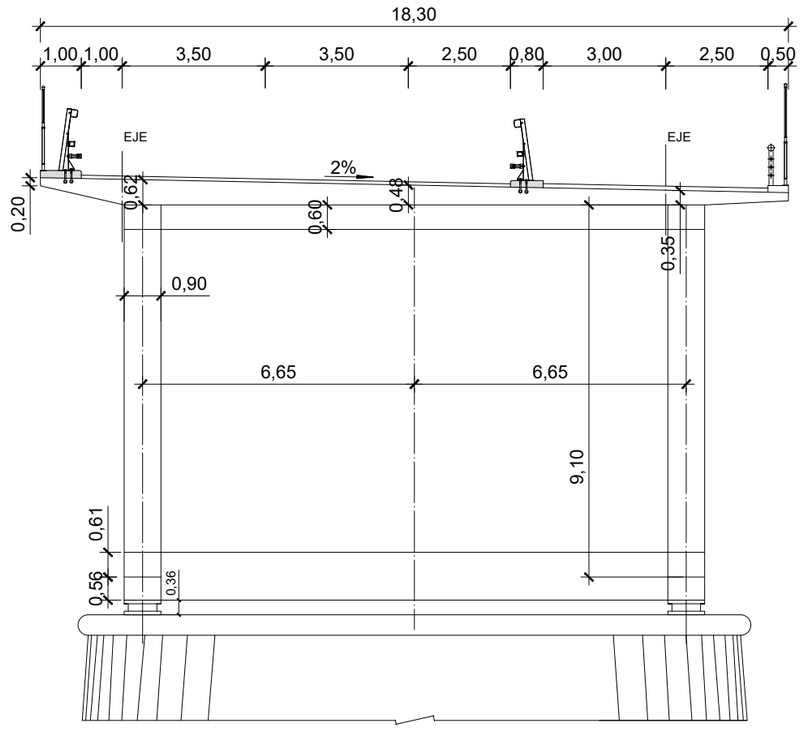
0+036.216 | 0+000 | 0+020.142 | 0+353.596 | 0+000 | 0+300 | 0+200 | 0+100 | 0+074.763 | 0+065.835 | 0+018.184 | 0+000

D = 42 m | D = 50 m | D = 54 m | D = 53 m | D = 50 m | D = 52 m | D = 48 m | D = 26 m | D = 33 m | D = 28 m | D = 24 m | D = 49 m | D = 51 m | D = 51 m | D = 50 m

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CATALUÑA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS	CONSULTOR: UTE ATJ Consultores — GESSING	EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO: FRANCISCO JAVIER ROMERA DURÁN	EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO: LUIS BONET LINUESA	ESCALAS: 1:1.000 (0 10 20 30 40m) ORIGINAL A-1	TÍTULO DEL PROYECTO: MEJORA DE LA ACCESIBILIDAD ENTRE LAS CARRETERAS DEL ENTORNO DEL BAIX LLOBREGAT	CLAVE: T9/49-B-4620	Nº DE ANEJO 12	DESIGNACIÓN DEL PLANO: NIVELES DE INUNDACIÓN DEL RÍO LLOBREGAT	FECHA: ABRIL 2024 HOJA 2 DE 2



ALZADO
ESCALA 1:500



SECCIÓN TABLERO EN PILAS
ESCALA 1:75

CODIGO DE PROYECTO:
NOMBRE DEL FICHERO: 2 Puente Actuacion E.dwg
REALIZADO POR:
VERIFICADO POR:
FECHA:
REVISIÓN Nº

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE
SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CATALUÑA
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

CONSULTOR: UTE
ATJ Consultores
GESSING

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:
FRANCISCO JAVIER ROMERA DURÁN

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:
LUIS BONET LINUESA

ESCALAS: INDICADAS
ORIGINAL A-1

TÍTULO DEL PROYECTO:
MEJORA DE LA ACCESIBILIDAD ENTRE LAS CARRETERAS DEL ENTORNO DEL BAIX LLOBREGAT

CLAVE: T9/49-B-4620

Nº DE ANEJO: 12

DESIGNACIÓN DEL PLANO:
NIVELES DE INUNDACIÓN PUENTE SOBRE EL RÍO LLOBREGAT

FECHA: ABRIL 2024

HOJA 1 DE 1

APÉNDICE Nº 4: CAUDALES DE APORTACIÓN DE LAS CUENCAS, OBTENIDOS EN EL ANEJO DE CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

APÉNDICE Nº 5: CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS ODT PROYECTADAS. CURVAS CARACTERÍSTICAS (Q,HE)

CÁLCULO DE CAUDALES SEGÚN RECOMENDACIONES DE LA A.C.A. PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS EN SITUACIÓN EXTREMA S(III)

NÚMERO CUENCA	DENOMINACIÓN	LONG. (Km)	COTA CABECERA CUENCA (m)	COTA INFERIOR CUENCA (m)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE tanto por uno	ÁREA A (Km2)	I1:Id	% GRADO DE URBANI-ZACIÓN μ	Tc	I:Id	Pd	Pd/24	I	Po S(III)	Coef. mult. de Po r	Po corr. Po·r	Coef. uniformidad K	Coef. de simultaneidad Ka	Pd corr. Pd·Ka	C	Método Racional (ACA) Q= K·C·I·S/3,6
1	**-**	0.90	111.60	27.78	83.8	0.0927	0.2660	11.00	0.75	0.11	36.27	207.1	8.63	312.98	3.5	1.30	4.6	1.00	1.000	207.1	0.95	**22.185**
1-1	**-**	0.15	29.67	25.22	4.5	0.0297	0.0067	11.00	0.85	0.03	61.94	207.1	8.63	534.53	2.5	1.30	3.3	1.00	1.000	207.1	0.97	**0.975**
2	**Riera Fonda**	2.30	266.10	23.06	243.0	0.1057	1.4026	11.00	0.30	0.28	22.90	207.0	8.63	197.52	13.0	1.30	16.9	1.01	0.990	205.0	0.73	**57.032**
2-1	**-**	0.28	28.72	25.80	2.9	0.0104	0.0198	11.00	0.20	0.10	38.87	207.0	8.63	335.23	10.0	1.30	13.0	1.00	1.000	207.0	0.80	**1.486**
2-2	**-**	0.19	103.40	47.70	55.7	0.2932	0.0142	11.00	0.00	0.16	30.36	207.0	8.63	261.88	18.2	1.30	23.7	1.01	1.000	207.0	0.63	**0.654**
2-3	**-**	0.02	27.57	26.34	1.2	0.0615	0.0004	11.00	0.00	0.16	30.36	207.0	8.63	261.88	2.2	1.30	2.9	1.01	1.000	207.0	0.98	**0.029**
2-4	**-**	0.07	27.57	26.34	1.2	0.0176	0.0010	11.00	0.00	0.16	30.36	207.0	8.63	261.88	2.2	1.30	2.9	1.01	1.000	207.0	0.98	**0.072**
2-5	**-**	0.12	26.75	25.83	0.9	0.0077	0.0024	11.00	0.00	0.16	30.36	207.0	8.63	261.88	2.2	1.30	2.9	1.01	1.000	207.0	0.98	**0.172**
2-6	**-**	0.09	28.65	25.83	2.8	0.0313	0.0018	11.00	0.00	0.16	30.36	207.0	8.63	261.88	2.2	1.30	2.9	1.01	1.000	207.0	0.98	**0.129**
3	**Riera de Manyá**	1.73	101.10	24.70	76.4	0.0442	0.5489	11.00	0.30	0.26	23.53	207.0	8.63	202.92	8.4	1.30	10.9	1.01	1.000	207.0	0.84	**26.315**
3-1	**-**	0.23	28.35	23.59	4.8	0.0207	0.0089	11.00	0.00	0.21	26.74	207.0	8.63	230.65	2.2	1.30	2.9	1.01	1.000	207.0	0.98	**0.563**
4	**-**	0.03	25.75	24.80	0.9	0.0317	0.0024	11.00	0.00	0.16	30.36	207.0	8.63	261.88	2.2	1.30	2.9	1.01	1.000	207.0	0.98	**0.176**
5	**Riera de Torrelles**	12.70	563.00	18.70	544.3	0.0429	22.5723	11.00	0.13	1.52	8.49	201.8	8.41	71.38	20.7	1.30	26.9	1.11	0.910	183.6	0.55	**270.983**
5-1	**-**	0.30	22.36	19.85	2.5	0.0084	0.0201	11.00	0.00	0.30	21.95	201.8	8.41	184.58	12.0	1.30	15.6	1.02	1.000	201.8	0.75	**0.785**
5-2	**-**	1.62	121.70	19.74	102.0	0.0629	0.8315	11.00	0.65	0.19	27.66	201.8	8.41	232.57	4.8	1.30	6.2	1.01	1.000	201.8	0.92	**50.045**
6	**Riera de Vallvidrera**	14.75	578.00	25.24	552.8	0.0375	24.0262	11.00	0.04	4.33	4.22	202.1	8.42	35.58	22.2	1.30	28.9	1.31	0.908	183.5	0.52	**162.195**
6-1	**-**	0.12	44.74	26.74	18.0	0.1500	0.0130	11.00	0.05	0.04	55.77	202.1	8.42	469.64	2.2	1.30	2.9	1.00	1.000	202.1	0.98	**1.664**
6-2	**-**	0.05	44.74	26.64	18.1	0.3549	0.0018	11.00	0.02	0.16	30.36	202.1	8.42	255.68	2.2	1.30	2.9	1.01	1.000	202.1	0.98	**0.123**
6-3	**-**	0.17	44.74	24.53	20.2	0.1189	0.0139	11.00	0.07	0.06	50.37	202.1	8.42	424.18	2.2	1.30	2.9	1.00	1.000	202.1	0.98	**1.600**
7	**-**	1.10	27.70	21.10	6.6	0.0060	0.2903	11.00	0.45	0.24	24.47	207.0	8.63	211.03	7.3	1.30	9.5	1.01	1.000	207.0	0.87	**14.919**

NOTA: La subcuenca 5-2 incluye a la subcuenca 5-1

CÁLCULO DE CAUDALES SEGÚN RECOMENDACIONES DEL A.C.A. PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS EN SITUACIÓN EXTREMA S(III)

NÚMERO CUENCA	DENOMINACIÓN	LONG. (Km)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE tanto por uno	ÁREA A (Km2)	I1:Id	μ	Tc	I:Id	Pd	Pd/24	I	Po S(III)	Coef. mult. de Po r	Po corr. Po·r	Coef. uniformidad K	Coef. de simultaneidad Ka	Pd corr. Pd·Ka	C	Método Racional (ACA) Q= K·C·I·S/3,6
1	-	0,90	83,8	0,0927	0,2660	11,00	0,75	0,11	36,27	169,1	7,05	255,55	3,6	1,30	4,7	1,00	1,000	169,1	0,94	**17,740**
1-1	-	0,15	4,5	0,0297	0,0067	11,00	0,85	0,03	61,94	169,1	7,05	436,45	2,5	1,30	3,3	1,00	1,000	169,1	0,96	**0,787**
5	**Riera Fonda**	2,30	243,0	0,1057	1,4026	11,00	0,30	0,28	22,90	169,0	7,04	161,26	13,1	1,30	17,0	1,01	0,990	167,3	0,67	**42,561**
2-1	-	0,28	2,9	0,0104	0,0198	11,00	0,20	0,10	38,87	169,0	7,04	273,69	10,0	1,30	13,0	1,00	1,000	169,0	0,75	**1,135**
2-2	-	0,19	55,7	0,2932	0,0142	11,00	0,00	0,16	30,36	169,0	7,04	213,81	18,2	1,30	23,7	1,01	1,000	169,0	0,56	**0,476**
2-3	-	0,02	1,2	0,0615	0,0004	11,00	0,00	0,16	30,36	169,0	7,04	213,81	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	169,0	0,97	**0,023**
2-4	-	0,07	1,2	0,0176	0,0010	11,00	0,00	0,16	30,36	169,0	7,04	213,81	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	169,0	0,97	**0,058**
2-5	-	0,12	0,9	0,0077	0,0024	11,00	0,00	0,16	30,36	169,0	7,04	213,81	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	169,0	0,97	**0,139**
2-6	-	0,09	2,8	0,0313	0,0018	11,00	0,00	0,16	30,36	169,0	7,04	213,81	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	169,0	0,97	**0,105**
3	**Riera de Manyá**	1,73	76,4	0,0442	0,5489	11,00	0,30	0,26	23,53	169,0	7,04	165,67	8,5	1,30	11,1	1,01	1,000	169,0	0,79	**20,261**
3-1	-	0,23	4,8	0,0207	0,0089	11,00	0,00	0,21	26,74	169,0	7,04	188,31	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	169,0	0,97	**0,455**
4	-	0,03	0,9	0,0317	0,0024	11,00	0,00	0,16	30,36	169,0	7,04	213,81	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	169,0	0,97	**0,142**
5	**Riera de Torrelles**	12,70	544,3	0,0429	22,5723	11,00	0,13	1,52	8,49	164,6	6,86	58,22	21,0	1,30	27,3	1,11	0,910	149,7	0,47	**190,088**
5-1	-	0,30	2,5	0,0084	0,0201	11,00	0,00	0,30	21,95	164,6	6,86	150,55	12,0	1,30	15,6	1,02	1,000	164,6	0,69	**0,590**
5-2	-	1,62	102,0	0,0629	0,8315	11,00	0,65	0,19	27,66	164,6	6,86	189,70	5,3	1,30	6,9	1,01	1,000	164,6	0,88	**38,979**
6	**Riera de Vallvidrera**	14,75	552,8	0,0375	24,0262	11,00	0,04	4,33	4,22	165,3	6,89	29,10	22,4	1,30	29,1	1,31	0,908	150,1	0,45	**113,881**
6-1	-	0,12	18,0	0,1500	0,0130	11,00	0,05	0,04	55,77	165,3	6,89	384,12	2,2	1,30	2,9	1,00	1,000	165,3	0,97	**1,349**
6-2	-	0,05	18,1	0,3549	0,0018	11,00	0,02	0,16	30,36	165,3	6,89	209,13	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	165,3	0,97	**0,100**
6-3	-	0,17	20,2	0,1189	0,0139	11,00	0,07	0,06	50,37	165,3	6,89	346,94	2,2	1,30	2,9	1,00	1,000	165,3	0,97	**1,297**
7	-	1,10	6,6	0,0060	0,2903	11,00	0,45	0,24	24,47	169,0	7,04	172,29	7,3	1,30	9,5	1,01	1,000	169,0	0,83	**11,621**

NOTA: La subcuenca 5-2 incluye a la subcuenca 5-1

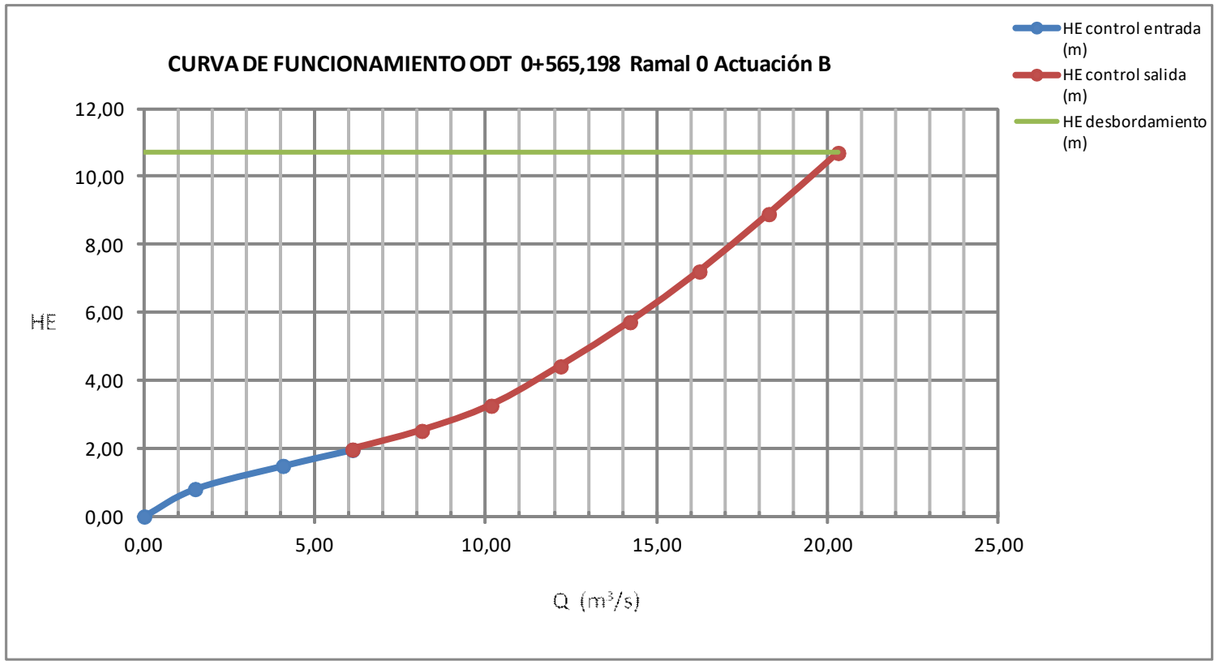
CÁLCULO DE CAUDALES SEGÚN RECOMENDACIONES DEL A.C.A. PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS EN SITUACIÓN EXTREMA S(III)

NÚMERO CUENCA	DENOMINACIÓN	LONG. (Km)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE tanto por uno	ÁREA A (Km2)	I1:Id	μ	Tc	I:Id	Pd	Pd/24	I	Po S(III)	Coef. mult. de Po r	Po corr. Po·r	Coef. uniformidad K	Coef. de simultaneidad Ka	Pd corr. Pd·Ka	C	Método Racional (ACA) Q= K·C·I·S/3,6
1	-	0,90	83,8	0,0927	0,2660	11,00	0,75	0,11	36,27	137,1	5,71	207,19	3,6	1,30	4,7	1,00	1,000	137,1	0,91	**14,016**
1-1	-	0,15	4,5	0,0297	0,0067	11,00	0,85	0,03	61,94	137,1	5,71	353,86	2,5	1,30	3,3	1,00	1,000	137,1	0,95	**0,629**
2	Riera Fonda	2,30	243,0	0,1057	1,4026	11,00	0,30	0,28	22,90	137,0	5,71	130,73	13,1	1,30	17,0	1,01	0,990	135,7	0,60	**30,972**
2-1	-	0,28	2,9	0,0104	0,0198	11,00	0,20	0,10	38,87	137,0	5,71	221,86	10,0	1,30	13,0	1,00	1,000	137,0	0,69	**0,846**
2-2	-	0,19	55,7	0,2932	0,0142	11,00	0,00	0,16	30,36	137,0	5,71	173,32	18,2	1,30	23,7	1,01	1,000	137,0	0,49	**0,336**
2-3	-	0,02	1,2	0,0615	0,0004	11,00	0,00	0,16	30,36	137,0	5,71	173,32	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	137,0	0,96	**0,019**
2-4	-	0,07	1,2	0,0176	0,0010	11,00	0,00	0,16	30,36	137,0	5,71	173,32	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	137,0	0,96	**0,046**
2-5	-	0,12	0,9	0,0077	0,0024	11,00	0,00	0,16	30,36	137,0	5,71	173,32	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	137,0	0,96	**0,112**
2-6	-	0,09	2,8	0,0313	0,0018	11,00	0,00	0,16	30,36	137,0	5,71	173,32	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	137,0	0,96	**0,084**
3	Riera de Manyá	1,73	76,4	0,0442	0,5489	11,00	0,30	0,26	23,53	137,0	5,71	134,30	8,5	1,30	11,1	1,01	1,000	137,0	0,74	**15,289**
3-1	-	0,23	4,8	0,0207	0,0089	11,00	0,00	0,21	26,74	137,0	5,71	152,65	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	137,0	0,96	**0,364**
4	-	0,03	0,9	0,0317	0,0024	11,00	0,00	0,16	30,36	137,0	5,71	173,32	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	137,0	0,96	**0,114**
5	Riera de Torrelles	12,70	544,3	0,0429	22,5723	11,00	0,13	1,52	8,49	133,0	5,54	47,05	21,0	1,30	27,3	1,11	0,910	121,0	0,40	**129,163**
5-1	-	0,30	2,5	0,0084	0,0201	11,00	0,00	0,30	21,95	133,0	5,54	121,65	12,0	1,30	15,6	1,02	1,000	133,0	0,62	**0,430**
5-2	-	1,62	102,0	0,0629	0,8315	11,00	0,65	0,19	27,66	133,0	5,54	153,28	5,3	1,30	6,9	1,01	1,000	133,0	0,84	**30,120**
6	Riera de Vallvidrera	14,75	552,8	0,0375	24,0262	11,00	0,04	4,33	4,22	133,3	5,55	23,47	22,4	1,30	29,1	1,31	0,908	121,0	0,37	**76,457**
6-1	-	0,12	18,0	0,1500	0,0130	11,00	0,05	0,04	55,77	133,3	5,55	309,76	2,2	1,30	2,9	1,00	1,000	133,3	0,96	**1,073**
6-2	-	0,05	18,1	0,3549	0,0018	11,00	0,02	0,16	30,36	133,3	5,55	168,64	2,2	1,30	2,9	1,01	1,000	133,3	0,96	**0,080**
6-3	-	0,17	20,2	0,1189	0,0139	11,00	0,07	0,06	50,37	133,3	5,55	279,78	2,2	1,30	2,9	1,00	1,000	133,3	0,96	**1,032**
7	-	1,10	6,6	0,0060	0,2903	11,00	0,45	0,24	24,47	137,0	5,71	139,67	7,3	1,30	9,5	1,01	1,000	137,0	0,78	**8,862**

NOTA: La subcuenca 5-2 incluye a la subcuenca 5-1

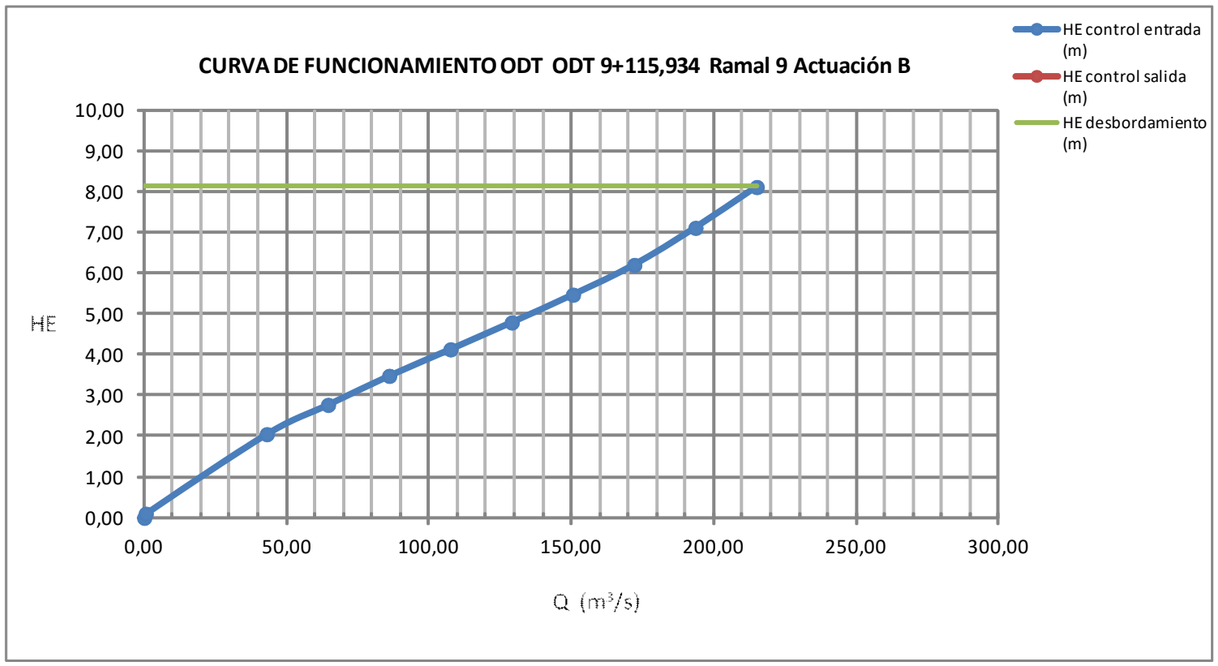
ODT 0+565,198 Ramal 0 Actuación B (tubo Ø 1,80)

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth(m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0,00	0,00	25,80	**0,00**	0,00	0-NF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,49	1,49	26,61	**0,81**	0,0*	1-S2n	0,51	0,59	0,51	0,36	2,50	1,65
4,06	4,06	27,29	**1,49**	0,54	1-S2n	0,88	0,99	0,88	0,61	3,28	2,20
6,09	6,09	27,76	**1,96**	1,26	5-S2n	1,14	1,23	1,14	0,75	3,60	2,45
8,12	8,12	28,32	**2,52~**	2,50	7-M2c	1,43	1,42	1,42	0,87	3,78	2,65
10,15	10,15	29,06	3,26	**3,26**	7-M2c	1,80	1,56	1,56	0,97	4,33	2,81
12,18	12,18	30,22	4,17	**4,42**	7-M2c	1,80	1,66	1,66	1,06	4,97	2,95
14,21	14,21	31,52	5,26	**5,72**	7-M2c	1,80	1,72	1,72	1,14	5,68	3,07
16,24	16,24	33,01	6,59	**7,21**	7-M2c	1,80	1,75	1,75	1,21	6,43	3,18
18,27	18,27	34,70	8,10	**8,90**	6-FFc	1,80	1,80	1,80	1,28	7,18	3,28
20,30	20,24	36,50	9,73	**10,70**	6-FFc	1,80	1,80	1,80	1,34	7,95	3,37



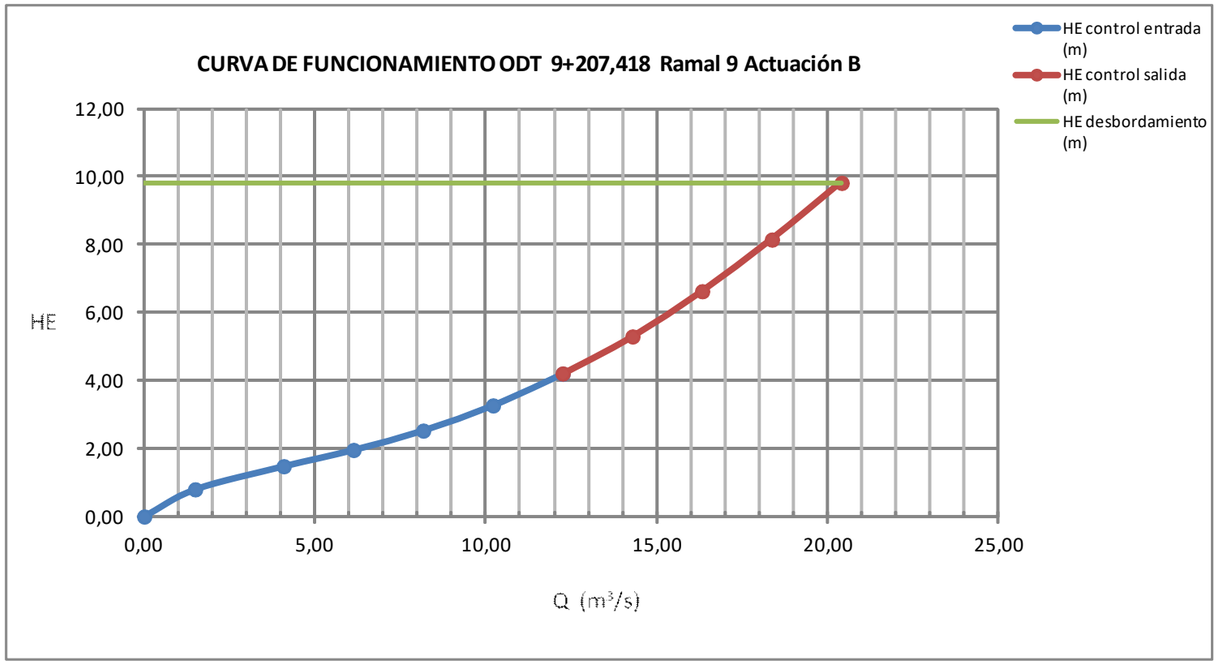
ODT 9+115,934 Ramal 9 Actuación B (rectangular 9,54x4,24)

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth(m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0,00	0,00	24,79	0,00	0,00	0-NF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,54	0,54	24,89	**0,10**	0,0*	1-S2n	0,02	0,07	0,07	0,10	0,47	0,85
43,00	43,00	26,84	**2,05**	0,58	1-S2n	0,96	1,28	0,98	1,30	4,58	3,85
64,50	64,50	27,56	**2,77**	1,13	1-S2n	1,23	1,67	1,27	1,61	5,31	4,33
86,00	86,00	28,27	**3,48**	1,73	1-S2n	1,47	2,03	1,54	1,88	5,85	4,70
107,50	107,50	28,92	**4,13**	2,37	1-S2n	1,68	2,35	1,79	2,11	6,30	5,00
129,00	129,00	29,58	**4,79**	3,06	5-S2n	1,87	2,65	2,03	2,31	6,68	5,25
150,50	150,50	30,26	**5,47**	3,80	5-S2n	2,05	2,94	2,25	2,50	7,00	5,47
172,00	172,00	30,99	**6,20**	5,12	5-S2n	2,23	3,21	2,47	2,67	7,30	5,67
193,50	193,50	31,90	**7,11**	5,85	5-S2n	2,39	3,47	2,68	2,83	7,56	5,85
215,00	215,00	32,90	**8,11**	6,65	5-S2n	2,54	3,72	2,89	2,98	7,81	6,02



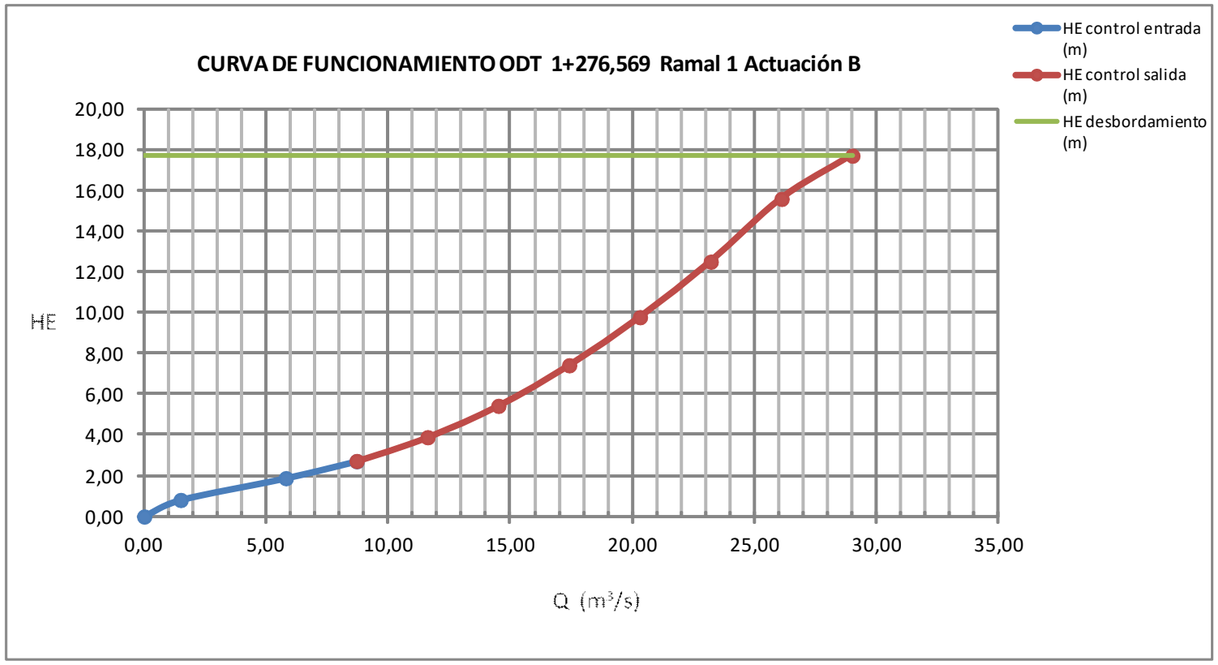
ODT 9+207,418 Ramal 9 Actuación B (tubo Ø 1,80)

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth(m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0,00	0,00	24,90	**0,00**	0,00	0-NF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,49	1,49	25,70	**0,80**	0,06	1-S2n	0,40	0,59	0,42	0,32	3,23	2,57
4,08	4,08	26,38	**1,48**	0,69	1-S2n	0,69	1,00	0,74	0,65	4,13	3,50
6,12	6,12	26,86	**1,96**	1,24	5-S2n	0,87	1,23	0,94	0,87	4,55	3,89
8,16	8,16	27,43	**2,53**	2,06	5-S2n	1,04	1,42	1,12	1,09	4,89	4,18
10,20	10,20	28,17	**3,27**	2,70	5-S2n	1,21	1,56	1,30	1,29	5,20	4,39
12,24	12,24	29,10	**4,20**	3,44	5-S2n	1,40	1,66	1,47	1,49	5,49	4,56
14,28	14,28	30,20	**5,30~**	4,27	7-M2c	1,80	1,72	1,72	1,69	5,71	4,70
16,32	16,32	31,53	**6,63~**	5,35	4-FFf	1,80	1,75	1,80	1,88	6,41	4,81
18,36	18,36	33,05	**8,15**	6,62	4-FFf	1,80	1,80	1,80	2,08	7,56	4,91
20,40	20,36	34,72	**9,82**	7,98	4-FFf	1,80	1,80	1,80	2,27	8,38	5,00



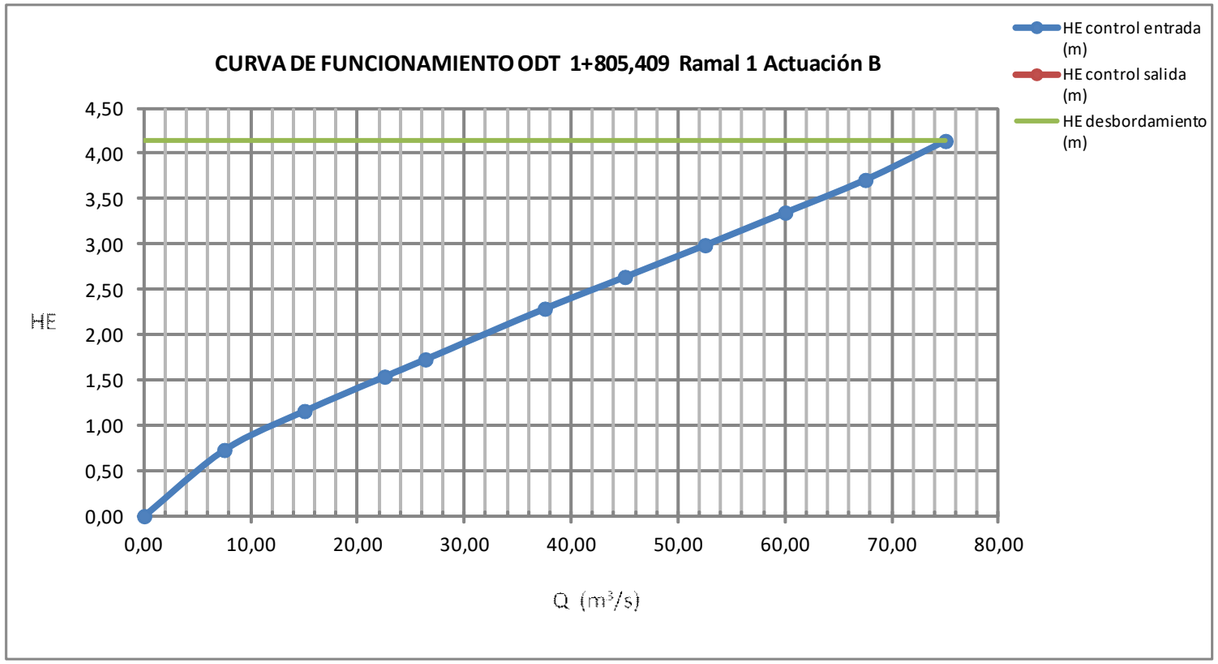
ODT 1+276,569 Ramal 1 Actuación B (tubo Ø 1,80)

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth(m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0,00	0,00	24,34	**0,00**	0,00	0-NF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,49	1,49	25,15	**0,81**	0,0*	1-S2n	0,47	0,59	0,47	0,25	2,84	1,54
5,80	5,80	26,22	**1,88**	1,17	5-S2n	0,98	1,20	1,00	0,60	4,01	2,50
8,70	8,70	27,05	**2,71**	2,37	5-S2n	1,30	1,46	1,31	0,78	4,39	2,86
11,60	11,60	28,23	**3,89~**	3,50	7-M2c	1,80	1,63	1,63	0,95	4,78	3,13
14,50	14,50	29,77	**5,43~**	4,95	7-M2c	1,80	1,71	1,71	1,11	5,80	3,35
17,40	17,40	31,76	**7,42**	6,66	6-FFc	1,80	1,80	1,80	1,26	7,16	3,53
20,30	20,30	34,12	**9,78**	8,65	6-FFc	1,80	1,80	1,80	1,41	8,36	3,69
23,20	23,20	36,84	**12,50**	10,94	6-FFc	1,80	1,80	1,80	1,55	9,55	3,83
26,10	26,10	39,92	**15,58**	13,53	6-FFc	1,80	1,80	1,80	1,69	10,74	3,95
29,00	27,92	42,04	**17,70**	15,35	4-FFf	1,80	1,80	1,80	1,83	11,49	4,06



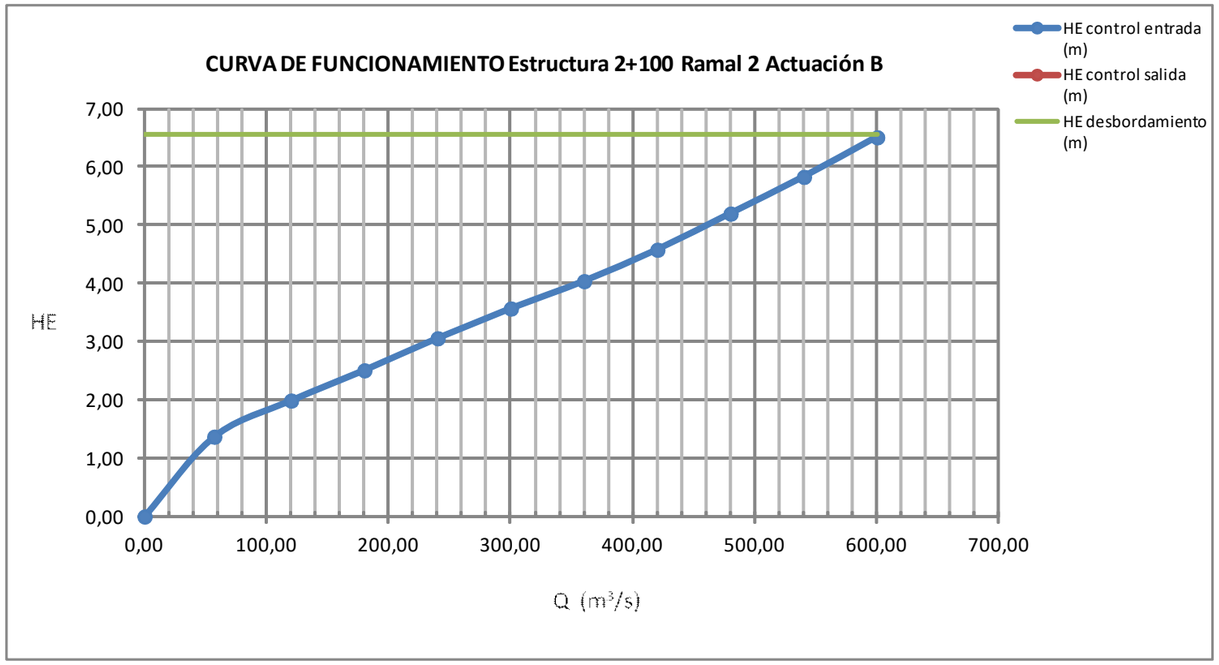
ODT 1+805,409 Ramal 1 Actuación B (rectangular 7,80x2,70)

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth(m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0,00	0,00	22,89	0,00	0,00	0-NF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,50	7,50	23,62	**0,73**	0,0*	1-S2n	0,36	0,45	0,36	0,27	2,65	1,05
15,00	15,00	24,05	**1,16**	0,0*	1-S2n	0,56	0,72	0,56	0,35	3,42	1,24
22,50	22,50	24,43	**1,54**	0,0*	1-S2n	0,73	0,95	0,73	0,40	3,98	1,38
26,32	26,32	24,62	**1,73**	0,01	1-S2n	0,79	1,05	0,81	0,43	4,19	1,43
37,50	37,50	25,18	**2,29**	0,50	1-S2n	0,99	1,33	1,00	0,49	4,82	1,57
45,00	45,00	25,53	**2,64**	0,84	1-S2n	1,10	1,50	1,12	0,52	5,16	1,64
52,50	52,50	25,88	**2,99**	1,22	5-S2n	1,21	1,66	1,23	0,56	5,46	1,70
60,00	60,00	26,24	**3,35**	1,61	5-S2n	1,31	1,82	1,34	0,58	5,73	1,76
67,50	67,50	26,60	**3,71**	2,04	5-S2n	1,40	1,97	1,45	0,61	5,98	1,81
75,00	74,83	27,03	**4,14**	2,78	5-S2n	1,49	2,11	1,55	0,63	6,19	1,86



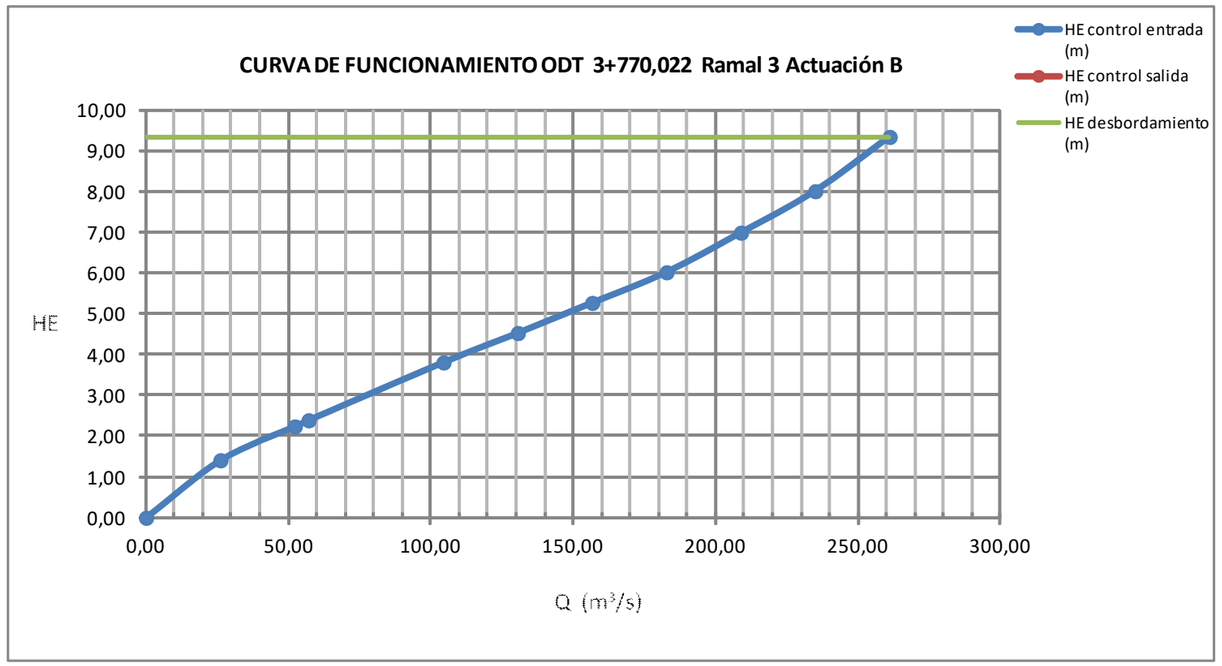
Estructura 2+100 Ramal 2 Actuación B (rectangurar 32,00x4,50)

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth(m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0,00	0,00	22,95	0,00	0,00	0-NF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
57,03	57,03	24,32	**1,37**	1,13	1-S2n	0,98	1,17	1,07	0,91	3,10	3,49
120,00	120,00	24,94	**1,99**	1,71	1-S2n	1,38	1,69	1,55	1,29	3,83	4,25
180,00	180,00	25,46	**2,51**	2,21	1-S2n	1,68	2,07	1,91	1,55	4,25	4,73
240,00	240,00	26,01	**3,06**	2,68	1-S2n	1,91	2,38	2,21	1,77	4,65	5,09
300,00	300,00	26,52	**3,57**	3,16	1-S2n	2,12	2,67	2,47	1,95	4,98	5,39
360,00	360,00	26,99	**4,04**	3,67	1-S2n	2,30	2,94	2,73	2,11	5,27	5,65
420,00	420,00	27,53	**4,58**	4,22	5-S2n	2,48	3,19	2,97	2,26	5,53	5,87
480,00	480,00	28,15	**5,20**	2,34	5-S2n	2,64	3,43	3,20	2,40	5,77	6,08
540,00	540,00	28,78	**5,83**	5,81	5-S2n	2,80	3,67	3,42	2,52	5,98	6,26
600,00	600,00	29,46	**6,51**	6,35	5-S2n	2,95	3,89	3,63	2,64	6,18	6,43



ODT 3+770,022 Ramal 3 Actuación B (rectangular 10,30x4,35)

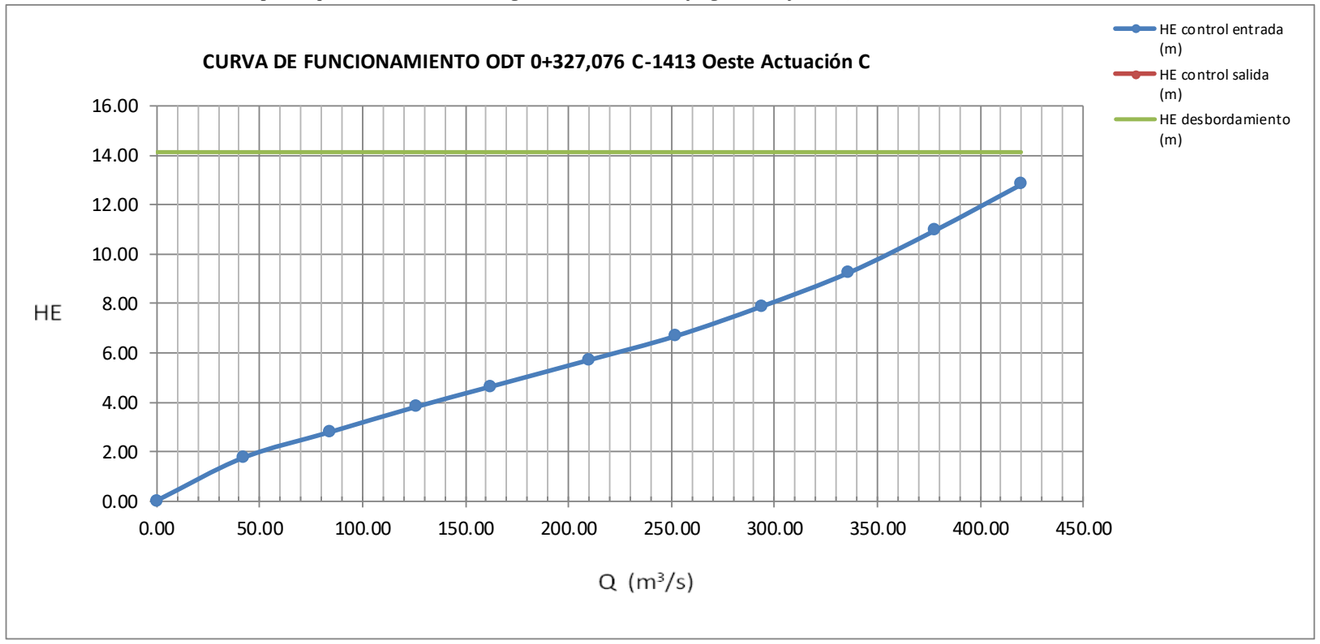
Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth(m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0,00	0,00	23,47	0,00	0,00	0-NF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26,10	26,10	24,88	1,41	**0,39**	1-S2n	0,81	0,87	0,82	0,70	3,09	3,22
52,20	52,20	25,71	2,24	**1,03**	1-S2n	1,23	1,38	1,23	1,01	4,12	3,94
57,03	57,03	25,86	2,39	**1,14**	1-S2n	1,29	1,46	1,29	1,06	4,28	4,04
104,40	104,40	27,28	3,81	**2,34**	1-S2n	1,87	2,19	1,90	1,44	5,33	4,78
130,50	130,50	28,00	4,53	**3,06**	5-S2n	2,14	2,54	2,19	1,60	5,78	5,08
156,60	156,60	28,74	5,27	**3,85**	5-S2n	2,39	2,86	2,47	1,75	6,16	5,33
182,70	182,70	29,49	6,02	**4,70**	5-S2n	2,62	3,17	2,73	1,89	6,50	5,56
208,80	208,80	30,46	6,99	**6,07**	5-S2n	2,84	3,47	2,98	2,01	6,80	5,75
234,90	234,90	31,48	8,01	**6,92**	5-S2n	3,04	3,75	3,22	2,12	7,08	5,94
261,00	260,87	32,81	9,34	**7,85**	5-S2n	3,24	4,03	3,46	2,23	7,33	6,10



ODT 0+327,076 C-1413 Oeste Actuación C (rectangular 11,00x3,65*)

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth(m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	25.19	0.00	0.00	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42.00	42.00	26.93	**1.74**	1.39	1-S2n	1.13	1.14	1.14	0.89	3.35	1.95
84.00	84.00	27.97	**2.78**	1.58	1-S2n	1.71	1.81	1.81	1.22	4.22	2.34
126.00	126.00	29.00	**3.81**	1.90	1-S2n	2.18	2.37	2.37	1.47	4.83	2.60
162.20	162.20	29.82	**4.63**	2.28	1-S2n	2.54	2.81	2.82	1.64	5.23	2.77
210.00	210.00	30.90	**5.71**	2.92	5-S2n	2.96	3.34	3.24	1.84	5.90	2.96
252.00	252.00	31.87	**6.68**	3.63	5-S2n	3.31	3.77	3.55	1.99	6.45	3.10
294.00	294.00	33.08	**7.89**	4.57	5-S2n	3.63	4.18	3.88	2.13	6.89	3.22
336.00	336.00	34.44	**9.25**	5.65	5-S2n	3.93	4.56	4.20	2.25	7.28	3.34
378.00	378.00	36.16	**10.97**	6.86	5-S2n	4.22	4.91	4.51	2.37	7.62	3.44
420.00	420.00	38.03	**12.84**	8.18	5-S2n	4.49	4.91	4.83	2.47	7.91	3.53

*Nota: La alcantarilla tiene un perfil quebrado, con seccion aguas arriba de 4,91m y aguas debajo de 3,65m.



APÉNDICE Nº 6: CAUDALES DE APORTACIÓN A LAS CUNETAS

CAUDALES DE APORTACIÓN A LAS CUNETAS

CUNETAS LATERALES DE DESMONTE EN RAMALES DE ENLACE

CUNETA de P.K.	a P.K.	borde	longitud (m)	nº cuenca que aporta	ancho medio talud+cuneta +berma (m)	longitud calzada que aporta (m)	ancho calzada que aporta (m)	Q por m.l. talud+cuneta +berma (m3/s)	Q por m.l. calzada (m3/s)	Q cuenca (m3/s)	Q talud+cuneta +berma (m3/s)	Q calzada (m3/s)	**Q aportado (m3/s)**
ACTUACIÓN B													
RAMAL 1													
2+040	**2+220**	**dcho**	180	4	1,00	180	17,50	0,000079	0,001378	0,103	0,014	0,248	**0,365**
RAMAL 3													
3+000	**3+140**	**dcho**	140	-	1,00	0	17,50	0,000079	0,001378	0,000	0,011	0,000	**0,011**
RAMAL 6													
6+144	**6+220**	**izdo**	76	-	2,00	76	8,50	0,000158	0,000669	0,000	0,012	0,051	**0,063**
RAMAL 9													
9+240	**9+265**	**izdo**	25	-	1,50	0	7,50	0,000119	0,000591	0,000	0,003	0,000	**0,003**
ACTUACIÓN C													
RAMAL 6													
6+000	**6+240**	**izdo**	240	-	2,00	93	10,00	0,000158	0,000788	0,000	0,038	0,073	**0,111**
REPOSICIÓN C-1413 OESTE													
0+300	**0+474**	**izdo**	174	caz coronación muro	1,00	0	7,50	0,000079	0,000591	0,057	0,014	0,000	**0,071**
ACTUACIÓN D													
BY-PASS AP-2													
0+240	**0+480**	**izdo**	240	-	1,00	240	16,50	0,000079	0,001300	0,000	0,019	0,312	**0,331**

CAUDALES DE APORTACIÓN A LAS CUNETAS

CUNETAS LATERALES DE DESMONTE EN CAMINOS

CUNETA de P.K.	a P.K.	borde	longitud (m)	nº cuenca que aporta	ancho medio talud+cuneta +berma (m)	longitud calzada que aporta (m)	ancho calzada que aporta (m)	Q por m.l. talud+cuneta +berma (m3/s)	Q por m.l. calzada (m3/s)	Q cuenca (m3/s)	Q talud+cuneta +berma (m3/s)	Q calzada (m3/s)	**Q aportado (m3/s)**
ACTUACIÓN B													
CAMINO 1													
0+000	**0+038**	**dcho**	38	subcuenca 2-3	2,00	38	2,50	0,000158	0,000197	0,019	0,006	0,007	**0,032**
0+038	**0+117**	**dcho**	79	subcuenca 2-4	2,50	79	2,50	0,000198	0,000197	0,033	0,016	0,016	**0,064**
0+117	**0+256**	**dcho**	139	subcuenca 2-5	2,00	139	2,50	0,000158	0,000197	0,064	0,022	0,027	**0,113**
0+256	**0+308**	**dcho**	52	subcuenca 2-6	2,00	52	2,50	0,000158	0,000197	0,060	0,008	0,010	**0,078**
0+308	**0+505**	**dcho**	197	subcuenca 3-1	3,00	197	2,50	0,000237	0,000197	0,230	0,047	0,039	**0,315**
0+000	**0+038**	**izdo**	38	-	2,00	38	2,50	0,000158	0,000197	0,000	0,006	0,007	**0,013**
0+038	**0+117**	**izdo**	79	-	2,00	79	2,50	0,000158	0,000197	0,000	0,012	0,016	**0,028**
0+117	**0+155**	**izdo**	38	-	2,00	38	2,50	0,000158	0,000197	0,000	0,006	0,007	**0,013**
0+161	**0+256**	**izdo**	95	-	2,00	95	2,50	0,000158	0,000197	0,000	0,015	0,019	**0,034**
0+256	**0+308**	**izdo**	52	-	2,00	52	2,50	0,000158	0,000197	0,000	0,008	0,010	**0,018**
0+308	**0+505**	**izdo**	197	-	2,00	197	2,50	0,000158	0,000197	0,000	0,031	0,039	**0,070**
CAMINO 2													
0+000	**0+042**	**dcho**	42	-	2,00	42	2,50	0,000158	0,000197	0,000	0,007	0,008	**0,015**
0+000	**0+042**	**izdo**	42	cuneta camino 1	2,50	42	2,50	0,000198	0,000197	0,013	0,008	0,008	**0,030**

Nota. Se han considerado los caudales de las subcuencas para T=25 años obtenidos por el método de la Norma 5,2-I.C.

CAUDALES DE APORTACIÓN A LAS CUNETAS

CUNETAS DE PIE DE TALUD EN RAMALES Y CAMINOS

CUNETA de P.K.	a P.K.	borde	longitud (m)	nº cuenca que aporta	Q por m.l. propia cuneta (m3/s)	Q propia cuneta (m3/s)	Q cuenca T=100 años (m3/s)	Q aportado (m3/s)
ACTUACIÓN B								
RAMAL 1								
1+730	**1+800**	**dcho**	70	cuneta camino	0,000103	0,00719	0,385	**0,393**
RAMAL 9								
9+000	**9+080**	**dcho**	80	int. enlace	0,000103	0,00822	0,090	**0,098**
9+190	**9+211**	**izdo**	21	int. enlace	0,000103	0,00216	0,093	**0,095**
9+213	**9+240**	**izdo**	27	caz coronac. muro +cuneta	0,000103	0,00277	0,007	**0,009**
9+270	**9+314**	**izdo**	44	int. enlace	0,000103	0,00452	0,110	**0,115**
ACTUACIÓN C								
REPOSICIÓN C-1413 ESTE								
0+020	**0+170**	**dcho**	150	desagües	0,000103	0,01541	0,384	**0,400**
0+195	**0+255**	**dcho**	60	subcuenca 6-3	0,000103	0,00616	0,471	**0,477**
0+255	**0+350**	**dcho**	95	subcuenca 6-2	0,000103	0,00976	0,085	**0,095**
0+350	**0+450**	**dcho**	100	subcuenca 6-1	0,000103	0,01027	0,490	**0,500**
ACTUACIÓN D								
RAMAL 4								
4+000	**4+059**	**dcho**	59	int. enlace	0,000103	0,00606	0,050	**0,056**
4+062	**4+120**	**dcho**	58	int. enlace	0,000103	0,00596	0,050	**0,056**

Nota. Se han considerado los caudales de las subcuencas para T=25 años obtenidos por el método de la Norma 5,2-I.C.

CAUDALES DE APORTACIÓN A LAS CUNETAS

CUNETAS DE PIE DE TALUD ENTRE TERRAPLENES

CUNETA de P.K.	a P.K.	borde	longitud (m)	cuenca que apo	ancho medio talud+cuneta +berma (m)	longitud calzada que aporta (m)	ancho calzada que aporta (m)	Q por m.l. talud+cuneta +berma (m3/s)	Q por m.l. calzada (m3/s)	Q cuenca (m3/s)	Q talud+cuneta +berma (m3/s)	Q calzada (m3/s)	**Q aportado (m3/s)**
ACTUACIÓN B													
RAMAL 0													
0+520	**0+610**	**izdo**	90	-	26.00	0	0.00	0.002054	0.000000	0.000	0.185	0.000	**0.185**
RAMAL 1													
1+405	**1+460**	**izdo**	55	-	20.00	0	0.00	0.001580	0.000000	0.000	0.087	0.000	**0.087**
RAMAL 7													
7+180	**7+220**	**izdo**	40	-	6.50	40	7.50	0.000514	0.000591	0.000	0.021	0.024	**0.044**
7+220	**7+270**	**izdo**	50	-	5.00	50	14.00	0.000395	0.001103	0.000	0.020	0.055	**0.075**
ACTUACIÓN C													
REPOSICIÓN C-1413 ESTE													
0+140	**0+240**	**izdo**	100	-	7.00	100	20.50	0.000553	0.001615	0.000	0.055	0.161	**0.217**
0+240	**0+360**	**izdo**	120	-	14.00	120	18.00	0.001106	0.001418	0.025	0.133	0.170	**0.328**
0+360	**0+385**	**izdo**	25	-	9.00	25	18.00	0.000711	0.001418	0.000	0.018	0.035	**0.053**
REPOSICIÓN C-1413 OESTE													
0+115	**0+218**	**izdo**	103	-	10.50	103	7.50	0.000830	0.000591	0.126	0.085	0.061	**0.272**
ACTUACIÓN E													
RAMAL 5													
5+180	**5+213**	**izdo**	33	-	15.00	33	11.00	0.001185	0.000866	0.000	0.039	0.029	**0.068**
5+215	**5+245**	**izdo**	30	-	17.00	30	11.00	0.001343	0.000866	0.000	0.040	0.026	**0.066**

APÉNDICE Nº 7: COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS CUNETAS

COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS

CUNETAS LATERALES DE DESMONTE EN RAMALES DE ENLACE

CUNETA de P.K.	a P.K.	borde	TIPO	long. (m)	cota cuneta sección inicial	cota cuneta sección final	talud int. (H/V)	talud ext. (H/V)	calado y < H (m)	ancho inundado (m)	J media tanto por uno	revestida	n Manning	S (m2)	P (m)	Qunif. tanteo (m3/s)	v (m/s)	Q aportado (m3/s)	DESAGUA A
ACTUACIÓN B																			
RAMAL 1																			
2+040	**2+220**	**dcho**	sup. 0,30	180	24,931	24,380	6,0	4,0	**0,275**	2,75	0,0031	S	0,015	0,377	2,802	**0,365**	0,97	**0,365**	cuneta existente
RAMAL 3																			
3+000	**3+140**	**dcho**	sup. 0,30	140	24,502	24,781	6,0	4,0	**0,081**	0,81	0,0020	S	0,015	0,033	0,827	**0,011**	0,35	**0,011**	cuneta existente
RAMAL 6																			
6+144	**6+220**	**izdo**	sup. 0,30	76	28,973	26,198	6,0	4,0	**0,089**	0,89	0,0365	S	0,015	0,040	0,908	**0,063**	1,58	**0,063**	registro existente
RAMAL 9																			
9+240	**9+265**	**izdo**	prof. 0,50	25	36,300	37,600	1,0	1,0	**0,058**	0,12	0,0520	S	0,018	0,003	0,164	**0,003**	0,95	**0,003**	cuneta pie de terraplén
ACTUACIÓN C																			
RAMAL 6																			
6+000	**6+240**	**izdo**	prof. 0,40	240	25,804	28,578	1,0	1,0	**0,272**	0,54	0,0116	S	0,015	0,074	0,769	**0,111**	1,50	**0,111**	cuneta P. Inferior
REPOSICIÓN C-1413 OESTE																			
0+300	**0+474**	**izdo**	prof. 0,50	174	30,554	29,059	1,0	1,0	**0,243**	0,49	0,0086	S	0,015	0,059	0,687	**0,071**	1,20	**0,071**	desagüe 0+474 tronco
ACTUACIÓN D																			
BY-PASS AP-2																			
0+240	**0+480**	**izdo**	prof. 0,40	240	30,059	25,276	1,0	1,0	**0,370**	0,74	0,0199	S	0,015	0,137	1,047	**0,332**	2,43	**0,331**	cuneta existente

COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS

CUNETAS LATERALES DE DESMONTE EN CAMINOS

CUNETA de P.K.	a P.K.	borde	TIPO	long. (m)	cota cuneta sección inicial	cota cuneta sección final	talud int. (H/V)	talud ext. (H/V)	yadm (m)	ancho inundado (m)	J media tanto por uno	revestida	n Manning	S (m2)	P (m)	Qunif. tanteo (m3/s)	v (m/s)	Q aportado (m3/s)	DESAGUA A
ACTUACIÓN B																			
CAMINO 1																			
0+000	**0+038**	**dcho**	prof. 0,30	38	26,317	25,759	1,5	1,5	**0,135**	0,41	0,0147	S	0,015	0,027	0,487	**0,032**	1,18	**0,032**	badén
0+038	**0+117**	**dcho**	prof. 0,30	79	25,759	26,541	1,5	1,5	**0,188**	0,56	0,0099	S	0,015	0,053	0,676	**0,064**	1,21	**0,064**	badén
0+117	**0+256**	**dcho**	prof. 0,30	139	26,541	25,180	1,5	1,5	**0,233**	0,70	0,0098	S	0,015	0,081	0,840	**0,113**	1,39	**0,113**	badén
0+256	**0+308**	**dcho**	prof. 0,30	52	25,180	25,864	1,5	1,5	**0,192**	0,58	0,0132	S	0,015	0,055	0,692	**0,078**	1,42	**0,078**	cuneta camino
0+308	**0+505**	**dcho**	prof. 0,50	197	25,864	24,200	1,5	1,5	**0,352**	1,05	0,0084	S	0,015	0,185	1,267	**0,315**	1,70	**0,315**	colector
0+000	**0+038**	**izdo**	prof. 0,30	38	26,317	25,759	1,5	1,5	**0,096**	0,29	0,0147	S	0,015	0,014	0,346	**0,013**	0,94	**0,013**	reposic. Riera de Fonda
0+038	**0+117**	**izdo**	prof. 0,30	79	25,759	26,541	1,5	1,5	**0,138**	0,41	0,0099	S	0,015	0,029	0,498	**0,028**	0,99	**0,028**	reposic. Riera de Fonda
0+117	**0+155**	**izdo**	prof. 0,30	38	26,541	26,362	1,5	1,5	**0,120**	0,36	0,0047	S	0,015	0,022	0,433	**0,013**	0,62	**0,013**	cuneta camino 2
0+161	**0+256**	**izdo**	prof. 0,30	95	26,343	25,180	1,5	1,5	**0,142**	0,43	0,0122	S	0,015	0,030	0,512	**0,034**	1,12	**0,034**	colector
0+256	**0+308**	**izdo**	prof. 0,30	52	25,180	25,864	1,5	1,5	**0,111**	0,33	0,0132	S	0,015	0,018	0,400	**0,018**	0,98	**0,018**	colector
0+308	**0+505**	**izdo**	prof. 0,30	197	25,864	24,200	1,5	1,5	**0,200**	0,60	0,0084	S	0,015	0,060	0,721	**0,070**	1,17	**0,070**	cuneta pie de terraplén
CAMINO 2																			
0+000	**0+042**	**dcho**	prof. 0,30	42	26,343	22,792	1,5	1,5	**0,073**	0,22	0,0845	S	0,015	0,008	0,263	**0,015**	1,89	**0,015**	riera de Fonda
0+000	**0+042**	**izdo**	prof. 0,30	42	26,343	22,792	1,5	1,5	**0,095**	0,29	0,0845	S	0,015	0,014	0,343	**0,030**	2,25	**0,030**	riera de Fonda

COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS

CUNETAS DE PIE DE TALUD EN RAMALES Y CAMINOS

CUNETA de P.K.	a P.K.	borde	TIPO	long. (m)	cota fondo cuneta inicial	cota fondo cuneta final	profundidad H (m)	talud int. (H/V)	talud ext. (H/V)	ancho de fondo (m)	**calado y < H (m)**	ancho inundado (m)	J media tanto por uno	revestida	escalonada	n Manning	S (m2)	P (m)	**Qunif. tanteo (m3/s)**	v (m/s)	**Q aportado (m3/s)**	DESAGUA A
ACTUACIÓN B																						
RAMAL 1																						
1+730	**1+800**	**dcho**	trapec.	70	24,20	23,78	0,50	1,00	1,00	0,30	**0,360**	1,02	0,0060	S	N	0,015	0,238	1,318	**0,392**	1,65	**0,393**	OD 1+805
RAMAL 9																						
9+000	**9+080**	**dcho**	trapec.	80	29,78	26,50	0,50	1,00	1,00	0,30	**0,105**	0,51	0,0410	S	N	0,015	0,042	0,596	**0,098**	2,31	**0,098**	OD 9+115
9+190	**9+211**	**izdo**	trapec.	21	24,50	24,20	0,50	1,00	1,00	0,30	**0,138**	0,58	0,0143	S	N	0,015	0,060	0,690	**0,095**	1,57	**0,095**	OD 1+276
9+213	**9+240**	**izdo**	trapec.	27	24,20	35,50	0,50	1,00	1,00	0,30	**0,013**	0,33	0,4185	S	N	0,015	0,004	0,337	**0,009**	2,27	**0,009**	OD 1+276
9+270	**9+314**	**izdo**	trapec.	44	37,40	31,61	0,50	1,00	1,00	0,30	**0,082**	0,46	0,1316	S	N	0,015	0,031	0,532	**0,115**	3,66	**0,115**	desagüe P.K. 9+316
ACTUACIÓN C																						
REPOSICIÓN C-1413 ESTE																						
0+020	**0+170**	**dcho**	trapec.	150	28,68	27,00	0,50	1,00	1,00	0,30	**0,298**	0,90	0,0112	S	N	0,015	0,179	1,144	**0,365**	2,05	**0,400**	riera Vallvidrera
0+195	**0+255**	**dcho**	trapec.	60	31,50	26,73	0,50	1,00	1,00	0,30	**0,207**	0,71	0,0795	S	N	0,015	0,105	0,886	**0,477**	4,54	**0,477**	riera Vallvidrera
0+255	**0+350**	**dcho**	trapec.	95	26,73	28,00	0,50	1,00	1,00	0,30	**0,141**	0,58	0,0134	S	N	0,015	0,062	0,697	**0,095**	1,53	**0,095**	tubo Ø 1,00
0+350	**0+450**	**dcho**	trapec.	100	28,00	26,00	0,50	1,00	1,00	0,40	**0,272**	0,94	0,0200	S	N	0,015	0,183	1,169	**0,500**	2,74	**0,500**	tubo Ø 1,00
ACTUACIÓN D																						
RAMAL 4																						
4+000	**4+059**	**dcho**	trapec.	59	26,70	24,30	0,50	1,00	1,00	0,30	**0,076**	0,45	0,0407	S	N	0,015	0,029	0,515	**0,056**	1,96	**0,056**	desagüe P.K. 4+060
4+062	**4+120**	**dcho**	trapec.	58	24,30	24,90	0,50	1,00	1,00	0,30	**0,113**	0,53	0,0103	S	N	0,015	0,047	0,620	**0,056**	1,21	**0,056**	desagüe P.K. 4+060

COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS

CUNETAS DE PIE DE TALUD ENTRE TERRAPLENES

CUNETA de P.K.	a P.K.	borde	TIPO	long. (m)	cota cuneta sección inicial	cota cuneta sección final	talud int. (H/V)	talud ext. (H/V)	**calado y < H (m)**	ancho inundado (m)	J media tanto por uno	revestida	n Manning	S (m2)	P (m)	**Qunif. capacidad (m3/s)**	v (m/s)	**Q aportado (m3/s)**
ACTUACIÓN B																		
RAMAL 0																		
0+520	**0+610**	**izdo**	triang. 0,30	90	39.400	33.000	1.5	1.5	**0.193**	0.58	0.0711	S	0.015	0.056	0.697	**0.185**	3.31	**0.185**
RAMAL 1																		
1+405	**1+460**	**izdo**	triang. 0,30	55	28.540	29.240	1.5	1.5	**0.201**	0.60	0.0127	S	0.015	0.061	0.725	**0.087**	1.44	**0.087**
RAMAL 7																		
7+180	**7+220**	**izdo**	triang. 0,30	40	34.800	34.000	1.5	1.5	**0.144**	0.43	0.0200	S	0.015	0.031	0.517	**0.044**	1.44	**0.044**
7+220	**7+270**	**izdo**	triang. 0,30	50	34.000	35.400	1.5	1.5	**0.164**	0.49	0.0280	S	0.015	0.040	0.592	**0.075**	1.86	**0.075**
ACTUACIÓN C																		
REPOSICIÓN C-1413 ESTE																		
0+140	**0+240**	**izdo**	triang. 0,30	100	36.110	39.600	1.5	1.5	**0.233**	0.70	0.0349	S	0.015	0.081	0.840	**0.214**	2.63	**0.217**
0+240	**0+360**	**izdo**	triang. 0,30	120	39.600	32.560	1.5	1.5	**0.248**	0.74	0.0587	S	0.015	0.092	0.894	**0.328**	3.55	**0.328**
0+360	**0+385**	**izdo**	triang. 0,30	25	32.560	34.670	1.5	1.5	**0.117**	0.35	0.0844	S	0.015	0.021	0.422	**0.053**	2.58	**0.053**
REPOSICIÓN C-1413 OESTE																		
0+115	**0+218**	**izdo**	triang. 0,30	103	35.790	32.270	1.5	1.5	**0.256**	0.77	0.0342	S	0.015	0.098	0.923	**0.272**	2.77	**0.272**
ACTUACIÓN E																		
RAMAL 5																		
5+180	**5+213**	**izdo**	triang. 0,30	33	22.230	21.900	1.5	1.5	**0.192**	0.58	0.0100	S	0.015	0.055	0.692	**0.068**	1.24	**0.068**
5+215	**5+245**	**izdo**	triang. 0,30	30	21.900	25.600	1.5	1.5	**0.119**	0.36	0.1233	S	0.015	0.021	0.427	**0.066**	3.15	**0.066**

APÉNDICE Nº 8: COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS CACES

CAUDALES DE APORTACIÓN AL CAZ CIRCULAR Ø 30 EN MEDIANA

MURO de P.K. a P.K.		Borde	longitud (m)	longitud calzada que aporta (m)	ancho calzada que aporta (m)	Q por m.l. calzada (m3/s)	Q cuenca (m3/s)	Q calzada (m3/s)	**Q aportado (m3/s)**
ACTUACIÓN B									
RAMAL 0									
0+470	**0+592**	**mediana**	122	122	7,00	0,000551	0,000	0,067	**0,067**

CAUDALES DE APORTACIÓN AL CAZ SEMICIRCULAR EN CORONACIÓN DE MUROS

MURO de P.K.	MURO a P.K.	Borde	longitud (m)	ancho medio talud+cuneta +berma (m)	longitud calzada que aporta (m)	ancho calzada que aporta (m)	Q por m.l. talud+cuneta +berma (m3/s)	Q por m.l. calzada (m3/s)	Q talud+cuneta +berma (m3/s)	Q calzada (m3/s)	**Q aportado (m3/s)**
ACTUACIÓN B											
RAMAL 0											
0+274	**0+321**	derecho	47	3.5	47.0	14.0	0.000277	0.001103	0.012996	0.052	**0.065**
RAMAL 1											
1+000	**1+065**	derecho	65	6.5	65.0	10.5	0.000514	0.000827	0.033378	0.054	**0.087**
RAMAL 9											
9+240	**9+255**	izquierdo	15	3.0	0.0	7.5	0.000237	0.000591	0.003555	0.000	**0.004**
9+255	**9+265**	izquierdo	10	1.5	0.0	7.5	0.000119	0.000591	0.001185	0.000	**0.001**
ACTUACIÓN C											
RAMAL 1											
1+300	**1+417**	izquierdo	117	0.5	110.0	14.0	0.000040	0.001103	0.004622	0.121	**0.126**
RAMAL 2											
2+000	**2+180**	derecho	180	4.0	0.0	10.5	0.000316	0.000827	0.056880	0.000	**0.057**
2+000	**2+125**	izquierdo	125	1.0	125.0	10.5	0.000079	0.000827	0.009875	0.103	**0.113**
RAMAL 3											
3+560	**3+688**	izquierdo	128	3.5	120.0	14.0	0.000277	0.001103	0.035392	0.132	**0.168**
RAMAL 4											
4+000	**4+080**	izquierdo	80	4.0	0.0	10.5	0.000316	0.000827	0.025280	0.000	**0.025**
RAMAL 10											
0+110	**0+160**	derecho	50	4.0	45.0	7.5	0.000316	0.000591	0.015800	0.027	**0.042**
0+160	**0+290**	derecho	130	4.5	0.0	7.5	0.000356	0.000591	0.046215	0.000	**0.046**

CAUDALES DE APORTACIÓN AL CAZ CIRCULAR Ø 40 EN CORONACIÓN DE MUROS

MURO de P.K.	a P.K.	Borde	longitud (m)	longitud calzada que aporta (m)	ancho calzada que aporta (m)	Q por m.l. calzada (m3/s)	Q cuenca (m3/s)	Q calzada (m3/s)	**Q aportado (m3/s)**
ACTUACIÓN C									
REPOSICIÓN C-1413 OESTE									
0+261	**0+474**	**izdo**	213	213	7.50	0.000591	0.000	0.126	**0.126**
0+474	**0+600**	**izdo**	126	126	7.50	0.000591	0.000	0.074	**0.074**
RAMAL 10									
0+380	**0+581**	**dcho**	201	201	7.50	0.000591	0.000	0.119	**0.119**

COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL CAZ EN MEDIANA

CAZ CIRCULAR Ø 30 EN MEDIANA

CAZ Ø 30 mm de P.K. a P.K.	Q APORTAC. (m^3/s)	L (m)	COTA INICIAL CAZ	COTA FINAL CAZ	pend. J (m/m)	y<0,80 Ø	ancho b (m)	S (m2)	P (m)	v (m/s)	Ø (m)	Qunif. manning (m^3/s)
ACTUACIÓN B												
RAMAL 0												
0+470 0+592	0,067	122	37,463	42,039	0,0375	0,134	0,298	0,0306	0,4392	2,18	0,30	0,067

COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL CAZ SEMICIRCULAR EN CORONACIÓN DE MUROS

MURO de P.K.	MURO a P.K.	long. (m)	cota semicaz sección inicial	cota semicaz sección final	calado y<0,20 (m)	J media tanto por uno	n Manning	S (m2)	P (m)	**Qunif. tanteo (m3/s)**	v (m/s)	**Q aportado (m3/s)**
ACTUACIÓN B												
RAMAL 0												
0+274	**0+321**	47	36.800	34.800	0.113	0.0426	0.015	0.0292	0.4483	**0.065**	2.22	**0.065**
RAMAL 1												
1+000	**1+065**	65	34.800	30.050	0.115	0.0731	0.015	0.0297	0.4516	**0.087**	2.94	**0.087**
RAMAL 9												
9+240	**9+255**	15	37.700	39.600	0.023	0.1267	0.015	0.0029	0.1937	**0.004**	1.44	**0.004**
9+255	**9+265**	10	39.600	38.700	0.015	0.0900	0.015	0.0015	0.1559	**0.001**	0.92	**0.001**
ACTUACIÓN C												
RAMAL 1												
1+300	**1+417**	117	37.080	39.770	0.191	0.0230	0.015	0.0592	0.6103	**0.126**	2.13	**0.126**
RAMAL 2												
2+000	**2+180**	180	33.950	30.300	0.128	0.0203	0.015	0.0347	0.4810	**0.057**	1.64	**0.057**
2+000	**2+125**	125	37.680	31.340	0.144	0.0507	0.015	0.0407	0.5148	**0.113**	2.77	**0.113**
RAMAL 3												
3+560	**3+688**	128	31.930	38.170	0.181	0.0487	0.015	0.0552	0.5903	**0.168**	3.03	**0.168**
RAMAL 4												
4+000	**4+080**	80	35.300	36.870	0.085	0.0196	0.015	0.0195	0.3833	**0.025**	1.28	**0.025**
RAMAL 10												
0+110	**0+160**	50	29.740	27.900	0.094	0.0368	0.015	0.0225	0.4049	**0.042**	1.86	**0.042**
0+160	**0+290**	130	27.900	29.480	0.131	0.0122	0.015	0.0358	0.4874	**0.046**	1.29	**0.046**

COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS CACES DE CORONACIÓN DE MUROS

CAZ CIRCULAR Ø 40 EN CORONACIÓN DE MUROS

CAZ Ø 40 mm de P.K.	a P.K.	Q APORTAC. (m3/s)	L (m)	COTA INICIAL CAZ	COTA FINAL CAZ	pend. J (m/m)	y<0,80 Ø	ancho b (m)	S (m2)	P (m)	v (m/s)	Ø (m)	Qunif. manning (m3/s)
ACTUACIÓN C													
REPOSICIÓN C-1413 OESTE													
0+218	**0+474**	0.126	256	32.830	29.600	0.0126	0.228	0.396	0.0740	0.6845	1.70	0.40	0.126
0+474	**0+600**	0.074	126	29.600	30.000	0.0032	0.254	0.385	0.0842	0.7377	0.88	0.40	0.074
RAMAL 10													
0+380	**0+580**	0.119	200	30.540	29.610	0.0047	0.317	0.324	0.1068	0.8783	1.12	0.40	0.119

APÉNDICE Nº 9: LISTADO EN DISPOSICIÓN DE BORDILLOS

LISTADO DE DISPOSICIÓN DE BORDILLOS EN CORONACIÓN DE TERRAPLÉN

Bordillo de P.K.	Bordillo a P.K.	margen	longitud (m)
ACTUACIÓN B			
Ramal 1			
1+030	**1+122**	derecho	92
1+122	**1+275**	derecho	153
1+275	**1+330**	derecho	55
1+415	**1+770**	derecho	355
Ramal 6			
6+000	**6+080**	derecho	80
Ramal 7			
7+158	**7+275**	derecho	117
7+275	**7+402**	derecho	127
Ramal 9			
9+152	**9+385**	derecho	233
ACTUACIÓN C			
C-1413ESTE			
0+320	**0+370**	derecho	50
Ramal 4			
4+000	**4+052**	derecho	52
4+260	**4+310**	derecho	50
Ramal 7			
7+000	**7+055**	derecho	55
Ramal 8			
8+185	**8+220**	derecho	35
8+220	**8+260**	derecho	40
Ramal 10			
0+000	**0+080**	derecho	80
ACTUACIÓN D			
Ramal 1			
1+000	**1+200**	derecho	200
1+320	**1+391**	derecho	71
Ramal 2			
2+000	**2+117**	derecho	117
Glorieta			
0+059	**0+070**	BE	11
0+100	**0+119**	BE	19
ACTUACIÓN E			
Ramal 3			
3+120	**3+225**	derecho	105
3+225	**3+250**	derecho	25

APÉNDICE Nº 10: SITUACIÓN DE BAJANTES (TIPO B-1)

LISTADO DE DISPOSICIÓN DE BAJANTES B-1 EN CORONACIÓN DE TERRAPLÉN

Bajante P.K.	margen	longitud (m)
ACTUACIÓN B		
Ramal 1		
1+065	derecho	10.0
1+122	derecho	6.5
1+170	derecho	13.5
1+220	derecho	19.0
1+330	derecho	30.5
1+462	derecho	20.0
1+509	derecho	14.0
1+556	derecho	8.5
1+603	derecho	7.0
1+650	derecho	4.5
1+694	derecho	5.0
1+735	derecho	5.5
1+770	derecho	5.5
Ramal 6		
6+040	derecho	8.5
6+080	derecho	5.5
Ramal 7		
7+216	derecho	10.5
7+275	derecho	9.5
7+317	derecho	9.5
7+359	derecho	10.5
Ramal 9		
9+152	derecho	13.5
9+200	derecho	11.5
9+250	derecho	7.5
9+300	derecho	18.0
9+350	derecho	26.0
ACTUACIÓN C		
C-1413 ESTE		
0+370	derecho	6.5
Ramal 4		
4+260	derecho	5.0
4+310	derecho	7.5
Ramal 7		
7+000	derecho	8.5
7+055	derecho	5.0
Ramal 8		
8+185	derecho	6.0
8+260	derecho	7.5

Bajante P.K.	margen	longitud (m)
ACTUACIÓN D		
Ramal 1		
1+050	derecho	11.0
1+100	derecho	10.5
1+150	derecho	9.5
1+200	derecho	8.0
1+320	derecho	9.5
Ramal 2		
2+025	derecho	7.0
2+070	derecho	10.0
2+117	derecho	9.0
ACTUACIÓN E		
Ramal 3		
3+120	derecho	7.3
3+173	derecho	8.6
3+190	derecho	11.0
3+250	derecho	6.6

APÉNDICE Nº 11: RELACIÓN DE DESAGÜES DE DRENAJE LONGITUDINAL Y COMPROBACIÓN DE SU CAPACIDAD HIDRÁULICA

RELACIÓN DE DESAGÜES DE DRENAJE LONGITUDINAL

DESAGÜE P.K.	SECCIÓN	pendiente (m/m)	LONGITUD (m)	ángulo de esviaje (g)	CAUDAL (m^3/s)
ACTUACIÓN B					
RAMAL 0					
0+064,744	caño Ø 0,60	0,0420	36,00/3,29 a prolongar	-1,21	0,159
0+470,000	caño Ø 1,00	0,1242	12,99	0,00	0,067
RAMAL 7					
7+220,000	caño Ø 1,00	0,0937	20,07	0,00	0,119
RAMAL 9					
9+316,000	caño Ø 1,00	0,0644	34,75	0,00	0,182
ACTUACIÓN C					
REPOSICIÓN C-1413 ESTE					
0+140,000	caño Ø 1,00	0,1000	16,11	0,00	0,217
0+360,000	caño Ø 1,00	0,1176	25,90	0,00	0,381
REPOSICIÓN C-1413 OESTE					
0+068,765	caño Ø 1,00	0,2382	prolongación 9,33	9,18	0,339
0+218,000	caño Ø 0,80	0,1969	12,28	0,00	0,272
0+474,000	caño Ø 1,00	0,1000	7,79	0,00	0,328
RAMAL 3					
3+560,000	caño Ø 1,00	0,0486	29,63	0,00	0,168
RAMAL 5					
5+242,305	caño Ø 0,80	0,0050	22,07	50,09	0,126
RAMAL 6					
6+253,400	caño Ø 0,80	0,0050	12,89	-2,57	0,119
RAMAL 8					
8+000,000	caño Ø 1,00	0,0055	12,40	0,00	0,113
ACTUACIÓN D					
RAMAL 4					
4+060,000	caño Ø 1,00	0,0223	12,89	0,00	0,112
ACTUACIÓN E					
RAMAL 3					
3+214,000	caño Ø 1,00	0,0474	24,85	0,00	0,134

COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LOS DESAGÜES TRANSVERSALES DE DRENAJE LONGITUDINAL

	dato		dato	dato		dato	dato					
Desagüe P.K.	**Q DE APORTACIÓN**	**SECCIÓN**	**Nº CONDUCTOS**	**Ø**	**calado y<0,75Ø**	**J de la obra**	**n Manning**	**b**	**S**	**P**	**Qunif. manning**	**veloc.**
ACTUACIÓN B												
RAMAL 0												
0+064,744	0,159	caño Ø 0,60	1	0,60	0,155	0,0420	0,015	0,53	0,0579	0,6398	**0,159**	**2,75**
0+470,000	0,067	caño Ø 1,00	1	1,00	0,068	0,1242	0,015	0,50	0,0231	0,5268	**0,067**	**2,92**
RAMAL 7												
7+220,000	0,119	caño Ø 1,00	1	1,00	0,095	0,0937	0,015	0,59	0,0379	0,6266	**0,119**	**3,14**
RAMAL 9												
9+316,000	0,182	caño Ø 1,00	1	1,00	0,127	0,0644	0,015	0,67	0,0580	0,7288	**0,182**	**3,13**
ACTUACIÓN C												
REPOSICIÓN C-1413 ESTE												
0+140,000	0,217	caño Ø 1,00	1	1,00	0,125	0,1000	0,015	0,66	0,0563	0,7212	**0,217**	**3,85**
0+360,000	0,381	caño Ø 1,00	1	1,00	0,157	0,1176	0,015	0,73	0,0789	0,8148	**0,381**	**4,82**
REPOSICIÓN C-1413 OESTE												
0+068,765	0,339	caño Ø 1,00	1	1,00	0,125	0,2382	0,015	0,66	0,0568	0,7233	**0,339**	**5,97**
0+218,000	0,272	caño Ø 0,80	1	0,80	0,126	0,1969	0,015	0,58	0,0506	0,6521	**0,272**	**5,38**
0+474,000	0,328	caño Ø 1,00	1	1,00	0,152	0,1000	0,015	0,72	0,0753	0,8010	**0,328**	**4,36**
RAMAL 3												
3+560,000	0,168	caño Ø 1,00	1	1,00	0,131	0,0486	0,015	0,67	0,0607	0,7407	**0,168**	**2,77**
RAMAL 5												
5+242,305	0,126	caño Ø 0,80	1	0,80	0,213	0,0050	0,015	0,71	0,1074	0,8675	**0,126**	**1,17**
RAMAL 6												
6+253,400	0,119	caño Ø 0,80	1	0,80	0,207	0,0050	0,015	0,70	0,1031	0,8538	**0,119**	**1,15**
RAMAL 8												
8+000,000	0,113	caño Ø 1,00	1	1,00	0,183	0,0055	0,015	0,77	0,0984	0,8841	**0,113**	**1,14**
ACTUACIÓN D												
RAMAL 4												
4+060,000	0,112	caño Ø 1,00	1	1,00	0,130	0,0223	0,015	0,67	0,0600	0,7377	**0,112**	**1,87**
ACTUACIÓN E												
RAMAL 3												
3+214,000	0,134	caño Ø 1,00	1	1,00	0,118	0,0474	0,015	0,65	0,0521	0,7013	**0,134**	**2,56**

COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL COLECTOR DE DESAGÜE DEL P.K. 0+256 DEL CAMINO 1 ACTUACIÓN B

	dato		dato	dato		dato	dato					
Desagüe P.K.	**Q DE APORTACIÓN**	**COLECTOR**	**Nº CONDUCTOS**	**Ø**	**calado y<0,75Ø**	**J de la obra**	**n Manning**	**b**	**S**	**P**	**Qunif. manning**	**veloc.**
ACTUACIÓN B												
RAMAL 1												
0+256,000	0,224	caño Ø 0,60	1	0,60	0,290	0,0080	0,015	0,60	0,1351	0,9215	**0,224**	**1,66**
cota de entrada	24,580											
cota de salida	23,476											
longitud	138,000											

APÉNDICE Nº 12: TRAMIFICACIÓN DEL DRENAJE PROFUNDO. ARQUETAS REGISTRO DEL DRENAJE PROFUNDO

TRAMIFICACIÓN DEL DREN

de P.K.	a P.K.	Borde	DISPOSITIVO	long. (m)
ACTUACIÓN B				
RAMAL 0				
0+470	0+592	mediana	dren Ø 150	122
RAMAL 1				
2+040	2+220	dcho	dren Ø 150	180
RAMAL 3				
3+000	3+140	dcho	dren Ø 150	140
RAMAL 6				
6+144	6+220	izdo	dren Ø 150	76
ACTUACIÓN C				
VÍA COLECTORA				
0+581	0+611	mediana	dren Ø 150	30

ARQUETAS DE REGISTRO DE DRENAJE PROFUNDO

P.K. ARQUETA REGISTRO	BORDE	¿HAY DESAGÜE?	TIPO DE SALIDA	COTA FONDO ARQUETA	DIÁMETRO DREN (m)	COTA FONDO DREN SECCIÓN ANTERIOR	COTA FONDO DREN SECCIÓN POSTERIOR	PROFUNDIDAD ARQUETA
ACTUACIÓN B								
RAMAL 0								
0+470	mediana	S	Desagüe a Ø 1,00	36.913	0.150	-	37.013	0.77
0+530	mediana	N	-	39.688	0.150	39.788	39.788	0.77
0+592	mediana	N	-	41.489	0.150	41.589	41.589	0.77
RAMAL 1								
2+040	dcho	N	-	24.211	0.150	-	24.311	0.77
2+090	dcho	N	-	23.961	0.150	24.061	24.061	0.77
2+140	dcho	N	-	23.786	0.150	23.886	23.886	0.79
2+190	dcho	N	-	23.611	0.150	23.711	23.711	0.86
2+220	dcho	S	Desagüe a arqueta existente	23.506	0.150	23.606	23.606	0.92
RAMAL 3								
3+000	dcho	S	Desagüe a terreno natural	23.552	0.150	-	23.652	1.00
3+050	dcho	N	-	23.722	0.150	23.822	23.822	0.84
3+100	dcho	N	-	23.897	0.150	23.997	23.997	0.77
3+140	dcho	N	-	24.061	0.150	24.161	24.161	0.77
RAMAL 6								
6+144	izdo	N	-	28.253	0.150	-	28.353	0.77
6+182	izdo	N	-	26.975	0.150	27.075	27.075	0.77
6+220	izdo	S	Desagüe a registro existente	26.255	0.150	26.355	26.355	0.77
ACTUACIÓN C								
RAMAL 10								
0+581	dcho	S	Desagüe a Ø 0,80	28.437	0.150	-	29.328	1.84
0+611	dcho	N	-	29.378	0.150	29.478	29.478	0.77

APÉNDICE Nº 13: CÁLCULOS ESTRUCTURALES

CÁLCULOS ESTRUCTURALES. DIMENSIONAMIENTO DE TUBOS

En el presente epígrafe se realiza el cálculo estructural de los tubos de drenaje transversal.

La relación de tubos a calcular correspondientes a ODT de los viales del proyecto, indicando la sección y la altura de tierras sobre la ODT es la siguiente:

RELACIÓN DE TUBOS EN OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

DENOMINACIÓN	P.K.	SECCIÓN	H Tierras (m)
ACTUACIÓN B			
RAMAL 0			
ODE Nº 3	0+565,198	tubo Ø 1,80	14,7
RAMAL 9			
OD 9+207	9+207,418	tubo Ø 1,80	9,0
RAMAL 1			
ODE Nº 5	1+276,569	tubo Ø 1,80	2,0

Dada la existencia de conductos de diámetros inferiores en el drenaje longitudinal, se han calculado las clases de tubos necesarias para distintos diámetros y alturas de tierras.

GENERALIDADES

Para el dimensionamiento de los tubos que se utilizan en el drenaje, se empleará la metodología para el cálculo y dimensionamiento de tubos sin presión basados en las “Recomendaciones para tuberías de hormigón armado en redes de saneamiento y drenaje”, publicado por el Ministerio de Fomento.

TUBOS EN TERRAPLÉN

Cuando la rasante se encuentra claramente por encima, los tubos se colocarán en el terraplén. Las cargas serán sensiblemente distintas a las calculadas en el caso de tubos en zanja.

Se calculan para los casos en el que el terraplén tenga 2, 4, 6, 8 y 10 m de altura sobre la clave superior del tubo.

Las acciones a considerar son:

q_t = cargas dependientes de la altura de tierras

q_m = cargas dependientes del tráfico

Las acciones del terreno se definen mediante la fórmula:

$$q_t = \frac{1}{H/B_c}\left(\frac{e^{2k_\mu H/B_c}-1}{2k\mu}\right)\cdot\gamma\cdot B_c\cdot H$$

Que se expresan en t/m y donde:

H: Altura de tierras medida desde la clave del tubo (m.)

B_c: Diámetro exterior del tubo (m.)

k: Relación entre el empuje lateral y la presión vertical; su valor es:

$$k = tg^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)$$

donde ϕ' es el ángulo de rozamiento interno del suelo

μ': Coeficiente de rozamiento entre el material de relleno y las paredes laterales de la zanja, y su valor es tg ϕ'.

γ : es la densidad del material de relleno (t/m^3)

Se toma para el cálculo como valor k·μ' = 0,130, y densidad $\gamma = 1{,}92$ t/m^3 siendo estos valores suficientemente conservadores para nuestro cálculo.

Se determinan las cargas de tierras (q_t) con terraplenes de hasta 2, 4, 6, 8 y 10 m de altura de tierras, para los tubos de 1,00 m, 1,20 m, 1,50 m y 1,80 m de diámetro interior. También se determinan para el caso especial de altura de 15 m sobre el tubo de 1,80 m de diámetro.

La carga móvil (q_t) corresponde al carro de tres ejes de 60 t, para cuya determinación, se toman los valores de la tabla V C (página 46) de la publicación "Tubos de Hormigón para Saneamiento", editada por la AFTHAP. Dicha carga móvil tendrá poco efecto para alturas de terraplén superiores a 4.00 m.

La carga total sobre el tubo será

$$q = (q_t + q_m)$$

Para la determinación del tipo de tubería a dimensionar, se define como:

$$Q = \frac{q}{B_f \cdot D_i}$$

donde:

B_f = Factor de apoyo

D_i = Diámetro interior (m)

El factor de apoyo es un valor adimensional, que sólo depende de las condiciones y del tipo de instalación de la tubería. En el caso de instalación en terraplén, con solera de hormigón apoyando la tubería a 120º, y terraplén compactado, se tienen los valores indicados en los cálculos siguientes, en función de H/B_c siendo H la altura de tierras y B_c el diámetro exterior de la tubería.

La Clase de tubo a disponer viene determinada por el valor nominal de su carga última, que debe ser superior a los valores de Q_{ASTM} obtenido para cada tubo. Las Clases ASTM son:

	Carga de rotura	Carga de fisuración
Clase I	60 KN/m^2	40 KN/m^2
Clase II	75 KN/m^2	50 KN/m^2
Clase III	100 KN/m^2	65 KN/m^2
Clase IV	150 KN/m^2	100 KN/m^2
Clase V	175 KN/m^2	140 KN/m^2

La denominación de clases según UNE EN 1916 es la siguiente:

	Carga de rotura	Carga de fisuración
Clase 60	60 KN/m^2	40 KN/m^2
Clase 90	90 KN/m^2	60 KN/m^2
Clase 135	135 KN/m^2	90 KN/m^2
Clase 180	180 KN/m^2	120 KN/m^2

Cálculo de los valores de Q y de las “clases” de tubos en los casos considerados:

TUBOS EN TERRAPLÉN

	DIÁMETRO TUBO				
Di (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
H (m)	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
dext= Bc (m)	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
$k \cdot \mu$	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
γ (kN/m^3)	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20
q_t (kN/m)	58,42	147,88	284,89	494,71	816,05
q_m (kN/m)	29,57	11,71	6,31	3,96	2,71
γ_f	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
q (kN/m)	131,98	239,38	436,79	748,00	1.228,14
H/Bc	1,64	3,28	4,92	6,56	8,20
B_f	4,30	3,85	3,85	3,85	3,85
Q_{ASTM} (kN/m)	30,69	62,18	113,45	194,29	319,00
CLASE ASTM	I	II	IV	-	-
CLASE UNE	60	90	135	-	-

TUBOS EN TERRAPLÉN

	DIÁMETRO TUBO				
Di (m)	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
H (m)	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
dext= Bc (m)	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
k·μ	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
γ (kN/m^3)	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20
q_t (kN/m)	67,35	163,51	300,81	496,86	776,78
q_m (kN/m)	33,50	13,67	7,41	4,66	3,20
γ_f	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
q (kN/m)	151,27	265,77	462,33	752,27	1.169,97
H/Bc	1,37	2,74	4,11	5,48	6,85
B_f	4,40	3,85	3,85	3,85	3,85
Q_{ASTM} (kN/m)	28,65	57,53	100,07	162,83	253,24
CLASE ASTM	I	I	III	V	-
CLASE UNE	60	60	135	180	-

TUBOS EN TERRAPLÉN

	DIÁMETRO TUBO				
Di (m)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
H (m)	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
dext= Bc (m)	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82
k·μ	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
γ (kN/m^3)	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20
q_t (kN/m)	80,89	188,54	331,79	522,41	776,08
q_m (kN/m)	35,91	16,44	8,98	5,67	3,91
γ_f	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
q (kN/m)	175,21	307,47	511,16	792,12	1.169,98
H/Bc	1,10	2,20	3,30	4,40	5,49
B_f	4,55	4,00	3,85	3,85	3,85
Q_{ASTM} (kN/m)	25,67	51,25	88,51	137,16	202,59
CLASE ASTM	I	I	III	IV	-
CLASE UNE	60	60	90	180	-

TUBOS EN TERRAPLÉN

	DIÁMETRO TUBO					
Di (m)	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
H (m)	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	15,00
dext= Bc (m)	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18
k·μ	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
γ (kN/m^3)	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20
q_t (kN/m)	94,54	214,55	366,88	560,25	805,72	1.748,91
q_m (kN/m)	38,11	19,02	10,46	6,64	4,60	2,29
γ_f	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
q (kN/m)	198,97	350,35	566,01	850,34	1.215,47	2.626,80
H/Bc	0,92	1,83	2,75	3,67	4,59	6,88
B_f	4,75	4,25	3,85	3,85	3,85	3,85
Q_{ASTM} (kN/m)	23,27	45,80	81,68	122,70	175,39	379,05
CLASE ASTM	I	I	III	IV	V	V
CLASE UNE	60	60	90	135	180	180

Con estos valores de Q se obtienen, para las tuberías que se instalen en terraplén, los siguientes dimensionamientos:

Diámetros (m)	**Tipo de tubería** **Altura de tierras (m)**					
	2	**4**	**6**	**8**	**10**	**15**
1,0	CLASE I	CLASE II	CLASE IV	-	-	-
1,2	CLASE I	CLASE I	CLASE III	CLASE IV	-	-
1,5	CLASE I	CLASE I	CLASE III	CLASE IV	-	-
1,8	CLASE I	CLASE I	CLASE III	CLASE IV	CLASE V	CLASE V

Si se aplica el criterio de la Norma UNE, las clases de las tuberías a instalar son:

Diámetros (m)	**Tipo de tubería** **Altura de tierras (m)**					
	2	**4**	**6**	**8**	**10**	**15**
1,0	CLASE 60	CLASE 90	CLASE 135	-	-	-
1,2	CLASE 60	CLASE 90	CLASE 135	CLASE 180	-	-
1,5	CLASE 60	CLASE 60	CLASE 90	CLASE 180	-	
1,8	CLASE 60	CLASE 60	CLASE 90	CLASE 135	CLASE 180	CLASE 180-

TUBOS EN ZANJA

Cuando la rasante del trazado se encuentra muy próxima al terreno natural, el tubo se diseña por debajo de la línea de terreno natural, y por lo tanto, se realiza una zanja para su construcción.

Se dimensionarán los tubos de diámetros 0,60, 0,80, 1,00 y 1,20 m empleados en las obras del presente proyecto para alturas de terrenos de hasta 2 m (ya que cuando el tubo se diseña en zanja no existen alturas de tierras superiores). En general se utilizan estos tubos para desagües de drenaje longitudinal y pasos salvacunetas.

Se considera, en todos los casos, que la situación más desfavorable en cuanto a sobrecarga móvil se refiere, corresponde a la circulación de vehículos. Por tanto, se considera como sobrecarga móvil, el carro de tres ejes de 60 t.

Las acciones a considerar son:

q_t = cargas dependientes de la altura de tierras

q_m = cargas dependientes del tráfico

Las acciones del terreno vienen definidas por la fórmula:

$$q_t = \frac{1}{H / B_d}\left(\frac{1-e^{-2k\mu' H / B_d}}{2k\mu'}\right)\cdot\gamma\cdot B_d\cdot H$$

Que se expresa en KN/m y donde:

H: Altura de tierras medida desde la clave del tubo (m.)

Bd: Anchura de la zanja a la altura de la clave del tubo (m.)

k: Relación entre el empuje lateral y la presión vertical; su valor es:

$$k = tg^2\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\phi'}{2}\right)$$

donde ϕ' es el ángulo de rozamiento interno del suelo

μ': Coeficiente de rozamiento entre el material de relleno y las paredes laterales de la zanja, y su valor es tg ϕ'.

γ : es la densidad del material de relleno (t/m^3)

Se toma para el cálculo como valor k·μ', 0,130, y densidad, 1,92 t/m^3 siendo estos valores suficientemente conservadores para nuestro cálculo.

La zanja se diseña con taludes 1H:3V y con una cama de hormigón en la que se apoya el tubo a 120º, y de un espesor mínimo de 15 cm. El ancho en el fondo de la zanja será 0,5 m superior, por cada lado del tubo, al diámetro exterior.

Se estudian los siguientes casos:

	Diámetros (m.)		
	0,60	**0,80**	**1,00**
Altura de tierras (m)	2	2	2

La carga móvil corresponde al carro de tres ejes de 60 T, para cuya determinación, se toman los valores de la tabla V C (página 46) de la publicación “Tubos de Hormigón para Saneamiento”, editada por la AFTHAP.

Las cargas totales en cada caso considerado resultan:

$$q = \gamma_f\,(q_t + q_m)$$

Siendo γ_f el coeficiente de seguridad de valor 1,5.

Para determinar el dimensionamiento, se emplea el valor Q_{ASTM}, que se define, como la carga exigida en el Ensayo de Tres Aristas que produce la fisura de 0,3 mm en 30 cm, cuyo valor es:

$$Q_{ASTM} = \frac{q}{B_f \cdot D_i}$$

Donde B_f, es el factor de Apoyo, valor adimensional que sólo depende de las condiciones y del tipo de instalación de la tubería. Dicho valor relaciona la capacidad resistente de una tubería instalada, y la capacidad resistente de esa misma tubería sometida al ensayo de tres aristas. En el caso de tubería en zanja con un apoyo de hormigón en masa resulta B_f=2,8.

De esta forma, se obtiene, en cada uno de los casos considerados:

TUBOS EN ZANJA

	DIÁMETRO TUBO			
Di (m)	0,60	0,80	1,00	1,20
dext (m)	0,75	0,99	1,22	1,45
H (m)	2,00	2,00	2,00	2,00
Bd (en clave tubo)(m)	2,25	2,65	3,03	3,42
$k \cdot \mu'$	0,130	0,130	0,130	0,130
γ (kN/m^3)	19,20	19,20	19,20	19,20
q_t (kN/m)	77,14	92,40	107,04	121,70
q_m (kN/m)	19,73	25,03	29,57	33,50
γ_f	1,50	1,50	1,50	1,50
q (kN/m)	145,31	176,14	204,92	232,81
B_f	2,80	2,80	2,80	2,80
Q_{ASTM} (kN/m^2)	86,49	78,63	73,19	69,29
CLASE ASTM	III	III	II	II
CLASE UNE	90	90	90	90

Con estos valores se obtienen, para las tuberías que se instalan en zanja, los siguientes dimensionamientos:

	Tipo de tuberías (clasificación ASTM)			
Altura de relleno (m)	**Diámetro del tubo (m.)**			
	0,60	**0,80**	**1,00**	**1,20**
2	CLASE III	CLASE III	CLASE II	CLASE II

	Tipo de tuberías (clasificación UNE EN 1916)			
Altura de relleno (m)	Diámetro del tubo (m.)			
	0,60	**0,80**	**1,00**	**1,20**
2	CLASE 90	CLASE 90	CLASE 90	CLASE 90

CÁLCULOS ESTRUCTURALES. DIMENSIONAMIENTO DE MARCOS

La relación de marcos prefabricados de hormigón armado correspondientes a obras de drenaje transversal del proyecto, ordenada por tipo de marco y altura de tierras es la siguiente:

RELACIÓN DE MARCOS EN OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL (*)

DENOMINACIÓN	P.K.	SECCIÓN	H Tierras (m)
ACTUACIÓN C			
CAMINO 3			
PASO DE CANAL	0+010,300	rectangular 4,00x 2,00	1,0

(*) Las ODT rectangulares que faltan en esta relación se calculan en el Anejo de Estructuras, debido a sus dimensiones.

Por tanto, el único marco proyectado es de sección interior de de 4,0x2,0.

Dado que este marco se abonará, de acuerdo con los precios que figuran en la Base de Precios de Referencia de la DGC para cada sección, con altura de tierras sobre clave igual o inferior a 8 metros, se han realizado los cálculos para esta altura de tierras, que proporcionan una armadura del lado de la seguridad frente a alturas de tierras inferiores. En resumen, se ha calculado el siguiente caso que se da en el proyecto:

- ✓ Marco de 4,0x2,0 con alturas de tierras menores o iguales a 8 m.

Normas de aplicación

Para el cálculo y diseño de los distintos elementos componentes de la estructura de los marcos se han aplicado los criterios recogidos en la siguiente normativa:

- ✓ EHE-08. “Instrucción de Hormigón Estructural”

- ✓ IAP-11 "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera"
- ✓ NCSP-07 “Norma de construcción sismorresistente: Puentes”
- ✓ “Guía de cimentaciones en obras de carretera”

Vida útil del proyecto

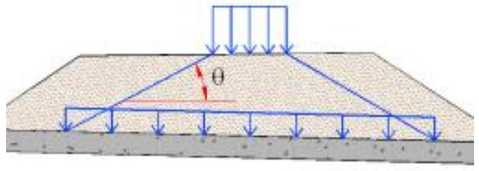
El proyecto de las estructuras se ha concebido para garantizar los requisitos de seguridad y funcionalidad estructural, seguridad en caso de incendios e higiene, salud y protección al medio ambiente durante la vida útil de la estructura, fijada en 100 años según lo indicado en el artículo 5 de la EHE-08 y el artículo 2.2 de la IAP-11.

Valores característicos de las acciones

Las acciones consideradas se corresponden con las indicaciones dadas en cada una de las normas de aplicación. Para el diseño del marco se han considerado los siguientes valores de cargas actuantes:

- Peso propio del marco:
  Se ha considerado una densidad de 25 kN/m³ para el peso propio del hormigón.
- Altura de tierras:
  La altura de tierras sobre el marco se indica en cada caso en el listado de cálculo. En el diseño se ha considerado una densidad para el relleno de tierras de 20 kN/m³.

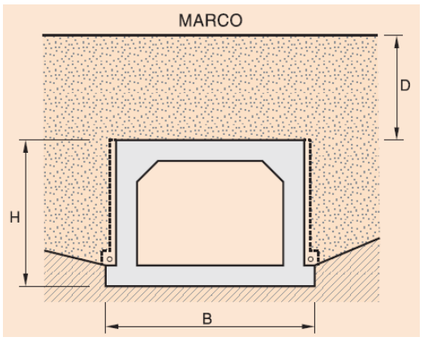
  La armadura y solicitaciones que determinan el diseño se aplican a toda la longitud del marco, manteniendo una sección y armado uniforme.
- Empuje de tierras:
  Se ha considerado la acción de los empujes activo y en reposo del terreno a ambos lados del marco, calculado para un suelo de densidad 20 kN/m³, un ángulo de fricción interna de 30º, una fricción entre el relleno y el pavimento de 20º y cohesión nula.
- Sobrecarga de tráfico:
  La sobrecarga considerada corresponde a las acciones indicadas en la IAP-11, según el número de carriles de circulación y una sobrecarga en el trasdós de 10 kN/m El reparto de cargas a través del relleno se ha hecho suponiendo un ángulo de reparto de 63º con la horizontal, según se deduce de lo indicad en la “Guía de cimentaciones de obras de carretera”.



La disposición de los carriles se ha indicado según el perfil de la sección transversal de la vía, considerando un talud del terreno del terraplén de 1:1, acercando el tren de cargas lo máximo posible al borde del marco.

- Rozamiento negativo:
  Se ha considerado el valor máximo posible para el rozamiento negativo dado por la siguiente expresión:

$$r = \gamma_{ap}\left(D + \frac{H}{2}\right)\cdot\frac{1}{f} \le 0{,}3\cdot\gamma_{ap}\cdot\frac{D^2}{B}$$



$$r = 0.3{*}\gamma_{ap}\cdot\frac{D^2}{B}$$

$$0.3{*}\gamma_{ap}\cdot\frac{D^2}{B}$$

r =

γ_{ap} = Peso específico aparente medio del relleno de tierras entre la superficie y la profundidad *D*.
B = Anchura del techo de cálculo de la obra de fábrica enterrada.
D = Profundidad techo de cálculo de la obra de fábrica enterrada.

- Acción sísmica:
  No es de aplicación.

Características del terreno de cimentación

En el punto 6.6.2 de la "Guía de cimentaciones de Obras de Carreteras" se indica que en caso de marcos cimentados sobre losa continua no es necesario comprobar ningún estado límite de fallo del cimiento, se ha considerado la carga de hundimiento por exigencias del programa de cálculo utilizado.

Este cálculo se ha realizado suponiendo un coeficiente de balasto de 2 kg/cm³.

Durabilidad, clases de exposición y recubrimientos

De acuerdo con la tabla 8.2.2 de la EHE-08, la clase de general de exposición de los marcos será IIb,

En estas condiciones el recubrimiento mínimo de la armadura será de 30 mm.

Combinación de acciones

Las combinaciones de las acciones se ha realizado según lo indicado en el artículo 6 de la IAP-11 donde se indican los valores representativos de las acciones según la comprobación de que se trate, los coeficientes de seguridad a utilizar y las combinaciones a considerar en cada caso.

Coeficientes de seguridad y valores característicos

Materiales.

Los valores característicos de los materiales serán los siguientes:

Hormigón: HA-40/B/12/IIb+Qa

Acero pasivo: B500-SD

Coeficientes de seguridad.

Minoración de hormigón 1,35

Minoración de aceros 1,10

Mayoración de acciones:

Los coeficientes de seguridad considerados se corresponden con los indicados en el artículo 6.2.1.1.1 de la IAP-11 y aparecen en la siguiente tabla:

Acción		Efecto	
		Favorable	Desfavorable
Permanente de valor constante (*G*)	Peso propio	1,0	1,35
	Carga muerta	1,0	1,35
Permanente de valor no constante (*G**)	Pretensado P_1	1,0	1,0 / 1,2(1) / 1,3(2)
	Pretensado P_2	1,0	1,35
	Otras presolicitaciones	1,0	1,0
	Reológicas	1,0	1,35
	Empuje del terreno	1,0	1,5
	Asientos	0	1,2 / 1,35(3)
	Rozamiento de apoyos deslizantes	1,0	1,35
Variable (*Q*)	Sobrecarga de uso	0	1,35
	Sobrecarga de uso en terraplenes	0	1,5
	Acciones climáticas	0	1,5
	Empuje hidrostático	0	1,5
	Empuje hidrodinámico	0	1,5
	Sobrecargas de construcción	0	1,35

Estados de carga, combinaciones y cálculo de las secciones

Los estados de carga considerados se corresponden con las cargas descritas anteriormente. La combinación de estados de carga se ha realizado según lo indicado en el artículo 13 de la EHE-08 y el artículo 6.3 de la IAP-11.

Para el cálculo de los esfuerzos y el diseño de los marcos prefabricados se ha utilizado el programa informático CivilCAD 2000

Cálculos

En el anexo de cálculo se adjuntan el listado de cálculo del marco prefabricado para la altura considerada.

Marco de 4,0x2,5 y Ht<8,0 m (válido para marco de 4,0x2,0)

***** CivilCAD 2000 *** Autores: L.M.Callis,J.M.Roig,I.Callis**

PROYECTO DE CAJÓN 4.00x2.50 m y Altura de tierras ≤ 8 m

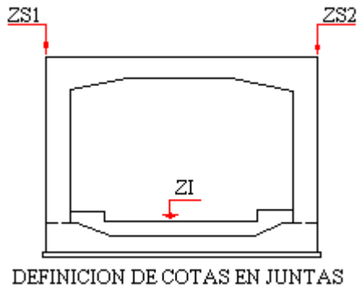
Listado generado el día 26-05-2015

Nombre del proyecto: 400x250 ht ≤ 8 m

Normativa utilizada (España): Instrucción IB-23011/IAPF, EHE-2008

MEMORIA DEL PROYECTO

MODULO 1:



DEFINICION DE COTAS EN JUNTAS

GEOMETRIA

Coordenadas del paramento interior:

Junta de entrada:

x1 = 0.000 m y1 = 0.000 m

x2 = -0.000 m y2 = 5.000 m

Junta de salida:

x1 = 5.000 m y1 = 0.000 m

x2 = 5.000 m y2 = 5.000 m

Cantos :

Solera: 0.180 m

Hastiales: 0.180 m

Dintel: 0.180 m

Cotas :

Junta de entrada:

Zsup.izq. 102.900 m

Zsup.der. 102.900 m

Zrasante 100.300 m

Zsolera 100.000 m

Junta de salida:

Zsup.izq. 102.900 m

Zsup.der. 102.900 m

Zrasante 100.300 m

Zsolera 100.000 m

Cartelas:

Superior:

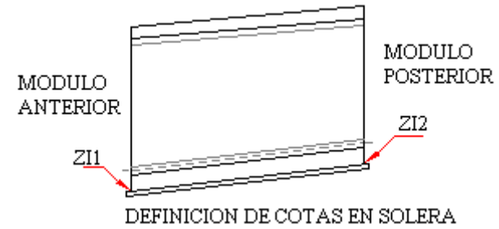
Altura 0.100 m

Anchura 0.100 m

Inferior:

Altura 0.100 m

Anchura 0.100 m



DEFINICION DE COTAS EN SOLERA

MATERIALES

- Hormigón de la solera, hastiales y dintel:
  - Resistencia característica fck (kg/cm2): 400,000
  - Módulo de Young E (T/m2): 3089110,000
  - Coeficiente de Poisson: 0,200

- Hormigón de nivelación:
  - Resistencia característica fck (kg/cm2): 150,000
  - Espesor (m): 0,100

- Acero
  - Limite elástico fyk del acero de la armadura pasiva (kg/cm2): 5000,000

- Recubrimientos de la armadura pasiva:
  - Recubrimiento mecánico de la armadura pasiva en la solera(m): 0,040
  - Recubrimiento mecánico de la armadura pasiva en hastiales y dintel(m): 0,040

CARGAS

- Peso Propio:
  - Densidad hormigón: 2.500 T/m3

- Empuje del terreno:
  - Densidad: 2.000 T/m3
  - Ángulo de rozamiento: 30°
  - Sobrecarga adicional en el dintel asociada al efecto Marston: 5.03 T/m2
  - Ángulo de reparto de cargas con la horizontal: 63°
  - Coeficiente de balasto del terreno 'in situ': 2000.000 T/m3
  - Constante para el cálculo del empuje activo: 0,3333
  - Constante para el cálculo del empuje en reposo: 0,5000
  - Sobre los hastiales del cajón se aplicará el empuje activo y al reposo y se tomará el más desfavorable.
  - Se aplicará el empuje simultáneamente en ambos hastiales.

- Peso de tierras. Perfil de tierras según eje cajón:
  - Cajón con tierras sobre el dintel:

    Distancia sobre el eje del cajón: 0.000 m Cota : 110.900 m

    Distancia sobre el eje del cajón: 5.000 m Cota : 110.900 m

    Azimut eje calzada superior: 0.000g

- Sobrecargas en trasdós y en solera:
  - En solera: 0.000 T/m2
  - En trasdós: 1.000 T/m2

- Tráfico en plataforma
  - Anchura de los carriles virtuales:

Anchura de la plataforma (m)	Anchura del carril virtual (m)
0.000	0.000
3.000	3.000
5.399	3.000
5.400	2.700
6.000	3.000
1000.000	3.000

Nota: Para valores intermedios de la anchura de plataforma se interpola linealmente.

- Cargas de tráfico en plataforma:

Situación	Carga por rueda del vehiculo pesado (t)	Sobrecarga uniforme (t/m2)
Carril 1	15.291	0.917
Carril 2	10.194	0.255
Carril 3	5.097	0.255
Resto de carriles	0.000	0.255
Área remanente	0.000	0.255

Posición de las ruedas de los vehiculos pesados:

Carga 1: Distancia longitudinal de la carga : 0.000m
Distancia transversal de la carga : -1.000m
Carga 2: Distancia longitudinal de la carga : 0.000m
Distancia transversal de la carga : 1.000m
Carga 3: Distancia longitudinal de la carga : 1.200m
Distancia transversal de la carga : -1.000m
Carga 4: Distancia longitudinal de la carga : 1.200m
Distancia transversal de la carga : 1.000m

Número de posiciones del carro en cada carril: 11

Huella de las cargas: 0.400 m x 0.400 m

- Coeficientes de seguridad

	E.L.Servicio		E.L.Ultimo			
			Estructural		Geotécnico	
			Sit. pers.		Sit. pers.	
	E.F.	E.D.	E.F.	E.D.	E.F.	E.D.
Peso Propio de Hormigón	1.000	1.000	1.000	1.350	1.000	1.000
Peso Propio de Tierras	1.000	1.000	1.000	1.350	1.000	1.000
Empuje de Tierras	1.000	1.000	1.000	1.500	1.000	1.000
Superestructura	1.000	1.000	1.000	1.350	1.000	1.000
Sobrecarga en trasdós/solera	0.000	1.000	0.000	1.500	0.000	1.000
Tráfico	0.000	1.000	0.000	1.350	0.000	1.000
Acción del agua	0.000	1.000	0.000	1.500	0.000	1.000

E.F. : Coeficiente para el efecto favorable.

E.D. : Coeficiente para el efecto desfavorable.

Coeficientes de combinación

Valor de combinación:

- gr1, vehiculos pesados: 0.750
- gr1, sobrecarga uniforme: 0.400
- gr1, tráfico en aceras: 0.400
- gr2, fuerzas horizontales: 0.000
- acción del agua: 1.000
- sobrecarga en trasdós: 1.000

Valor frecuente:

- gr1, vehículos pesados: 0.750
- gr1, sobrecarga uniforme: 0.400
- gr1, tráfico en aceras: 0.400
- gr2, fuerzas horizontales: 0.000
- acción del agua: 1.000
- acción térmica: 0.600
- sobrecarga en trasdós: 1.000

Valor casi permanente:

- gr1, vehículos pesados: 0.000
- gr1, sobrecarga uniforme: 0.000
- gr1, tráfico en aceras: 0.000
- gr2, fuerzas horizontales: 0.000
- acción del agua: 1.000
- acción térmica: 0.500
- sobrecarga en trasdós: 1.000

- Coeficientes de minoración de los materiales

Situación persistente

Hormigón: 1.500

Acero: 1.150

Situación accidental

Hormigón: 1.300

Acero: 1.000

DISCRETIZACION

Número de nodos en la discretización.

Módulo 1:

Según la dirección longitudinal del cajón: 5

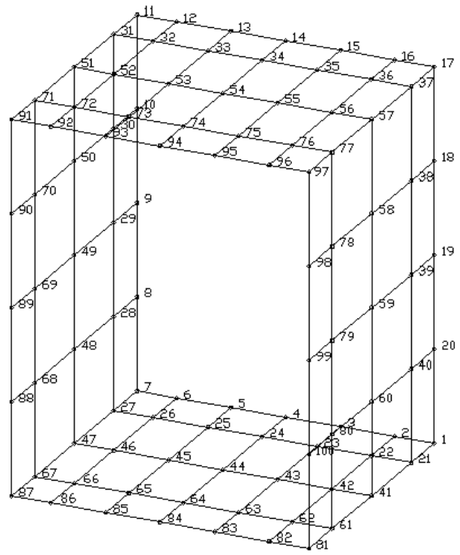
Según la dirección transversal del cajón: 7

Según la dirección vertical del cajón: 5

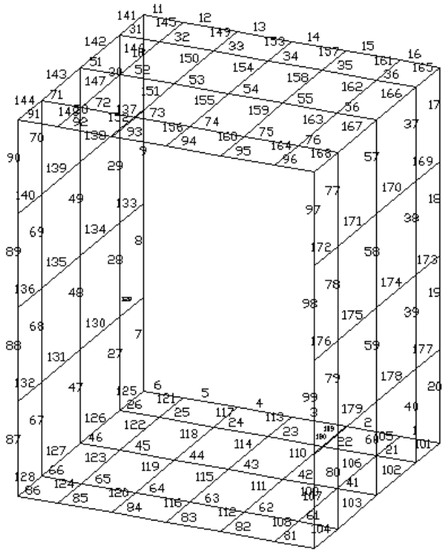
Se considerará la cartela en los nodos del empotramiento hastial-solera para el cálculo a flexión de los hastiales.

Se considerará la cartela en los nodos del empotramiento hastial-dintel para el cálculo a flexión de los hastiales.

Se incluyen los nodos del empotramiento hastial-solera y hastial-dintel en el cálculo a cortante.



NUDOS



BARRAS

Envolvente global de esfuerzos.

Barra	Nodo	Mdmax+	Nconc	Tconc	Mdmax-	Nconc	Tconc	Qdmax
1	1	-12.92	10.64	-1.09	-32.67	25.15	-1.82	53.82
1	2	3.82	10.15	-1.96	-6.03	25.64	-0.94	54.31
2	2	7.79	11.60	-1.05	-4.02	23.79	-0.60	31.77
2	3	30.53	11.60	-1.05	10.62	23.79	-0.60	32.45
3	3	31.92	12.94	-0.21	11.54	21.88	-0.20	11.68
3	4	38.06	8.52	-0.25	17.80	22.20	-0.19	12.36
4	4	38.06	8.52	0.25	17.80	22.20	0.19	12.36
4	5	31.92	12.94	0.21	11.54	21.88	0.20	11.68
5	5	30.53	11.60	1.05	10.62	23.79	0.60	32.45
5	6	7.79	11.60	1.05	-4.02	23.79	0.60	31.77
6	6	3.82	10.15	1.96	-6.03	25.64	0.94	54.31
6	7	-12.92	10.64	1.09	-32.67	25.15	1.82	53.82
7	7	-13.62	31.41	0.21	-33.85	58.48	0.35	24.64
7	8	-7.43	31.13	0.22	-25.41	58.10	0.37	12.18
8	8	-7.32	39.37	-0.07	-25.21	71.86	-0.12	13.38
8	9	-3.99	36.75	-0.06	-24.54	71.55	-0.13	3.90
9	9	-3.84	37.03	-0.07	-24.23	72.13	-0.13	3.62
9	10	-6.44	36.33	-0.06	-26.74	71.82	-0.13	12.12
10	10	-6.27	36.55	-0.05	-26.40	72.30	-0.11	12.11
10	11	-15.67	36.46	-0.05	-35.75	72.73	-0.11	20.48
11	11	-15.63	12.95	-0.02	-35.67	19.49	-0.04	69.21
11	12	0.99	13.34	-0.03	-4.58	19.10	-0.02	52.42
12	12	1.03	13.35	-0.01	-4.55	19.11	-0.00	52.32
12	13	31.11	9.26	-0.01	12.45	19.11	-0.00	26.81
13	13	31.11	9.28	-0.00	12.45	19.12	-0.00	26.80
13	14	41.18	8.77	-0.00	18.71	19.63	-0.00	1.29
14	14	41.18	8.77	0.00	18.71	19.63	0.00	1.29
14	15	31.11	9.28	0.00	12.45	19.12	0.00	26.80
15	15	31.11	9.26	0.01	12.45	19.11	0.00	26.81
15	16	1.03	13.35	0.01	-4.55	19.11	0.00	52.32
16	16	0.99	13.34	0.03	-4.58	19.10	0.02	52.42
16	17	-15.63	12.95	0.02	-35.67	19.49	0.04	69.21
17	17	-15.67	36.46	0.05	-35.75	72.73	0.11	20.48
17	18	-6.27	36.55	0.05	-26.40	72.30	0.11	12.11
18	18	-6.44	36.33	0.06	-26.74	71.82	0.13	12.12
18	19	-3.84	37.03	0.07	-24.23	72.13	0.13	3.62
19	19	-3.99	36.75	0.06	-24.54	71.55	0.13	3.90
19	20	-7.32	39.37	0.07	-25.21	71.86	0.12	13.38
20	20	-7.43	31.13	-0.22	-25.41	58.10	-0.37	12.18
20	1	-13.62	31.41	-0.21	-33.85	58.48	-0.35	24.64
21	21	-14.96	10.78	-0.42	-36.06	25.42	-0.72	67.96
21	22	7.56	10.42	-0.76	-4.33	25.79	-0.38	68.45
22	22	7.35	11.79	-0.51	-4.43	23.88	-0.28	34.63
22	23	32.21	11.79	-0.51	11.56	23.88	-0.28	35.31
23	23	32.18	13.14	-0.15	11.53	21.98	-0.11	12.32
23	24	38.56	8.72	-0.16	18.16	20.83	-0.08	13.00
24	24	38.56	8.72	0.16	18.16	20.83	0.08	13.00
24	25	32.18	13.14	0.15	11.53	21.98	0.11	12.32
25	25	32.21	11.79	0.51	11.56	23.88	0.28	35.31
25	26	7.35	11.79	0.51	-4.43	23.88	0.28	34.63
26	26	7.56	10.42	0.76	-4.33	25.79	0.38	68.45
26	27	-14.96	10.78	0.42	-36.06	25.42	0.72	67.96
27	27	-14.91	40.25	0.09	-35.98	72.70	0.15	26.26
27	28	-7.47	40.16	0.09	-25.47	73.16	0.15	13.80
28	28	-7.49	39.83	-0.01	-25.50	72.62	-0.02	13.74
28	29	-3.90	37.13	-0.01	-24.35	72.32	-0.02	3.19
29	29	-3.91	37.18	-0.03	-24.36	72.43	-0.06	3.15
29	30	-6.35	36.47	-0.03	-26.56	72.13	-0.06	11.65
30	30	-6.35	36.51	-0.03	-26.56	72.22	-0.07	11.62
30	31	-15.58	36.42	-0.03	-35.56	72.65	-0.07	19.99
31	31	-15.58	12.90	-0.01	-35.56	19.38	-0.02	69.10
31	32	1.04	13.24	-0.02	-4.55	19.04	-0.01	52.32
32	32	1.04	13.23	-0.01	-4.55	19.04	-0.00	52.32

32	33	31.11	9.14	-0.01	12.45	19.04	-0.00	26.81
33	33	31.11	9.14	-0.00	12.45	19.04	-0.00	26.80
33	34	41.18	8.63	-0.00	18.71	19.55	-0.00	1.30
34	34	41.18	8.63	0.00	18.71	19.55	0.00	1.30
34	35	31.11	9.14	0.00	12.45	19.04	0.00	26.80
35	35	31.11	9.14	0.01	12.45	19.04	0.00	26.81
35	36	1.04	13.23	0.01	-4.55	19.04	0.00	52.32
36	36	1.04	13.24	0.02	-4.55	19.04	0.01	52.32
36	37	-15.58	12.90	0.01	-35.56	19.38	0.02	69.10
37	37	-15.58	36.42	0.03	-35.56	72.65	0.07	19.99
37	38	-6.35	36.51	0.03	-26.56	72.22	0.07	11.62
38	38	-6.35	36.47	0.03	-26.56	72.13	0.06	11.65
38	39	-3.91	37.18	0.03	-24.36	72.43	0.06	3.15
39	39	-3.90	37.13	0.01	-24.35	72.32	0.02	3.19
39	40	-7.49	39.83	0.01	-25.50	72.62	0.02	13.74
40	40	-7.47	40.16	-0.09	-25.47	73.16	-0.15	13.80
40	21	-14.91	40.25	-0.09	-35.98	72.70	-0.15	26.26
41	41	-15.37	10.97	0.00	-36.78	25.75	0.00	69.63
41	42	7.68	10.75	0.00	-4.30	25.96	0.00	70.11
42	42	7.34	11.96	0.00	-4.48	23.96	0.00	35.42
42	43	32.83	11.96	0.00	11.86	23.96	0.00	36.10
43	43	32.62	13.31	0.00	11.74	22.07	0.00	12.52
43	44	39.10	8.89	0.00	18.47	20.92	0.00	13.19
44	44	39.10	8.89	-0.00	18.47	20.92	-0.00	13.19
44	45	32.62	13.31	-0.00	11.74	22.07	-0.00	12.52
45	45	32.83	11.96	0.00	11.86	23.96	0.00	36.10
45	46	7.34	11.96	0.00	-4.48	23.96	0.00	35.42
46	46	7.68	10.75	-0.00	-4.30	25.96	0.00	70.11
46	47	-15.37	10.97	0.00	-36.78	25.75	-0.00	69.63
47	47	-15.33	41.25	-0.00	-36.71	74.36	-0.00	26.53
47	48	-7.70	41.18	-0.00	-25.87	74.88	-0.00	14.07
48	48	-7.68	40.26	-0.00	-25.84	73.33	-0.00	13.96
48	49	-3.93	37.48	-0.00	-24.42	73.04	-0.00	2.78
49	49	-3.96	37.32	-0.00	-24.46	72.71	-0.00	2.91
49	50	-6.32	36.60	-0.00	-26.49	72.42	-0.00	11.41
50	50	-6.35	36.47	-0.00	-26.55	72.14	0.00	11.46
50	51	-15.52	36.37	-0.00	-35.44	72.56	0.00	19.84
51	51	-15.53	12.84	0.00	-35.46	19.26	0.00	69.01
51	52	1.09	13.12	0.00	-4.52	18.98	0.00	52.23
52	52	1.08	13.13	0.00	-4.52	18.98	0.00	52.26
52	53	31.12	9.03	0.00	12.45	18.98	0.00	26.76
53	53	31.12	9.02	0.00	12.45	18.98	0.00	26.78
53	54	41.18	8.51	0.00	18.71	19.49	0.00	1.30
54	54	41.18	8.51	-0.00	18.71	19.49	0.00	1.30
54	55	31.12	9.02	-0.00	12.45	18.98	0.00	26.78
55	55	31.12	9.03	-0.00	12.45	18.98	0.00	26.76
55	56	1.08	13.13	0.00	-4.52	18.98	0.00	52.26
56	56	1.09	13.12	-0.00	-4.52	18.98	-0.00	52.23
56	57	-15.53	12.84	-0.00	-35.46	19.26	-0.00	69.01
57	57	-15.52	36.37	-0.00	-35.44	72.56	-0.00	19.84
57	58	-6.35	36.47	-0.00	-26.55	72.14	-0.00	11.46
58	58	-6.32	36.60	-0.00	-26.49	72.42	-0.00	11.41
58	59	-3.96	37.32	-0.00	-24.46	72.71	-0.00	2.91
59	59	-3.93	37.48	-0.00	-24.42	73.04	-0.00	2.78
59	60	-7.68	40.26	-0.00	-25.84	73.33	-0.00	13.96
60	60	-7.70	41.18	-0.00	-25.87	74.88	0.00	14.07
60	41	-15.33	41.25	-0.00	-36.71	74.36	0.00	26.53
61	61	-14.96	10.78	0.42	-36.06	25.42	0.72	67.96
61	62	7.56	10.42	0.76	-4.33	25.79	0.38	68.45
62	62	7.35	11.79	0.51	-4.43	23.88	0.28	34.63
62	63	32.21	11.79	0.51	11.56	23.88	0.28	35.31
63	63	32.18	13.14	0.15	11.53	21.98	0.11	12.32
63	64	38.56	8.72	0.16	18.16	20.83	0.08	13.00
64	64	38.56	8.72	-0.16	18.16	20.83	-0.08	13.00
64	65	32.18	13.14	-0.15	11.53	21.98	-0.11	12.32
65	65	32.21	11.79	-0.51	11.56	23.88	-0.28	35.31

65	66	7.35	11.79	-0.51	-4.43	23.88	-0.28	34.63	82	82	7.79	11.60	1.05	-4.02	23.79	0.60	31.77
66	66	7.56	10.42	-0.76	-4.33	25.79	-0.38	68.45	82	83	30.53	11.60	1.05	10.62	23.79	0.60	32.45
66	67	-14.96	10.78	-0.42	-36.06	25.42	-0.72	67.96	83	83	31.92	12.94	0.21	11.54	21.88	0.20	11.68
67	67	-14.91	40.25	-0.09	-35.98	72.70	-0.15	26.26	83	84	38.06	8.52	0.25	17.80	22.20	0.19	12.36
67	68	-7.47	40.16	-0.09	-25.47	73.16	-0.15	13.80	84	84	38.06	8.52	-0.25	17.80	22.20	-0.19	12.36
68	68	-7.49	39.83	0.01	-25.50	72.62	0.02	13.74	84	85	31.92	12.94	-0.21	11.54	21.88	-0.20	11.68
68	69	-3.90	37.13	0.01	-24.35	72.32	0.02	3.19	85	85	30.53	11.60	-1.05	10.62	23.79	-0.60	32.45
69	69	-3.91	37.18	0.03	-24.36	72.43	0.06	3.15	85	86	7.79	11.60	-1.05	-4.02	23.79	-0.60	31.77
69	70	-6.35	36.47	0.03	-26.56	72.13	0.06	11.65	86	86	3.82	10.15	-1.96	-6.03	25.64	-0.94	54.31
70	70	-6.35	36.51	0.03	-26.56	72.22	0.07	11.62	86	87	-12.92	10.64	-1.09	-32.67	25.15	-1.82	53.82
70	71	-15.58	36.42	0.03	-35.56	72.65	0.07	19.99	87	87	-13.62	31.41	-0.21	-33.85	58.48	-0.35	24.64
71	71	-15.58	12.90	0.01	-35.56	19.38	0.02	69.10	87	88	-7.43	31.13	-0.22	-25.41	58.10	-0.37	12.18
71	72	1.04	13.24	0.02	-4.55	19.04	0.01	52.32	88	88	-7.32	39.37	0.07	-25.21	71.86	0.12	13.38
72	72	1.04	13.23	0.01	-4.55	19.04	0.00	52.32	88	89	-3.99	36.75	0.06	-24.54	71.55	0.13	3.90
72	73	31.11	9.14	0.01	12.45	19.04	0.00	26.81	89	89	-3.84	37.03	0.07	-24.23	72.13	0.13	3.62
73	73	31.11	9.14	0.00	12.45	19.04	0.00	26.80	89	90	-6.44	36.33	0.06	-26.74	71.82	0.13	12.12
73	74	41.18	8.63	0.00	18.71	19.55	0.00	1.30	90	90	-6.27	36.55	0.05	-26.40	72.30	0.11	12.11
74	74	41.18	8.63	-0.00	18.71	19.55	-0.00	1.30	90	91	-15.67	36.46	0.05	-35.75	72.73	0.11	20.48
74	75	31.11	9.14	-0.00	12.45	19.04	-0.00	26.80	91	91	-15.63	12.95	0.02	-35.67	19.49	0.04	69.21
75	75	31.11	9.14	-0.01	12.45	19.04	-0.00	26.81	91	92	0.99	13.34	0.03	-4.58	19.10	0.02	52.42
75	76	1.04	13.23	-0.01	-4.55	19.04	-0.00	52.32	92	92	1.03	13.35	0.01	-4.55	19.11	0.00	52.32
76	76	1.04	13.24	-0.02	-4.55	19.04	-0.01	52.32	92	93	31.11	9.26	0.01	12.45	19.11	0.00	26.81
76	77	-15.58	12.90	-0.01	-35.56	19.38	-0.02	69.10	93	93	31.11	9.28	0.00	12.45	19.12	0.00	26.80
77	77	-15.58	36.42	-0.03	-35.56	72.65	-0.07	19.99	93	94	41.18	8.77	0.00	18.71	19.63	0.00	1.29
77	78	-6.35	36.51	-0.03	-26.56	72.22	-0.07	11.62	94	94	41.18	8.77	-0.00	18.71	19.63	-0.00	1.29
78	78	-6.35	36.47	-0.03	-26.56	72.13	-0.06	11.65	94	95	31.11	9.28	-0.00	12.45	19.12	-0.00	26.80
78	79	-3.91	37.18	-0.03	-24.36	72.43	-0.06	3.15	95	95	31.11	9.26	-0.01	12.45	19.11	-0.00	26.81
79	79	-3.90	37.13	-0.01	-24.35	72.32	-0.02	3.19	95	96	1.03	13.35	-0.01	-4.55	19.11	-0.00	52.32
79	80	-7.49	39.83	-0.01	-25.50	72.62	-0.02	13.74	96	96	0.99	13.34	-0.03	-4.58	19.10	-0.02	52.42
80	80	-7.47	40.16	0.09	-25.47	73.16	0.15	13.80	96	97	-15.63	12.95	-0.02	-35.67	19.49	-0.04	69.21
80	61	-14.91	40.25	0.09	-35.98	72.70	0.15	26.26	97	97	-15.67	36.46	-0.05	-35.75	72.73	-0.11	20.48
81	81	-12.92	10.64	1.09	-32.67	25.15	1.82	53.82	97	98	-6.27	36.55	-0.05	-26.40	72.30	-0.11	12.11
81	82	3.82	10.15	1.96	-6.03	25.64	0.94	54.31	98	98	-6.44	36.33	-0.06	-26.74	71.82	-0.13	12.12

98	99	-3.84	37.03	-0.07	-24.23	72.13	-0.13	3.62	115	44	0.84	0.39	-0.01	0.46	0.21	-0.00	0.30
99	99	-3.99	36.75	-0.06	-24.54	71.55	-0.13	3.90	115	64	0.71	0.39	0.01	0.39	0.21	-0.00	0.15
99	100	-7.32	39.37	-0.07	-25.21	71.86	-0.12	13.38	116	64	1.35	0.10	0.02	0.74	0.05	-0.00	1.81
100	100	-7.43	31.13	0.22	-25.41	58.10	0.37	12.18	116	84	-0.05	0.05	-0.00	-0.10	0.10	-0.02	1.57
100	81	-13.62	31.41	0.21	-33.85	58.48	0.35	24.64	117	5	-0.07	0.06	-0.17	-0.16	0.14	-0.26	1.76
101	1	-0.20	0.13	0.36	-0.45	0.36	0.77	1.07	117	25	1.45	0.14	-0.26	0.72	0.06	-0.17	1.99
101	21	0.46	0.36	0.77	0.20	0.13	0.36	1.07	118	25	0.72	0.47	-0.20	0.38	0.19	-0.12	0.26
102	21	-0.01	0.26	0.12	-0.01	0.77	0.25	0.02	118	45	0.65	0.47	-0.20	0.35	0.20	-0.12	0.19
102	41	0.02	0.77	0.25	0.01	0.26	0.12	0.02	119	45	0.65	0.47	0.20	0.35	0.20	0.12	0.19
103	41	0.02	0.77	-0.25	0.01	0.26	-0.12	0.02	119	65	0.72	0.47	0.20	0.38	0.19	0.12	0.26
103	61	-0.01	0.26	-0.12	-0.01	0.77	-0.25	0.02	120	65	1.45	0.14	0.26	0.72	0.06	0.17	1.99
104	61	0.46	0.36	-0.77	0.20	0.13	-0.36	1.07	120	85	-0.07	0.06	0.17	-0.16	0.14	0.26	1.76
104	81	-0.20	0.13	-0.36	-0.45	0.36	-0.77	1.07	121	6	-0.06	0.08	-0.38	-0.17	0.24	-0.75	1.28
105	2	-0.06	0.08	0.38	-0.17	0.24	0.75	1.28	121	26	1.03	0.24	-0.75	0.46	0.08	-0.38	1.51
105	22	1.03	0.24	0.75	0.46	0.08	0.38	1.51	122	26	0.53	0.63	-0.34	0.27	0.22	-0.17	0.42
106	22	0.53	0.63	0.34	0.27	0.22	0.17	0.42	122	46	0.21	0.63	-0.34	0.12	0.28	-0.18	0.09
106	42	0.21	0.63	0.34	0.12	0.28	0.18	0.09	123	46	0.21	0.63	0.34	0.12	0.28	0.18	0.09
107	42	0.21	0.63	-0.34	0.12	0.28	-0.18	0.09	123	66	0.53	0.63	0.34	0.27	0.22	0.17	0.42
107	62	0.53	0.63	-0.34	0.27	0.22	-0.17	0.42	124	66	1.03	0.24	0.75	0.46	0.08	0.38	1.51
108	62	1.03	0.24	-0.75	0.46	0.08	-0.38	1.51	124	86	-0.06	0.08	0.38	-0.17	0.24	0.75	1.28
108	82	-0.06	0.08	-0.38	-0.17	0.24	-0.75	1.28	125	7	-0.20	0.13	-0.36	-0.45	0.36	-0.77	1.07
109	3	-0.07	0.06	0.17	-0.16	0.14	0.26	1.76	125	27	0.46	0.36	-0.77	0.20	0.13	-0.36	1.07
109	23	1.45	0.14	0.26	0.72	0.06	0.17	1.99	126	27	-0.01	0.26	-0.12	-0.01	0.77	-0.25	0.02
110	23	0.72	0.47	0.20	0.38	0.19	0.12	0.26	126	47	0.02	0.77	-0.25	0.01	0.26	-0.12	0.02
110	43	0.65	0.47	0.20	0.35	0.20	0.12	0.19	127	47	0.02	0.77	0.25	0.01	0.26	0.12	0.02
111	43	0.65	0.47	-0.20	0.35	0.20	-0.12	0.19	127	67	-0.01	0.26	0.12	-0.01	0.77	0.25	0.02
111	63	0.72	0.47	-0.20	0.38	0.19	-0.12	0.26	128	67	0.46	0.36	0.77	0.20	0.13	0.36	1.07
112	63	1.45	0.14	-0.26	0.72	0.06	-0.17	1.99	128	87	-0.20	0.13	0.36	-0.45	0.36	0.77	1.07
112	83	-0.07	0.06	-0.17	-0.16	0.14	-0.26	1.76	129	8	0.09	-0.03	0.03	0.04	-0.03	0.02	0.41
113	4	-0.05	0.05	-0.00	-0.10	0.10	-0.02	1.57	129	28	-0.12	-0.03	0.02	-0.26	-0.03	0.03	0.41
113	24	1.35	0.10	-0.02	0.74	0.05	-0.00	1.81	130	28	0.06	0.14	-0.03	0.03	0.10	-0.01	0.18
114	24	0.71	0.39	0.01	0.39	0.21	-0.00	0.15	130	48	-0.11	0.04	-0.01	-0.23	0.25	-0.03	0.18
114	44	0.84	0.39	-0.01	0.46	0.21	-0.00	0.30	131	48	-0.11	0.04	0.01	-0.23	0.25	0.03	0.18

131	68	0.06	0.14	0.03	0.03	0.10	0.01	0.18	148	72	0.01	-0.07	-0.01	0.01	-0.03	-0.00	0.02
132	68	-0.12	-0.03	-0.02	-0.26	-0.03	-0.03	0.41	148	92	-0.00	-0.03	-0.00	-0.01	-0.07	-0.01	0.02
132	88	0.09	-0.03	-0.03	0.04	-0.03	-0.02	0.41	149	13	-0.00	-0.02	0.00	-0.00	-0.05	0.00	0.00
133	9	0.00	-0.15	0.07	0.00	-0.08	0.04	0.06	149	33	0.00	-0.05	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
133	29	-0.02	-0.08	0.03	-0.05	-0.15	0.07	0.06	150	33	-0.00	-0.17	-0.00	-0.01	-0.34	-0.00	0.03
134	29	0.04	-0.13	0.05	0.02	-0.10	0.02	0.15	150	53	0.03	-0.34	-0.00	0.02	-0.17	-0.00	0.03
134	49	-0.09	-0.11	0.02	-0.19	-0.13	0.05	0.15	151	53	0.03	-0.34	0.00	0.02	-0.17	0.00	0.03
135	49	-0.09	-0.11	-0.02	-0.19	-0.13	-0.05	0.15	151	73	-0.00	-0.17	0.00	-0.01	-0.34	0.00	0.03
135	69	0.04	-0.13	-0.05	0.02	-0.10	-0.02	0.15	152	73	0.00	-0.05	-0.00	0.00	-0.02	-0.00	0.00
136	69	-0.02	-0.08	-0.03	-0.05	-0.15	-0.07	0.06	152	93	-0.00	-0.02	-0.00	-0.00	-0.05	-0.00	0.00
136	89	0.00	-0.15	-0.07	0.00	-0.08	-0.04	0.06	153	14	-0.00	-0.02	0.00	-0.00	-0.04	-0.00	0.00
137	10	-0.00	-0.07	0.03	-0.00	-0.14	0.06	0.00	153	34	0.00	-0.04	-0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
137	30	-0.00	-0.07	0.03	-0.00	-0.14	0.06	0.00	154	34	-0.00	-0.16	-0.00	-0.00	-0.30	-0.00	0.02
138	30	0.00	-0.36	0.05	0.00	-0.20	0.03	0.05	154	54	0.03	-0.30	-0.00	0.01	-0.16	-0.00	0.02
138	50	-0.04	-0.19	0.03	-0.08	-0.36	0.06	0.05	155	54	0.03	-0.30	-0.00	0.01	-0.16	-0.00	0.02
139	50	-0.04	-0.19	-0.03	-0.08	-0.36	-0.06	0.05	155	74	-0.00	-0.16	-0.00	-0.00	-0.30	0.00	0.02
139	70	0.00	-0.36	-0.05	0.00	-0.20	-0.03	0.05	156	74	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
140	70	-0.00	-0.07	-0.03	-0.00	-0.14	-0.06	0.00	156	94	-0.00	-0.02	0.00	-0.00	-0.04	-0.00	0.00
140	90	-0.00	-0.07	-0.03	-0.00	-0.14	-0.06	0.00	157	15	-0.00	-0.02	-0.00	-0.00	-0.05	-0.00	0.00
141	11	0.01	-0.10	0.05	0.00	-0.05	0.02	0.01	157	35	0.00	-0.05	-0.00	0.00	-0.02	-0.00	0.00
141	31	-0.00	-0.05	0.02	-0.01	-0.10	0.05	0.01	158	35	-0.00	-0.17	0.00	-0.01	-0.34	0.00	0.03
142	31	0.00	-0.48	0.03	0.00	-0.30	0.02	0.00	158	55	0.03	-0.34	0.00	0.02	-0.17	0.00	0.03
142	51	-0.00	-0.25	0.02	-0.00	-0.53	0.03	0.00	159	55	0.03	-0.34	-0.00	0.02	-0.17	-0.00	0.03
143	51	-0.00	-0.25	-0.02	-0.00	-0.53	-0.03	0.00	159	75	-0.00	-0.17	-0.00	-0.01	-0.34	-0.00	0.03
143	71	0.00	-0.48	-0.03	0.00	-0.30	-0.02	0.00	160	75	0.00	-0.05	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
144	71	-0.00	-0.05	-0.02	-0.01	-0.10	-0.05	0.01	160	95	-0.00	-0.02	0.00	-0.00	-0.05	0.00	0.00
144	91	0.01	-0.10	-0.05	0.00	-0.05	-0.02	0.01	161	16	-0.00	-0.03	-0.00	-0.01	-0.07	-0.01	0.02
145	12	-0.00	-0.03	0.00	-0.01	-0.07	0.01	0.02	161	36	0.01	-0.07	-0.01	0.01	-0.03	-0.00	0.02
145	32	0.01	-0.07	0.01	0.01	-0.03	0.00	0.02	162	36	-0.01	-0.21	-0.01	-0.02	-0.44	-0.01	0.03
146	32	-0.01	-0.21	0.01	-0.02	-0.44	0.01	0.03	162	56	0.03	-0.44	-0.01	0.01	-0.21	-0.01	0.03
146	52	0.03	-0.44	0.01	0.01	-0.21	0.01	0.03	163	56	0.03	-0.44	0.01	0.01	-0.21	0.01	0.03
147	52	0.03	-0.44	-0.01	0.01	-0.21	-0.01	0.03	163	76	-0.01	-0.21	0.01	-0.02	-0.44	0.01	0.03
147	72	-0.01	-0.21	-0.01	-0.02	-0.44	-0.01	0.03	164	76	0.01	-0.07	0.01	0.01	-0.03	0.00	0.02

164	96	-0.00	-0.03	0.00	-0.01	-0.07	0.01	0.02
165	17	0.01	-0.10	-0.05	0.00	-0.05	-0.02	0.01
165	37	-0.00	-0.05	-0.02	-0.01	-0.10	-0.05	0.01
166	37	0.00	-0.48	-0.03	0.00	-0.30	-0.02	0.00
166	57	-0.00	-0.25	-0.02	-0.00	-0.53	-0.03	0.00
167	57	-0.00	-0.25	0.02	-0.00	-0.53	0.03	0.00
167	77	0.00	-0.48	0.03	0.00	-0.30	0.02	0.00
168	77	-0.00	-0.05	0.02	-0.01	-0.10	0.05	0.01
168	97	0.01	-0.10	0.05	0.00	-0.05	0.02	0.01
169	18	-0.00	-0.07	-0.03	-0.00	-0.14	-0.06	0.00
169	38	-0.00	-0.07	-0.03	-0.00	-0.14	-0.06	0.00
170	38	0.00	-0.36	-0.05	0.00	-0.20	-0.03	0.05
170	58	-0.04	-0.19	-0.03	-0.08	-0.36	-0.06	0.05
171	58	-0.04	-0.19	0.03	-0.08	-0.36	0.06	0.05
171	78	0.00	-0.36	0.05	0.00	-0.20	0.03	0.05
172	78	-0.00	-0.07	0.03	-0.00	-0.14	0.06	0.00
172	98	-0.00	-0.07	0.03	-0.00	-0.14	0.06	0.00
173	19	0.00	-0.15	-0.07	0.00	-0.08	-0.04	0.06
173	39	-0.02	-0.08	-0.03	-0.05	-0.15	-0.07	0.06
174	39	0.04	-0.13	-0.05	0.02	-0.10	-0.02	0.15
174	59	-0.09	-0.11	-0.02	-0.19	-0.13	-0.05	0.15
175	59	-0.09	-0.11	0.02	-0.19	-0.13	0.05	0.15
175	79	0.04	-0.13	0.05	0.02	-0.10	0.02	0.15
176	79	-0.02	-0.08	0.03	-0.05	-0.15	0.07	0.06
176	99	0.00	-0.15	0.07	0.00	-0.08	0.04	0.06
177	20	0.09	-0.03	-0.03	0.04	-0.03	-0.02	0.41
177	40	-0.12	-0.03	-0.02	-0.26	-0.03	-0.03	0.41
178	40	0.06	0.14	0.03	0.03	0.10	0.01	0.18
178	60	-0.11	0.04	0.01	-0.23	0.25	0.03	0.18
179	60	-0.11	0.04	-0.01	-0.23	0.25	-0.03	0.18
179	80	0.06	0.14	-0.03	0.03	0.10	-0.01	0.18
180	80	-0.12	-0.03	0.02	-0.26	-0.03	0.03	0.41
180	100	0.09	-0.03	0.03	0.04	-0.03	0.02	0.41

LISTADO DE CUANTIAS DE ARMADO

Solera:

AsLongInf : Armad. en cara inferior paralela al eje del cajón (cm2/m).

AsLongSup : Armad. en cara superior paralela al eje del cajón (cm2/m).

AsTransInf : Armad. en cara inferior perpendicular al eje del cajón (cm2/m).

AsTransSup : Armad. en cara superior perpendicular al eje del cajón (cm2/m).

AsCortante : Armadura de cortante (cm2/m2).

Nodo	AsLongSup	AsLongInf	AsTransSup	AsTransInf	AsCortante
1	0.00	0.00	0.00	23.64	23.76
2	0.54	0.17	5.75	2.38	28.26
3	0.16	0.16	39.83	0.00	0.00
4	0.00	0.09	51.69	0.00	0.00
5	0.16	0.16	39.83	0.00	0.00
6	0.54	0.17	5.75	2.38	28.26
7	0.00	0.00	0.00	23.64	23.76
21	0.00	0.00	0.00	26.33	37.51
22	0.85	0.00	7.06	1.61	40.24
23	1.21	0.00	41.12	0.00	0.00
24	1.11	0.00	52.63	0.00	0.00
25	1.21	0.00	41.12	0.00	0.00
26	0.85	0.00	7.06	1.61	40.24
27	0.00	0.00	0.00	26.33	37.51
41	0.00	0.00	0.00	26.75	38.96
42	0.14	0.00	7.03	1.60	41.82
43	0.65	0.00	41.91	0.00	0.00
44	0.88	0.00	53.66	0.00	0.00
45	0.65	0.00	41.91	0.00	0.00
46	0.14	0.00	7.03	1.60	41.82
47	0.00	0.00	0.00	26.75	38.96

61	0.00	0.00	0.00	26.33	37.51
62	0.85	0.00	7.06	1.61	40.24
63	1.21	0.00	41.12	0.00	0.00
64	1.11	0.00	52.63	0.00	0.00
65	1.21	0.00	41.12	0.00	0.00
66	0.85	0.00	7.06	1.61	40.24
67	0.00	0.00	0.00	26.33	37.51
81	0.00	0.00	0.00	23.64	23.76
82	0.54	0.17	5.75	2.38	28.26
83	0.16	0.16	39.83	0.00	0.00
84	0.00	0.09	51.69	0.00	0.00
85	0.16	0.16	39.83	0.00	0.00
86	0.54	0.17	5.75	2.38	28.26
87	0.00	0.00	0.00	23.64	23.76

Dintel:

AsLongInf : Armad. en cara inferior paralela al eje del cajón (cm2/m).

AsLongSup : Armad. en cara superior paralela al eje del cajón (cm2/m).

AsTransInf : Armad. en cara inferior perpendicular al eje del cajón (cm2/m).

AsTransSup : Armad. en cara superior perpendicular al eje del cajón (cm2/m).

AsCortante : Armadura de cortante (cm2/m2).

Nodo	AsLongSup	AsLongInf	AsTransSup	AsTransInf	AsCortante
11	0.00	0.00	26.45	0.00	38.22
12	0.02	0.01	2.57	0.00	41.39
13	0.01	0.00	0.00	39.55	7.57
14	0.01	0.00	0.00	57.79	0.00
15	0.01	0.00	0.00	39.55	7.57
16	0.02	0.01	2.57	0.00	41.39
17	0.00	0.00	26.45	0.00	38.22
31	0.00	0.00	26.37	0.00	38.14
32	0.04	0.02	2.56	0.00	41.34
33	0.03	0.01	0.00	39.57	7.60
34	0.02	0.01	0.00	57.80	0.00
35	0.03	0.01	0.00	39.57	7.60
36	0.04	0.02	2.56	0.00	41.34
37	0.00	0.00	26.37	0.00	38.14
51	0.00	0.00	26.29	0.00	38.07
52	0.03	0.09	2.54	0.00	41.26
53	0.02	0.08	0.00	39.58	7.57
54	0.02	0.07	0.00	57.79	0.00
55	0.02	0.08	0.00	39.58	7.57
56	0.03	0.09	2.54	0.00	41.26
57	0.00	0.00	26.29	0.00	38.07
71	0.00	0.00	26.37	0.00	38.14
72	0.04	0.02	2.56	0.00	41.34
73	0.03	0.01	0.00	39.57	7.60
74	0.02	0.01	0.00	57.80	0.00
75	0.03	0.01	0.00	39.57	7.60
76	0.04	0.02	2.56	0.00	41.34
77	0.00	0.00	26.37	0.00	38.14
91	0.00	0.00	26.45	0.00	38.22
92	0.02	0.01	2.57	0.00	41.39
93	0.01	0.00	0.00	39.55	7.57
94	0.01	0.00	0.00	57.79	0.00
95	0.01	0.00	0.00	39.55	7.57
96	0.02	0.01	2.57	0.00	41.39
97	0.00	0.00	26.45	0.00	38.22

Hastial izquierdo:

AsLongInt : Armad. en cara interior paralela al eje del cajón (cm2/m).

AsLongExt : Armad. en cara exterior paralela al eje del cajón (cm2/m).

AsTransInt : Armad. en cara interior perpendicular al eje del cajón (cm2/m).

AsTransExt : Armad. en cara exterior perpendicular al eje del cajón (cm2/m).

AsCortante : Armadura de cortante (cm2/m2).

Nodo	AsLongInt	AsLongExt	AsTransInt	AsTransExt	AsCortante
1	0.00	0.00	0.00	21.18	3.96
20	0.10	0.03	0.00	26.20	0.00
19	0.02	0.06	0.00	24.00	0.00
18	0.01	0.06	0.00	27.74	0.00
17	0.00	0.00	0.00	21.35	0.00
21	0.00	0.00	0.00	21.59	4.86
40	0.00	0.17	0.00	25.78	0.00
39	0.03	0.04	0.00	23.84	0.00
38	0.03	0.04	0.00	27.67	0.00
37	0.00	0.00	0.00	21.15	0.00
41	0.00	0.00	0.00	22.06	5.07
60	0.00	0.21	0.00	26.27	0.00
59	0.01	0.23	0.00	23.93	0.00
58	0.03	0.14	0.00	27.58	0.00
57	0.00	0.00	0.00	21.03	0.00
61	0.00	0.00	0.00	21.59	4.86
80	0.00	0.17	0.00	25.78	0.00
79	0.03	0.04	0.00	23.84	0.00
78	0.03	0.04	0.00	27.67	0.00
77	0.00	0.00	0.00	21.15	0.00
81	0.00	0.00	0.00	21.18	3.96
100	0.10	0.03	0.00	26.20	0.00
99	0.02	0.06	0.00	24.00	0.00
98	0.01	0.06	0.00	27.74	0.00
97	0.00	0.00	0.00	21.35	0.00

Hastial derecho:

AsLongInt : Armad. en cara interior paralela al eje del cajón (cm2/m).

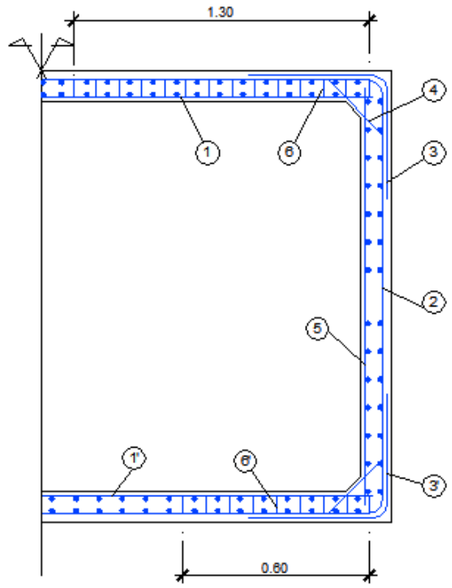
AsLongExt : Armad. en cara exterior paralela al eje del cajón (cm2/m).

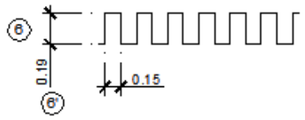
AsTransInt : Armad. en cara interior perpendicular al eje del cajón (cm2/m).

AsTransExt : Armad. en cara exterior perpendicular al eje del cajón (cm2/m).

AsCortante : Armadura de cortante (cm2/m2).

Nodo	AsLongInt	AsLongExt	AsTransInt	AsTransExt	AsCortante
7	0.00	0.00	0.00	21.18	3.96
8	0.10	0.03	0.00	26.20	0.00
9	0.02	0.06	0.00	24.00	0.00
10	0.01	0.06	0.00	27.74	0.00
11	0.00	0.00	0.00	21.35	0.00
27	0.00	0.00	0.00	21.59	4.86
28	0.00	0.17	0.00	25.78	0.00
29	0.03	0.04	0.00	23.84	0.00
30	0.03	0.04	0.00	27.67	0.00
31	0.00	0.00	0.00	21.15	0.00
47	0.00	0.00	0.00	22.06	5.07
48	0.00	0.21	0.00	26.27	0.00
49	0.01	0.23	0.00	23.93	0.00
50	0.03	0.14	0.00	27.58	0.00
51	0.00	0.00	0.00	21.03	0.00
67	0.00	0.00	0.00	21.59	4.86
68	0.00	0.17	0.00	25.78	0.00
69	0.03	0.04	0.00	23.84	0.00
70	0.03	0.04	0.00	27.67	0.00
71	0.00	0.00	0.00	21.15	0.00
87	0.00	0.00	0.00	21.18	3.96
88	0.10	0.03	0.00	26.20	0.00
89	0.02	0.06	0.00	24.00	0.00
90	0.01	0.06	0.00	27.74	0.00
91	0.00	0.00	0.00	21.35	0.00



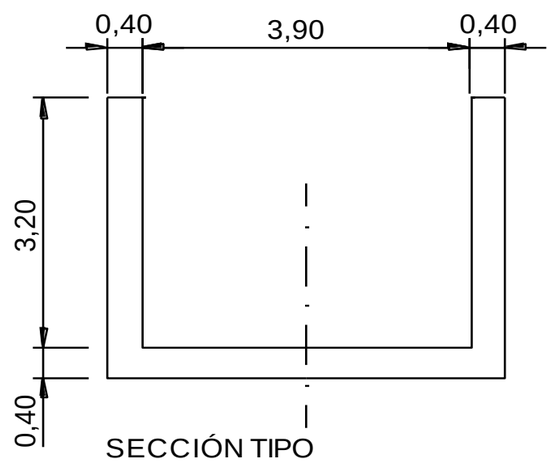


CUADRO DE ARMADO		
TIPO	PRINCIPAL	REPARTO
1	23 Ø25	Ø 12/25cm
1'	23 Ø25	Ø 10/15cm
2	21 Ø20	Ø 12/15cm (DINTEL)
		Ø 10/25cm (SOLERA)
3	- - -	Ø 12/15 (HASTIAL)
3'	- - -	
5	11 Ø8	Ø 8/20cm
6	14 Ø8 en 130 cm	
6'	7 Ø8 en 60 cm	
4	11 Ø12	

EHE	CALIDAD	CONTROL	COEF
ELEMENTOS PREFABRICADOS			
HORMIGÓN	HA-40 SR	ESTADÍSTICO	1,50
ACERO	B-500 S	NORMAL	1,15
EJECUCIÓN		INTENSO	1,50
AMBIENTE II a, II b			
RECUBRIMIENTO 30 mm			
HORMIGÓN PRESOLERA		HM-20 SR	
HORMIGÓN LIMPIEZA Y NIVELACIÓN		HM-15 SR	

CÁLCULOS ESTRUCTURALES. REPOSICIÓN DEL CANAL DE LA RIERA DE FONDA

CANAL	3,90 x 3,20



SECCIÓN TIPO

Materiales

hormigón	HA-25/B/24/IIa	E =	27.264	N/mm^2
acero	B-500S			

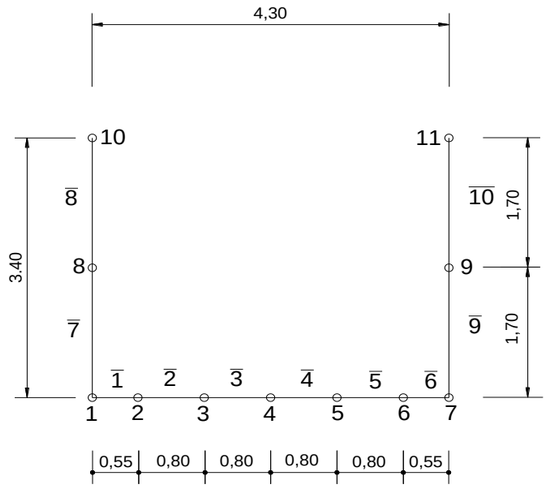
Secciones de hastiales y solera

Hastiales	h =	0,40	m	b = 1,00	m
Solera	h =	0,40	m	b = 1,00	m

Constante elástica de nudos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7

Se considera un coef. de balasto Kb = 5.000 kN/m^3
(limos arenosos K_{30}= 2 kp/cm3)
(para cargas permanentes se condidera 0,25*K_{30})

Nudos 1 y 7	K	=	2.750	kN/m^2
Nudos 2, 3 , 4 , 5 y 6	K	=	4.000	kN/m^2



Hipótesis de carga

1.- Peso propio

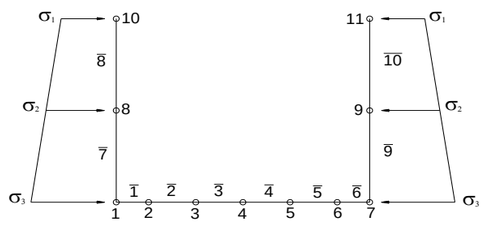
γ = 25,00 KN/m3

2.- Empuje de las tierras sobre los hastiales

* Considerando empuje activo (K = 0,500)

σ_1=	0,50	x	20	x	0,000	=	0,00 kN/m^2
σ_2=	0,50	x	20	x	1,700	=	17,00 kN/m^2
σ_3=	0,50	x	20	x	3,400	=	34,00 kN/m^2

Sobre barras 7, 8, 9 y 10

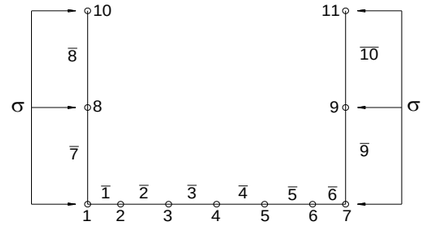


3.- Empuje de Sobrecarga 10 kN/m^2 en terraplén adyacente

* Considerando empuje al reposo (Kr = 0,500)

σ = 0,50 x 10,00 = 5,00 kN/m^2

Sobre barras 7, 8, 9 y 10



E.L.U. (COMBINACIÓN CARACTERÍSTICA)

			Combinaciones			
	Hipótesis de carga		1	2	3	4
permanentes	1	peso propio	1,35	1,35	1,35	1,35
permanentes no ctes	2	empuje tierras ambos lados	1,50	1,50	1,50	1,50
	9	empuje sobrecarga 10 kN lado izquierdo	0,90		1,50	
	10	empuje sobrecarga 10 kN ambos lados		0,90		1,50

E.L.S. FISURACIÓN

			Combinaciones			
	Hipótesis de carga		1	2	3	4
permanentes	1	peso propio	1,00	1,00	1,00	1,00
permanentes no ctes	2	empuje tierras ambos lados	1,00	1,00	1,00	1,00
	9	empuje sobrecarga 10 kN lado izquierdo	0,20		0,50	
	10	empuje sobrecarga 10 kN ambos lados		0,20		0,50

```
CANAL DE 3,90 x 3,20 m (EN kN Y mkN) E.L.U.
SYSTEM
L=4
JOINTS
1       Y=0.00          Z=0.00          X=0.0
2       Y=0.55          Z=0.00
3       Y=1.35          Z=0.00
4       Y=2.15          Z=0.00
5       Y=2.95          Z=0.00
6       Y=3.75          Z=0.00
7       Y=4.30          Z=0.00
8       Y=0.00          Z=1.70
9       Y=4.30          Z=1.70
10      Y=0.00          Z=3.40
11      Y=4.30          Z=3.40
:
RESTRAINTS
1,11            R=1,0,0,0,1,1   : PLANO DE CALCULO Y-Z
4               R=1,1,0,0,1,1   : solo dz y gx
:
SPRINGS
1    K=0,0,2750,0,0,0  :  MUELLE DZ
2    K=0,0,4000,0,0,0  :  MUELLE DZ
3    K=0,0,4000,0,0,0  :  MUELLE DZ
4    K=0,0,4000,0,0,0  :  MUELLE DZ
5    K=0,0,4000,0,0,0  :  MUELLE DZ
6    K=0,0,4000,0,0,0  :  MUELLE DZ
7    K=0,0,2750,0,0,0  :  MUELLE DZ
:
FRAME
NM=2  NL=6  Z=-1,0
1  D=0.40,0.0,0.0    B=1.0,0.0,0.0  E=27264000.  W=25*0.40  :HASTIAL
2  D=0.40,0.0,0.0    B=1.0,0.0,0.0  E=27264000.  W=25*0.40  :SOLERA
1  TRAP=0.,-34.00,0.,1.40,-17.00,0.  :EMPUJE AL REPOSO DEL TERRENO
2  TRAP=0.,-17.00,0.,1.40,0.00,0.    :EMPUJE AL REPOSO DEL TERRENO
3  TRAP=0.,34.00,0.,1.40,17.00,0.    :EMPUJE AL REPOSO DEL TERRENO
4  TRAP=0.,17.00,0.,1.40,0.00,0.     :EMPUJE AL REPOSO DEL TERRENO
5  WG=0.,5.0,0.                       :EMPUJE AL REPOSO DE S.C. DE
10 KN/m2 EN TERRAPLENES DE ACCESO
6  WG=0.,-5.0,0.                      :EMPUJE AL REPOSO DE S.C. DE
10 KN/m2 EN TERRAPLENES DE ACCESO
C  SOLERA
1,1,2        M=2  LP=3  NSL=0,0,0,0
2,2,3        M=2        NSL=0,0,0,0
3,3,4        M=2        NSL=0,0,0,0
4,4,5        M=2        NSL=0,0,0,0
5,5,6        M=2        NSL=0,0,0,0
6,6,7        M=2        NSL=0,0,0,0
C  HASTIALES
7,1,8        M=1  LP=3  NSL=0,1,5,5
8,8,10       M=1        NSL=0,2,5,5
9,7,9        M=1        NSL=0,3,0,6
10,9,11      M=1        NSL=0,4,0,6
:
COMBO
1    C=1.35,1.50,0.90,0.00
2    C=1.35,1.50,0.00,0.90
3    C=1.35,1.50,1.50,0.00
4    C=1.35,1.50,0.00,1.50
```

PROGRAM:SAP90/FILE:canalelu.F3F

CANAL DE 3,90 x 3,20 m (EN kN Y mkN) E.L.S. CIMENTACION

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT	LOAD	DIST	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ	
ID	COMB	ENDI							
1									
	1	.00			-86.70				
		.00	-34.01	98.00					
		.55	-41.43	77.26					
		.55			-86.70				
	2	.00			-86.70				
		.00	-31.22	98.00					
		.55	-38.65	78.79					
		.55			-86.70				
	3	.00			-96.90				**SOLERA**
		.00	-36.24	115.34					
		.55	-43.67	93.37					
		.55			-96.90				
	4	.00			-96.90				
		.00	-31.60	115.34					
		.55	-39.03	95.92					
		.55			-96.90				
2									
	1	.00			-86.70				
		.00	-21.46	77.26					
		.80	-32.26	55.77					
		.80					-86.70		
	2	.00					-86.70		
		.00	-15.54	78.79					
		.80	-26.34	62.04					
		.80					-86.70		
	3	.00					-96.90		**SOLERA**
		.00	-25.90	93.37					
		.80	-36.70	68.33					
		.80					-96.90		
	4	.00					-96.90		
		.00	-16.04	95.92					
		.80	-26.84	78.77					
		.80					-96.90		
3									
	1	.00					-86.70		
		.00	-9.43	55.77					
		.80	-20.23	43.90					
		.80					-86.70		
	2	.00					-86.70		
		.00	-1.74	62.04					
		.80	-12.54	56.33					
		.80					-86.70		

```
                                                                    .80                        -96.90
      3     .00                        -96.90        SOLERA
            .00      -14.77       68.33                        5 ----------------------------------------
            .80      -25.57       52.19                            1     .00                        -71.40
            .80                           -96.90                          .00       19.68       43.20
                                                                          .80        8.88       54.63
      4     .00                        -96.90                          .80                        -71.40
            .00       -1.95       78.77
            .80      -12.75       72.89                            2     .00                        -86.70
            .80                           -96.90                          .00       26.34       62.04
  4 ----------------------------------------                          .80       15.54       78.79
      1     .00                        -71.40                          .80                        -86.70
            .00        4.53       43.90
            .34         .00       44.66                            3     .00                        -71.40        SOLERA
            .80       -6.27       43.20                                  .00       15.73       47.38
            .80                           -71.40                          .80        4.93       55.65
                                                                          .80                        -71.40
      2     .00                        -86.70
            .00       12.54       56.33                            4     .00                        -96.90
            .80        1.74       62.04                                  .00       26.84       78.77
            .80                           -86.70                          .80       16.04       95.92
                                                                          .80                        -96.90
      3     .00                        -71.40        SOLERA       6 ----------------------------------------
            .00        -.61       52.19                            1     .00                        -71.40
            .80      -11.41       47.38                                  .00       35.29       54.63
            .80                           -71.40                          .55       27.87       72.00
                                                                          .55                        -71.40
      4     .00                        -96.90
            .00       12.75       72.89                            2     .00                        -86.70
            .80        1.95       78.77                                  .00       38.65       78.79
```

```
          .55       31.22       98.01
          .55                   -86.70
                                                                    4     .00                   -45.90
      3   .00                   -71.40   SOLERA                           .00       96.90     -115.34
          .00       33.44       55.65                                    1.40       32.85      -28.68
          .55       26.01       72.00                                    1.70       30.60      -19.17
          .55                   -71.40                                   1.70                  -22.95
                                                                  8 ----------------------------------------
      4   .00                   -96.90                           1     .00                   -22.95
          .00       39.03       95.92                                    .00       25.50      -14.83
          .55       31.60      115.35                                   1.40        1.35        -.20
          .55                   -96.90                                   1.70         .00         .00
                                                                         1.70                       .00
  7 ----------------------------------------
      1   .00                   -45.90                           2     .00                   -22.95
           .00       86.70      -98.00                                   .00       25.50      -14.83
          1.40       26.85      -22.68                                   1.40        1.35        -.20
          1.70       25.50      -14.83                                   1.70         .00         .00
          1.70                  -22.95                                   1.70                       .00

      2    .00                  -45.90                           3     .00                   -22.95   HASTIAL IZDO.
           .00       86.70      -98.00                                   .00       30.60      -19.17
          1.40       26.85      -22.68                                   1.40        2.25        -.34
          1.70       25.50      -14.83                                   1.70         .00         .00
          1.70                  -22.95                                   1.70                       .00

      3   .00                   -45.90   HASTIAL IZDO.           4     .00                   -22.95
          .00       96.90      115.34                                   .00       30.60      -19.17
          1.40      32.85      -28.68                                   1.40       2.25        -.34
          1.70      30.60      -19.17                                   1.70        .00         .00
```

```
          1.70                          .00
9 ----------------------------------------
     1     .00                         -45.90
           .00      -71.40       72.00
          1.40      -17.85       13.68
          1.70      -17.85        8.33
          1.70                         -22.95

     2     .00                         -45.90
           .00      -86.70       98.01
          1.40      -26.85       22.68
          1.70      -25.50       14.83
          1.70                         -22.95

     3     .00                         -45.90   HASTIAL DCHO.
           .00      -71.40       72.00
          1.40      -17.85       13.68
          1.70      -17.85        8.33
          1.70                         -22.95

     4     .00                         -45.90
           .00      -96.90      115.35
          1.40      -32.85       28.68
          1.70      -30.60       19.17
          1.70                         -22.95
10 ----------------------------------------
     1     .00                         -22.95
           .00      -17.85        8.33
          1.40         .00         .00
          1.70         .00         .00
          1.70                          .00

     2     .00                         -22.95
           .00      -25.50       14.83
          1.40       -1.35         .20
          1.70         .00         .00
          1.70                          .00

     3     .00                         -22.95   HASTIAL DCHO.
           .00      -17.85        8.33
          1.40         .00         .00
          1.70         .00         .00
          1.70                          .00

     4     .00                         -22.95
           .00      -30.60       19.17
          1.40       -2.25         .34
          1.70         .00         .00
          1.70                          .00
```

```
CANAL DE 3,90 x 3,20 m (EN kN Y mkN) E.L.S. FISURACION
SYSTEM
L=4
JOINTS
1       Y=0.00          Z=0.00          X=0.0
2       Y=0.55          Z=0.00
3       Y=1.35          Z=0.00
4       Y=2.15          Z=0.00
5       Y=2.95          Z=0.00
6       Y=3.75          Z=0.00
7       Y=4.30          Z=0.00
8       Y=0.00          Z=1.70
9       Y=4.30          Z=1.70
10      Y=0.00          Z=3.40
11      Y=4.30          Z=3.40
:
RESTRAINTS
1,11            R=1,0,0,0,1,1   : PLANO DE CALCULO Y-Z
4               R=1,1,0,0,1,1   : solo dz y gx
:
SPRINGS
1    K=0,0,2750,0,0,0  :  MUELLE DZ
2    K=0,0,4000,0,0,0  :  MUELLE DZ
3    K=0,0,4000,0,0,0  :  MUELLE DZ
4    K=0,0,4000,0,0,0  :  MUELLE DZ
5    K=0,0,4000,0,0,0  :  MUELLE DZ
6    K=0,0,4000,0,0,0  :  MUELLE DZ
7    K=0,0,2750,0,0,0  :  MUELLE DZ
:
FRAME
NM=2  NL=6  Z=-1,0
1  D=0.40,0.0,0.0    B=1.0,0.0,0.0  E=27264000.  W=25*0.40  :HASTIAL
2  D=0.40,0.0,0.0    B=1.0,0.0,0.0  E=27264000.  W=25*0.40  :SOLERA
1  TRAP=0.,-34.00,0.,1.40,-17.00,0.  :EMPUJE AL REPOSO DEL TERRENO
2  TRAP=0.,-17.00,0.,1.40,0.00,0.    :EMPUJE AL REPOSO DEL TERRENO
3  TRAP=0.,34.00,0.,1.40,17.00,0.    :EMPUJE AL REPOSO DEL TERRENO
4  TRAP=0.,17.00,0.,1.40,0.00,0.     :EMPUJE AL REPOSO DEL TERRENO
5  WG=0.,5.0,0.                       :EMPUJE AL REPOSO DE S.C. DE
10 KN/m2 EN TERRAPLENES DE ACCESO
6  WG=0.,-5.0,0.                      :EMPUJE AL REPOSO DE S.C. DE
10 KN/m2 EN TERRAPLENES DE ACCESO
C  SOLERA
1,1,2        M=2  LP=3  NSL=0,0,0,0
2,2,3        M=2        NSL=0,0,0,0
3,3,4        M=2        NSL=0,0,0,0
4,4,5        M=2        NSL=0,0,0,0
5,5,6        M=2        NSL=0,0,0,0
6,6,7        M=2        NSL=0,0,0,0
C  HASTIALES
7,1,8        M=1  LP=3  NSL=0,1,5,5
8,8,10       M=1        NSL=0,2,5,5
9,7,9        M=1        NSL=0,3,0,6
10,9,11      M=1        NSL=0,4,0,6
:
COMBO
1    C=1.0,1.0,0.2,0.0
2    C=1.0,1.0,0.0,0.2
3    C=1.0,1.0,0.5,0.0
4    C=1.0,1.0,0.0,0.5
```

PROGRAM:SAP90/FILE:canalfis.F3F

CANAL DE 3,90 x 3,20 m (EN kN Y mkN) E.L.S. CIMENTACION

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ	
1									
	1	.00			-51.00				
		.00	-23.33	53.78					
		.55	-28.83	39.43					
		.55			-51.00				
	2	.00			-51.00				
		.00	-22.71	53.78					
		.55	-28.21	39.77					
		.55			-51.00				
	3	.00			-56.10				**SOLERA**
		.00	-24.45	62.45					
		.55	-29.95	47.49					
		.55			-56.10				
	4	.00			-56.10				
		.00	-22.91	62.45					
		.55	-28.41	48.34					
		.55			-56.10				
2									
	1	.00			-51.00				
		.00	-12.29	39.43					
		.80	-20.29	26.40					
		.80			-51.00				
	2	.00			-51.00				
		.00	-10.97	39.77					
		.80	-18.97	27.79					
		.80			-51.00				
	3	.00			-56.10				**SOLERA**
		.00	-14.51	47.49					
		.80	-22.51	32.68					
		.80			-56.10				
	4	.00			-56.10				
		.00	-11.22	48.34					
		.80	-19.22	36.16					
		.80			-56.10				
3									
	1	.00			-51.00				
		.00	-2.77	26.40					
		.80	-10.77	20.99					
		.80			-51.00				
	2	.00			-51.00				
		.00	-1.06	27.79					
		.80	-9.06	23.75					
		.80			-51.00				

```
                                                                    .80        1.16       36.16
        3     .00                          -56.10        SOLERA               .80                          -56.10
              .00       -5.44       32.68
              .80      -13.44       25.13                          5 ----------------------------------------------
              .80                          -56.10                       1     .00                          -47.60
                                                                          .00       17.49       23.61
        4     .00                          -56.10                       .80        9.49       34.40
              .00       -1.16       36.16                              .80                          -47.60
              .80       -9.16       32.03
              .80                          -56.10                       2     .00                          -51.00
    4 ----------------------------------------------                    .00       18.97       27.79
        1     .00                          -47.60                       .80       10.97       39.77
              .00        7.28       20.99                              .80                          -51.00
              .73         .00       23.63
              .80        -.72       23.61                              3     .00                          -47.60        SOLERA
              .80                          -47.60                       .00       15.52       25.70
                                                                          .80        7.52       34.91
        2     .00                          -51.00                       .80                          -47.60
              .00        9.06       23.75
              .80        1.06       27.79                              4     .00                          -56.10
              .80                          -51.00                       .00       19.22       36.16
                                                                          .80       11.22       48.34
        3     .00                          -47.60        SOLERA         .80                          -56.10
              .00        4.71       25.13                          6 ----------------------------------------------
              .47         .00       26.24                              1     .00                          -47.60
              .80       -3.29       25.70                              .00       27.47       34.40
              .80                          -47.60                       .55       21.97       48.00
                                                                          .55                          -47.60
        4     .00                          -56.10
              .00        9.16       32.03                              2     .00                          -51.00
```

	.00	28.21	39.77				1.70	16.15	-9.17		
	.55	22.71	53.78				1.70			-17.00	
	.55			-51.00							
						4	.00			-34.00	
3	.00			-47.60	**SOLERA**		.00	56.10	-62.45		
	.00	26.54	34.91				1.40	16.90	-14.12		
	.55	21.04	48.00				1.70	16.15	-9.17		
	.55			-47.60			1.70			-17.00	
						8	----------				
4	.00			-56.10		1	.00			-17.00	
	.00	28.41	48.34				.00	13.60	-7.00		
	.55	22.91	62.45				1.40	.30	-.04		
	.55			-56.10			1.70	.00	.00		
							1.70			.00	
7	----------										
1	.00			-34.00		2	.00			-17.00	
	.00	51.00	-53.78				.00	13.60	-7.00		
	1.40	13.90	-11.12				1.40	.30	-.04		
	1.70	13.60	-7.00				1.70	.00	.00		
	1.70			-17.00			1.70			.00	
2	.00			-34.00		3	.00			-17.00	HASTIAL IZDO.
	.00	51.00	-53.78				.00	16.15	-9.17		
	1.40	13.90	-11.12				1.40	.75	-.11		
	1.70	13.60	-7.00				1.70	.00	.00		
	1.70			-17.00			1.70			.00	
3	.00			-34.00	**HASTIAL IZDO.**	4	.00			-17.00	
	.00	56.10	-62.45				.00	16.15	-9.17		
	1.40	16.90	-14.12				1.40	.75	-.11		

```
          1.70         .00         .00                                    .00      -11.90        5.55
          1.70                                 .00                       1.40         .00         .00
                                                                         1.70         .00         .00
 9 ----------------------------------------------                        1.70                              .00
      1     .00                               -34.00
            .00      -47.60       48.00                                2     .00                              -17.00
           1.40      -11.90        9.12                                      .00      -13.60        7.00
           1.70      -11.90        5.55                                     1.40        -.30         .04
           1.70                               -17.00                       1.70         .00         .00
                                                                         1.70                              .00
      2     .00                               -34.00
            .00      -51.00       53.78                                3     .00                              -17.00   HASTIAL DCHO.
           1.40      -13.90       11.12                                      .00      -11.90        5.55
           1.70      -13.60        7.00                                     1.40         .00         .00
           1.70                               -17.00                       1.70         .00         .00
                                                                         1.70                              .00
      3     .00                               -34.00   HASTIAL DCHO.
            .00      -47.60       48.00                                4     .00                              -17.00
           1.40      -11.90        9.12                                      .00      -16.15        9.17
           1.70      -11.90        5.55                                     1.40        -.75         .11
           1.70                               -17.00                       1.70         .00         .00
                                                                         1.70                              .00
      4     .00                               -34.00
            .00      -56.10       62.45
           1.40      -16.90       14.12
           1.70      -16.15        9.17
           1.70                               -17.00

10 ----------------------------------------------
      1     .00                               -17.00
```

Dimensionamiento

SOLERA

fck	=	25	N/mm^2	fcd =	16,67	N/mm^2
fyk	=	500	N/mm^2	fyd =	434,78	N/mm^2
h	=	0,40	m	fy_{90},d =	400,00	N/mm^2
b	=	1,00	m			
d	=	350	mm			

Armado a flexión

Md^-	=	0,00	m.kN		
Md^+	=	115,35	m.kN	(empotramiento)	
Md^+	=	115,35	m.kN		
Uo	=	4.958	kN		
0,375 x Uo x d	=	650,8	mkN	>	Md
Us1	=	341,3	kN		
cuantía mínima mecánica					
0,04 Ac fcd	=	266,7	kN	<	Us1
As	=	7,85	cm^2		
cuantía mínima geométrica					
0,5 * 1,8 ‰	=	3,60	cm^2	<	7,85 cm^2

Se dispone **ϕ 16 / 0,20 en cara inferior (por fisuración)**

Md^-	=	0,00	m.kN		
Uo	=	4.958	kN		
0,375 x Uo x 0,	=	650,8	mkN	>	Md
Us1	=	0,0	kN		
cuantía mínima mecánica					
0,04 Ac fcd	=	266,7	kN	>	Us1
As	=	6,13	cm^2		
cuantía mínima geométrica					
0,5 * 1,8 ‰	=	3,60	cm^2	<	6,13 cm^2

Se dispone **ϕ 16 / 0,20 en cara superior**

Armado a cortante

Nd compresión	=	96,90	kN
Vd	=	43,67	kN
Vu1	=	1.750,00	kN
ξ	=	$1 + (200 / d)^{0,5}$	= 1,756
As	=	10,05	cm2
ρ	=	$As / (b_0 \times d)$	= 0,00287

Vu2 = $(0,18/\gamma c\ \xi\ (100\ \rho\ fck)^{1/3} + 0,15\ \sigma'_{cd})\ b_0\ d$ = 154,98 kN > Vd

No se necesita armadura a cortante

cuantía mínima geométrica

Aαmin = 8,33 cm^2/m

Se disponen cercos de ϕ 10 / 0,20 / 0,40

Comprobación a fisuración

$Mmax^-$	=	0,00	m.kN				
$Mmax^+$	=	62,45	m.kN	(empotramiento)			
recubr. c	=	35	mm				
nº barras	=	5					
ϕ_{max}	=	16					
s	=	200	mm	≯	15 ϕ	=	240 mm
β	=	1,7					
k_1	=	0,125					
7,5 ϕ + c + ϕ / 2	=	16,3	cm	≯	h / 2	=	20,0 cm
Ac_{eficaz}	=	1.630	cm^2				
As	=	10,05	cm^2				
S_m	=	239,75	mm				
f_{ctm}	=	2,56	N/mm^2				
E_c	=	29.240	N/mm^2				
E_s	=	200.000	N/mm^2				
σ_{sr}	=	243,1	N/mm^2				
σ_s	=	221,9	N/mm^2				
ε_{sm}	=	0,00044		≮	$0,4\ \sigma_s / E_s$	=	0,0004
w_k	=	**0,181**	**mm**	**<**	**0,2 mm**		

cumple para clase de exposición IIa

Dimensionamiento

HASTIAL

fck	=	25	N/mm^2	fcd =	16,67	N/mm^2
fyk	=	500	N/mm^2	fyd =	434,78	N/mm^2
h	=	0,40	m	fy_{90},d =	400,00	N/mm^2
b	=	1,00	m			
d	=	350	mm			

Armado a flexión

Md	=	115,34	m.kN		en hastial izquierdo empotram. solera
Md	=	115,34	m.kN		
Uo	=	4.958	kN		
0,375 x Uo x d	=	650,8	mkN	>	Md
Us1	=	341,3	kN		
cuantía mínima mecánica					
0,04 Ac fcd	=	266,7	kN	<	Us1
As	=	7,85	cm^2		
cuantía mínima geométrica					
0,9 ‰	=	3,60	cm^2	<	7,85 cm^2

Se dispone **ϕ 16 / 0,20 en cara interior (trasdós) por fisuración**
ϕ 16 / 0,20 en cara exterior (vista)

Armado a cortante

Nd compresión	=	45,90	kN
Vd	=	96,90	kN
Vu1	=	1.750,00	kN
ξ	=	$1 + (200 / d)^{0,5}$	= 1,756
As	=	10,05	cm2
ρ	=	$As / (b_0 \times d)$	= 0,00287

Vu2 = $(0,18/\gamma c\ \xi\ (100\ \rho\ fck)^{1/3} + 0,15\ \sigma'_{cd})\ b_0\ d$ = 148,29 kN > Vd

No se necesita armadura a cortante

cuantía mínima geométrica

Aαmin = 8,33 cm^2/m

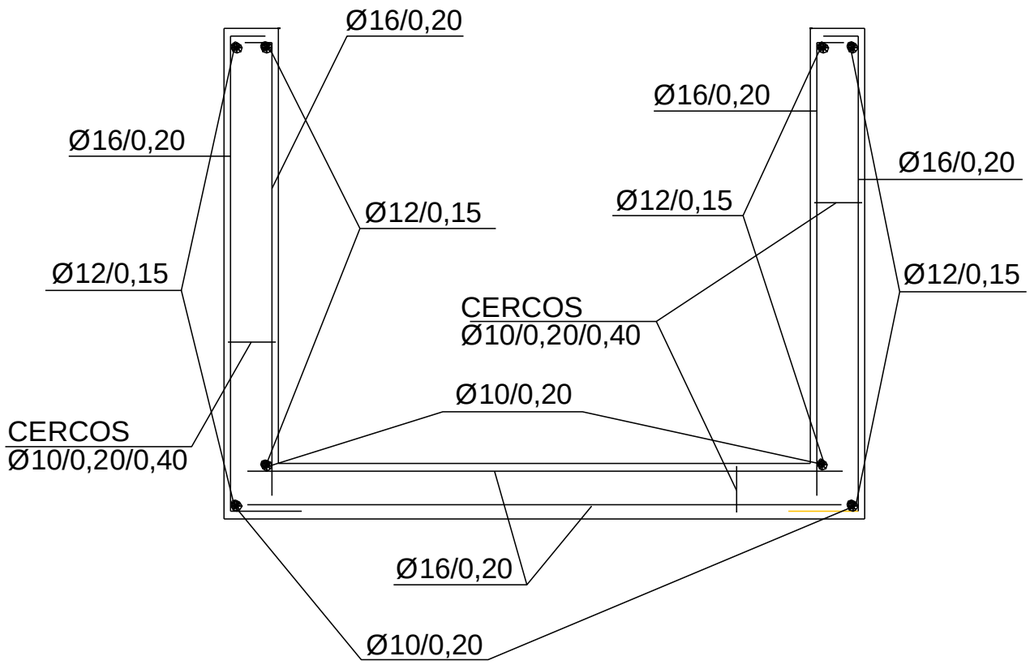
Se disponen cercos de ϕ 10 / 0,20 / 0,40

Comprobación a fisuración

Mmax	=	62,45	m.kN	en extremo inferior de trasdós				
recubr. c	=	35	mm					
nº barras	=	5						
ϕ_{max}	=	16						
s	=	200	mm	≯	15 ϕ	=	240	mm
β	=	1,7						
k_1	=	0,125						
7,5 ϕ + c + ϕ / 2	=	16,3	cm	≯	h / 2	=	20,0	cm
Ac_{eficaz}	=	1.630	cm^2					
As	=	10,05	cm^2					
S_m	=	239,75	mm					
f_{ctm}	=	2,56	N/mm^2					
E_c	=	29.240	N/mm^2					
E_s	=	200.000	N/mm^2					
σ_{sr}	=	243,1	N/mm^2					
σ_s	=	221,9	N/mm^2					
ε_{sm}	=	0,00044		≮	0,4 σ_s / E_s	=	0,0004	
w_k	=	**0,181**	**mm**	**<**	**0,2 mm**			

cumple para clase de exposición IIa

ección de armaduras:



DETALLE DE ARMADO

APÉNDICE Nº 14: METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL PROGRAMA HY-8

METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL PROGRAMA HY-8

HY-8 es un programa comercial para el cálculo hidráulico de obras de drenaje transversal (alcantarillas) de cualquier tipo se sección y rugosidad. Se resume a continuación la metodología utilizada por el programa, que se puede encontrar desarrollada en la “Ayuda” del propio programa.

1. Datos de entrada

Los datos que hay que suministrar al programa para el cálculo son:

- El caudal de diseño y los caudales máximos y mínimos a considerar.
- Las características del cauce a la salida del conducto (sección, pendiente, coeficiente de rugosidad)
- La cota de la plataforma de la carretera, la longitud de dicha plataforma en el entorno de la ODT y el tipo de superficie de la plataforma.
- La sección del conducto (admite la definición de conductos múltiples y de conductos de sección irregular).
- Las características del material del conducto (coeficiente de rugosidad).
- Las características de la entrada del conducto (boquilla con aletas de diferentes ángulos, posibilidad de entrada deprimida.
- La cota de entrada y de salida, así como la situación relativa de la entrada y de la salida que definen la longitud y pendiente del conducto (se admiten conductos con uno o dos quiebros de pendiente en su interior).

Después de definir la alcantarilla y los datos de cruce, el programa analiza el sistema hidráulico de la alcantarilla, incluido el balance del flujo en alcantarillas múltiples, y sobre la carretera.

Durante el análisis, el programa completa los cálculos hidráulicos necesarios, después de lo cual muestra la tabla de rendimiento. En dicha tabla se muestra un resumen de los flujos en el cruce, incluyendo, si se produce, el desbordamiento sobre la plataforma de la carretera. Se incluyen como resultados tablas resumen, perfiles de la superficie del agua, así como una tabla personalizada compuesta por cualquiera de los parámetros calculados durante el análisis.

Los parámetros indicados en las tablas de resumen de cálculo son:

- Total Discharge (cms) = caudal de cálculo (m^3/s).
- Headwater Elevation (m)= cota de agua a la entrada (m).
- Inlet Control Depth (m) = nivel de agua a la entrada con cálculo de control a la entrada.
- Outlet Control Depth (m) = nivel de agua a la entrada con cálculo de control a la salida.
- Flow Type = tipo de flujo.
- Normal Depth (m) = calado de régimen uniforme (m).
- Critical Depth (m) = calado crítico.
- Outlet Depth (m) = calado en la salida del conducto (m).
- Tailwater Depth (m) = calado en el cauce a la salida (m).
- Outlet Velocity (m/s) = velocidad a la salida del conducto (m/s).
- Tailwater Velocity (m/s) = velocidad en el cauce a la salidida (m/s).

2. Desbordamiento sobre la carretera

Cuando la elevación a la entrada de la ODT supera la cota de la plataforma de la carretera, se producirá un desbordamiento como se muestra en la figura siguiente. Cuando se simula la superposición, el programa calcula la descarga por la alcantarilla y sobre la carretera. Se realiza un análisis completo del desbordamiento para el cruce y, si se rebasa la cota de la carretera, se muestran los valores de flujo correspondientes.

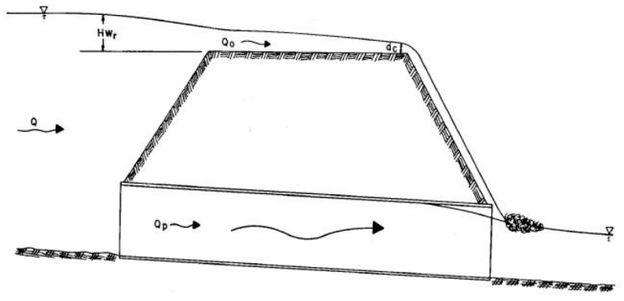


Figura. Ejemplo de desbordamiento

3. Cálculos del nivel de agua

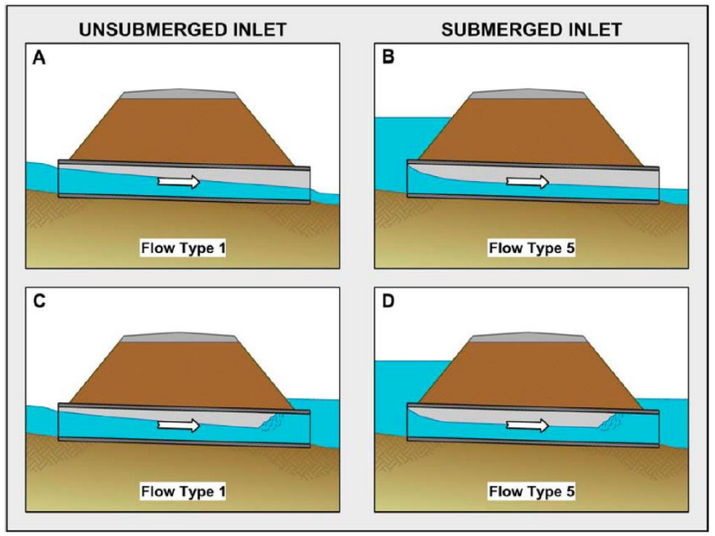
La siguiente tabla describe los distintos tipos de flujo usados por HY-8:

Tipo de Flujo	Control	Entrada sumergida	Salida sumergida	Longitud llena	Régimen de Flujo	Calado a la salida
1	Entrada	No	No	No	S2n	Normal
1	Entrada	No	No	No	S1t	Cauce
1	Entrada	No	Sí	Parcial	S1f	Lleno
1	Entrada	No	No	NO	JS1t	Salto hasta nivel en cauce
1	Entrada	No	Sí	La mayor parte	JS1f	Salto hasta sección llena
5	Entrada	Sí	No	No	S2n	Normal
5	Entrada	Sí	No	No	S1t	Cauce
5	Entrada	Sí	Sí	Parcial	S1f	Lleno
5	Entrada	Sí	No	No	JS1t	Salto hasta nivel en cauce
5	Entrada	Sí	Sí	Parcial	JS1f	Salto hasta sección llena
2	Salida	No	No	No	M2c	Crítico
3	Salida	No	No	No	M1t	Cauce
3	Salida	No	No	No	M2t	Cauce
3	Salida	No	Sí	Parcial	M1f	Lleno
4	Salida	Sí	Sí	Toda	FFf	Lleno
6	Salida	Sí	No	La mayor	FFt	Cauce
6	Salida	Sí	No	La mayor	FFc	Crítico
7	Salida	Sí	No	Parcial	M1t	Cauce
7	Salida	Sí	No	Parcial	M2t	Cauce
7	Salida	Sí	No	Parcial	M2c	Crítico

3.1.- Cálculos con control de entrada

El control de entrada significa que la cantidad de agua que puede transportar el conducto de la alcantarilla está limitada por la entrada de la alcantarilla. El flujo pasa a través de la profundidad crítica en la entrada de la alcantarilla y es supercrítico en el conducto. Hay varios perfiles de flujo posibles. HY-8 simula las llamadas condiciones de Tipo A, B, C y D como se muestra a continuación y como se describe la publicación «HIDRAULIC DESIGN OF HIGWAY CULVERTS» (Hydraulic Design Series N.º 5) [HDS 5].

Estos perfiles se conocen como Tipo 1 (A, C) y Tipo 5 (B, D) dentro de HY-8. Las diversas características de tipo de flujo se producen porque al ser el flujo en el conducto supercrítico, las pérdidas de salida y las pérdidas por fricción no se reflejan en el nivel del agua a la entrada. El nivel de agua a la entrada es una función del tamaño de la entrada, la forma y el tipo de alcantarilla. En el cálculo del control de entrada, el nivel de agua a la entrada se obtiene accediendo a los resultados de las pruebas de modelos físicos escalados. Para el programa HY-8 se ajustó una curva polinómica de quinto grado a través de las tres regiones de flujo: no sumergida, de transición y sumergida. Se obtuvieron coeficientes polinomiales de quinto grado para todas las combinaciones de forma de alcantarilla y configuraciones de entrada. El programa emplea esos coeficientes polinomiales que tiene tabulados. Dichas tablas de coeficientes están disponibles en la “Ayuda” del programa.



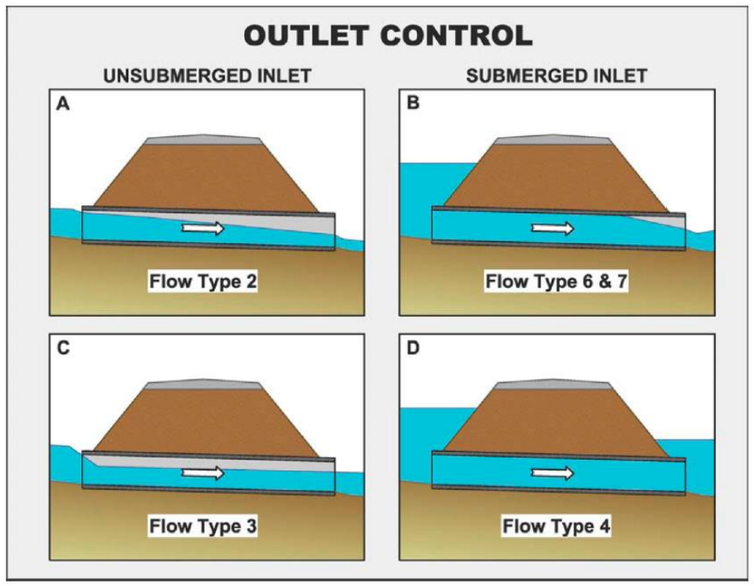
3.2.- Cálculos de control de salida

Tipos de flujo de control de salida

El control de salida significa que la cantidad de agua que puede transportar el conducto de alcantarilla está limitada por el propio conducto y / o por las condiciones del cauce a la salida.

Como resultado, el flujo en el conducto es subcrítico, y la ecuación de energía se puede usar para encontrar el nivel de agua a la entrada. Son posibles varios perfiles de flujo como se muestra a continuación y en la publicación «HIDRAULIC DESIGN OF HIGWAY CULVERTS» (Hydraulic Design Series N.º 5) [HDS 5].

Los tipos de flujo HY-8 denominados 2, 3, 4, 6 y 7 son todos los tipos de flujo de control de salida y se muestran en la siguiente figura.



Opciones de pérdidas a la salida:

HY-8 incorpora una ecuación alternativa modificada para definir la pérdida de salida de alcantarilla. El método descrito en HDS-5 usa la ecuación de energía y varios supuestos para calcular la pérdida de salida para una alcantarilla. La ecuación que se da en HDS-5 ignora la velocidad corriente aguas abajo del conducto y es la siguiente:

$$H_0 = k_0 \frac{V^2}{2g}$$

Con k_0 =1,0.

Donde Ho es la pérdida de salida, V es la velocidad dentro del conducto y g es la gravedad.

Sin embargo, las pérdidas de salida obtenidas de esta expresión no coinciden las pérdidas de salida obtenidas de estudios experimentales realizados por los investigadores en el estado de Utah Universidad. USU ha formulado una expresión alternativa para determinar las pérdidas de salida que utiliza el "Borda-Carnot ecuación". Esta ecuación fue desarrollada originalmente para expansiones repentinas en tuberías presurizadas, pero se encontró que daba una representación precisa de las pérdidas de salida de la alcantarilla por los estudios experimentales de USU. Dos formas útiles de esta expresión son:

$$H_0 = 1.0 \frac{(V_p - V_c)^2}{2g}$$

y

$$H_0 = k_0 \frac{V_p^2}{2g}$$

donde

$$k_0 = \left(1 - \frac{A_p}{A_c}\right)^2$$

Donde Ho es la pérdida de salida, Vp es la velocidad dentro del barril de alcantarilla, Vc es la velocidad en el cauce aguas abajo, y g es la gravedad.

El único valor adicional requerido entre esta ecuación y la ecuación anterior es la velocidad en el cauce aguas abajo. HY-8 ya calcula la velocidad del cauce en sentido descendente, por lo que se usa esta velocidad calculada con la ecuación de Borda-Carnot para calcular la pérdida de salida modificada.

El programa permite elegir entre ambas posibilidades para calcular las pérdidas a la salida.

3.3.- Cálculos de salto hidráulico

Determinación de si existe un salto hidráulico y su ubicación

Se crea un salto hidráulico en una situación de flujo rápidamente variada donde el flujo supercrítico se convierte rápidamente en flujo subcrítico. A medida que cambia el flujo, la energía se pierde en la turbulencia. Sin embargo, el impulso se conserva a través del salto. Las dos profundidades de flujo justo antes y después de un salto hidráulico se denominan profundidades secuenciales.

Para determinar si existe un salto hidráulico, el HY-8 determina los perfiles de superficie de agua supercrítica y subcrítica que se forman dentro de la alcantarilla utilizando un cálculo de perfil de paso directo. En cada ubicación a lo largo de los dos perfiles, HY-8 calcula las profundidades secuenciales del perfil supercrítico y compara estas profundidades secuenciales con la profundidad calculada del perfil subcrítico.

Mientras HY-8 calcula el perfil supercrítico, se forma un salto hidráulico si ocurre alguna de las siguientes dos condiciones:

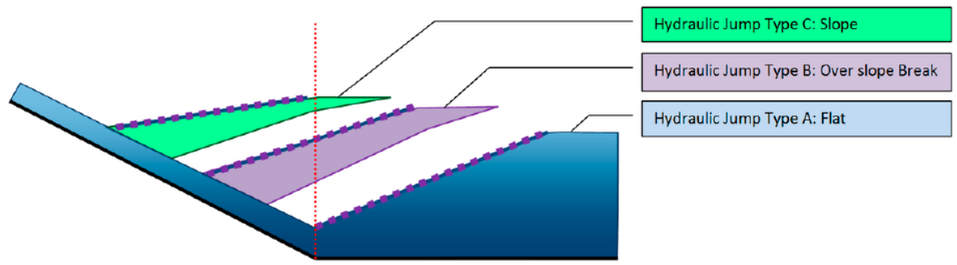
- el perfil de profundidad secuencial se cruza con el perfil subcrítico, o
- el número de Froude se reduce a aproximadamente 1.7 en un flujo decelerado medio ambiente (flujo M3, S3, H3 o A3)

Si la salida está sumergida, HY-8 usa la ecuación de energía para determinar la línea de grado hidráulico. Una vez que la línea de grado hidráulico cae por debajo de la coronación de la alcantarilla, el HY-8 usa el método de paso directo para determinar el resto del perfil.

Las ecuaciones utilizadas para determinar la profundidad de la secuencia varían según la forma y se detallan en la tesis de Nathan Lowe (Lowe, 2008). Las profundidades secuenciales no se ajustan para la pendiente o el tipo de salto hidráulico.

Tipos de salto hidráulico

En HY-8, los saltos hidráulicos se dividen en 3 tipos diferentes: A, B y C (Ver Figura). Los saltos tipo A ocurren en una pendiente plana, y esta condición a menudo ocurre en la sección corriente abajo de una alcantarilla con quiebro de pendiente si no se produjo un salto hidráulico en la sección empinada de la alcantarilla. Los saltos tipo B solo ocurren en alcantarillas con quiebro de pendiente, donde el salto comienza en la sección empinada de la alcantarilla, pero termina en la sección aguas abajo de la alcantarilla. Los saltos tipo C podrían ocurrir en cualquier alcantarilla inclinada.



Determinación de la longitud de un salto hidráulico

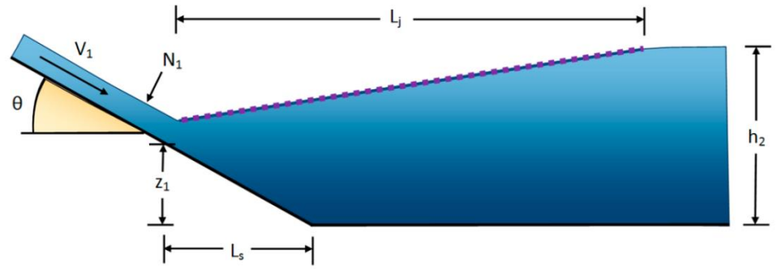
HY-8 usa ecuaciones determinadas por Bradley y Peterka (1957) y Hager (1992) como se muestra en la siguiente tabla. La información completa sobre las longitudes de los saltos hidráulicos no existe en la literatura. Las casillas de la tabla, donde las ecuaciones que representan la longitud del salto hidráulico no están disponibles, se denotan con un "-". En instancias donde no se ha determinado una ecuación, se muestra una explicación de cómo HY-8 calcula la longitud.

Ecuaciones de longitud de salto hidráulico HY-8

Culvert Shape	Flat Slope (Type A)	Sloped Culvert (Type C)	Jump Over Slope Break (Type
Circular	$L_j^* = 6y_2$	- (Use box equation)	- (Use box equation)
Box	$L_j^* = 220(y_1)\left(\tanh\left(\frac{Fr_1 - 1}{22}\right)\right)$	$L_j = L_j^* * \exp\left(-\frac{4}{3}\theta\right)$	First solve for Fr_{It} $Fr_{1t} = 11.3\left(1 - \frac{2}{3}[(h_2 - z_1)/h_2]\right)$ Then, if $Fr_1 > Fr_{It}$ $L_j = L_j^*$ Otherwise, if $Fr_1 <= Fr_{It}$ $L_j = h_2\left[\frac{7}{3}(2 + [6E * exp(1-6E)]) - \frac{1}{20}(1 + 5[6E * exp(1-6E)])(Fr_1 - 2)\right]$ where: $E = (h_2 - z_1) / h_2$
Ellipse	Use longer of circular and box equations	- (Use box equation)	- (Use box equation)
Pipe Arch	Use longer of circular and box equations	- (Use box equation)	- (Use box equation)
User Defined/Other	Use longer of circular and box equations	- (Use box equation)	- (Use box equation)

En la tabla anterior, se puede ver que la literatura está incompleta para las longitudes de salto de varias de las formas admitidas en HY-8. Se requiere investigación adicional para un análisis más preciso. Las variables que se utilizan en la tabla anterior y se muestran en la Figura son las siguientes:

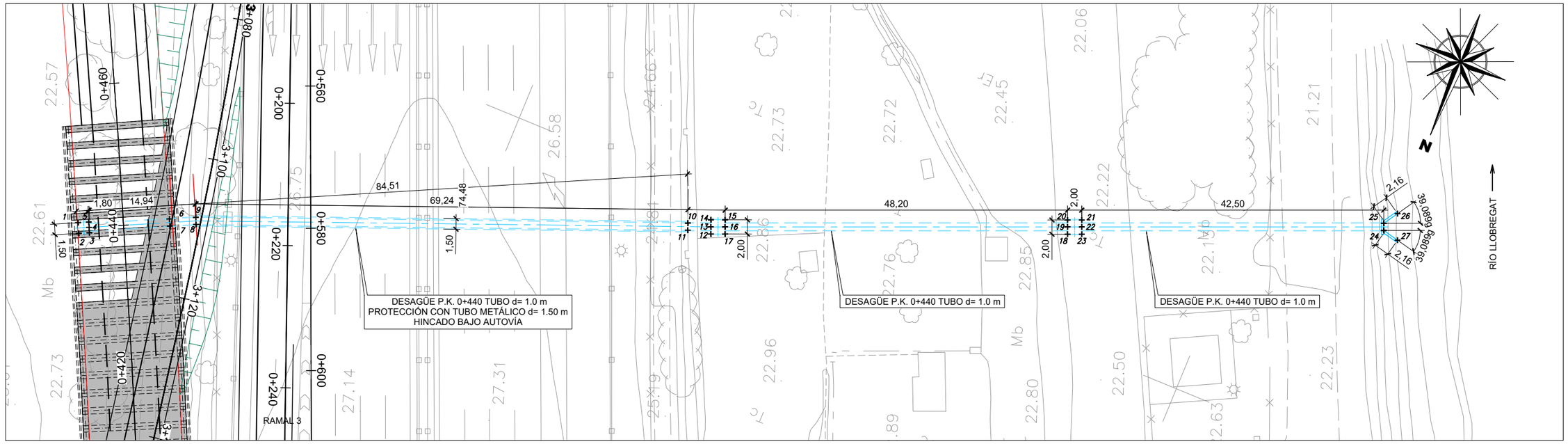
- Lj* = Longitud del salto hidráulico en una pendiente plana (pies o m)
- y1 = Profundidad de secuencia en el extremo aguas arriba del salto hidráulico (pies o m)
- y_2 = Profundidad de secuencia en el extremo aguas abajo del salto hidráulico (pies o m)
- Fr_1 = número de Froude en el extremo aguas arriba del salto hidráulico
- θ = Ángulo del canal de reposo (en radianes, = Arctan (pendiente del canal))
- L_j = Longitud del salto hidráulico en un canal inclinado (pies o m)
- z_1 = Distancia desde la inversión de la parte plana del canal hasta la inversión del canal al comienzo del salto (pies o metros)
- h_2 = Profundidad del agua en una pendiente plana después del salto (pies o m)



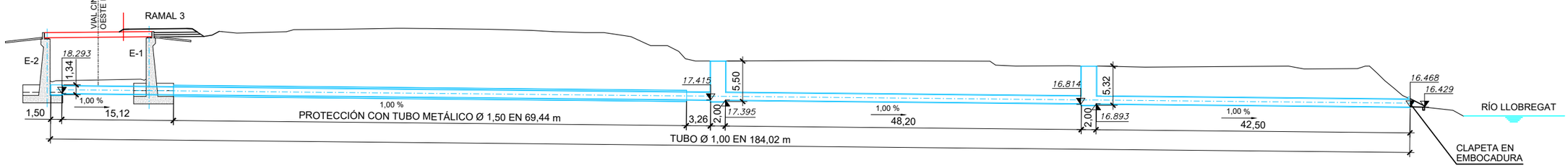
HY-8 determina la longitud del salto y modifica el perfil a una transición en ángulo al flujo subcrítico en lugar de una transición vertical. Se supone que el inicio del salto es la ubicación determinada previamente como la ubicación del salto. El final del salto es el comienzo del salto más la longitud del salto. Si el final del salto está fuera de la alcantarilla, se supone que el salto se ha barrido. Esto puede o no suceder, pero se considera conservador. Esta suposición significa que el HY-8 informa menos saltos hidráulicos de lo que realmente puede ocurrir.

APÉNDICE Nº 15: PLANO DE PLANTA Y PERFIL (ODT VIAL DE CIRCUNVALACIÓN. PROYECTO DE AYTO. MOLINS DE REI)

DESAGÜE DE PUNTO BAJO EN PÉRGOLA (VIAL DE CIRCUMVAL-LACIÓ OESTE DE MOLINS DE REI)



PLANTA
ESCALA 1: 300



SECCIÓN
ESCALA 1: 300

PUNTO	X	Y	PUNTO	X	Y
1	417851.8119	4584237.2151	15	417767.7578	4584202.1946
2	417851.1584	4584238.5653	16	417767.3827	4584203.1216
3	417849.8082	4584237.9117	17	417767.0023	4584204.0464
4	417850.1350	4584237.2367	18	417722.4181	4584185.7387
5	417850.4617	4584236.5616	19	417722.8102	4584184.7856
6	417840.1367	4584231.8417	20	417723.1790	4584183.8891
7	417839.7010	4584232.7418	21	417721.3294	4584183.1282
8	417836.3706	4584231.1298	22	417720.9606	4584184.0247
9	417836.7738	4584230.2139	23	417720.5685	4584184.9778
10	417772.4344	4584204.6191	24	417681.4629	4584168.3169
11	417772.0647	4584205.5483	25	417681.8433	4584167.3921
12	417768.8519	4584204.8073	26	417680.5680	4584165.3870
13	417769.2320	4584203.8833	27	417679.1458	4584168.8442
14	417769.6074	4584202.9555			

CODIGO DE PROYECTO:
NOMBRE DEL FICHERO: 1 ODT Molins de Rei.dwg
REVISIÓN Nº
REALIZADO POR:
VERIFICADO POR:
FECHA:

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE
SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE
SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CATALUÑA
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

CONSULTOR: UTE
ATJ Consultores — GESSING

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:
FRANCISCO JAVIER ROMERA DURÁN

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:
LUIS BONET LINUESA

ESCALAS: 1:300 (0 3 6 9 12m)
ORIGINAL A-1

TÍTULO DEL PROYECTO:
MEJORA DE LA ACCESIBILIDAD ENTRE LAS CARRETERAS DEL ENTORNO DEL BAIX LLOBREGAT

CLAVE: T9/49-B-4620

Nº DE ANEJO: A.12.3

DESIGNACIÓN DEL PLANO:
ANEJO Nº12 DRENAJE
DRENAJE TRANSVERSAL
O.D.T. VIAL CIR. OESTE MOLINS DE REI 0+440 ACT D

FECHA: ABRIL 2024

HOJA 1 DE 1