



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS

CAPITULO 7.4 OCUPACIONES DE CAUCE



NOVIEMBRE 2024

Elaboró	Revisó y Aprobó	
Geocol Consultores	EDP Renewables	ISA Intercolombia

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
<i>Versión 2</i>	<i>Noviembre 2024</i>	

TABLA DE CONTENIDO

7

DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

3

7.4

OCUPACIÓN DE CAUCES, LECHOS Y PLAYAS FLUVIALES

4

7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

A continuación, se presenta la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, necesarios para el desarrollo del proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a la Subestación Cuestecitas. De acuerdo con las obras y actividades del proyecto, descrito en el capítulo 3 (Descripción del proyecto), los recursos naturales que se requerirán para la ejecución de las actividades objeto de la presente solicitud y en cumplimiento de la normatividad ambiental vigente se resumen a continuación en la **Tabla 7-1**.

Tabla 7-1 Permisos a solicitar para el desarrollo del proyecto	
PERMISO A SOLICITAR	ACTIVIDAD
Concesión de aguas superficiales	No se requiere permiso de concesión de aguas superficiales. Durante las etapas del proyecto se gestionará la demanda de agua mediante terceros autorizados (que cuenten con los permisos y/o licencias ambientales vigentes) o a través de la recirculación del agua tratada de la PTAR (etapa de construcción).
Concesión de aguas subterráneas	No se requiere concesión de aguas subterráneas. Durante las etapas del proyecto se gestionará la demanda de agua mediante terceros autorizados (que cuenten con los permisos y/o licencias ambientales vigentes) o a través de la recirculación del agua tratada de la PTAR (etapa de construcción).
Vertimientos	No se requiere permiso de vertimientos. Durante todas las etapas del proyecto se gestionará el manejo de las aguas residuales domésticas y no domésticas a través de terceros autorizados (que cuenten con los permisos y/o licencias ambientales vigentes) o a través de recirculación del efluente de la PTAR (etapa de construcción).
Ocupaciones de cauce	Se requiere el permiso de ocupación de cauce en una franja de 100 m, asociado a las obras hidráulicas que permiten el ingreso a los frentes de obra a través de los accesos licenciados que cruzan cuerpos de agua naturales de tipo permanente e intermitente. En total se solicitan 92 ocupaciones de cauce para el proyecto.
Aprovechamiento forestal	Se solicita el aprovechamiento forestal de un volumen aproximado de 7.977,79m3 de madera.
Levantamiento de veda de flora silvestre (Vascular y no vascular)	Se solicita imposición de medidas de manejo para siete (7) especies vasculares y levantamiento de veda para 78 especies No vasculares.
Emisiones atmosféricas	No se requiere permiso de emisiones atmosféricas para la ejecución de las actividades del proyecto. Se presenta el modelo de emisiones atmosféricas.
Ruido	Se presenta el modelo de ruido
Materiales de construcción	Se requiere material de arrastre o cantera para la conformación de terraplenes para el derecho de vía, adecuación de las vías de acceso, material de afirmado y en las obras que involucran concreto.
Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad	No aplica con base en la Circular Externa No. 0001 de 2022 de ANLA

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

A continuación, se presenta la caracterización de cada uno de los recursos naturales que demandará el proyecto y que serán utilizados, aprovechados y/o afectados durante las diferentes etapas de este.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

7.4 OCUPACIÓN DE CAUCES, LECHOS Y PLAYAS FLUVIALES

Dentro de las actividades establecidas para el desarrollo del proyecto, se encuentra en la etapa constructiva la construcción y adecuación de vías, las cuales requieren obras para cruces de drenajes, ya sea de forma temporal o permanente.

7.4.1 Ubicación de las ocupaciones de cauce

La ubicación, dimensiones y diseños definitivos de las obras requeridas para las ocupaciones de cauce, se precisarán en este documento con base en la información recuperada en campo. Para efectos del presente estudio se muestran esquemas típicos de diseño y procesos constructivos de las obras a implementar.

De acuerdo con lo anterior el proyecto contempla 90 ocupaciones de cauce, clasificadas como: ocupaciones de cauce en vías existentes y ocupaciones de cauce en vías proyectadas. En *3_Anejos\Cap. 07 Uso, demanda y RRNN\7.4. OC* se presentan los Formularios Únicos Nacionales de Solicitud de Ocupaciones de Cauce solicitados para el presente proyecto, así como la información desarrollada para presentar los requerimientos de información de acuerdo con los términos de referencia (Véase *3_Anejos\Cap. 07 Uso, demanda y RRNN\7.4. OC*).

Para el desarrollo del proyecto las ocupaciones se solicita con un área de intervención y se encuentran incluidas la GDB en la capa de InfraProyectoPG ID ocupaciones de cauce.

Su ubicación estará de acuerdo con la Zonificación de Manejo Ambiental, dinámica fluvial, posibles modificaciones en los trazados y desarrollo del Proyecto.

En la **Figura 7-1** se presenta la ubicación georreferenciada de los puntos de ocupación de cauce donde se implementarán las obras.

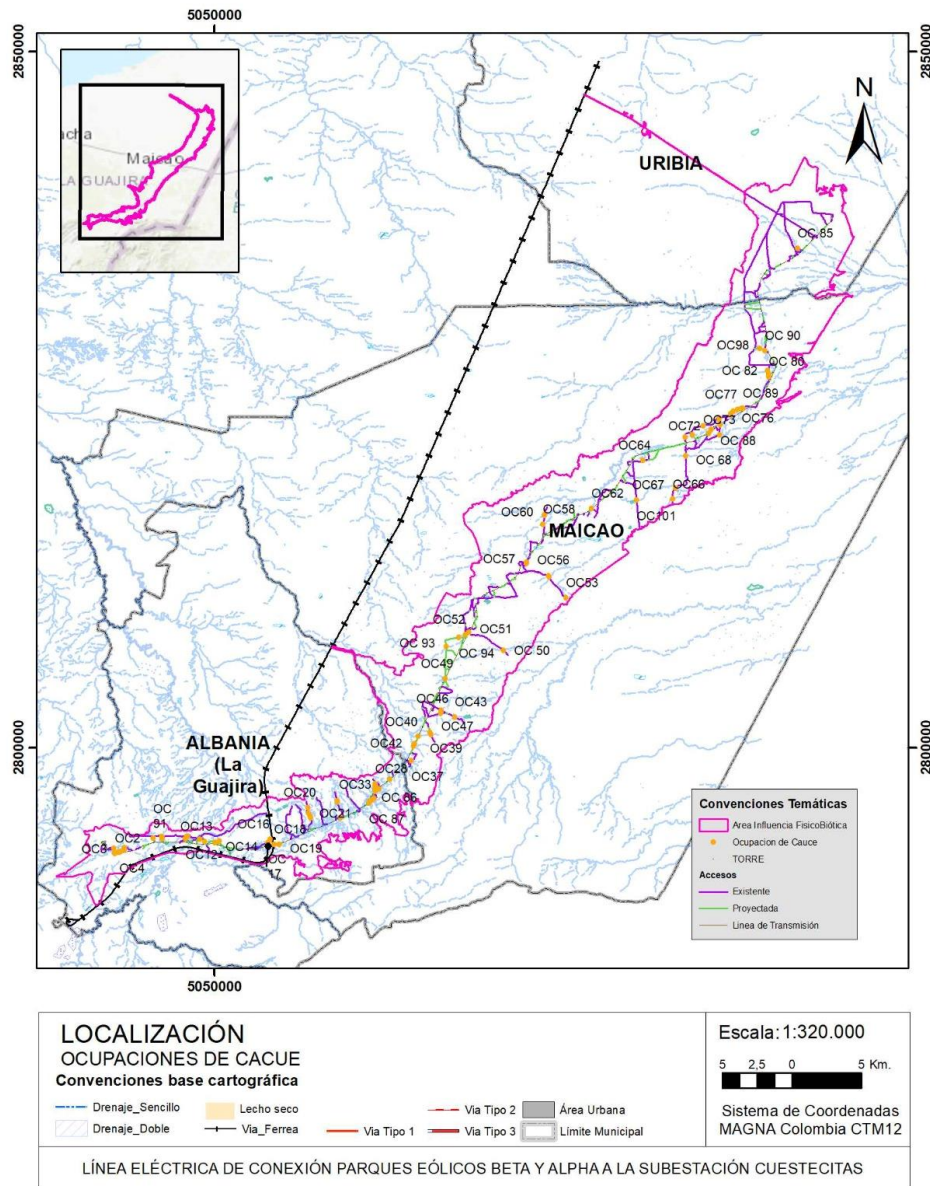


Figura 7-1 Localización ocupaciones de cauce

En la **Tabla 7-2**, se presentan las coordenadas de los puntos de ocupación de cauce donde se implementarán las obras.

Tabla 7-2 Ocupaciones de cauce solicitadas por el proyecto.

ID	TEMPORALIDAD	COORDENADAS	
		X	Y
OC 1	TEMPORAL	5042794,76	2792755,75
OC 2	TEMPORAL	5042870,28	2792407,16
OC 3	TEMPORAL	5043067,14	2792466,96
OC 4	TEMPORAL	5043183,27	2792497,50
OC 5	TEMPORAL	5043274,05	2792522,19

ID	TEMPORALIDAD	COORDENADAS	
		X	Y
OC 6	TEMPORAL	5043582,42	2792800,57
OC 8	TEMPORAL	5046267,60	2793629,62
OC 9	TEMPORAL	5046302,51	2793443,51
OC 10	TEMPORAL	5048132,07	2793636,18
OC 11	TEMPORAL	5048025,92	2793613,25
OC 12	TEMPORAL	5047961,80	2793467,42
OC 13	TEMPORAL	5049339,02	2793245,25
OC 14	TEMPORAL	5050052,22	2793188,5
OC 15	TEMPORAL	5050389,77	2793279,13
OC 16	TEMPORAL	5054050,31	2793417,00
OC 17	TEMPORAL	5053888,52	2793170,34
OC 18	TEMPORAL	5054342,20	2793065,49
OC 19	TEMPORAL	5054695,13	2793029,53
OC 20	TEMPORAL	5056765,60	2795695,9
OC 21	TEMPORAL	5056824,49	2795299,13
OC 22	TEMPORAL	5056933,53	2795100,12
OC 23	TEMPORAL	5056987,61	2794975,56
OC 25	TEMPORAL	5058866,98	2796168,14
OC 26	TEMPORAL	5058872,13	2796078,38
OC 27	TEMPORAL	5059131,27	2794962,14
OC 28	TEMPORAL	5061605,72	2797382,00
OC 29	TEMPORAL	5061620,15	2797272,05
OC 30	TEMPORAL	5061620,61	2797045,31
OC 31	TEMPORAL	5061614,36	2796866,69
OC 32	TEMPORAL	5061521,99	2796320,78
OC 33	TEMPORAL	5061349,99	2796246,63
OC 34	TEMPORAL	5061779,45	2796972,3
OC 35	TEMPORAL	5061885,32	2797044,48
OC 36	TEMPORAL	5062652,24	2797736,54
OC 37	TEMPORAL	5064206,78	2799048,5
OC 38	TEMPORAL	5065609,09	2800912,30
OC 39	TEMPORAL	5065537,95	2801074,51
OC 40	TEMPORAL	5064705,10	2800791,50
OC 41	TEMPORAL	5064461,60	2800270,14
OC 42	TEMPORAL	5064382,65	2800098,46
OC 43	TEMPORAL	5067335,82	2802201,00
OC 46	TEMPORAL	5066303,98	2802457,59
OC 47	TEMPORAL	5066375,88	2802670,32
OC 49	TEMPORAL	5066637,01	2804954,11
OC 50	TEMPORAL	5070836,43	2807003,38
OC 51	TEMPORAL	5068338,03	2808273,73
OC 52	TEMPORAL	5068102,13	2808131,53
OC 53	TEMPORAL	5075329,43	2810768,07
OC 54	TEMPORAL	5074131,73	2812251,41
OC 55	TEMPORAL	5074081,50	2812328,41
OC 56	TEMPORAL	5072492,40	2813248,69
OC 57	TEMPORAL	5072499,62	2813322,88
OC 58	TEMPORAL	5073688,94	2816036,35
OC 60	TEMPORAL	5073774,69	2816686,97
OC 61	TEMPORAL	5073778,44	2816740,94
OC 62	TEMPORAL	5077183,71	2817178,06

ID	TEMPORALIDAD	COORDENADAS	
		X	Y
OC 64	TEMPORAL	5080878,27	2820640,45
OC 66	TEMPORAL	5082999,04	2817854,88
OC 67	TEMPORAL	5083230,44	2818653,54
OC 68	TEMPORAL	5083931,73	2820965,51
OC 69	TEMPORAL	5083924,95	2822293,35
OC 70	TEMPORAL	5084440,42	2822458,49
OC 71	TEMPORAL	5085630,38	2822582,50
OC 72	TEMPORAL	5085796,26	2822873,52
OC 73	TEMPORAL	5086404,3	2822456,92
OC 74	TEMPORAL	5085227,11	2823128,65
OC 75	TEMPORAL	5086339,89	2823564,62
OC 76	TEMPORAL	5087221,15	2823948,50
OC 77	TEMPORAL	5087699,24	2824303,71
OC 78	TEMPORAL	5087990,25	2824372,21
OC 80	TEMPORAL	5089940,16	2826642,25
OC 81	TEMPORAL	5089910,03	2826674,66
OC 82	TEMPORAL	5089936,29	2826838,24
OC 83	TEMPORAL	5089847,19	2827077,77
OC 85	TEMPORAL	5091988,86	2835883,03
OC 86	TEMPORAL	5061283,92	2796184,53
OC 87	TEMPORAL	5061161,1	2796018,75
OC 88	TEMPORAL	5086432,19	2823212,14
OC 89	TEMPORAL	5088073,73	2824381,87
OC 90	TEMPORAL	5089637,70	2828531,49
OC 91	TEMPORAL	5045652,53	2793478,16
OC 93	TEMPORAL	5066734,38	2807266,15
OC 94	TEMPORAL	5067617,15	2807922,63
OC 95	TEMPORAL	5087360,84	2824181,38
OC 96	TEMPORAL	5048982,5	2793410,71
OC 97	TEMPORAL	5086331,16	2823648,59
OC 98	TEMPORAL	5089293,25	2828667,84
OC 99	TEMPORAL	5042882,47	2792411,44
OC 100	TEMPORAL	5043566,07	2792699,36
OC 101	TEMPORAL	5080398,92	2817777,72

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024.

7.4.2 Análisis de dinámica fluvial puntos de ocupaciones de cauce

En cumplimiento de los términos de referencia TdR-17 y la metodología para presentación de estudios ambientales 2018, en el presente capítulo se presenta la información sobre la dinámica fluvial en los puntos de ocupaciones de cauce, El objetivo principal es comprender y analizar diversos aspectos relacionados con el flujo del agua, la hidrología, la sedimentología, la geología y la geomorfología en esos tramos.

El estudio se basa en el análisis del comportamiento de los drenajes para diferentes períodos de retorno, que van desde 2 hasta 100 años. Esto implica examinar cómo se comportan los ríos en términos de caudales y sedimentación en intervalos de tiempo específicos, lo que proporciona una comprensión más completa de su dinámica y sus posibles impactos en el entorno circundante.:

Para el desarrollo del estudio se recopiló información detallada sobre el área de estudio, incluyendo levantamientos topográficos, información sedimentológica, datos geológicos y geomorfológicos las cuales se presentan a continuación.:

- **Estudios hidrológicos:**

Se realizó el análisis de precipitaciones históricas, y la estimación de caudales máximos probables mediante métodos estadísticos para las unidades hidrográficas asociadas al Área de influencia del proyecto (Información que se desarrolló en el capítulo 5.1.6 caracterización línea base / hidrología).

- **Estudios geológicos:**

Se realizaron investigaciones detalladas sobre la geología del área, comprendiendo la composición y estructura geológica de las cuencas y sus alrededores, con el fin de entender la estabilidad de las márgenes del río y la presencia de fallas geológicas relevantes. (ver Capítulo 5.1.1. Geología).

- **Estudios geomorfológicos:**

Se analizaron las características morfológicas del río y su entorno, incluyendo la forma del cauce, la distribución de las terrazas aluviales, y otros procesos geomorfológicos relevantes. (ver Capítulo 5.1.4. Geomorfología)

- **Estudios hidráulicos:**

Mediante la utilización de software especializado, se llevaron a cabo simulaciones hidráulicas para comprender el comportamiento del flujo en el tramo de interés. Se consideraron las características topográficas y geomorfológicas del área.

- **Estudios sedimentológicos:**

Se analizó el transporte de sedimentos en el río, incluyendo la granulometría de los sedimentos, la capacidad de transporte del flujo, y la evaluación de problemas potenciales de sedimentación a través del cálculo de socavación. Por el método de Lischtvan – Lebediev.

- **Modelado de inundaciones:**

Utilizando los resultados de los estudios hidrológicos y hidráulicos, se generaron mapas de inundación para diferentes escenarios hidrológicos, representando los niveles y áreas de inundación esperados para eventos de diferentes magnitudes.

A continuación, se presenta la identificación y características de cada punto de ocupación de acuerdo con los análisis realizados de dinámica fluvial, modelación hidráulica y la identificación de características de geología, geomorfología y coberturas de tierra.

7.4.2.1 Geología y geomorfología

De acuerdo con la caracterización presentada en los componentes de geología y geomorfología, a continuación, se presenta información relevante sobre la geología del área, comprendiendo la composición y estructura geológica de las cuencas y sus alrededores, con el fin de entender la estabilidad de las márgenes de los cuerpos de agua y la presencia de fallas geológicas relevantes, y características morfológicas y otros procesos geomorfológicos relevantes.

La geología cuaternaria en el proyecto de la Guajira se caracteriza por depósitos recientes influenciados por procesos eólicos y fluviales. La presencia de dunas eólicas y arenas finas a muy finas de color amarillo claro, con matriz lodosa, reflejan un ambiente predominantemente eólico. Estos depósitos muestran materiales sueltos y áreas más firmes, donde indican una topografía plana y condiciones áridas en la región. Además, se observan terrazas y perfiles de talud en arroyos, compuestos por lodos arenosos, arenas finas a muy finas, y gravas subangulares arrastradas. (Ver Figura 7-2).

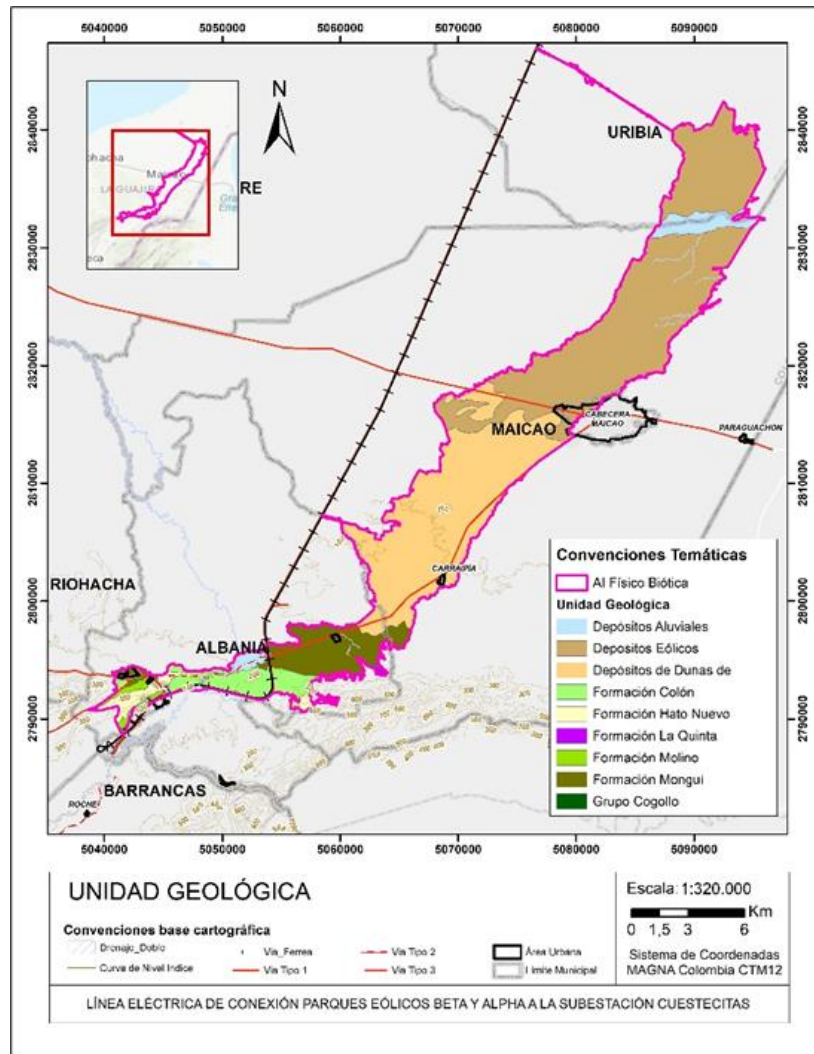


Figura 7-2 Mapa de interpretación de geología detallada escala 1:10.000 del proyecto

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024.

En la **Tabla 7-3** se observan las unidades geológicas con sus respectivos porcentajes de extensión dentro de la zona de estudio. Se puede detallar que la unidad de Depósitos eólicos se presenta en una mayor proporción del área de influencia fisicobiótica con un **45,72%**, lo que indica la predominancia de litologías producto de un ambiente de formación de tipo fluvial activo y cambiante, en donde se presenta una mayor disponibilidad de sedimentos granulares, que pueden conformar la carga transportada por las corrientes superficiales en esta zona. En contraste la Formación Cogollo es la que se presenta en menor proporción con un 0,07%.

Tabla 7-3 Áreas de cobertura y porcentajes de las unidades geológicas del proyecto

UNIDAD GEOLÓGICA	NOMENCLATURA	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
Formación La Quinta	Jq	95,58	0,21
Grupo Cogollo	Ksc	31,44	0,07
Formación Molino	Km	440,49	0,97
Formación Colón	K2cl	2533,55	5,58
Formación Hato Nuevo	Kahn	933,02	2,05
Formación Monguí	N1m	4122,52	9,08
Depósitos Eólicos	Qeo	20756,75	45,72
Depósitos Aluviales	Qal	1680,68	3,70
Depósitos de Dunas de arena	Qe	14808,22	32,62
Total		45.402,25	100

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024.

De acuerdo con la caracterización geomorfológica desarrollada en detalle en el numeral 5.1.4– Geomorfolología del capítulo 5 caracterización del área de influencia, se puede mencionar que la zona sobre la que se encuentra localizada el proyecto “*Línea eléctrica de conexión parques eólicos Beta y Alpha a subestación Cuestecitas*” se presentan ambientes morfogenéticos fluvial, denudacional y eólico (ver **Figura 7-3**).

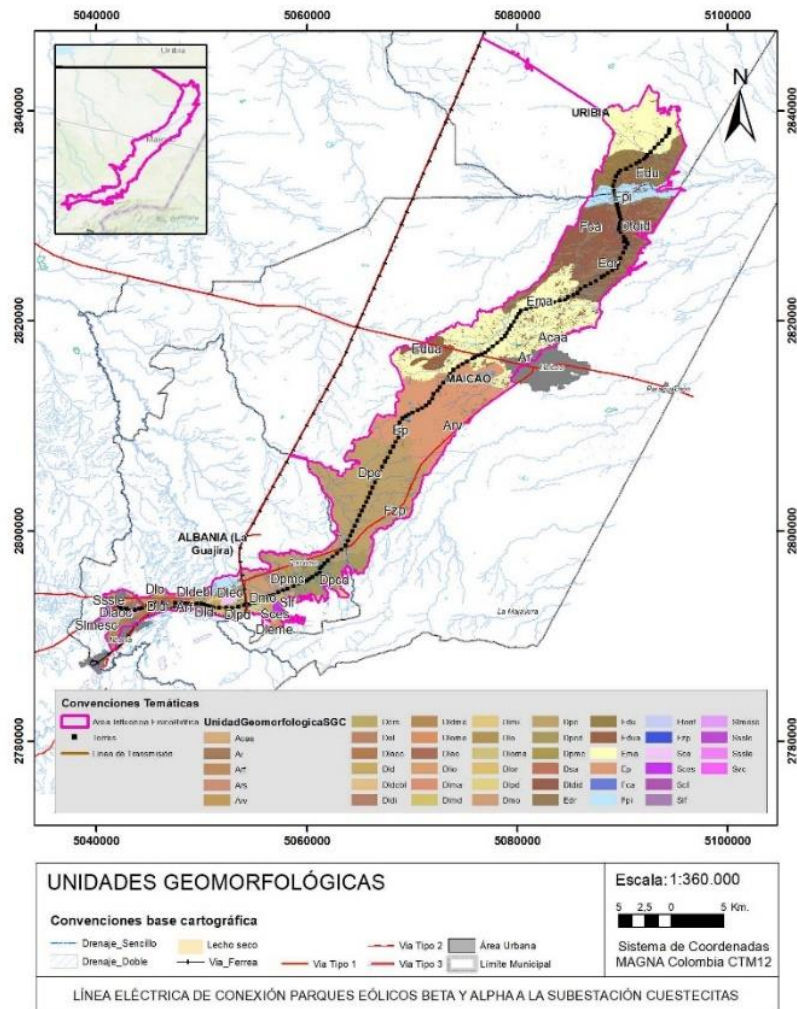


Figura 7-3 Unidades geomorfológicas que hacen parte del proyecto “Línea eléctrica de conexión parques eólicos Beta y Alpha a subestación Cuestecitas”

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024.

El análisis de las unidades geomorfológicas identificadas en el área de influencia fisicobiótica, permitió identificar que la unidad Mantos de arena eólica cubre un porcentaje considerable del área de influencia con aproximadamente el 22,66%. En contraste con la unidad Plano aluvial confinado que representa la proporción más baja con 0,01%, al igual que la unidad relleno sanitario. (Ver Tabla 7-4).

Tabla 7-4 Áreas de cobertura y porcentajes de las unidades geomorfológicas del proyecto

CÓDIGO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	ÁREA ha	PORCENTAJE
Acaa	Cuerpos de agua artificiales	104,74	0,23
Ar	Cortes y llenos antrópicos	1497,99	3,30
Arf	Red férrea	29,63	0,07
Ars	Relleno sanitario	1,85	0,00
Arv	Red vial	484,18	1,07
Dcrs	Cerro residual	143,71	0,32
Dle	Ladera erosiva	14,76	0,03
Dlaoc	Ladera abrupta ondulada colinada	402,88	0,89

CÓDIGO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	ÁREA ha	PORCENTAJE
Dld	Loma denudada	323,17	0,71
Dldebl	Lomo denudado bajo de longitud larga	118,75	0,26
Dldi	Lomeríos disectados	365,82	0,81
Dldme	Ladera denudada muy escarpada	199,38	0,44
Dleme	Ladera erosiva muy escarpada	90,42	0,20
Dleo	Ladera escarpada ondulada	112,65	0,25
Dlio	Ladera inclinada ondulada	25,94	0,06
Dlma	Ladera muy abrupta	25,51	0,06
Dlmd	Lomeríos muy disectados	83,67	0,18
Dlmi	Ladera muy inclinada	145,25	0,32
Dlo	Ladera ondulada	98,76	0,22
Dloma	Ladera ondulada muy abrupta	7,49	0,02
Dlor	Loma residual	325,21	0,72
Dlpd	Lomeríos poco disectados	476,22	1,05
Dmo	Montículo y ondulaciones denudacionales	825,56	1,82
Dpc	Planicie poco colinada	8503,18	18,73
Dpcd	Planicie colinada denudada	1751,09	3,86
Dpmc	Planicie muy colinada	242,63	0,53
Dsa	Superficie de erosión o aplanamiento	11,00	0,02
Dtdid	Tierras desnudas y degradadas	5364,23	11,81
Edr	Campo de dunas remontantes	2322,68	5,12
Edu	Dunas	1786,12	3,93
Edua	Dunas antiguas	646,95	1,42
Ema	Mantos de arena eólica	10289,20	22,66
Ep	Planicie eólica	6147,04	13,54
Fca	Cuerpos de agua natural	137,35	0,30
Fpi	Llanura aluvial de inundación	1510,97	3,33
Ftant	Terraza de acumulación antigua	18,80	0,04
Fzp	Áreas húmedas	20,85	0,05
Sce	Cerro estructural	208,93	0,46
Sces	Colina estructural	112,77	0,25
Scf	Cerro de falla	9,69	0,02
Sif	Lomo de falla	31,44	0,07
Slmesc	Ladera muy escarpada	271,99	0,60
Sslc	Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal	62,57	0,14
Ssle	Ladera estructural de sierra sinclinal	45,01	0,10
Svc	Plano aluvial confinado	4,20	0,01
TOTAL			45402,25

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.4.2.1.1 Caracterización morfométrica unidades de análisis

Los factores morfométricos hacen referencia a las características de forma de las cuencas hidrográficas, dentro de ellos encontramos el área, elevación media de la cuenca, longitud de la corriente, pendiente media de la corriente, pendiente media de la cuenca, perímetro de la cuenca, factor de forma entre otros A continuación, en la **Tabla 7-5** y la **Figura 7-4**, se muestran las características morfométricas de las áreas aferentes de cada una de las ocupaciones de cauce solicitadas.

Tabla 7-5 Morfometría áreas aferentes a ocupaciones de cauce.

OCUPACIÓN DE CAUCE	ÁREA (km²)	PERÍMETRO (km)	LONGITUD CORRIENTE MÁS LARGA (km)	ÍNDICE DE COMPACIDAD Kc	ÍNDICE DE FORMA Kc	ÍNDICE DE FORMA Kf	ÍNDICE DE FORMA Kf
OC_1	9,767	17,7462536	9,5922916	1,602	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,106	Alargada
OC_10	0,012	0,48632867	0,16966059	1,239	Casi redonda a oval – redonda	0,426	Alargada
OC_100	0,023	0,65255241	0,20281934	1,211	Casi redonda a oval – redonda	0,562	Alargada

OCUPACIÓN DE CAUCE	ÁREA (km²)	PERÍMETRO (km)	LONGITUD CORRIENTE MÁS LARGA (km)	ÍNDICE DE COMPACTIDAD Kc	ÍNDICE DE FORMA Kc	ÍNDICE DE FORMA Kf	ÍNDICE DE FORMA Kf
OC_101	2,091	9,4876825	2,05085798	1,851	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,497	Alargada
OC_11	0,002	0,17551616	0,05019704	1,078	Casi redonda a oval – redonda	0,838	Alargada
OC_12	0,803	6,58243204	2,12011984	2,072	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,179	Alargada
OC_13	0,156	2,0113429	0,60661524	1,439	Oval redonda a oval – oblonga	0,423	Alargada
OC_14	0,057	1,27481636	0,19783001	1,502	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	1,465	Achatada
OC_15	0,024	0,69992672	0,17455532	1,268	Oval redonda a oval – oblonga	0,796	Alargada
OC_16	0,022	0,69478605	0,21708651	1,331	Oval redonda a oval – oblonga	0,460	Alargada
OC_17	1,335	7,4448786	3,27382575	1,817	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,125	Alargada
OC_18	0,164	1,92090263	0,59514967	1,339	Oval redonda a oval – oblonga	0,462	Alargada
OC_19	0,225	2,67515207	0,67502836	1,590	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,494	Alargada
OC_2	0,021	0,65694907	0,1365409	1,294	Oval redonda a oval – oblonga	1,100	Achatada
OC_20	0,034	0,71514361	0,21969312	1,089	Casi redonda a oval – redonda	0,711	Alargada
OC_21	0,353	3,77210278	1,39767408	1,791	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,181	Alargada
OC_22	0,318	3,50587905	1,28997939	1,754	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,191	Alargada
OC_23	0,290	3,23157164	0,54366701	1,692	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,983	Alargada
OC_24	0,118	1,85975235	0,45008281	1,530	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,581	Alargada
OC_25	0,087	1,28498812	0,55476405	1,232	Casi redonda a oval – redonda	0,281	Alargada
OC_26	1,339	7,58938948	4,74397473	1,850	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,060	Alargada
OC_27	0,056	1,43661368	0,36388087	1,710	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,424	Alargada
OC_28	0,029	0,65505247	0,19795308	1,077	Casi redonda a oval – redonda	0,752	Alargada
OC_29	0,016	0,60978018	0,13679292	1,367	Oval redonda a oval – oblonga	0,847	Alargada
OC_3	0,050	0,92142239	0,27343639	1,165	Casi redonda a oval – redonda	0,665	Alargada
OC_30	0,394	3,87701209	0,94654436	1,741	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,440	Alargada
OC_31	0,103	1,84860941	0,37302774	1,627	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,738	Alargada
OC_32	0,208	3,32905253	1,0725708	2,061	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,181	Alargada
OC_33	3,634	18,6069285	8,21894149	2,753	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,054	Alargada
OC_34	0,139	2,31301331	0,7273042	1,748	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,264	Alargada
OC_35	0,174	1,98357322	0,61132607	1,342	Oval redonda a oval – oblonga	0,465	Alargada
OC_36	0,028	0,81457418	0,21680698	1,368	Oval redonda a oval – oblonga	0,600	Alargada
OC_37	0,586	5,05141877	1,31708897	1,862	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,338	Alargada

OCUPACIÓN DE CAUCE	ÁREA (km²)	PERÍMETRO (km)	LONGITUD CORRIENTE MÁS LARGA (km)	ÍNDICE DE COMPACTIDAD Kc	ÍNDICE DE FORMA Kc	ÍNDICE DE FORMA Kf	ÍNDICE DE FORMA Kf
OC_38	0,208	1,70615578	0,55715505	1,054	Casi redonda a oval – redonda	0,671	Alargada
OC_39	0,109	1,31651605	0,42202497	1,124	Casi redonda a oval – redonda	0,613	Alargada
OC_4	0,028	0,64826085	0,17121649	1,098	Casi redonda a oval – redonda	0,946	Alargada
OC_40	0,929	3,72495186	1,70377521	1,090	Casi redonda a oval – redonda	0,320	Alargada
OC_41	0,449	2,79552968	1,38986546	1,177	Casi redonda a oval – redonda	0,232	Alargada
OC_42	0,492	2,81519567	1,20348552	1,133	Casi redonda a oval – redonda	0,339	Alargada
OC_43	0,094	1,51284326	0,6826357	1,390	Oval redonda a oval – oblonga	0,202	Alargada
OC_46	0,541	2,80752389	0,85430789	1,076	Casi redonda a oval – redonda	0,742	Alargada
OC_47	0,619	3,15571472	1,11656628	1,131	Casi redonda a oval – redonda	0,497	Alargada
OC_49	0,688	3,06777235	1,03617739	1,044	Casi redonda a oval – redonda	0,640	Alargada
OC_5	0,011	0,48503694	0,17035794	1,290	Oval redonda a oval – oblonga	0,388	Alargada
OC_50	5,684	17,6808253	4,15355445	2,092	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,329	Alargada
OC_51	3,298	16,1345219	4,7103618	2,506	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,149	Alargada
OC_52	3,049	14,907068	4,3462572	2,408	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,161	Alargada
OC_53	0,097	1,14863729	0,28865881	1,040	Casi redonda a oval – redonda	1,166	Achatada
OC_54	0,816	3,70721661	1,23443647	1,158	Casi redonda a oval – redonda	0,535	Alargada
OC_55	1,477	7,76324643	1,36133416	1,802	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,797	Alargada
OC_56	0,050	0,8489172	0,30477882	1,067	Casi redonda a oval – redonda	0,542	Alargada
OC_57	0,060	0,98571956	0,38586696	1,139	Casi redonda a oval – redonda	0,400	Alargada
OC_58	47,565	61,9503235	15,7289018	2,534	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,192	Alargada
OC_6	0,223	2,5774803	0,55647601	1,541	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,719	Alargada
OC_60	0,023	0,61452502	0,2351468	1,146	Casi redonda a oval – redonda	0,414	Alargada
OC_62	0,131	1,88790004	0,58348578	1,471	Oval redonda a oval – oblonga	0,385	Alargada
OC_64	0,114	1,33312127	0,34145559	1,114	Casi redonda a oval – redonda	0,977	Alargada
OC_66	25,275	55,2469747	16,0521365	3,100	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,098	Alargada
OC_67	5,432	22,7969746	6,35010674	2,759	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,135	Alargada
OC_68	0,595	3,8676333	1,14346085	1,414	Oval redonda a oval – oblonga	0,455	Alargada
OC_69	93,141	100,406482	33,8072958	2,935	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,081	Alargada
OC_70	95,370	105,208598	34,4144715	3,039	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,081	Alargada
OC_71	0,065	1,13832903	0,40353559	1,262	Oval redonda a oval – oblonga	0,398	Alargada
OC_72	0,050	0,94231502	0,27323649	1,190	Casi redonda a oval – redonda	0,668	Alargada

OCUPACIÓN DE CAUCE	ÁREA (km²)	PERÍMETRO (km)	LONGITUD CORRIENTE MÁS LARGA (km)	ÍNDICE DE COMPACTIDAD Kc	ÍNDICE DE FORMA Kc	ÍNDICE DE FORMA Kf	ÍNDICE DE FORMA Kf
OC_73	0,070	1,15097337	0,46878497	1,229	Casi redonda a oval – redonda	0,318	Alargada
OC_74	0,020	0,54353272	0,12463845	1,092	Casi redonda a oval – redonda	1,269	Achatada
OC_75	97,808	112,068312	37,6675272	3,197	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,069	Alargada
OC_76	0,800	6,7050536	2,59506365	2,115	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,119	Alargada
OC_77	0,020	0,58423742	0,20754769	1,159	Casi redonda a oval – redonda	0,469	Alargada
OC_78	0,056	1,25910237	0,48088451	1,504	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,241	Alargada
OC_8	0,177	2,04491373	0,7835321	1,371	Oval redonda a oval – oblonga	0,288	Alargada
OC_80	0,879	4,19800789	1,66622626	1,263	Oval redonda a oval – oblonga	0,316	Alargada
OC_81	0,008	0,38556488	0,13216555	1,197	Casi redonda a oval – redonda	0,472	Alargada
OC_82	0,930	5,10843202	1,86258392	1,494	Oval redonda a oval – oblonga	0,268	Alargada
OC_83	0,515	3,43916561	1,510087	1,352	Oval redonda a oval – oblonga	0,226	Alargada
OC_85	21,889	29,6321862	23,5031072	1,787	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,040	Alargada
OC_86	0,139	2,53840732	0,65330039	1,920	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,326	Alargada
OC_87	0,020	0,63184408	0,22248435	1,267	Oval redonda a oval – oblonga	0,400	Alargada
OC_88	0,007	0,33498552	0,08251213	1,112	Casi redonda a oval – redonda	1,061	Achatada
OC_89	0,111	1,60749832	0,65101556	1,361	Oval redonda a oval – oblonga	0,262	Alargada
OC_9	0,013	0,44809885	0,15663083	1,088	Casi redonda a oval – redonda	0,550	Alargada
OC_90	0,167	2,03033096	0,77695199	1,401	Oval redonda a oval – oblonga	0,277	Alargada
OC_91	0,010	0,57616938	0,17863902	1,589	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,328	Alargada
OC_93	1,513	9,30205924	1,95608453	2,134	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,395	Alargada
OC_94	2,682	13,4088693	3,64290343	2,310	Oval – oblonga a rectangular – oblonga	0,202	Alargada
OC_95	0,029	0,78533336	0,30596639	1,308	Oval redonda a oval – oblonga	0,306	Alargada
OC_96	0,032	0,77907163	0,22142787	1,225	Casi redonda a oval – redonda	0,657	Alargada
OC_97	0,034	0,8661621	0,27261916	1,327	Oval redonda a oval – oblonga	0,456	Alargada
OC_98	0,076	1,27865359	0,44159701	1,307	Oval redonda a oval – oblonga	0,391	Alargada
OC_99	0,016	0,57710845	0,17140956	1,297	Oval redonda a oval – oblonga	0,536	Alargada

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

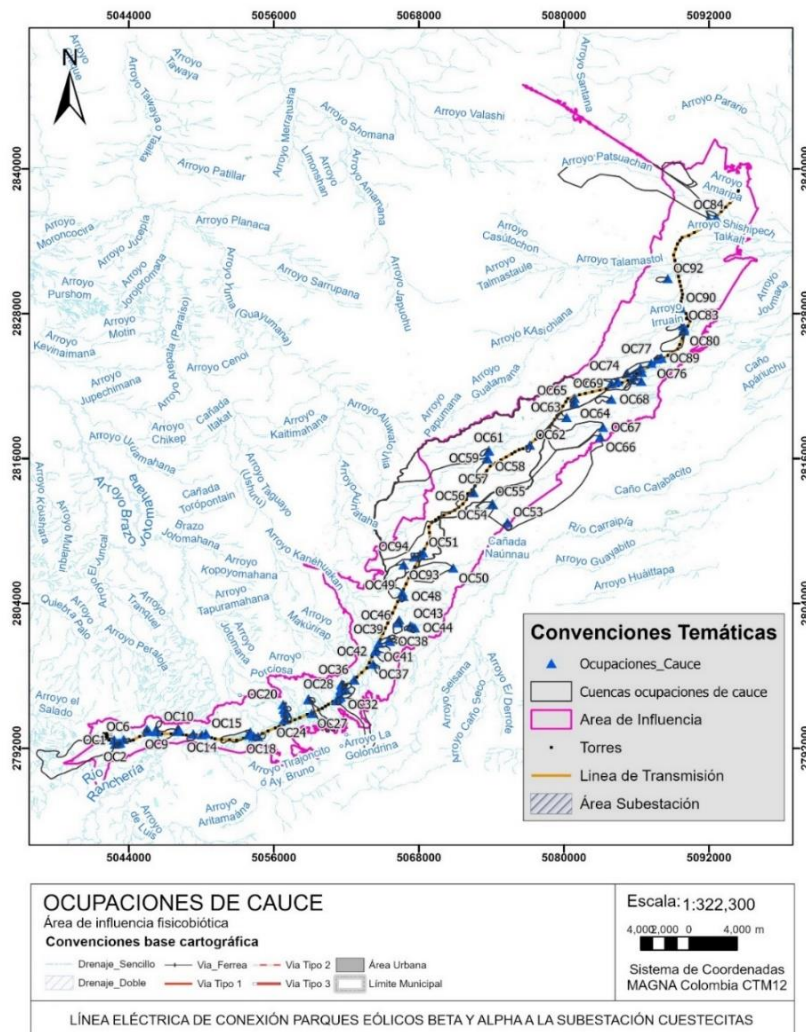


Figura 7-4 Áreas aferentes a ocupaciones de cauce,

De acuerdo con los resultados obtenidos en la **Figura 7-7**, se identificaron cuencas hidrográficas con áreas que varían desde 0,01 hasta 100 km² y longitudes de drenaje que oscilan entre 0,2 y 36 km, En cuanto al análisis morfométrico, el índice de compacidad de estas cuencas se encuentra entre 1,01 y 1,93, Este rango clasifica las cuencas desde formas casi redonda a oval – redonda a oval redonda a oval – oblonga, siendo predominantes las cuencas con formas Casi redondas a oval – redondas, Este resultado sugiere cuencas pequeñas, ya que esta clasificación es muy común en cuencas pequeñas, las cuales están asociada con hidrogramas que responden rápidamente a eventos de precipitación, alcanzando picos de escorrentía elevados, pero de duración breve.

Por otra parte, el índice de forma de las cuencas del área se encuentra entre 0,01 a 8, clasificándose las cuencas largas. De igual manera, que con el índice de compacidad este resultado sugiere cuencas pequeñas, ya que esta clasificación es muy común en cuencas pequeñas, las cuales están asociada con hidrogramas que responden rápidamente a eventos de precipitación, alcanzando picos de escorrentía elevados, pero de duración breve.

7.4.3 Cálculo de caudales Máximos

Para la estimación de los caudales máximos en las cuencas de los diferentes cuerpos de agua evaluados, se emplearon dos métodos distintos debido a la falta de registros disponibles de caudales, Estos métodos se seleccionaron en función del área de las cuencas y su aplicabilidad para las condiciones específicas del estudio.

Conforme a la necesidad de obtener datos de caudales característicos de las ocupaciones de cauce y en ausencia de estaciones hidrométricas sobre las cuencas aportantes, se establecen dos métodos, En primera instancia el método de la curva número del Soil Conservation Service (SCS) y el método racional, El método del SCS fue escogido para cuencas de 5 km² en adelante, y para cuencas menores el método racional.

7.4.3.1 Cálculos caudales máximos en ocupaciones de cauce mayores a 5 km²

El método del número de curva SCS es una técnica ampliamente utilizada y eficaz para estimar la cantidad de escorrentía proveniente de un evento de lluvia en un área específica, Este método fue desarrollado por el Soil Conservation Service (SCS): Este modelo requiere la cantidad de lluvia y el número de curva, La lluvia es proporcionada con base en una curva IDF, y el número de curva se basa en el grupo de suelos hidrológicos del área, el uso del suelo y la condición hidrológica, siendo los dos primeros los más importantes (Purdue, 2024).

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}$$

Donde,

Q, escorrentía en pulgadas,

P, cantidad de lluvia (mm),

S, máximo potencial de retención después de que la escorrentía comienza,

I_a, abstracción inicial,

Donde la abstracción inicial es calculada mediante la siguiente formula:

$$I_a = 0,2 S$$

Y el potencial máximo de retención con la siguiente formula:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

A partir de la información de caudales diarios calculados para cada una de las unidades hidrográficas nivel II, para las ocupaciones con un área aferente mayor a 5 kilómetros se calcularon los caudales máximos por medio del software HEC-HMS, donde se configuro de la siguiente manera: SCS curva número como método de pérdidas y el hidrograma SCS como método de transformada, En la **Tabla 7-6** se pueden observar las ocupaciones para las cuales fue desarrollado el método.

Tabla 7-6 Ocupaciones de cauce con áreas aferentes mayores a 5 km²

ID	ÁREA (km ²)	LONGITUD DE CORRIENTE (Lc) (Km)
OC75	97,81	37,67
OC70	95,37	34,41
OC69	93,14	33,81

ID	ÁREA (km ²)	LONGITUD DE CORRIENTE (Lc) (Km)
OC58	47,56	15,73
OC66	25,27	16,05
OC85	21,89	14,02
OC01	9,77	9,59
OC50	5,68	4,15
OC67	5,43	6,35
OC33	3,63	8,22
OC51	3,30	4,71
OC52	3,05	4,35

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

La curva número se determinó utilizando los grupos hidrológicos de suelos descritos en el capítulo correspondiente, junto con los datos de cobertura terrestre obtenidos durante el trabajo de campo, Con base en esta información, se consultaron las tablas del manual 'Urban Hydrology for Small Watersheds' de la USDA para su aplicación, donde se obtuvo un número de curva para cada una de las cuencas en análisis.

- **Curvas IDF**

A partir del análisis de los polígonos de Thiessen, se determinaron las estaciones con influencia para cada una de las ocupaciones de cauce. A cada estación se le construyó su respectiva curva de Intensidad – Frecuencia – Duración utilizando el método de Mario Diaz Granados, en la **Figura 7-5** se presenta los polígonos Thiessen y las estaciones utilizadas para la caracterización hidrológica del proyecto.

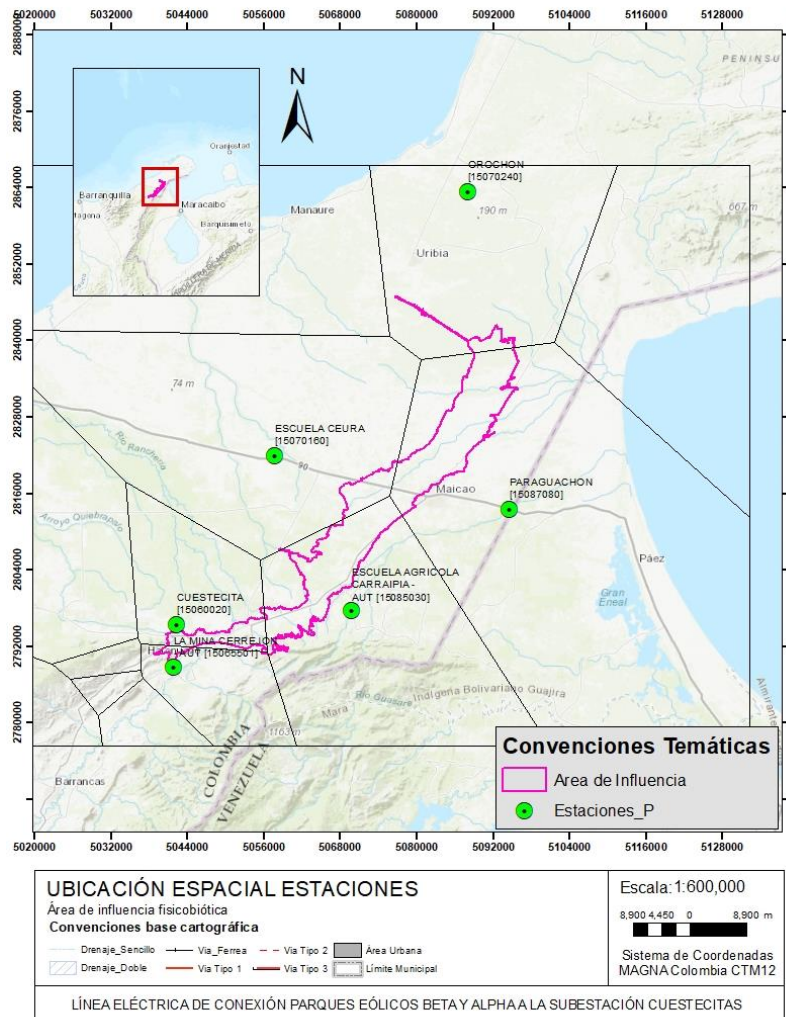


Figura 7-5 Polígonos de Thiessen

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

En conclusión, el análisis de polígonos de Thiessen destaca las estaciones OROCHON [15070240], ESCUELA CEURA [15070160], PARAGUACHON [15087080], ESCUELA AGRÍCOLA CARRAIPÍA – AUT [15085030], CUESTECITA [15060020] como las más representativas para el estudio de la precipitación en el área. Estas estaciones, al tener áreas de influencia más extensas según el análisis, se posicionan estratégicamente para proporcionar datos más completos y representativos de los patrones de precipitación en la región. En la **Tabla 7-7**, se presenta de las estaciones con respecto al área de influencia físico/biótica por Polígonos de Thiessen.

Tabla 7-7 Representatividad de las estaciones con respecto al área de influencia

ESTACIÓN	ÁREA km ²	% ÁREA
OROCHON [15070240]	66,68	12%
PARAGUACHON [15087080]	209,098	39%
ESCUELA CEURA [15070160]	36,28	7%

ESTACIÓN	ÁREA km²	% ÁREA
ESCUELA AGRICOLA CARRAIPIA – AUT [15085030]	173,208	32%
CUESTECITA [15060020]	45,045	8%
LA MINA CERREJÓN – AUT [15065501]	9,5439	2%

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

A continuación de la **Figura 7-6** a la **Figura 7-8**, se presenta las curvas IDF desarrolladas por el método Mario Díaz Granados.

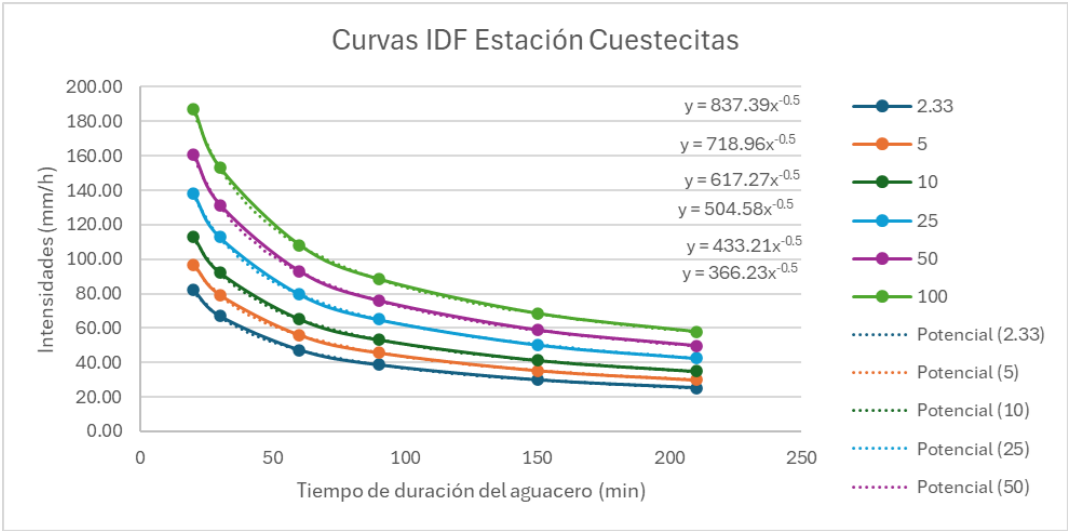


Figura 7-6 Curvas IDF Estación CUESTECITA [15060020]

A la estación CUESTECITA [15060020], se le asociaron las OC que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 7-8 Ocupaciones de cauce asociadas a la estación CUESTECITA [15060020]

NOMBRE	
OC10	OC19
OC11	OC2
OC12	OC3
OC13	OC4
OC14	OC5
OC15	OC6
OC16	OC8
OC17	OC9
OC18	OC91

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

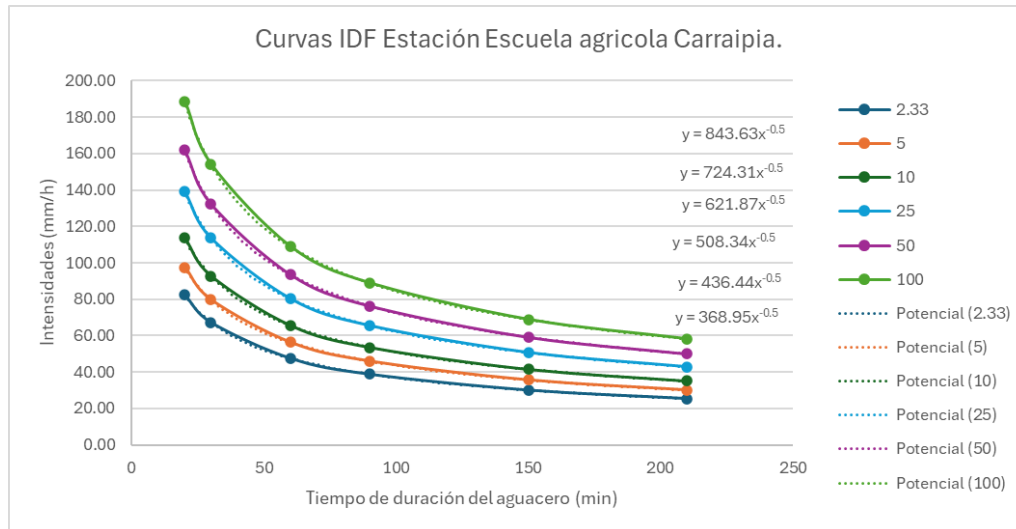


Figura 7-7 Curvas IDF Estación AGRÍCOLA CARRAIPIA – AUT [15085030]

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

En la siguiente tabla se presentan las OC asociadas a la Estación AGRÍCOLA CARRAIPIA – AUT [15085030].

Tabla 7-9

Ocupaciones de cauce asociadas a la estación CUESTECITA [15060020].

NOMBRE			
OC20	OC31	OC42	OC53
OC21	OC32	OC43	OC54
OC22	OC33	OC46	OC55
OC23	OC34	OC47	OC56
OC24	OC35	OC48	OC57
OC25	OC36	OC49	OC61
OC26	OC37	OC50	OC93
OC27	OC38	OC51	OC94
OC28	OC39	OC52	
OC29	OC40		
OC30	OC41		

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

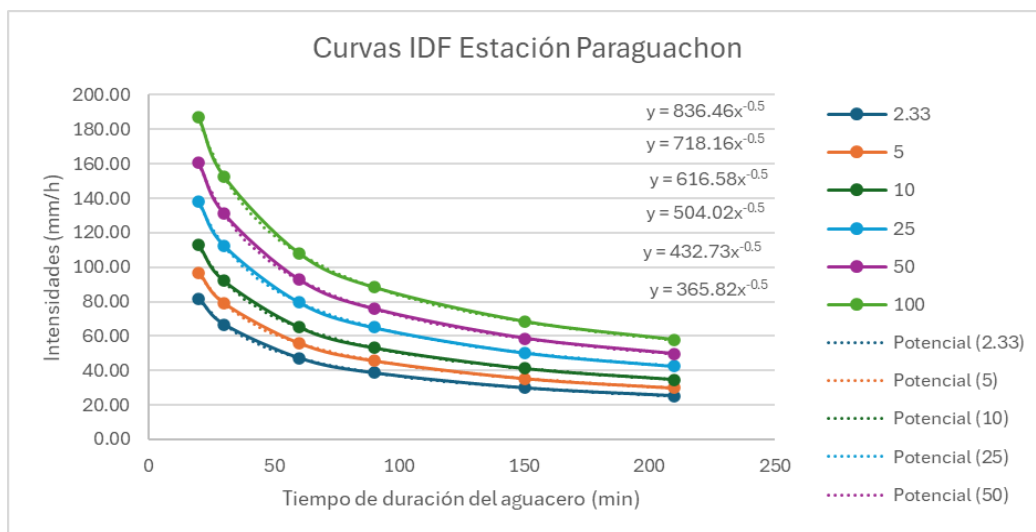


Figura 7-8 Curvas IDF Estación PARAGUACHON [15087080]

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

En la siguiente tabla se presentan las OC asociadas a la Estación PARAGUACHON [15087080].

Tabla 7-10 Ocupaciones de cauce asociadas a la Estación PARAGUACHON [15087080]

NOMBRE		
OC88	OC73	OC86
OC89	OC74	OC87
OC90	OC76	OC91
OC60	OC77	OC92
OC62	OC78	
OC64	OC80	
OC65	OC81	
OC68	OC82	
OC71	OC83	
OC72	OC85	

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

Una vez determinada la curva número para cada una de las cuencas de la **Tabla 7-11** para periodos de retorno de 2,33, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

Tabla 7-11 Resultados caudales máximos para ocupación de cauce Área mayor a 5 km²

OCUPACIÓN	AREA	Q (Tr 2,33 años)	Q (Tr 5 años)	Q (Tr 10 años)	Q (Tr 25 años)	Q (Tr 50 años)	Q (Tr 100 años)
OC75	97,81	33,55	45,74	59,57	82,79	104,61	130,96
OC70	95,37	27,72	34,87	45,23	62,54	78,79	98,36
OC69	93,14	17,88	24,09	31,09	42,75	53,66	66,77
OC58	47,56	12,49	16,64	21,39	29,18	36,45	45,16
OC66	31,72	9,81	12,77	16,04	21,37	26,30	32,14
OC85	21,88	6,40	8,69	11,27	15,58	19,62	24,49
OC1	9,77	5,70	7,72	10,00	13,80	17,36	21,65

OCUPACIÓN	AREA	Q (Tr 2,33 años)	Q (Tr 5 años)	Q (Tr 10 años)	Q (Tr 25 años)	Q (Tr 50 años)	Q (Tr 100 años)
OC50	5,68	2,37	3,31	4,39	6,22	7,96	10,08
OC67	5,43	2,27	3,16	4,19	5,94	7,61	9,63
OC33	3,63	1,52	2,12	2,81	3,98	5,09	6,44
OC51	3,30	1,38	1,92	2,55	3,61	4,62	5,85
OC52	3,05	1,27	1,78	2,35	3,34	4,27	5,41
OC94	2,68	1,12	1,56	2,07	2,93	3,76	4,75

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.3.2 Cálculo de caudales máximos método racional

- Método Racional:**

El método racional es una técnica clásica y ampliamente utilizada en hidrología para estimar el caudal pico de escorrentía superficial de pequeñas cuencas hidrográficas debido a un evento de lluvia. Desarrollado inicialmente por Thomas Mulvaney en 1851, este método asume que la precipitación es uniforme sobre toda el área, la tasa de precipitación es constante y la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración de la cuenca, que es el tiempo que tarda una gota de agua en viajar desde el punto más distante de la cuenca hasta el punto de salida,

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

donde:

Q , caudal en (m³/s),

C , coeficiente de escorrentía,

A , área aferente (ha)

Según el manual de drenaje del INVIAS, existe discrepancia entre los diferentes autores sobre el rango de aplicabilidad del método en relación con el área de drenaje. Valores entre 0,65 y 12,5 km² han sido citados en la literatura técnica. En el presente estudio se adopta un área máxima 5 para la aplicación de este método como lo sugiere el manual.

A continuación, se muestran los caudales máximos estimados para los puntos de ocupación de cauce, considerando diferentes periodos de retorno (desde 2,33 hasta 100 años), específicamente para cuencas con áreas menores a 5 km²:

Tabla 7-12 Caudales máximos para periodos de retorno en los puntos de ocupación

Nombre	Área (km ²)	TC promedio (min)	i (Tr 2,33 años)	i (Tr 5 años)	i (Tr 10 años)	i (Tr 25 años)	i (Tr 50 años)	i (Tr 100 años)	Q (Tr 2,33 años)	Q (Tr 5 años)	Q (Tr 10 años)	Q (Tr 25 años)	Q (Tr 50 años)	Q (Tr 100 años)
OC_10	0,012	10,377	113,691	134,484	156,640	191,623	223,192	259,957	0,116	0,138	0,160	0,196	0,228	0,266
OC_100	0,023	14,044	97,727	115,600	134,644	164,715	191,851	223,453	0,094	0,111	0,130	0,159	0,185	0,215
OC_11	0,002	5,044	163,073	192,898	224,677	274,855	320,135	372,869	0,024	0,028	0,033	0,040	0,047	0,055
OC_12	0,803	59,694	47,401	56,071	65,308	79,893	93,055	108,384	1,058	1,252	1,458	1,784	2,078	2,420
OC_13	0,156	21,798	78,442	92,788	108,075	132,212	153,993	179,359	0,848	1,003	1,168	1,429	1,664	1,939
OC_14	0,057	9,653	117,874	139,432	162,402	198,672	231,402	269,520	0,470	0,556	0,647	0,792	0,922	1,074
OC_15	0,024	9,843	116,734	138,083	160,832	196,751	229,164	266,913	0,197	0,233	0,271	0,331	0,386	0,450
OC_16	0,022	13,809	98,555	116,580	135,786	166,111	193,477	225,347	0,089	0,105	0,123	0,150	0,175	0,204
OC_17	1,335	75,984	42,014	49,698	57,885	70,813	82,479	96,065	1,560	1,845	2,149	2,629	3,062	3,566
OC_18	0,164	32,473	64,267	76,021	88,545	108,321	126,166	146,948	0,439	0,519	0,604	0,739	0,861	1,003
OC_19	0,225	28,851	68,182	80,652	93,939	114,919	133,851	155,899	0,641	0,758	0,883	1,080	1,258	1,465
OC_2	0,021	10,792	111,483	131,872	153,597	187,901	218,856	254,907	0,191	0,226	0,263	0,321	0,374	0,436
OC_20	0,034	6,325	146,700	173,535	202,123	247,264	287,996	335,439	0,210	0,248	0,289	0,354	0,412	0,480
OC_21	0,353	22,688	77,458	91,627	106,722	130,557	152,063	177,114	0,760	0,899	1,047	1,281	1,492	1,738
OC_22	0,318	20,314	81,859	96,833	112,785	137,974	160,702	187,176	0,724	0,856	0,997	1,220	1,421	1,655
OC_23	0,290	11,255	109,974	130,091	151,522	185,362	215,897	251,462	0,888	1,050	1,223	1,497	1,743	2,030
OC_25	0,087	13,587	100,094	118,404	137,910	168,710	196,501	228,872	0,361	0,427	0,498	0,609	0,709	0,826
OC_26	1,339	55,357	49,589	58,660	68,323	83,582	97,351	113,388	1,846	2,184	2,544	3,112	3,624	4,221
OC_27	0,056	10,568	113,494	134,255	156,372	191,295	222,807	259,512	0,177	0,210	0,244	0,299	0,348	0,405
OC_28	0,029	5,517	157,080	185,814	216,425	264,761	308,375	359,175	0,129	0,152	0,177	0,217	0,253	0,294
OC_29	0,016	4,549	172,979	204,621	238,331	291,558	339,586	395,528	0,076	0,090	0,105	0,128	0,150	0,174
OC_3	0,050	11,909	106,126	125,535	146,217	178,872	208,339	242,658	0,440	0,521	0,607	0,742	0,864	1,007
OC_30	0,394	16,862	89,848	106,284	123,793	151,441	176,387	205,445	0,985	1,165	1,357	1,660	1,934	2,253
OC_31	0,103	9,890	117,320	138,780	161,643	197,744	230,318	268,260	0,335	0,396	0,462	0,565	0,658	0,766
OC_32	0,208	20,770	80,957	95,766	111,543	136,454	158,932	185,114	0,467	0,553	0,644	0,788	0,917	1,069
OC_34	0,139	34,112	63,170	74,726	87,036	106,474	124,014	144,443	0,245	0,290	0,337	0,413	0,481	0,560

Nombre	Área (km ²)	TC promedio (min)	i (Tr 2,33 años)	i (Tr 5 años)	i (Tr 10 años)	i (Tr 25 años)	i (Tr 50 años)	i (Tr 100 años)	Q (Tr 2,33 años)	Q (Tr 5 años)	Q (Tr 10 años)	Q (Tr 25 años)	Q (Tr 50 años)	Q (Tr 100 años)
OC_35	0,174	27,895	69,857	82,635	96,249	117,744	137,140	159,732	0,506	0,599	0,697	0,853	0,994	1,158
OC_36	0,028	13,111	101,895	120,534	140,391	171,745	200,037	232,990	0,120	0,142	0,165	0,202	0,235	0,274
OC_37	0,386	64,592	45,907	54,305	63,251	77,377	90,123	104,970	0,492	0,582	0,678	0,830	0,967	1,126
OC_38	0,208	33,754	63,504	75,121	87,496	107,037	124,669	145,207	0,552	0,653	0,760	0,930	1,083	1,262
OC_39	0,109	29,537	67,886	80,305	93,534	114,423	133,272	155,227	0,206	0,244	0,284	0,347	0,404	0,471
OC_4	0,028	17,883	86,604	102,443	119,320	145,968	170,016	198,021	0,234	0,276	0,322	0,394	0,459	0,534
OC_40	0,929	59,648	47,772	56,510	65,820	80,520	93,784	109,233	1,850	2,189	2,549	3,119	3,632	4,231
OC_41	0,449	50,923	51,703	61,160	71,236	87,145	101,501	118,222	0,967	1,144	1,333	1,630	1,899	2,212
OC_42	0,492	44,726	55,168	65,259	76,010	92,986	108,304	126,145	1,131	1,338	1,559	1,907	2,221	2,586
OC_43	0,094	30,668	66,623	78,810	91,794	112,295	130,793	152,339	0,262	0,310	0,361	0,442	0,514	0,599
OC_46	0,541	36,939	60,705	71,809	83,639	102,319	119,174	138,806	0,913	1,081	1,259	1,540	1,793	2,089
OC_47	0,619	51,950	51,189	60,552	70,528	86,279	100,492	117,047	0,881	1,042	1,214	1,485	1,729	2,014
OC_49	0,688	42,738	56,437	66,760	77,759	95,125	110,795	129,047	1,618	1,914	2,230	2,727	3,177	3,700
OC_5	0,011	36,452	60,659	71,753	83,574	102,239	119,082	138,698	0,028	0,034	0,039	0,048	0,056	0,065
OC_53	0,097	18,624	85,492	101,131	117,791	144,098	167,835	195,484	0,346	0,410	0,477	0,584	0,680	0,792
OC_54	0,816	52,190	51,071	60,413	70,366	86,081	100,261	116,778	1,158	1,370	1,596	1,953	2,274	2,649
OC_55	1,477	61,173	47,172	55,801	64,994	79,510	92,607	107,863	1,936	2,291	2,668	3,264	3,801	4,428
OC_56	0,050	20,440	81,608	96,536	112,439	137,551	160,209	186,601	0,343	0,405	0,472	0,577	0,672	0,783
OC_57	0,060	25,371	73,248	86,647	100,922	123,461	143,799	167,488	0,364	0,431	0,502	0,614	0,715	0,833
OC_6	0,223	201,954	25,771	30,484	35,506	43,436	50,592	58,925	0,479	0,566	0,660	0,807	0,940	1,095
OC_60	0,023	16,506	90,043	106,512	124,060	151,765	176,768	205,886	0,086	0,102	0,118	0,145	0,169	0,197
OC_61	0,023	16,506	90,043	106,512	124,060	151,765	176,768	205,886	0,300	0,350	0,410	0,500	0,580	0,690
OC_62	0,131	32,478	64,190	75,931	88,440	108,191	126,015	146,773	0,351	0,415	0,484	0,591	0,689	0,802
OC_64	0,114	20,923	79,975	94,602	110,188	134,795	157,002	182,865	0,380	0,449	0,524	0,640	0,746	0,869
OC_68	0,595	44,646	54,749	64,763	75,433	92,278	107,481	125,186	0,906	1,071	1,248	1,526	1,778	2,071
OC_71	0,065	23,749	75,067	88,797	103,426	126,523	147,368	171,643	0,203	0,240	0,279	0,342	0,398	0,463
OC_72	0,050	18,176	85,807	101,501	118,223	144,625	168,452	196,200	0,178	0,211	0,246	0,301	0,350	0,408

Nombre	Área (km ²)	TC promedio (min)	i (Tr 2,33 años)	i (Tr 5 años)	i (Tr 10 años)	i (Tr 25 años)	i (Tr 50 años)	i (Tr 100 años)	Q (Tr 2,33 años)	Q (Tr 5 años)	Q (Tr 10 años)	Q (Tr 25 años)	Q (Tr 50 años)	Q (Tr 100 años)
OC_73	0,070	21,676	78,575	92,946	108,259	132,435	154,254	179,664	0,457	0,541	0,630	0,771	0,898	1,046
OC_74	0,020	8,337	126,697	149,871	174,561	213,545	248,726	289,698	0,208	0,246	0,287	0,351	0,409	0,476
OC_76	0,800	77,819	41,469	49,054	57,135	69,895	81,410	94,820	2,306	2,728	3,177	3,887	4,527	5,272
OC_77	0,020	10,064	115,315	136,407	158,879	194,361	226,381	263,672	0,194	0,230	0,268	0,328	0,382	0,445
OC_78	0,056	17,967	86,305	102,090	118,909	145,465	169,429	197,339	0,401	0,475	0,553	0,676	0,788	0,917
OC_8	0,177	20,057	81,775	96,730	112,667	137,829	160,535	186,979	0,402	0,476	0,554	0,678	0,790	0,920
OC_80	0,177	27,334	69,971	82,768	96,404	117,933	137,363	159,990	1,032	1,221	1,422	1,740	2,027	2,361
OC_81	0,879	46,778	53,487	63,270	73,693	90,150	105,002	122,299	1,960	2,318	2,700	3,303	3,847	4,481
OC_82	0,008	10,123	114,978	136,008	158,414	193,792	225,719	262,901	0,040	0,047	0,055	0,067	0,078	0,090
OC_83	0,930	52,749	50,369	59,581	69,397	84,895	98,881	115,170	3,907	4,621	5,382	6,584	7,669	8,933
OC_86	0,139	29,540	67,883	80,301	93,530	114,418	133,266	155,220	0,262	0,310	0,362	0,442	0,515	0,600
OC_87	0,020	23,139	76,701	90,731	105,679	129,280	150,576	175,382	0,063	0,075	0,087	0,107	0,124	0,145
OC_88	0,515	47,381	53,145	62,866	73,223	89,575	104,333	121,519	2,284	2,702	3,147	3,849	4,484	5,222
OC_89	0,139	28,815	68,149	80,614	93,895	114,864	133,787	155,826	0,791	0,935	1,089	1,332	1,552	1,808
OC_9	0,013	28,445	68,667	81,226	94,608	115,737	134,803	157,009	0,077	0,091	0,106	0,130	0,152	0,177
OC_90	0,020	14,217	97,022	114,767	133,675	163,528	190,468	221,843	0,160	0,190	0,221	0,270	0,315	0,366
OC_91	0,010	28,914	68,109	80,565	93,838	114,795	133,707	155,731	0,030	0,035	0,041	0,050	0,058	0,068
OC_93	1,513	246,618	23,494	27,791	32,370	39,599	46,122	53,720	1,482	1,753	2,042	2,498	2,909	3,388
OC_95	0,007	11,143	109,588	129,632	150,988	184,707	215,137	250,576	0,066	0,078	0,091	0,111	0,130	0,151
OC_96	0,032	10,033	115,622	136,769	159,301	194,878	226,983	264,372	0,155	0,184	0,214	0,262	0,305	0,355
OC_97	0,111	20,487	80,823	95,605	111,356	136,224	158,667	184,804	0,748	0,885	1,031	1,261	1,469	1,710
OC_98	0,013	28,445	68,590	81,136	94,503	115,607	134,653	156,834	0,077	0,091	0,106	0,130	0,152	0,176
OC_99	0,016	9,565	118,417	140,074	163,151	199,588	232,469	270,762	0,078	0,092	0,107	0,131	0,153	0,178
OC_99	0,167	30,951	65,755	77,782	90,596	110,828	129,087	150,351	0,917	1,084	1,263	1,545	1,800	2,096

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.4 Cálculo caudales medios

A partir de los caudales calculados para cada una de las unidades hidrográficas, se realizó la transposición y cálculo de caudales diarios en las ocupaciones de cauce, en la siguiente tabla se presentan los resultados. En la **Tabla 7-13**, se presentan los caudales medios mensuales multianuales de las ocupaciones.

Tabla 7-13 Caudales medios mensuales multianuales en unidades m³/s.

PUNTO	AREA	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
OC1	9,767	0,06549	0,04814	0,04345	0,03673	0,03877	0,04676	0,03792	0,04782	0,05346	0,06247	0,10119	0,08519
OC2	0,021	0,00039	0,00028	0,00026	0,00022	0,00023	0,00028	0,00022	0,00028	0,00032	0,00037	0,00060	0,00050
OC3	0,050	0,00032	0,00024	0,00021	0,00018	0,00019	0,00023	0,00019	0,00023	0,00026	0,00031	0,00050	0,00042
OC4	0,028	0,00019	0,00014	0,00013	0,00011	0,00011	0,00014	0,00011	0,00014	0,00016	0,00018	0,00030	0,00025
OC5	0,011	0,00013	0,00009	0,00009	0,00007	0,00008	0,00009	0,00007	0,00009	0,00011	0,00012	0,00020	0,00017
OC6	0,223	0,00084	0,00061	0,00055	0,00047	0,00050	0,00060	0,00048	0,00061	0,00068	0,00080	0,00129	0,00109
OC8	0,177	0,00064	0,00047	0,00043	0,00036	0,00038	0,00046	0,00037	0,00047	0,00053	0,00061	0,00099	0,00084
OC9	0,013	0,00003	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00003	0,00003	0,00005	0,00004
OC10	0,012	0,00003	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00003	0,00003	0,00005	0,00004
OC11	0,002	0,00010	0,00007	0,00007	0,00006	0,00006	0,00007	0,00006	0,00007	0,00008	0,00010	0,00016	0,00013
OC12	0,803	0,00325	0,00239	0,00216	0,00182	0,00192	0,00232	0,00188	0,00237	0,00265	0,00310	0,00502	0,00423
OC13	0,156	0,00095	0,00070	0,00063	0,00053	0,00056	0,00068	0,00055	0,00069	0,00077	0,00090	0,00146	0,00123
OC14	0,057	0,00020	0,00015	0,00013	0,00011	0,00012	0,00015	0,00012	0,00015	0,00017	0,00019	0,00031	0,00026
OC15	0,024	0,00030	0,00022	0,00020	0,00017	0,00018	0,00022	0,00018	0,00022	0,00025	0,00029	0,00047	0,00040
OC16	0,022	0,00039	0,00028	0,00026	0,00022	0,00023	0,00028	0,00022	0,00028	0,00032	0,00037	0,00060	0,00050
OC17	1,335	0,00759	0,00558	0,00504	0,00426	0,00449	0,00542	0,00440	0,00554	0,00620	0,00724	0,01173	0,00987
OC18	0,164	0,00116	0,00085	0,00077	0,00065	0,00069	0,00083	0,00067	0,00085	0,00095	0,00110	0,00179	0,00151
OC19	0,225	0,00109	0,00080	0,00073	0,00061	0,00065	0,00078	0,00063	0,00080	0,00089	0,00104	0,00169	0,00142
OC20	0,034	0,00022	0,00016	0,00015	0,00012	0,00013	0,00016	0,00013	0,00016	0,00018	0,00021	0,00034	0,00028
OC21	0,353	0,00103	0,00076	0,00068	0,00058	0,00061	0,00073	0,00060	0,00075	0,00084	0,00098	0,00159	0,00134
OC22	0,318	0,00225	0,00166	0,00149	0,00126	0,00133	0,00161	0,00130	0,00164	0,00184	0,00215	0,00348	0,00293
OC23	0,290	0,00045	0,00033	0,00030	0,00025	0,00027	0,00032	0,00026	0,00033	0,00037	0,00043	0,00070	0,00059
OC25	0,087	0,00073	0,00053	0,00048	0,00041	0,00043	0,00052	0,00042	0,00053	0,00059	0,00069	0,00112	0,00095
OC26	1,339	0,00862	0,00634	0,00572	0,00483	0,00510	0,00616	0,00499	0,00629	0,00704	0,00822	0,01332	0,01121
OC27	0,056	0,00037	0,00027	0,00025	0,00021	0,00022	0,00027	0,00022	0,00027	0,00030	0,00036	0,00058	0,00049
OC28	0,029	0,00019	0,00014	0,00013	0,00011	0,00011	0,00014	0,00011	0,00014	0,00016	0,00018	0,00030	0,00025
OC29	0,016	0,00013	0,00009	0,00009	0,00007	0,00008	0,00009	0,00007	0,00009	0,00011	0,00012	0,00020	0,00017
OC30	0,394	0,00244	0,00180	0,00162	0,00137	0,00145	0,00175	0,00142	0,00178	0,00200	0,00233	0,00378	0,00318

PUNTO	AREA	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
OC31	0,103	0,00051	0,00038	0,00034	0,00029	0,00030	0,00037	0,00030	0,00038	0,00042	0,00049	0,00080	0,00067
OC32	0,208	0,00154	0,00114	0,00102	0,00087	0,00091	0,00110	0,00089	0,00113	0,00126	0,00147	0,00239	0,00201
OC33	3,634	0,02400	0,01764	0,01592	0,01346	0,01421	0,01713	0,01389	0,01752	0,01959	0,02289	0,03708	0,03121
OC34	0,139	0,00225	0,00166	0,00149	0,00126	0,00133	0,00161	0,00130	0,00164	0,00184	0,00215	0,00348	0,00293
OC35	0,174	0,00109	0,00080	0,00073	0,00061	0,00065	0,00078	0,00063	0,00080	0,00089	0,00104	0,00169	0,00142
OC36	0,028	0,00023	0,00017	0,00015	0,00013	0,00014	0,00017	0,00013	0,00017	0,00019	0,00022	0,00036	0,00030
OC37	0,586	0,00193	0,00142	0,00128	0,00108	0,00114	0,00138	0,00112	0,00141	0,00158	0,00184	0,00298	0,00251
OC38	0,208	0,00154	0,00114	0,00102	0,00087	0,00091	0,00110	0,00089	0,00113	0,00126	0,00147	0,00239	0,00201
OC39	0,109	0,00054	0,00040	0,00036	0,00030	0,00032	0,00039	0,00031	0,00039	0,00044	0,00052	0,00084	0,00070
OC40	0,929	0,00703	0,00517	0,00466	0,00394	0,00416	0,00502	0,00407	0,00513	0,00574	0,00670	0,01086	0,00914
OC41	0,449	0,00348	0,00255	0,00231	0,00195	0,00206	0,00248	0,00201	0,00254	0,00284	0,00332	0,00537	0,00452
OC42	0,492	0,00378	0,00278	0,00251	0,00212	0,00224	0,00270	0,00219	0,00276	0,00309	0,00361	0,00585	0,00492
OC43	0,094	0,00073	0,00040	0,00051	0,00050	0,00071	0,00070	0,00058	0,00077	0,00109	0,00112	0,00205	0,00158
OC46	0,541	0,00149	0,00082	0,00104	0,00102	0,00144	0,00142	0,00117	0,00156	0,00222	0,00228	0,00417	0,00321
OC47	0,619	0,00189	0,00104	0,00132	0,00130	0,00183	0,00180	0,00148	0,00197	0,00281	0,00289	0,00529	0,00407
OC49	0,688	0,00620	0,00340	0,00431	0,00424	0,00598	0,00590	0,00486	0,00646	0,00921	0,00947	0,0172	0,01334
OC50	5,683	0,02959	0,01622	0,02061	0,02027	0,02856	0,02818	0,02323	0,03086	0,04401	0,04523	0,08274	0,06372
OC51	3,298	0,00183	0,00100	0,00127	0,00125	0,00177	0,00174	0,00144	0,00191	0,00272	0,00280	0,00511	0,00394
OC52	3,049	0,00128	0,00070	0,00089	0,00088	0,00124	0,00122	0,00101	0,00134	0,00190	0,00196	0,00358	0,00276
OC53	0,097	0,00201	0,00110	0,00140	0,00138	0,00194	0,00192	0,00158	0,00210	0,00299	0,00308	0,00563	0,00433
OC54	0,816	0,00366	0,00201	0,00255	0,00251	0,00353	0,00348	0,00287	0,00382	0,00544	0,00559	0,01023	0,00788
OC55	1,477	0,00396	0,00217	0,00276	0,00271	0,00382	0,00377	0,00311	0,00413	0,00589	0,00606	0,01108	0,00853
OC56	0,050	0,00030	0,00017	0,00021	0,00021	0,00029	0,00029	0,00024	0,00032	0,00045	0,00047	0,00085	0,00066
OC57	0,060	0,00037	0,00020	0,00025	0,00025	0,00035	0,00035	0,00029	0,00038	0,00054	0,00056	0,00102	0,00079
OC58	47,565	0,22021	0,12071	0,15336	0,15087	0,21252	0,20976	0,17286	0,22970	0,32752	0,33661	0,61579	0,47425
OC60	0,023	0,00012	0,00007	0,00008	0,00008	0,00012	0,00012	0,00010	0,00013	0,00018	0,00019	0,00034	0,00026
OC61	0,180	0,00116	0,00063	0,00081	0,00079	0,00112	0,00110	0,00091	0,00121	0,00172	0,00177	0,00324	0,00249
OC62	0,131	0,00104	0,00057	0,00072	0,00071	0,00100	0,00099	0,00081	0,00108	0,00154	0,00158	0,00290	0,00223
OC64	0,114	0,00043	0,00023	0,00030	0,00029	0,00041	0,00041	0,00034	0,00045	0,00063	0,00065	0,00109	0,00092
OC66	25,275	0,19296	0,10577	0,13438	0,13220	0,18622	0,18380	0,15147	0,20128	0,28699	0,29495	0,53958	0,41556
OC67	5,431	0,04006	0,02196	0,02790	0,02744	0,03866	0,03815	0,03144	0,04178	0,05957	0,06123	0,11201	0,08626
OC68	0,595	0,00268	0,00147	0,00187	0,00184	0,00259	0,00256	0,00211	0,00280	0,00399	0,00410	0,00750	0,00578
OC69	93,141	0,67497	0,36997	0,47006	0,46242	0,65137	0,64292	0,52983	0,70406	1,00387	1,03173	1,88744	1,45361
OC70	95,370	0,67686	0,37101	0,47137	0,46372	0,65320	0,64472	0,53132	0,70603	1,00668	1,03462	1,89272	1,45768

PUNTO	AREA	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
OC71	0,065	0,00159	0,00087	0,0010	0,00109	0,00153	0,00151	0,00124	0,00165	0,00236	0,00242	0,00443	0,00341
OC72	0,050	0,00030	0,00017	0,00021	0,00021	0,00029	0,00029	0,00024	0,00032	0,00045	0,00047	0,00085	0,00066
OC73	0,070	0,00146	0,00080	0,00102	0,00100	0,00141	0,00139	0,00115	0,00153	0,00218	0,00224	0,00409	0,00315
OC74	0,020	0,00030	0,00017	0,00021	0,00021	0,00029	0,00029	0,00024	0,00032	0,00045	0,00047	0,00085	0,00066
OC75	97,810	0,68881	0,37756	0,47970	0,47190	0,66473	0,65611	0,54070	0,71849	1,02445	1,05289	1,92614	1,48342
OC76	0,800	0,00597	0,00327	0,00416	0,00409	0,00577	0,00569	0,00469	0,00623	0,00889	0,00913	0,01671	0,01287
OC77	0,020	0,00037	0,00020	0,00025	0,00025	0,00035	0,00035	0,00029	0,00038	0,00054	0,00056	0,00102	0,00079
OC78	0,056	0,00037	0,00020	0,00025	0,00025	0,00035	0,00035	0,00029	0,00038	0,00054	0,00056	0,00102	0,00079
OC80	0,879	0,00915	0,00501	0,00637	0,00627	0,00883	0,00871	0,00718	0,00954	0,01360	0,01398	0,02557	0,01969
OC81	0,008	0,00012	0,00007	0,00008	0,00008	0,00012	0,00012	0,00010	0,00013	0,00018	0,00019	0,00034	0,00026
OC82	0,930	0,01085	0,00595	0,00756	0,00743	0,01047	0,01034	0,00852	0,01132	0,01614	0,01659	0,03035	0,02337
OC83	0,515	0,00262	0,00144	0,00183	0,00180	0,00253	0,00250	0,00206	0,00273	0,00390	0,00401	0,00733	0,00565
OC85	21,889	0,12313	0,06749	0,08575	0,08436	0,11882	0,11728	0,09665	0,12844	0,18313	0,18821	0,34431	0,26517
OC86	0,139	0,00090	0,00066	0,00060	0,00051	0,00053	0,00064	0,00052	0,00066	0,00074	0,00086	0,00139	0,00117
OC87	0,020	0,00013	0,00009	0,00009	0,00007	0,00008	0,00009	0,00007	0,00009	0,00011	0,00012	0,00020	0,00017
OC88	0,007	0,00030	0,00017	0,00021	0,00021	0,00029	0,00029	0,00024	0,00032	0,00045	0,00047	0,00085	0,00066
OC89	0,111	0,00073	0,00040	0,00051	0,00050	0,00071	0,00070	0,00057	0,00076	0,00109	0,00112	0,00205	0,00158
OC90	0,167	0,00045	0,00025	0,00031	0,00031	0,00044	0,00043	0,00035	0,00047	0,00067	0,00069	0,00126	0,00097
OC91	0,010	0,00013	0,00009	0,00009	0,00007	0,00008	0,00009	0,00007	0,00009	0,00011	0,00012	0,00020	0,00017
OC93	1,513	0,01366	0,00749	0,00951	0,00936	0,01318	0,01301	0,01072	0,01425	0,02031	0,02088	0,03819	0,02941
OC94	2,682	0,02183	0,01196	0,01520	0,01495	0,02106	0,02079	0,01713	0,02277	0,03246	0,03336	0,06103	0,04701
OC95	0,029	0,00019	0,00014	0,00012	0,00010	0,00011	0,00013	0,00011	0,00014	0,00015	0,00018	0,00029	0,00024
OC96	0,032	0,00044	0,00024	0,00031	0,00030	0,00043	0,00042	0,00035	0,00046	0,00066	0,00068	0,00124	0,00095
OC97	0,034	0,00106	0,00058	0,00074	0,00073	0,00102	0,00101	0,00083	0,00111	0,00158	0,00162	0,00296	0,00228
OC98	0,076	0,00005	0,00004	0,00003	0,00003	0,00003	0,00004	0,00003	0,00004	0,00004	0,00005	0,00008	0,00006
OC99	0,016	0,00065	0,00036	0,00046	0,00045	0,00063	0,00062	0,00051	0,00068	0,00097	0,00100	0,00183	0,00141
OC_100	0,023	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
OC_101	2,091	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.5 Análisis hidrológicos, hidráulicos y sedimentológicos

En el presente numeral, se presentan las simulaciones hidráulicas mediante el software especializado HEC-RAS con el fin de comprender el comportamiento del flujo en el tramo de interés, teniendo en cuenta las características topográficas, geológicas y geomorfológicas del área. Además, se llevó a cabo un análisis detallado del transporte de sedimentos en los cuerpos de agua, abordando aspectos como la granulometría de los sedimentos, la capacidad de transporte del flujo

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

y la evaluación de posibles problemas de sedimentación, incluyendo el cálculo de socavación, Asimismo, se emplearon los resultados de los estudios hidrológicos e hidráulicos para generar representaciones gráficas de inundación para diversos escenarios hidrológicos para escenarios con y sin obras,

7.4.5.1 Análisis de sedimentos,

GEOCOL CONSULTORES S,A, contrató los servicios de Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S, – SERAMBIENTE S.A.S., para desarrollar el monitoreo de sedimentos, SERAMBIENTE S.A.S., es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM, a través de la Resolución 2577 de 2022, vigente hasta el 19 de junio de 20231, para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes.

El muestreo se realizó según los requerimientos de la empresa GEOCOL CONSULTORES S.A, los cuales fueron realizar la toma de muestra de sedimentos, en doscientos setenta y un (271) puntos, ubicados en los municipios de Albania, Maicao y Uribia, en el departamento de La Guajira; para su caracterización fisicoquímica.

Los métodos empleados siguen los lineamientos y técnicas recomendados en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos–U,S EPA en su Handbook for Analytical Quality Control in Water and Wastewater Laboratories, y por la Asociación Americana de Trabajos del Agua– AWWA– en el American Standard Methods for Examination of Water and Wastewater Edición 23 (2017), además de la norma técnica Colombiana NTC–ISO 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración (ICONTEC, 2017).

Se realizó la toma de muestras los días 5, 9, 18, 19, 20, 21, 22, 27, 28 y 29 de diciembre del año 2023, implementando la metodología descrita en los procedimientos internos de SERAMBIENTE S,A,S,, *PO–PSM–01 Planeación y ejecución del servicio* y *PO–PSM–47 Muestreo de sedimentos*, El muestreo fue de tipo “manual” y la toma de muestras se realizó de manera simple, Para tal fin, se utilizó una draga con la cual se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico–opaco, los cuales fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar.

7.4.5.2 Estimación de la socavación

Para cumplir con el requerimiento de estudios sedimentológico se realizará el cálculo de la socavación en los puntos de ocupaciones de cauce, para la estimación de la socavación en el lecho de las corrientes que se encuentran dentro del área de influencia fisicobiótica del proyecto se empleó el método de Lischtván – Lebediev. Este método permite estimar la profundidad de socavación mediante una ecuación que busca obtener la condición de equilibrio entre una velocidad media real del flujo y la velocidad máxima necesaria para que ocurra la erosión del material del fondo del canal. La ecuación para suelos granulares se expresa de la siguiente forma (INVIAS, 2009).

$$Y_s = \left(\frac{\alpha Y_0^{5/3}}{0,68 \beta \mu \phi d_m^{,028}} \right)^{\frac{1}{1+Z}}$$

Donde:

Y_s : Profundidad del flujo después de ocurrida la socavación [m].

Y_0 : Profundidad inicial existente en una línea vertical predeterminada de la sección medida desde el nivel del agua cuando pasa la creciente, hasta el nivel del cauce antes del proceso de socavación [m].

α : Coeficiente de sección, que se define de la siguiente forma:

$$\alpha = \frac{Q_d}{Y_m^{5/3} B_e}$$

Q_d : Caudal de diseño asociado al periodo de retorno [m^3/s]

Y_m : Profundidad media [m],

$$Y_m = \frac{A}{B_e}$$

A: Área hidráulica [m^2],

B_e : Ancho efectivo de la superficie del agua en la sección transversal [m],

β : Coeficiente de frecuencia. Tiene en cuenta el periodo de retorno T comprendido entre 15 y 1500 años, Se obtiene a través de la expresión $\beta = 0,7929 + 0,0973 \ln(T)$.

μ : Coeficiente de contracción. Este valor se toma de la Tabla 6,1, – Factor de corrección por contracción del cauce indicada en el Manual de Drenaje para Carreteras de INVIAS (2009).

ϕ : Coeficiente de corrección por el efecto de la densidad del agua durante la creciente. Para agua clara este valor es igual a 1,0. Si la creciente transporta sedimentos en suspensión, este coeficiente se calcula como $\phi = -0,54 + 1,5143 \gamma_{as}$ con γ_{as} como el peso específico del agua más sedimento con unidades [T/m^3].

d_m : Diámetro medio de las partículas del material granular [mm] expresado de la siguiente forma:

$$d_m = 0,01 \sum d_i P_i$$

D_i : Diámetro de una fracción de la curva granulométrica [mm],

P_i : Peso de esa fracción con respecto al total de la muestra [%],

Z: Exponente variable que depende del diámetro medio de las partículas del material granular $Z = 0,394557 - 0,0413 \log(d_m) - 0,00891 \log^2 d_m$,

En la **Figura 7-9** se presenta el análisis espacial del diámetro de una fracción de la curva granulométrica [mm], información utilizada en para el cálculo de la socavación en cada uno los puntos de ocupación de cauce.

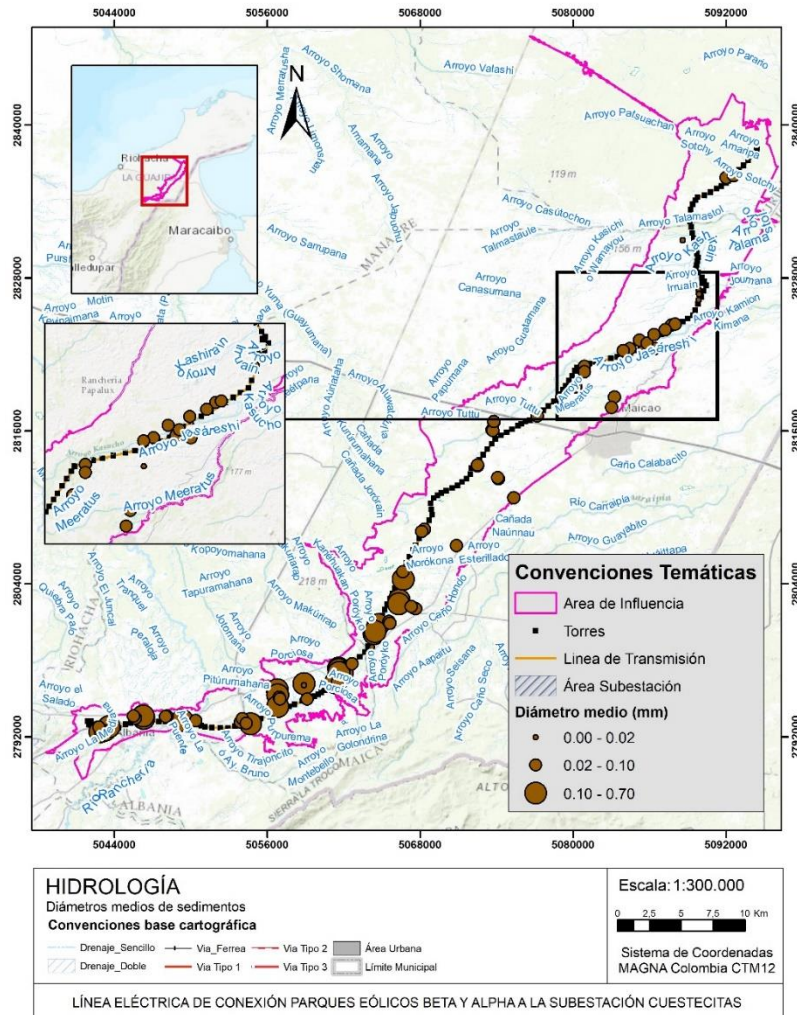


Figura 7-9 Análisis del diámetro medio (mm)

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

Para realizar este cálculo es necesario contar el análisis hidráulico en cada una de las corrientes y a partir de estos resultados realizar el cálculo de la socavación en el 3_Anejos\Cap_07 Uso, demanda y RRNN\7.4, OC\Anexo 7.4-3 Memorias de cálculo\4_Calculo socavación.

7.4.5.3 Modelación hidráulica,

Para el desarrollo de la modelación hidráulica, se utilizó el software HEC-RAS, significa *Hydrologic Engineering Centers River Analysis System*, es un software ampliamente utilizado en ingeniería hidráulica y fluvial. Es desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, HEC-RAS se utiliza principalmente para el análisis de flujo de agua en ríos, canales y sistemas de drenaje, y es una herramienta fundamental para el diseño y evaluación de proyectos de ingeniería hidráulica.

Los modelos hidráulicos creados con HEC-RAS permiten simular y predecir el comportamiento del flujo de agua en sistemas fluviales complejos. Algunas de las principales aplicaciones y usos de HEC-RAS son:

- Estudios de inundaciones: HEC-RAS permite modelar y analizar el comportamiento de los ríos y su capacidad para transportar el flujo de agua durante eventos de inundación. Esto es esencial para evaluar los riesgos y diseñar medidas de mitigación de inundaciones.
- Diseño de estructuras fluviales: HEC-RAS facilita el diseño y la evaluación de estructuras hidráulicas, como puentes, diques, compuertas y desagües. Permite analizar cómo estas estructuras interactúan con el flujo de agua y evaluar su efectividad y seguridad.
- Evaluación de impacto ambiental: El software también se utiliza para evaluar el impacto ambiental de proyectos de ingeniería en ríos y sistemas fluviales, HEC-RAS permite analizar cambios en los patrones de flujo y en las condiciones hidrológicas debido a la construcción de infraestructuras o a la alteración del entorno natural.
- Para elaborar los modelos hidráulicos se realizó modelado 1D en los puntos de ocupación de cauce, modelo hidráulico, su principal insumo es un modelo digital de elevación, esta información se levantó en campo por la empresa geomática. En el Anexo – Informe topográfico (Ver 3_Anexos\Cap, 07 Uso, demanda y RRNN\7,4, OC\Anexo 7,4-1 Batimetrías).

Dentro de las aplicaciones que permiten modelar el flujo en 1D se encuentra HEC-RAS que es un software desarrollado por el *Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers* (USACE) y es un referente dentro del campo de la modelación, debido a su versatilidad para el manejo de datos y la visualización de estos, adicionalmente es un software gratuito e incluye mejoras continuamente, HEC-RAS permite resolver la hidráulica del flujo en una dimensión para flujo permanente y flujo no permanente, así mismo, permite modelar el transporte de sedimentos para una condición de flujo no permanente.

El modelo hidráulico HEC-RAS (US ARMY CORPS OF ENGINEERS, 2016) se basa en la solución de la ecuación unidimensional de la energía, teniendo en cuenta las pérdidas por fricción (mediante la ecuación de Manning) y las pérdidas por contracción – expansión (coeficiente de pérdidas multiplicado por la variación de la altura de energía cinética). El modelo tiene en cuenta las leyes de conservación de masa, conservación de energía y cantidad de movimiento. Este modelo simula la hidráulica del flujo para canales de cualquier tipo de sección transversal bajo flujo gradualmente variado, trabajando de acuerdo con la ecuación de energía:

$$Z_1 + Y_1 + \left(\frac{V_1^2}{2g} \right) = Z_2 + Y_2 + \left(\frac{V_2^2}{2g} \right) + h$$

Donde:

- Nivel del fondo del canal aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de posición, en m.

- Lámina de agua aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de presión, en m.
- Cabeza de velocidad aguas arriba (1) y abajo del tramo (2), denominado este término cabeza de velocidad, en m.
- Pérdidas de energía en el tramo, dividiéndose en pérdidas por fricción y localizadas, en m.

Las pérdidas por fricción en el tramo para flujo gradualmente variado en un tramo de longitud L del canal se pueden expresar por medio de la ecuación de Manning:

$$hf = \left(\frac{(Se_1 + Se_2)}{2} \right) L$$

En donde y corresponden a los valores de la pendiente de la línea de energía aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo. Estos valores se expresan por medio de la fórmula de Manning para flujo uniforme en cada sección del tramo:

$$Se = \left(\frac{n^2 V^2}{R^{\frac{4}{3}}} \right)$$

Donde:

- Coeficiente de rugosidad de Manning,
- Velocidad promedio del agua, en m/s,
- Radio hidráulico, en m, igual al área hidráulica A, en m², dividida entre el perímetro mojado P, en m,

Por otro lado, las pérdidas localizadas hl en un punto del canal de las corrientes analizadas se expresan mediante la ecuación:

$$hl = K ABS \left(\left(\frac{V_1^2}{2g} \right) - \left(\frac{V_2^2}{2g} \right) \right)$$

Donde:

- Coeficiente de pérdidas localizadas, adimensional,
- Velocidad promedio aguas arriba (1) y aguas abajo (2) del punto o tramo en donde se produce la pérdida localizada, en m/s,
- Representa el valor absoluto del término,

La modelación hidráulica con HEC-RAS 1D proporciona los siguientes resultados de modelación, los cuales incluyen los siguientes aspectos para cada sección transversal considerada:

La modelación hidráulica con HEC-RAS 1D proporciona los siguientes resultados de modelación, los cuales incluyen los siguientes aspectos para cada sección transversal considerada:

1. Abscisa de la sección transversal
2. Caudal total
3. Cota de fondo mínima de la sección transversal
4. Nivel de la lámina de agua
5. Lámina de agua máxima en la sección transversal
6. Nivel de la profundidad crítica
7. Nivel de la línea de energía
8. Pendiente de la línea de energía

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

9. Velocidad promedio del agua
10. Área hidráulica
11. Ancho de la superficie libre de agua de la sección transversal
12. Número de Froude

Ahora bien, para realizar la modelación hidráulica, el software HEC-RAS requiere del ingreso de los siguientes parámetros:

- **Geometría del cauce:** A partir de las secciones transversales tomadas en campo se realizó la interpolación con las ortofotos, debido a que en estas no se observaba todo el cauce y con esta información se generaron los modelos de elevación digita (MDT) (lo que sirvió de insumo para la generación de las secciones transversales con el uso de la herramienta RAS Mapper, la cual permite la identificación y digitalización del flujo de los cuerpos hídricos y determinación de las bancas de inundación en los diferentes tramos de ríos, en donde posteriormente se hace la respectiva modelación.
- **Coeficiente de rugosidad:** En la modelación hidráulica se consideró un coeficiente de Manning para las orillas y sobre el canal a partir de los análisis granulométricos.

A partir de la información de curvas granulométricas se realizó una aproximación del cálculo del coeficiente de Manning se calculó a partir de los resultados de laboratorios de las muestras de sedimentos tomados en las diferentes zonas aguas arriba y aguas abajo de las ocupaciones de cauce que se tienen proyectadas construir para el presente proyecto. A partir de la ecuación Meyer-Peter-Muller se determinó el coeficiente de Manning.

$$n = 0,038D_{90}^{1/6}$$

Donde D_{90} es el diámetro para el cual pasa el 90% de las partículas [m]. En el Anexo Aproximación n Manning se pueden detallar los cálculos realizados para estimar D_{90} y el coeficiente de rugosidad (Véase 3_Anejos\Cap, 07 Uso, demanda y RRNN\7,4,OC\Anexo 7,4-3 Memorias de cálculo\3_Cálculo n de manning y Dm).

En la siguiente figura se presenta un resumen de los n de Manning calculados.

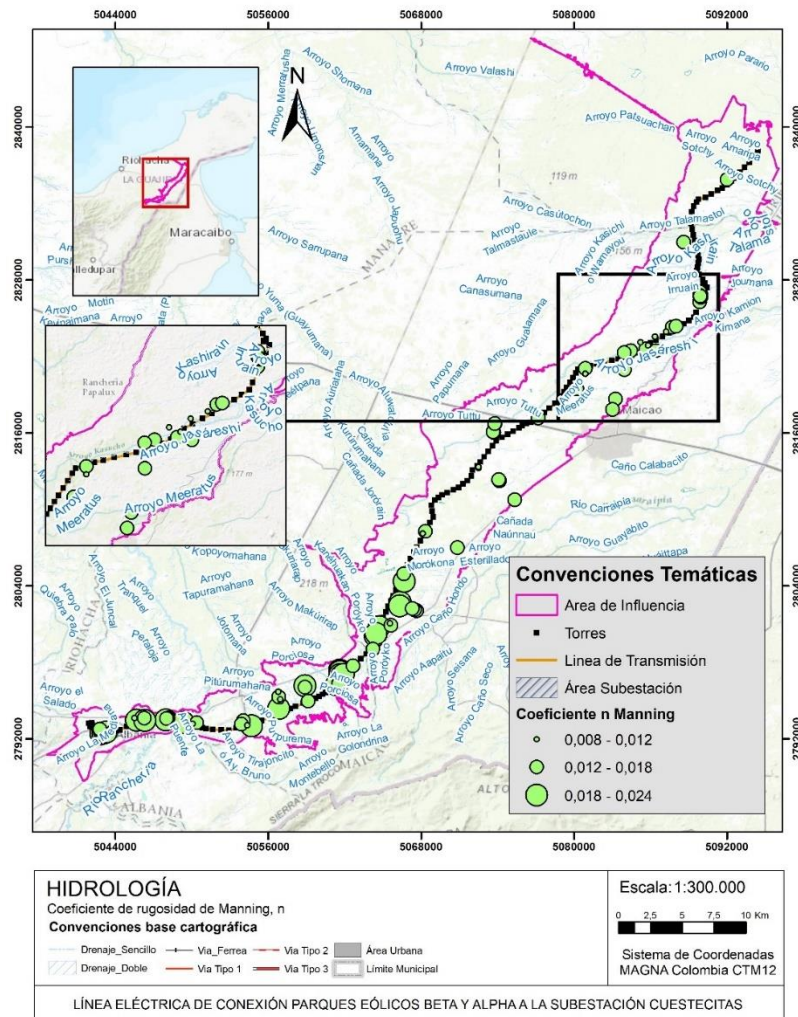


Figura 7-10 Comportamiento del coeficiente n de Manning.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

A continuación, se presenta los resultados modelados para cada una de las ocupaciones, los cuales se realizaron con obras de acuerdo con el periodo de retorno seleccionado en cada obra y sin obras.

Es importante resaltar que el proyecto únicamente solicita ocupaciones de cauce temporales, cuyo diseño y cálculo de obras se realizó con un periodo de retorno de diseño de 2,33 años las cuales se proyectan como puentes modulares y alcantarillas.

Justificación del periodo de retorno de 2,33 años para las obras Puentes y alcantarillas temporales.

- Frecuencia y Gestión de Inundaciones: Un periodo de retorno de 2,33 años (aproximadamente un evento cada 2-3 años) es adecuado para obras temporales de alcantarillado, ya que estas están diseñadas para gestionar lluvias frecuentes y de menor intensidad. Este diseño asegura que el sistema pueda manejar el flujo regular de agua sin causar inundaciones frecuentes.
- Costo y Temporalidad: Las obras temporales suelen tener un horizonte de uso más corto y un costo de implementación menor. Un periodo de retorno más corto es justificado en este

contexto, ya que los recursos invertidos están en proporción con la vida útil y el propósito temporal de estas instalaciones.

- Flexibilidad en el Diseño: Un periodo de retorno de 2,33 años permite una mayor flexibilidad en el diseño y la implementación de las obras temporales. Esto es importante en contextos donde los requisitos pueden cambiar rápidamente o donde se espera que las obras sean desmanteladas en un corto plazo.
- Consideraciones Operativas: La selección de un periodo de retorno de 2,33 años facilita el mantenimiento y la operación del sistema de alcantarillado. Los eventos de diseño son manejables con procedimientos de mantenimiento regulares, evitando la necesidad de intervenciones de emergencia frecuentes.

En resumen, los periodos de retorno seleccionados para las obras del proyecto están alineados con los objetivos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad tanto para las infraestructuras permanentes como temporales. Estos periodos de retorno reflejan un equilibrio adecuado entre la inversión inicial, el riesgo asumido y los costos operativos a largo plazo.

En la **Tabla 7-14** se presenta el tipo de obra asociado a cada ocupación y su periodo de retorno de diseño, el cual está asociado a su temporalidad.

Tabla 7-14 Obras propuestas en cada ocupación de cauce.

ID	TEMPORALIDAD	Periodo de retorno	COORDENADAS		TIPO DE OBRA PROPUESTA	CANTIDAD	DIÁMETRO TUBERÍA (M)	LUCES(M)	LONGITUD TOTAL DEL PUENTE (M)
			ESTE	NORTE					
OC 1	TEMPORAL	2,33	5042794,76	2792755,75	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 2	TEMPORAL	2,33	5042870,28	2792407,16	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 3	TEMPORAL	2,33	5043067,14	2792466,96	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 4	TEMPORAL	2,33	5043183,27	2792497,50	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 5	TEMPORAL	2,33	5043274,05	2792522,19	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 6	TEMPORAL	2,33	5043582,42	2792800,57	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 8	TEMPORAL	2,33	5046267,60	2793629,62	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 9	TEMPORAL	2,33	5046302,51	2793443,51	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 10	TEMPORAL	2,33	5048132,07	2793636,18	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 11	TEMPORAL	2,33	5048025,92	2793613,25	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 12	TEMPORAL	2,33	5047961,80	2793467,42	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 13	TEMPORAL	2,33	5049339,02	2793245,25	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 14	TEMPORAL	2,33	5050052,22	2793188,5	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 15	TEMPORAL	2,33	5050389,77	2793279,13	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 16	TEMPORAL	2,33	5054050,31	2793417,00	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 17	TEMPORAL	2,33	5053888,52	2793170,34	PUENTE	1		8,50	10,00
OC 18	TEMPORAL	2,33	5054342,20	2793065,49	PUENTE	1		8,50	10,00
OC 19	TEMPORAL	2,33	5054695,13	2793029,53	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 20	TEMPORAL	2,33	5056765,60	2795695,9	PUENTE	1		2,50	4,00

ID	TEMPORALIDAD	Periodo de retorno	COORDENADAS		TIPO DE OBRA PROPUESTA	CANTIDAD	DIÁMETRO TUBERÍA (M)	LUCES(M)	LONGITUD TOTAL DEL PUENTE (M)
			ESTE	NORTE					
OC 21	TEMPORAL	2,33	5056824,49	2795299,13	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 22	TEMPORAL	2,33	5056933,53	2795100,12	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 23	TEMPORAL	2,33	5056987,61	2794975,56	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 25	TEMPORAL	2,33	5058866,98	2796168,14	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 26	TEMPORAL	2,33	5058872,13	2796078,38	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 27	TEMPORAL	2,33	5059131,27	2794962,14	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 28	TEMPORAL	2,33	5061605,72	2797382,00	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 29	TEMPORAL	2,33	5061620,15	2797272,05	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 30	TEMPORAL	2,33	5061620,61	2797045,31	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 31	TEMPORAL	2,33	5061614,36	2796866,69	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 32	TEMPORAL	2,33	5061521,99	2796320,78	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 33	TEMPORAL	2,33	5061349,99	2796246,63	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 34	TEMPORAL	2,33	5061779,45	2796972,3	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 35	TEMPORAL	2,33	5061885,32	2797044,48	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 36	TEMPORAL	2,33	5062652,24	2797736,54	Alcantarilla	1	0,6		
OC 37	TEMPORAL	2,33	5064206,78	2799048,5	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 38	TEMPORAL	2,33	5065609,09	2800912,30	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 39	TEMPORAL	2,33	5065537,95	2801074,51	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 40	TEMPORAL	2,33	5064705,10	2800791,50	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 41	TEMPORAL	2,33	5064461,60	2800270,14	PUENTE	1		8,50	10,00
OC 42	TEMPORAL	2,33	5064382,65	2800098,46	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 43	TEMPORAL	2,33	5067335,82	2802201,00	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 46	TEMPORAL	2,33	5066303,98	2802457,59	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 47	TEMPORAL	2,33	5066375,88	2802670,32	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 49	TEMPORAL	2,33	5066637,01	2804954,11	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 50	TEMPORAL	2,33	5070836,43	2807003,38	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 51	TEMPORAL	2,33	5068338,03	2808273,73	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 52	TEMPORAL	2,33	5068102,13	2808131,53	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 53	TEMPORAL	2,33	5075329,43	2810768,07	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 54	TEMPORAL	2,33	5074131,73	2812251,41	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 55	TEMPORAL	2,33	5074081,50	2812328,41	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 56	TEMPORAL	2,33	5072492,40	2813248,69	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 57	TEMPORAL	2,33	5072499,62	2813322,88	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 58	TEMPORAL	2,33	5073688,94	2816036,35	PUENTE	1		10,50	12,00

ID	TEMPORALIDAD	Periodo de retorno	COORDENADAS		TIPO DE OBRA PROPUESTA	CANTIDAD	DIÁMETRO TUBERÍA (M)	LUCES(M)	LONGITUD TOTAL DEL PUENTE (M)
			ESTE	NORTE					
OC 60	TEMPORAL	2,33	5073774,69	2816686,97	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 61	TEMPORAL	2,33	5073778,44	2816740,94	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 62	TEMPORAL	2,33	5077183,71	2817178,06	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 64	TEMPORAL	2,33	5080878,27	2820640,45	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 66	TEMPORAL	2,33	5082999,04	2817854,88	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 67	TEMPORAL	2,33	5083230,44	2818653,54	PUENTE	1		8,50	10,00
OC 68	TEMPORAL	2,33	5083931,73	2820965,51	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 69	TEMPORAL	2,33	5083924,95	2822293,35	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 70	TEMPORAL	2,33	5084440,42	2822458,49	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 71	TEMPORAL	2,33	5085630,38	2822582,50	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 72	TEMPORAL	2,33	5085796,26	2822873,52	PUENTE	1		8,50	10,00
OC 73	TEMPORAL	2,33	5086404,3	2822456,92	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 74	TEMPORAL	2,33	5085227,11	2823128,65	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 75	TEMPORAL	2,33	5086339,89	2823564,62	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 76	TEMPORAL	2,33	5087221,15	2823948,50	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 77	TEMPORAL	2,33	5087699,24	2824303,71	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 78	TEMPORAL	2,33	5087990,25	2824372,21	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 80	TEMPORAL	2,33	5089940,16	2826642,25	Alcantarilla	2	0,9		
OC 81	TEMPORAL	2,33	5089910,03	2826674,66	Alcantarilla	1	1,2		
OC 82	TEMPORAL	2,33	5089936,29	2826838,24	Alcantarilla	2	1,2		
OC 83	TEMPORAL	2,33	5089847,19	2827077,77	Alcantarilla	1	0,9		
OC 85	TEMPORAL	2,33	5091988,86	2835883,03	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 86	TEMPORAL	2,33	5061283,92	2796184,53	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 87	TEMPORAL	2,33	5061161,1	2796018,75	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 88	TEMPORAL	2,33	5086432,19	2823212,14	Alcantarilla	1	0,9		
OC 89	TEMPORAL	2,33	5088073,73	2824381,87	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 90	TEMPORAL	2,33	5089637,70	2828531,49	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 91	TEMPORAL	2,33	5045652,53	2793478,16	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 93	TEMPORAL	2,33	5066734,38	2807266,15	Alcantarilla	2	0,9		
OC 94	TEMPORAL	2,33	5067617,15	2807922,63	Alcantarilla	2	0,9		
OC 95	TEMPORAL	2,33	5087360,84	2824181,38	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 96	TEMPORAL	2,33	5048982,5	2793410,71	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 97	TEMPORAL	2,33	5086331,16	2823648,59	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 98	TEMPORAL	2,33	5089293,25	2828667,84	PUENTE	1		4,50	6,00

ID	TEMPORALIDAD	Periodo de retorno	COORDENADAS		TIPO DE OBRA PROPUESTA	CANTIDAD	DIÁMETRO TUBERÍA (M)	LUCES(M)	LONGITUD TOTAL DEL PUENTE (M)
			ESTE	NORTE					
OC 99	TEMPORAL	2,33	5042882,47	2792411,44	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 100	TEMPORAL	2,33	5043566,07	2792699,36	PUENTE	1		4,50	6,00
OC101	TEMPORAL	2,33	5080398,92	2817777,72	PUENTE	1		4,50	6,00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

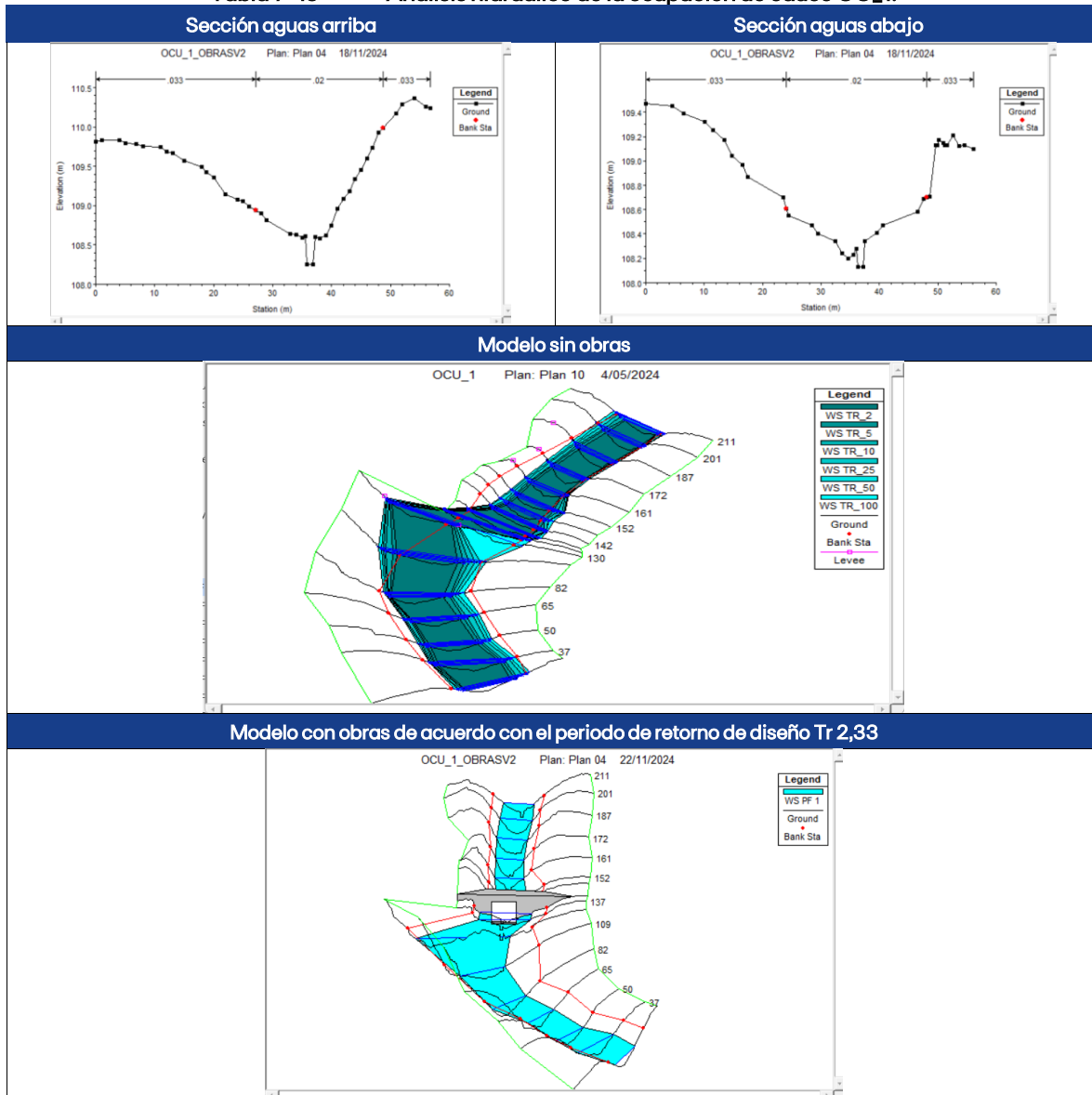
En cada análisis hidráulico se presenta la información de la siguiente manera:

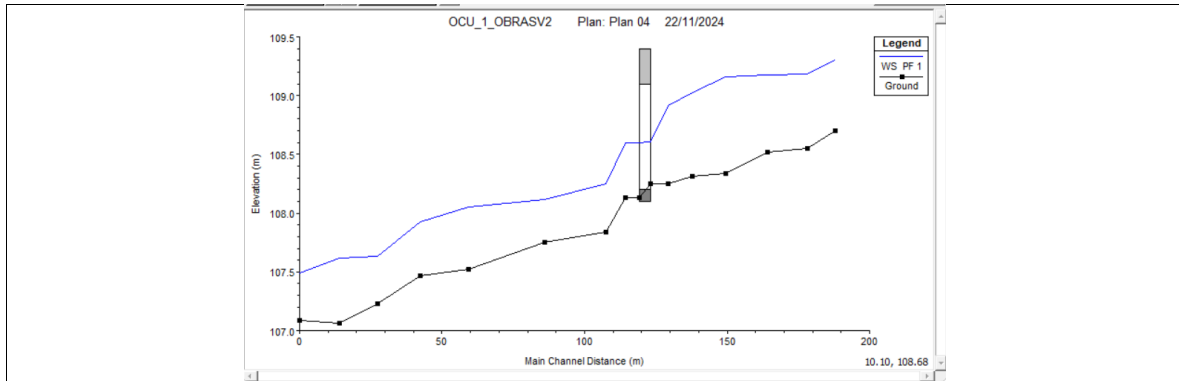
1. Sección aguas arriba y aguas abajo del punto de ocupación de cauce,
2. Modelación sin obras para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, identificados como PF1, PF2, PF3, PF4, PF5 y PF6 respectivamente,
3. Posteriormente se presenta la modelación de la obra proyectada en cada punto de ocupación de cauce, de acuerdo con las propuestas realizadas,
4. A partir de los resultados obtenidos, se lleva a cabo el análisis de socavación en la sección aguas arriba y aguas abajo del punto de interés,

7.4.5.3.1 Análisis de la dinámica Fluvial OC_1

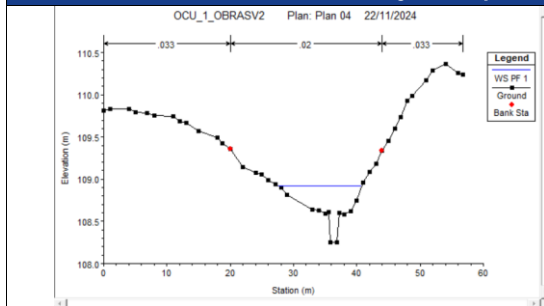
A partir de la información de topografía y cálculos de caudales máximos para diferentes periodos de retorno se realizó el análisis en HEC-RAS. (Ver **Tabla 7-15**).

Tabla 7-15 Análisis hidráulico de la ocupación de cauce OC_1.

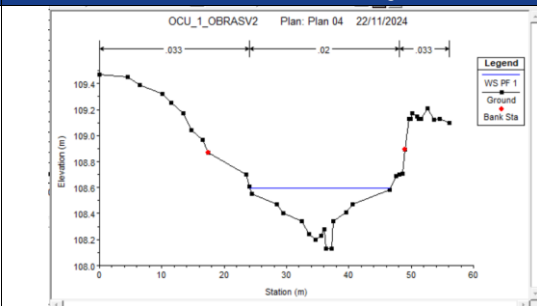




Resultados sin obras sección aguas abajo



Resultado con obras sección aguas arriba,



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: OC1 Reach: Reach 1											
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
Reach 1	152	PF 1	5.70	108.25	108.92	108.92	109.05	0.006335	1.62	3.53	1.00
Reach 1	152	PF 2	7.72	108.25	108.99	108.99	109.14	0.006109	1.71	4.51	1.00
Reach 1	152	PF 3	10.00	108.25	109.06	109.06	109.22	0.005777	1.80	5.55	1.00
Reach 1	152	PF 4	13.80	108.25	109.15	109.15	109.33	0.005712	1.87	7.37	1.00
Reach 1	152	PF 5	17.36	108.25	109.22	109.22	109.42	0.005496	1.99	8.74	1.00
Reach 1	152	PF 6	21.65	108.25	109.29	109.29	109.51	0.005252	2.10	10.31	1.00
Reach 1	137	PF 1	5.70	108.13	108.60	108.60	108.69	0.006688	1.34	4.26	0.98
Reach 1	137	PF 2	7.72	108.13	108.65	108.65	108.76	0.006383	1.46	5.27	0.98
Reach 1	137	PF 3	10.00	108.13	108.69	108.69	108.82	0.006571	1.61	6.20	1.01
Reach 1	137	PF 4	13.80	108.13	108.76	108.76	108.91	0.007274	1.73	7.98	1.02
Reach 1	137	PF 5	17.36	108.13	108.81	108.81	108.98	0.007557	1.82	9.55	1.02
Reach 1	137	PF 6	21.65	108.13	108.87	108.87	109.06	0.007788	1.91	11.36	1.01

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OBRAS_V2 River: OC1 Reach: Reach 1											
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
Reach 1	152	PF 1	5.70	108.25	108.92	108.92	109.05	0.006622	1.64	3.47	1.02
Reach 1	152	PF 2	7.72	108.25	108.99	108.99	109.14	0.006350	1.74	4.45	1.02
Reach 1	152	PF 3	10.00	108.25	109.06	109.06	109.22	0.005776	1.80	5.55	1.00
Reach 1	152	PF 4	13.80	108.25	109.15	109.15	109.33	0.005712	1.87	7.37	1.00
Reach 1	152	PF 5	17.36	108.25	109.26	109.22	109.42	0.004117	1.80	9.64	0.88
Reach 1	152	PF 6	21.65	108.25	109.40	109.29	109.54	0.002606	1.67	12.97	0.73
Reach 1	144	OC1	Culvert								
Reach 1	137	PF 1	5.70	108.13	108.60	108.60	108.69	0.007441	1.38	4.12	1.03
Reach 1	137	PF 2	7.72	108.13	108.64	108.64	108.76	0.007011	1.51	5.11	1.03
Reach 1	137	PF 3	10.00	108.13	108.69	108.69	108.82	0.006577	1.61	6.20	1.01
Reach 1	137	PF 4	13.80	108.13	108.76	108.76	108.91	0.007274	1.73	7.98	1.02
Reach 1	137	PF 5	17.36	108.13	108.81	108.81	108.98	0.007557	1.82	9.55	1.02
Reach 1	137	PF 6	21.65	108.13	108.87	108.87	109.06	0.007788	1.91	11.36	1.01

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad permanece constante en 108,92 m antes y después de la obra, lo que indica que la estructura no genera cambios significativos en la acumulación del flujo aguas arriba ni riesgos de represamiento.

Aguas Abajo: La profundidad también permanece constante en 108,60 m, lo que refleja estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo tras la implementación de la obra.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua se reduce de 13,29 m a 13,17 m (-0,12 m). Este cambio es pequeño y manejable, sin afectaciones significativas en la dinámica del flujo ni en la capacidad hidráulica.

Aguas Abajo: No se observan cambios en el ancho de la lámina de agua, lo que confirma que la obra no altera la distribución del flujo aguas abajo,

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude aumenta de 1,00 (crítico) a 1,03 (casi crítico), Este cambio representa una transición muy leve hacia régimen supercrítico, pero no genera inestabilidad ni alteraciones significativas en la dinámica del flujo.

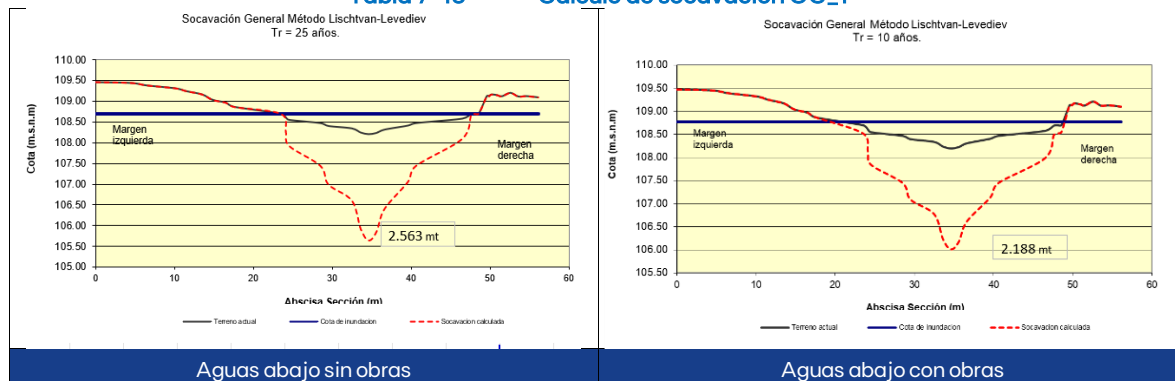
Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante, lo que refleja un flujo estable y bien controlado en esta sección.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

Los análisis hidráulicos muestran que la obra no genera cambios significativos en las condiciones hidráulicas, tanto aguas arriba como aguas abajo. La pequeña reducción en la lámina de agua y el leve incremento en el número de Froude son manejables, sin riesgos de inundación, erosión o alteraciones en la capacidad hidráulica del cauce. Esto indica que el diseño de la obra es adecuado para las condiciones del sistema evaluado. (Ver **Tabla 7-16**).

Tabla 7-16

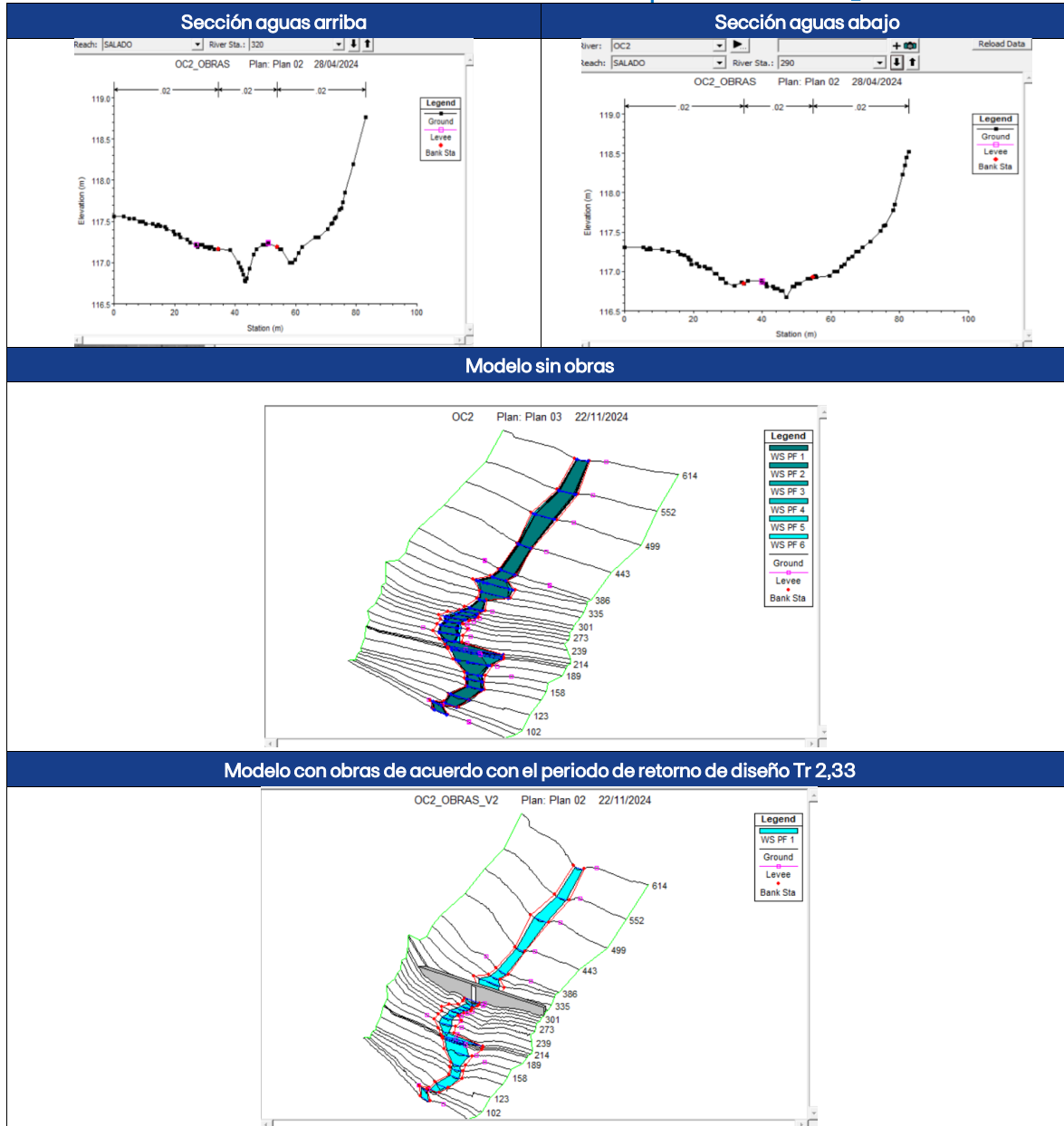
Cálculo de socavación OC_1

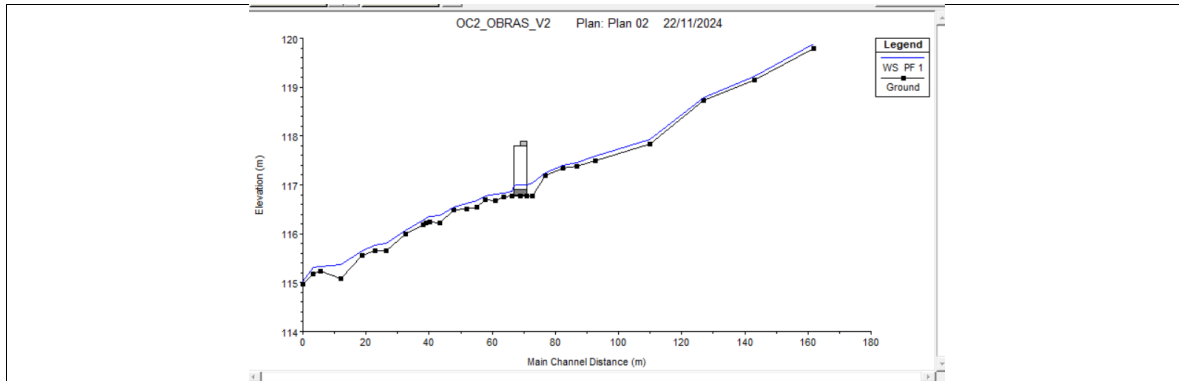


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

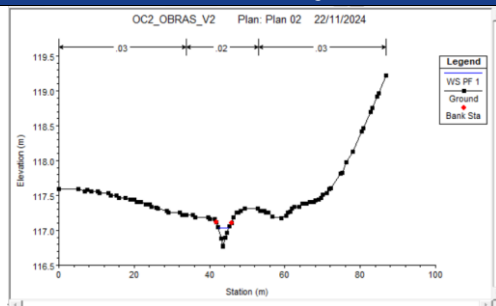
7.4.5.3.2 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_2

Tabla 7-17 Análisis Hidráulica de la ocupación de cauce OC_2

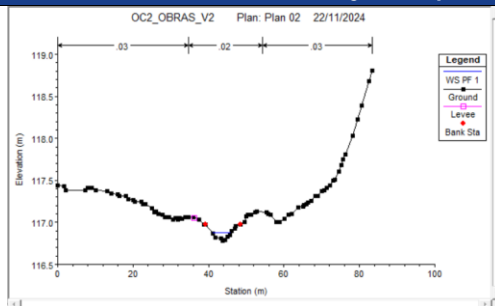




Resultados con obras aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC2_24_V2 River: OC2 Reach: SALADO												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
SALADO	322	PF 1	0.19	116.77	116.97	116.97	117.02	0.009098	0.97	0.20	2.08	1.01
SALADO	322	PF 2	0.23	116.77	116.98	116.98	117.04	0.008905	1.01	0.23	2.24	1.02
SALADO	322	PF 3	0.26	116.77	116.99	116.99	117.05	0.008750	1.04	0.25	2.35	1.02
SALADO	322	PF 4	0.32	116.77	117.01	117.01	117.07	0.008494	1.08	0.30	2.54	1.01
SALADO	322	PF 5	0.37	116.77	117.03	117.03	117.09	0.008356	1.12	0.33	2.69	1.02
SALADO	322	PF 6	0.44	116.77	117.04	117.04	117.11	0.008215	1.16	0.38	2.88	1.02
SALADO	301	PF 1	0.19	116.78	116.87	116.87	116.90	0.010114	0.73	0.26	4.77	0.99
SALADO	301	PF 2	0.23	116.78	116.88	116.88	116.91	0.009612	0.75	0.30	5.04	0.98
SALADO	301	PF 3	0.26	116.78	116.89	116.89	116.92	0.009836	0.79	0.33	5.19	1.00
SALADO	301	PF 4	0.32	116.78	116.90	116.90	116.93	0.009395	0.82	0.39	5.53	0.99
SALADO	301	PF 5	0.37	116.78	116.91	116.91	116.94	0.008964	0.84	0.44	5.91	0.98
SALADO	301	PF 6	0.44	116.78	116.92	116.92	116.96	0.009493	0.89	0.49	6.26	1.02

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC2_OBRAS River: OC2 Reach: SALADO												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
SALADO	322	PF 1	0.19	116.77	117.04	116.97	117.05	0.001692	0.52	0.37	2.82	0.46
SALADO	322	PF 2	0.23	116.77	117.06	116.98	117.07	0.001698	0.55	0.42	3.04	0.47
SALADO	322	PF 3	0.26	116.77	117.07	116.99	117.09	0.001719	0.56	0.47	3.28	0.47
SALADO	322	PF 4	0.32	116.77	117.10	117.01	117.12	0.001670	0.57	0.56	3.76	0.47
SALADO	322	PF 5	0.37	116.77	117.12	117.03	117.14	0.001503	0.57	0.65	4.10	0.45
SALADO	322	PF 6	0.44	116.77	117.15	117.04	117.17	0.001213	0.57	0.78	4.72	0.42
SALADO	312	OC2	Culvert									
SALADO	301	PF 1	0.19	116.78	116.87	116.87	116.90	0.010687	0.74	0.26	4.73	1.01
SALADO	301	PF 2	0.23	116.78	116.88	116.88	116.91	0.010456	0.78	0.30	4.98	1.02
SALADO	301	PF 3	0.26	116.78	116.89	116.89	116.92	0.009699	0.78	0.33	5.20	0.99
SALADO	301	PF 4	0.32	116.78	116.90	116.90	116.93	0.009960	0.84	0.38	5.48	1.02
SALADO	301	PF 5	0.37	116.78	116.91	116.91	116.94	0.008871	0.84	0.44	5.92	0.98
SALADO	301	PF 6	0.44	116.78	116.92	116.92	116.96	0.009461	0.89	0.49	6.27	1.02

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ Lámina de Agua:

Aguas arriba: La lámina de agua pasa de 2,08 m a 2,82 m (+74 cm). El aumento es controlado, no genera riesgos de inundación ni afecta la operación hidráulica.

Aguas abajo: La lámina de agua pasa de 4,77 m a 4,73 m (-4 cm). La disminución no afecta estructuras ni procesos naturales, manteniéndose dentro de parámetros aceptables.

➤ Número de Froude:

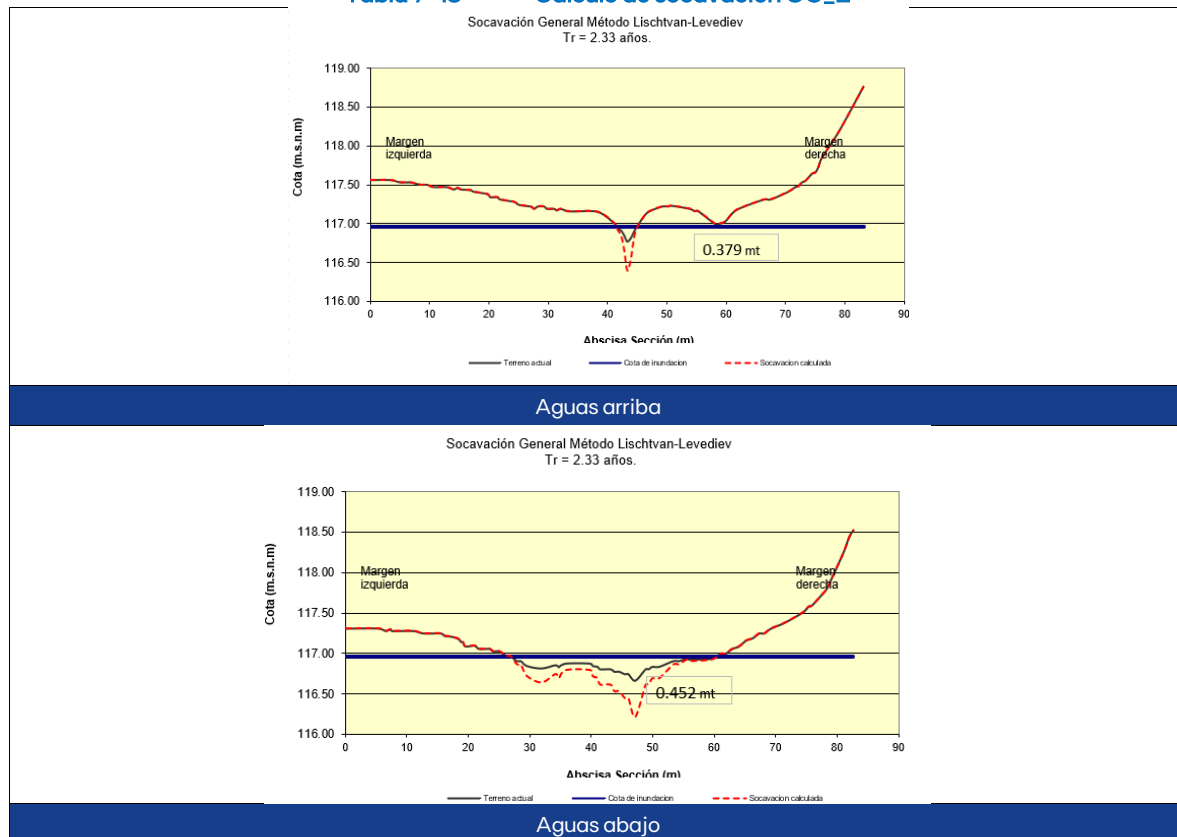
Aguas arriba: El número de Froude cambia de 1,01 a 0,43. La transición a flujo subcrítico reduce velocidades, estabiliza el flujo y minimiza riesgos de erosión.

Aguas abajo: El número de Froude cambia de 0,99 a 1,01 (subcrítico a crítico). El flujo crítico es estable y no genera resaltos ni afectaciones significativas al sistema.

➤ Conclusión General:

Los cambios en la lámina de agua y el número de Froude son manejables, no representan riesgos para las estructuras, y garantizan estabilidad hidráulica en el sistema. (Ver **Tabla 7-18**).

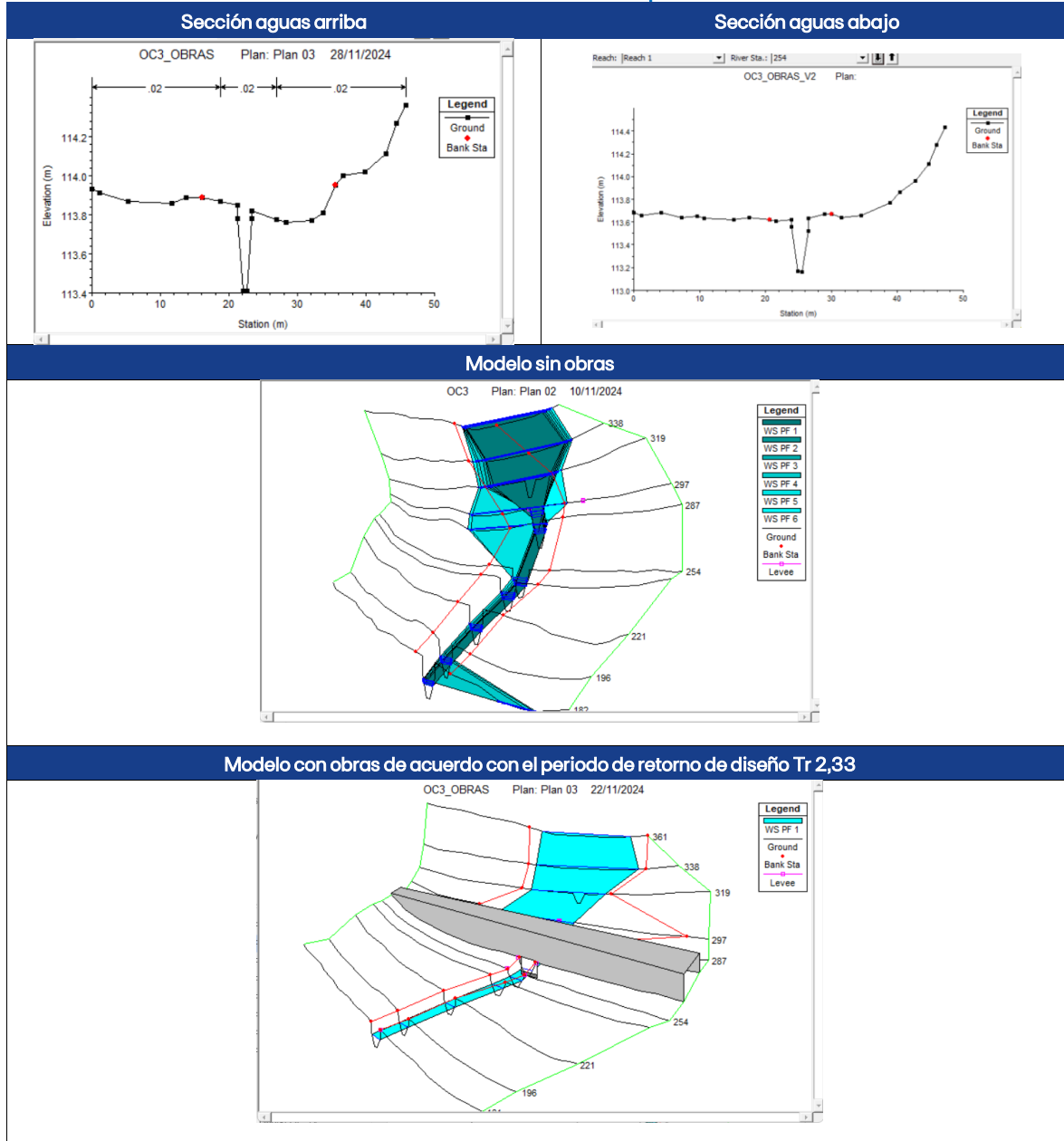
Tabla 7-18 Cálculo de socavación OC_2

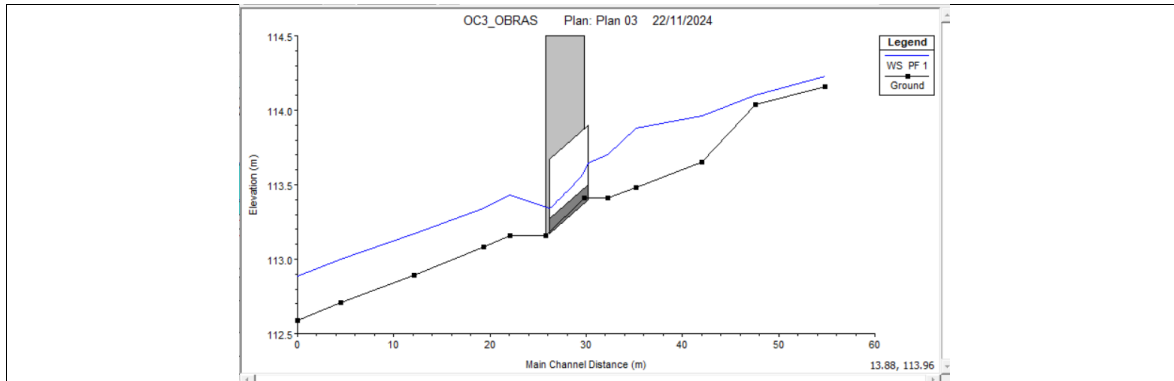


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

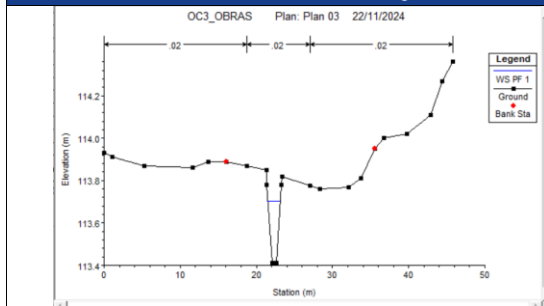
7.4.5.3.3 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_3

Tabla 7-19 Análisis hidráulico de la ocupación de cauce OC_3

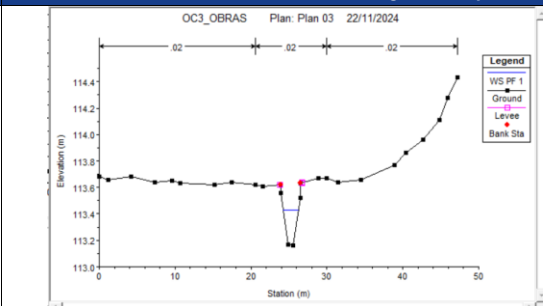




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	287	PF 1	0.44	113.41	113.70	113.70	113.80	0.007717	1.38	0.32	1.69	1.01
Reach 1	287	PF 2	0.52	113.41	113.79	113.79	113.83	0.005032	0.82	0.63	9.23	1.00
Reach 1	287	PF 3	0.61	113.41	113.80	113.80	113.84	0.006358	0.82	0.75	10.65	0.98
Reach 1	287	PF 4	0.74	113.41	113.81	113.81	113.85	0.007904	0.86	0.86	11.79	1.02
Reach 1	287	PF 5	0.86	113.41	113.82	113.82	113.86	0.008908	0.90	0.95	12.54	1.05
Reach 1	287	PF 6	1.01	113.41	113.83	113.83	113.88	0.008915	0.95	1.06	12.65	1.05
Reach 1	254	PF 1	0.44	113.16	113.43	113.43	113.51	0.007390	1.28	0.34	2.01	0.99
Reach 1	254	PF 2	0.52	113.16	113.45	113.45	113.54	0.007278	1.33	0.39	2.13	0.99
Reach 1	254	PF 3	0.61	113.16	113.47	113.47	113.57	0.007135	1.38	0.44	2.25	1.00
Reach 1	254	PF 4	0.74	113.16	113.51	113.51	113.61	0.006935	1.44	0.52	2.42	0.99
Reach 1	254	PF 5	0.86	113.16	113.53	113.53	113.64	0.006899	1.49	0.58	2.52	1.00
Reach 1	254	PF 6	1.01	113.16	113.56	113.56	113.68	0.006809	1.56	0.65	2.59	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC3_CONOBRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	287	PF 1	0.44	113.41	113.70	113.70	113.80	0.007717	1.38	0.32	1.69	1.01
Reach 1	287	PF 2	0.52	113.41	113.79	113.79	113.83	0.005032	0.82	0.63	9.23	1.00
Reach 1	287	PF 3	0.61	113.41	113.83	113.80	113.85	0.002623	0.54	1.14	12.74	0.57
Reach 1	287	PF 4	0.74	113.41	113.89	113.81	113.90	0.000855	0.35	2.26	31.92	0.35
Reach 1	287	PF 5	0.86	113.41	113.94	113.82	113.94	0.000312	0.26	3.82	35.44	0.21
Reach 1	287	PF 6	1.01	113.41	113.99	113.83	113.99	0.000135	0.20	5.65	36.47	0.14
Reach 1	273	OC3	Culvert									
Reach 1	254	PF 1	0.44	113.16	113.43	113.43	113.51	0.007390	1.28	0.34	2.01	0.99
Reach 1	254	PF 2	0.52	113.16	113.45	113.45	113.54	0.007278	1.33	0.39	2.13	0.99
Reach 1	254	PF 3	0.61	113.16	113.47	113.47	113.57	0.007135	1.38	0.44	2.25	1.00
Reach 1	254	PF 4	0.74	113.16	113.51	113.51	113.61	0.006935	1.44	0.52	2.42	0.99
Reach 1	254	PF 5	0.86	113.16	113.53	113.53	113.64	0.006899	1.49	0.58	2.52	1.00
Reach 1	254	PF 6	1.01	113.16	113.56	113.56	113.68	0.006809	1.56	0.65	2.59	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua se mantiene en 1,69 m, no se generan cambios en la altura de la lámina de agua no genera riesgos de inundación ni afecta la operación hidráulica.

Aguas abajo: La lámina de agua se mantiene en 2,01 m, no se afectan estructuras ni procesos naturales, y se mantiene dentro de parámetros aceptables.

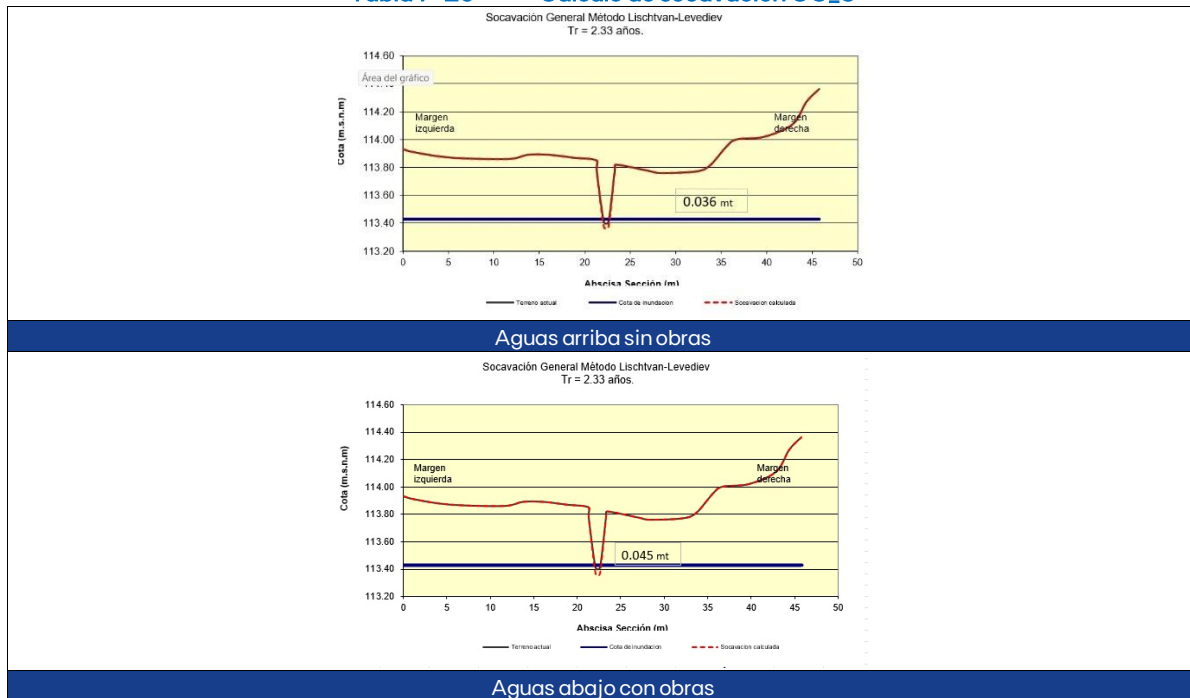
➤ **Número de Froude:**

Con la obra propuesta aguas arriba y abajo no se generan cambios en la sección.

➤ **Conclusión General:**

La obra no genera cambios en la dinámica fluvial con la obra propuesta no representan riesgos para las estructuras, y aseguran estabilidad hidráulica en el sistema. (Ver **Tabla 7-20**).

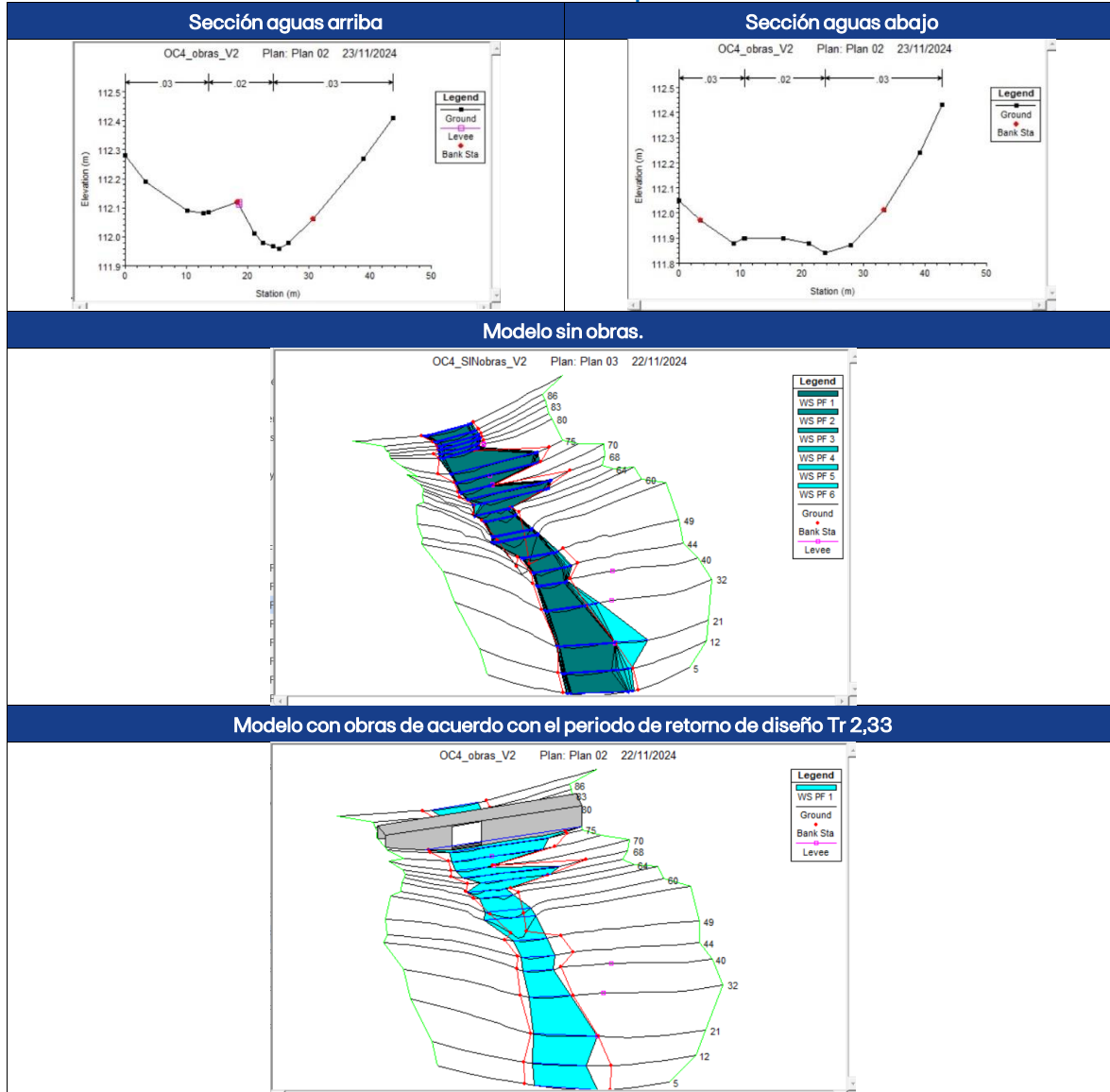
Tabla 7-20 Cálculo de socavación OC_3

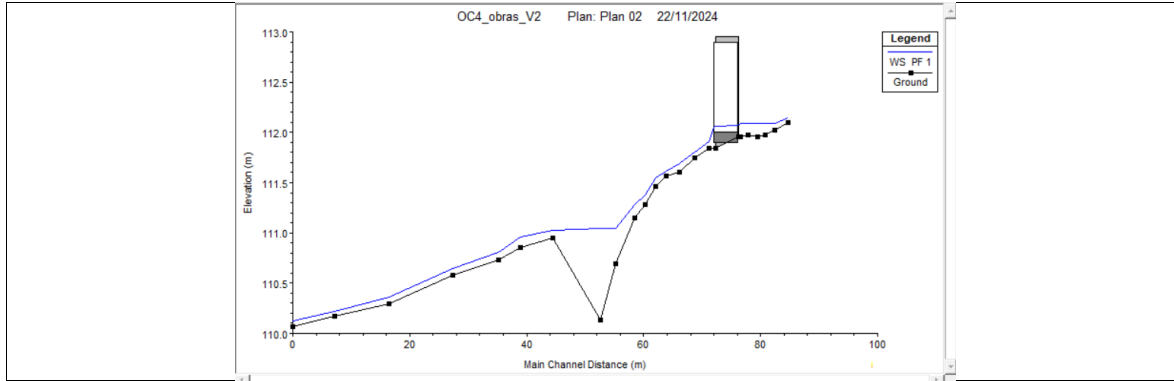


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.5.3.4 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_4

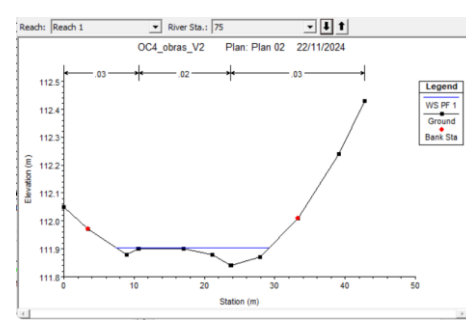
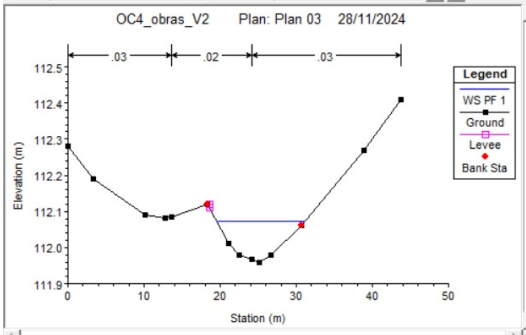
Tabla 7-21 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_4





Resultados con obras sección aguas arriba

Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC4 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	80	PF 1	0.23	111.96	112.03	112.03	112.05	0.015351	0.63	0.37	8.58	0.95
Reach 1	80	PF 2	0.28	111.96	112.03	112.03	112.06	0.016933	0.69	0.41	8.92	1.01
Reach 1	80	PF 3	0.32	111.96	112.04	112.04	112.07	0.015417	0.70	0.46	9.37	0.98
Reach 1	80	PF 4	0.39	111.96	112.05	112.05	112.08	0.015067	0.74	0.53	9.94	0.99
Reach 1	80	PF 5	0.46	111.96	112.06	112.06	112.09	0.013360	0.75	0.63	10.62	0.95
Reach 1	80	PF 6	0.53	111.96	112.06	112.06	112.09	0.014275	0.80	0.67	10.94	0.99
Reach 1	75	PF 1	0.23	111.84	111.90	111.90	111.92	0.019850	0.48	0.48	21.79	1.05
Reach 1	75	PF 2	0.28	111.84	111.91	111.91	111.92	0.021977	0.53	0.52	22.01	1.10
Reach 1	75	PF 3	0.32	111.84	111.91	111.91	111.92	0.014550	0.49	0.66	22.60	0.91
Reach 1	75	PF 4	0.39	111.84	111.91	111.91	111.93	0.020271	0.58	0.67	22.66	1.08
Reach 1	75	PF 5	0.46	111.84	111.92	111.92	111.94	0.016550	0.58	0.80	23.20	0.99
Reach 1	75	PF 6	0.53	111.84	111.92	111.92	111.94	0.016389	0.60	0.88	23.53	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC4OBRAS_VF River: OC4 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	80	PF 1	0.23	111.96	112.07	112.03	112.08	0.001696	0.29	0.81	11.69	0.34
Reach 1	80	PF 2	0.28	111.96	112.09	112.03	112.09	0.001460	0.29	0.97	12.55	0.32
Reach 1	80	PF 3	0.32	111.96	112.10	112.04	112.10	0.001316	0.30	1.10	13.20	0.31
Reach 1	80	PF 4	0.39	111.96	112.11	112.05	112.12	0.001116	0.30	1.34	14.18	0.29
Reach 1	80	PF 5	0.46	111.96	112.13	112.06	112.14	0.000780	0.27	1.95	26.14	0.25
Reach 1	80	PF 6	0.53	111.96	112.15	112.06	112.15	0.000617	0.27	2.37	27.82	0.23
Reach 1	78	OC4	Culvert									
Reach 1	75	PF 1	0.23	111.84	111.90	111.90	111.92	0.019850	0.48	0.48	21.79	1.05
Reach 1	75	PF 2	0.28	111.84	111.91	111.91	111.92	0.021977	0.53	0.52	22.01	1.10
Reach 1	75	PF 3	0.32	111.84	111.91	111.91	111.92	0.014550	0.49	0.66	22.60	0.91
Reach 1	75	PF 4	0.39	111.84	111.91	111.91	111.93	0.020271	0.58	0.67	22.66	1.08
Reach 1	75	PF 5	0.46	111.84	111.92	111.92	111.94	0.016550	0.58	0.80	23.20	0.99
Reach 1	75	PF 6	0.53	111.84	111.92	111.92	111.94	0.016389	0.60	0.88	23.53	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ Lámina de Agua:

Aguas arriba: La lámina de agua pasa de 8,58 m a 11,69 m (+3,10 m). Este aumento significativo es controlado, sin riesgos de inundación, y se encuentra dentro de los parámetros de diseño esperados para el flujo.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 21,79 m, indicando que la obra no altera las condiciones hidráulicas en esta sección.

➤ Número de Froude:

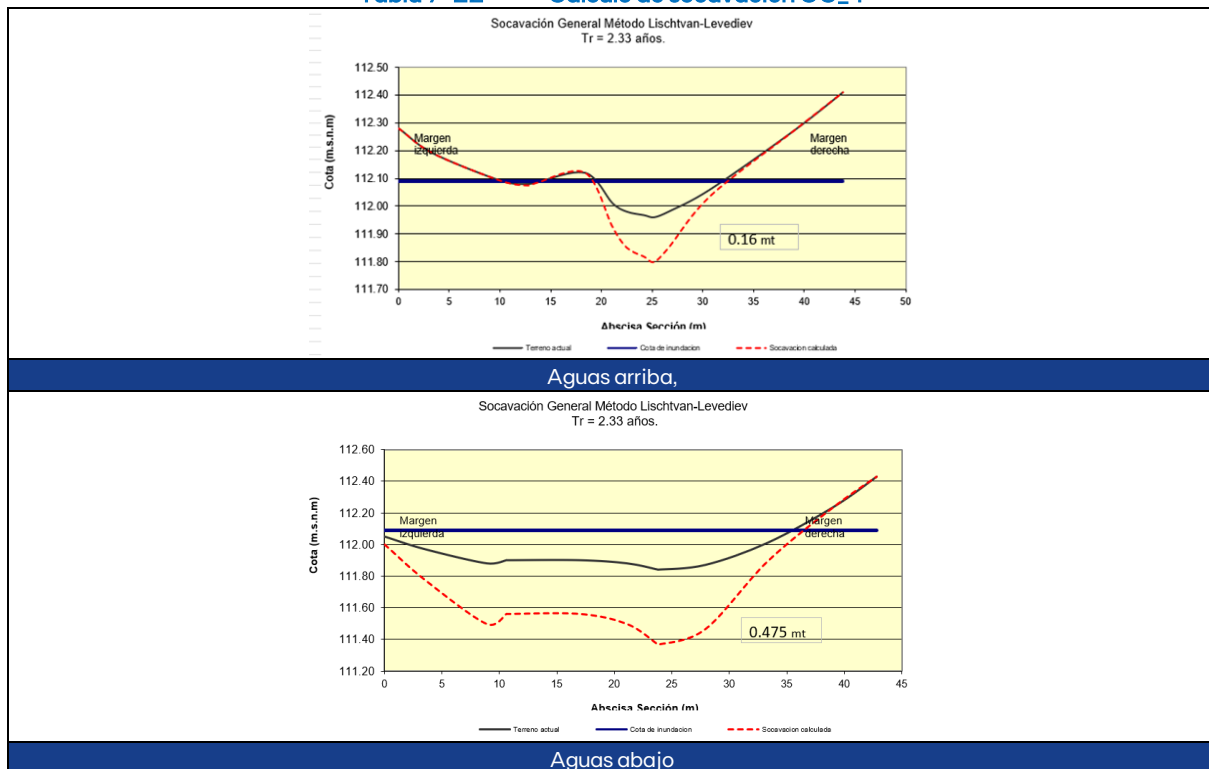
Aguas arriba: El número de Froude cambia de 0,95 a 0,34 (subcrítico a crítico). La transición es manejable, con condiciones críticas controladas y sin riesgos de inestabilidad.

Aguas abajo: El número de Froude permanece en 1,05 (subcrítico). El flujo se mantiene estable y no genera resaltos ni afectaciones significativas al sistema.

➤ Conclusión General:

Los cambios observados en la lámina de agua y el número de Froude son manejables, no representan riesgos para las estructuras, y garantizan estabilidad hidráulica tanto aguas arriba como aguas abajo.

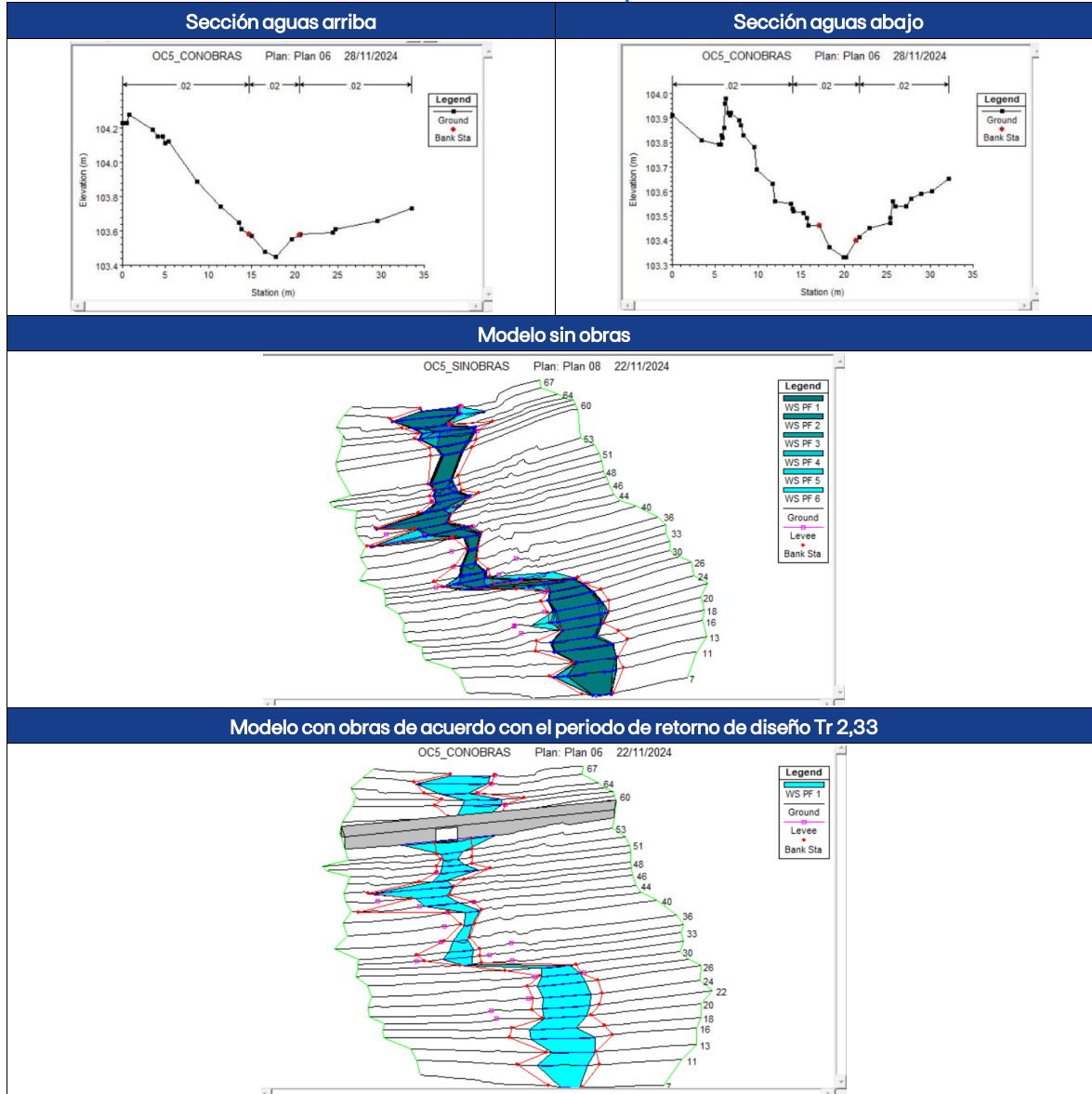
Tabla 7-22 Cálculo de socavación OC_4

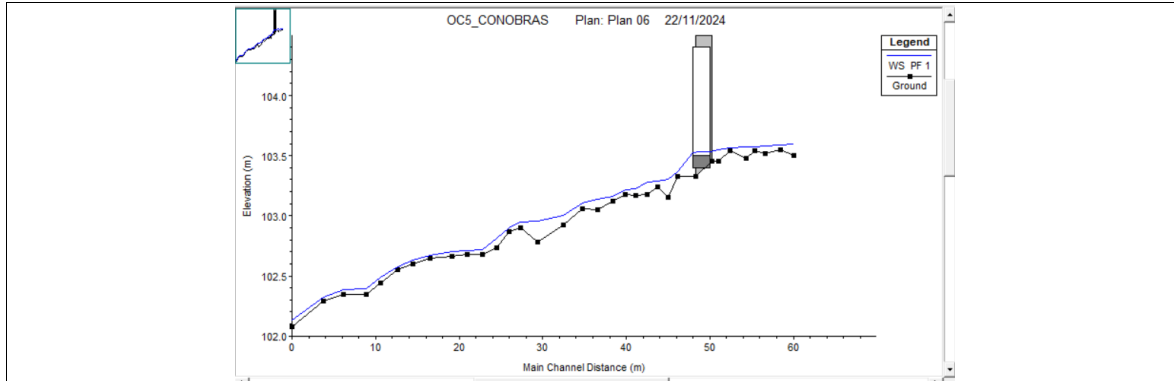


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

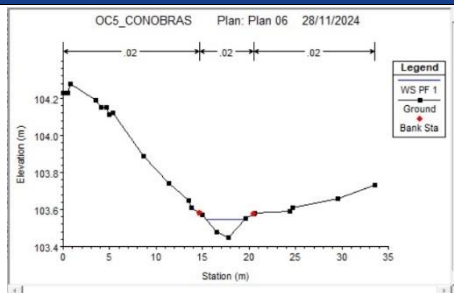
7.4.5.3.5 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_5

Tabla 7-23 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_5

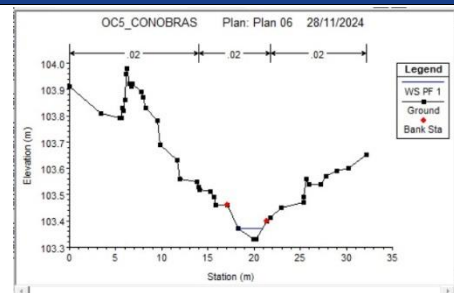




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC5 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	58	PF 1	0.03	103.45	103.49	103.49	103.51	0.016184	0.53	0.06	2.32	1.09
Reach 1	58	PF 2	0.03	103.45	103.49	103.49	103.51	0.016184	0.53	0.06	2.32	1.09
Reach 1	58	PF 3	0.04	103.45	103.50	103.50	103.52	0.016012	0.58	0.07	2.50	1.11
Reach 1	58	PF 4	0.05	103.45	103.51	103.51	103.52	0.012262	0.56	0.09	2.77	1.00
Reach 1	58	PF 5	0.06	103.45	103.51	103.51	103.53	0.012636	0.60	0.10	2.91	1.02
Reach 1	58	PF 6	0.07	103.45	103.52	103.52	103.53	0.011627	0.60	0.12	3.08	1.00
Reach 1	53	PF 1	0.03	103.33	103.37	103.37	103.38	0.015373	0.50	0.06	2.61	1.05
Reach 1	53	PF 2	0.03	103.33	103.37	103.37	103.38	0.015373	0.50	0.06	2.61	1.05
Reach 1	53	PF 3	0.04	103.33	103.38	103.38	103.39	0.013120	0.52	0.08	2.80	1.00
Reach 1	53	PF 4	0.05	103.33	103.38	103.38	103.40	0.012421	0.55	0.09	2.95	1.00
Reach 1	53	PF 5	0.06	103.33	103.39	103.39	103.40	0.012282	0.58	0.10	3.08	1.01
Reach 1	53	PF 6	0.07	103.33	103.39	103.39	103.41	0.011751	0.60	0.12	3.21	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 06 River: OC5 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	58	PF 1	0.03	103.45	103.55	103.49	103.55	0.000365	0.14	0.22	4.09	0.19
Reach 1	58	PF 2	0.03	103.45	103.55	103.49	103.55	0.000365	0.14	0.22	4.09	0.19
Reach 1	58	PF 3	0.04	103.45	103.55	103.50	103.56	0.000426	0.15	0.26	4.47	0.20
Reach 1	58	PF 4	0.05	103.45	103.56	103.51	103.56	0.000471	0.17	0.30	4.88	0.22
Reach 1	58	PF 5	0.06	103.45	103.57	103.51	103.57	0.000496	0.18	0.34	5.27	0.22
Reach 1	58	PF 6	0.07	103.45	103.58	103.52	103.58	0.000515	0.19	0.38	5.74	0.23
Reach 1	56	OC5	Culvert									
Reach 1	53	PF 1	0.03	103.33	103.37	103.37	103.38	0.015373	0.50	0.06	2.61	1.05
Reach 1	53	PF 2	0.03	103.33	103.37	103.37	103.38	0.015373	0.50	0.06	2.61	1.05
Reach 1	53	PF 3	0.04	103.33	103.38	103.38	103.39	0.013120	0.52	0.08	2.80	1.00
Reach 1	53	PF 4	0.05	103.33	103.38	103.38	103.40	0.012421	0.55	0.09	2.95	1.00
Reach 1	53	PF 5	0.06	103.33	103.39	103.39	103.40	0.012282	0.58	0.10	3.08	1.01
Reach 1	53	PF 6	0.07	103.33	103.39	103.39	103.41	0.011751	0.60	0.12	3.21	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ Lámina de Agua:

Aguas arriba: La lámina de agua pasa de 2,32 m a 4,09 m (+1,77 m). Este aumento, aunque considerable, está dentro de los parámetros de diseño y no compromete la estabilidad del flujo ni genera riesgos de inundación o represamientos significativos.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 2,61 m, indicando que no hay alteraciones en las condiciones hidráulicas en esta sección.

➤ Número de Froude:

Aguas arriba: El número de Froude cambia de 1,09 (supercrítico) a 0,19 (subcrítico). La transición a régimen subcrítico estabiliza el flujo y reduce velocidades, minimizando riesgos de erosión,

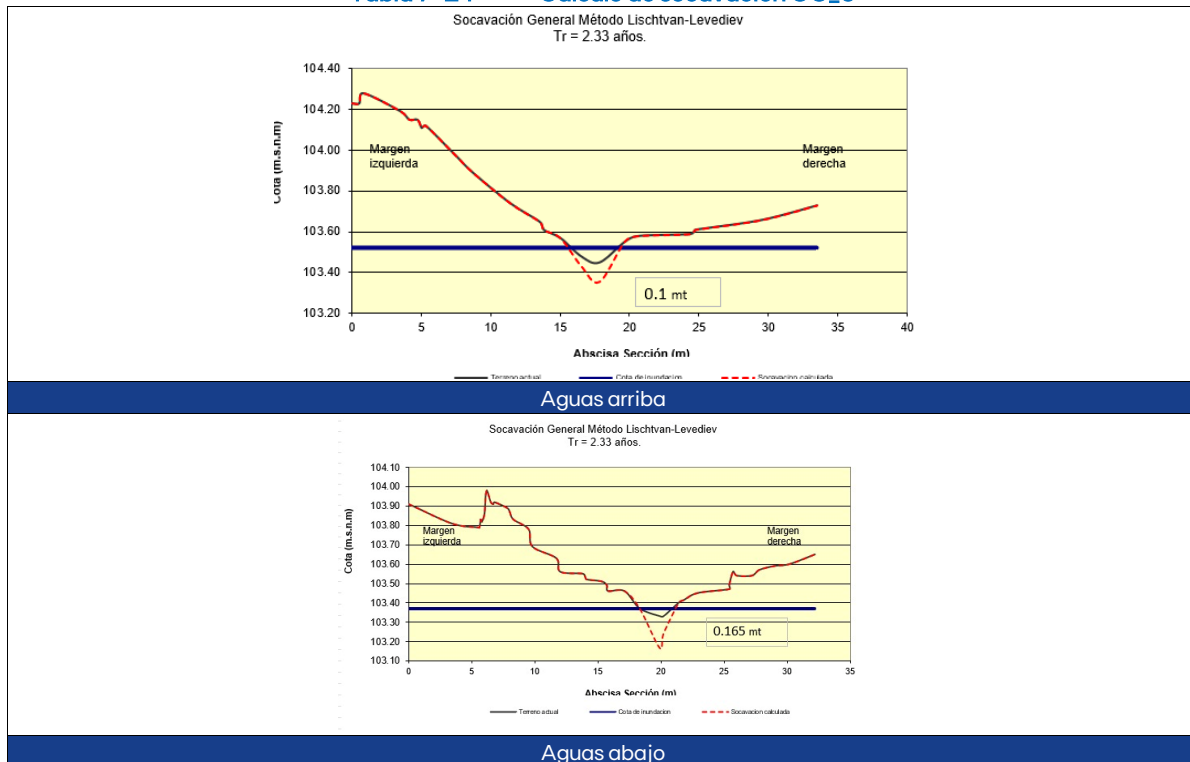
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,05 (crítico), asegurando un flujo estable sin generar resaltos ni afectaciones a la dinámica del sistema.

➤ Conclusión General:

Los cambios observados en la lámina de agua y el número de Froude no comprometen la estabilidad del flujo ni de las estructuras hidráulicas, y se encuentran dentro de los parámetros de diseño del sistema. La obra garantiza condiciones hidráulicas aceptables tanto aguas arriba como aguas abajo.

Basándonos en los análisis hidráulicos realizados, a continuación, se presenta el cálculo de la socavación general, con la cual podemos identificar las áreas de erosión y sedimentación dentro del tramo donde se proyecta la ocupación de cauce. (Ver **Tabla 7-24**).

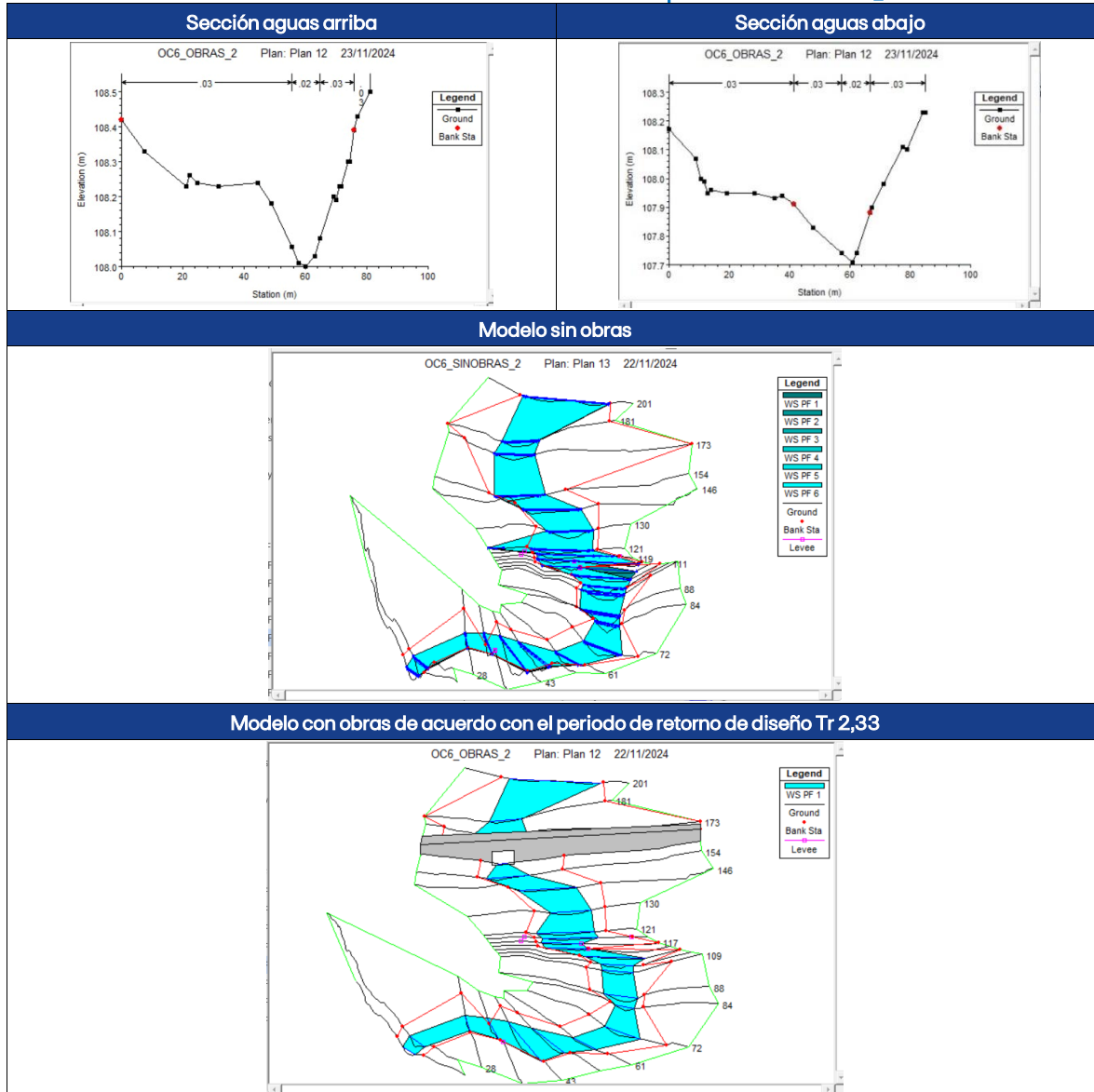
Tabla 7-24 Cálculo de socavación OC_5

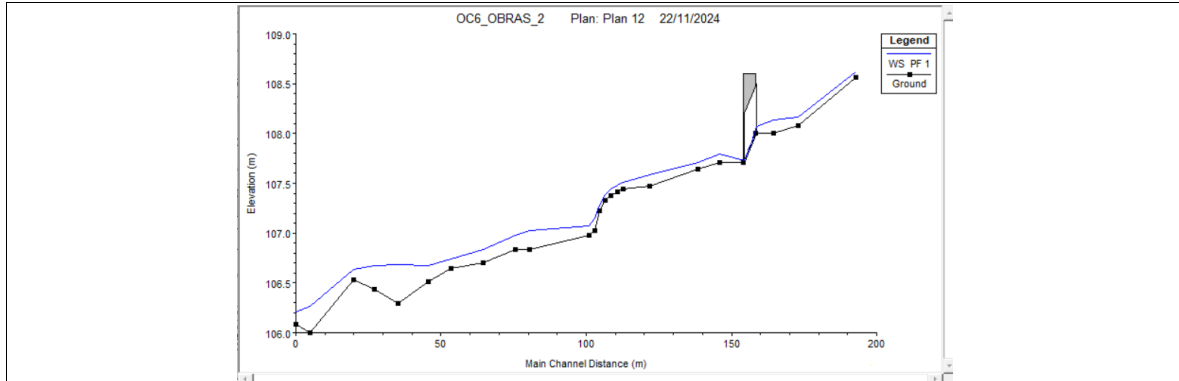


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

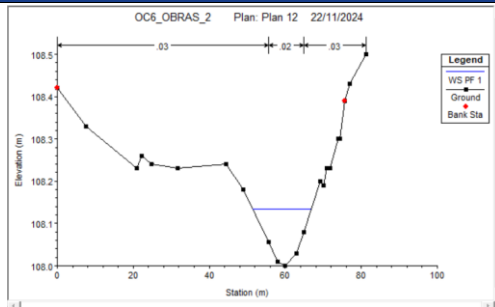
7.4.5.3.6 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_6

Tabla 7-25 Análisis hidráulico de la ocupación de cauce OC_6

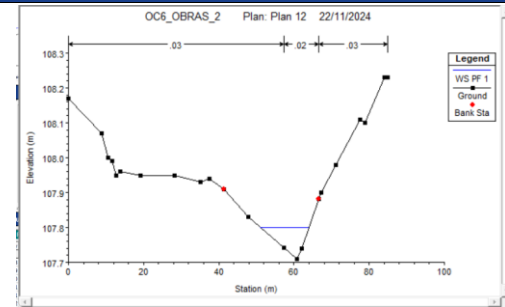




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 13 River: OC_6 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	173	PF 1	0.39	108.00	108.08	108.08	108.11	0.009556	0.71	0.55	10.78	1.00
Reach 1	173	PF 2	0.46	108.00	108.09	108.09	108.12	0.009004	0.73	0.63	11.39	1.00
Reach 1	173	PF 3	0.54	108.00	108.10	108.10	108.13	0.008786	0.76	0.71	11.99	1.00
Reach 1	173	PF 4	0.66	108.00	108.11	108.11	108.14	0.008255	0.79	0.83	12.88	1.00
Reach 1	173	PF 5	0.76	108.00	108.11	108.11	108.15	0.008225	0.82	0.92	13.48	1.01
Reach 1	173	PF 6	0.80	108.00	108.12	108.12	108.15	0.008222	0.84	0.96	13.71	1.01
Reach 1	154	PF 1	0.39	107.71	107.80	107.80	107.82	0.011201	0.67	0.58	12.85	1.01
Reach 1	154	PF 2	0.46	107.71	107.81	107.81	107.83	0.010964	0.69	0.67	13.78	1.00
Reach 1	154	PF 3	0.54	107.71	107.81	107.81	107.84	0.011017	0.71	0.76	14.68	1.00
Reach 1	154	PF 4	0.66	107.71	107.82	107.82	107.85	0.011027	0.74	0.89	15.90	1.00
Reach 1	154	PF 5	0.76	107.71	107.83	107.83	107.86	0.011040	0.76	1.00	16.82	1.00
Reach 1	154	PF 6	0.80	107.71	107.83	107.83	107.86	0.011082	0.77	1.04	17.15	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 12 River: OC_6 Reach: Reach 1													Reload Data
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	
Reach 1	173	PF 1	0.39	108.00	108.13	108.08	108.14	0.001025	0.32	1.22	15.28	0.36	
Reach 1	173	PF 2	0.46	108.00	108.15	108.09	108.16	0.000847	0.31	1.48	16.74	0.33	
Reach 1	173	PF 3	0.54	108.00	108.17	108.10	108.17	0.000710	0.30	1.79	18.32	0.31	
Reach 1	173	PF 4	0.66	108.00	108.19	108.11	108.20	0.000577	0.29	2.28	21.20	0.28	
Reach 1	173	PF 5	0.76	108.00	108.21	108.11	108.22	0.000498	0.28	2.74	24.09	0.26	
Reach 1	173	PF 6	0.80	108.00	108.22	108.12	108.22	0.000470	0.27	2.92	24.87	0.25	
Reach 1	165	OC6											
Reach 1	154	PF 1	0.39	107.71	107.80	107.80	107.82	0.011201	0.67	0.58	12.85	1.01	
Reach 1	154	PF 2	0.46	107.71	107.81	107.81	107.83	0.010948	0.69	0.67	13.79	0.99	
Reach 1	154	PF 3	0.54	107.71	107.81	107.81	107.84	0.011287	0.72	0.75	14.61	1.01	
Reach 1	154	PF 4	0.66	107.71	107.82	107.82	107.85	0.011109	0.74	0.89	15.88	1.00	
Reach 1	154	PF 5	0.76	107.71	107.83	107.83	107.86	0.011062	0.76	1.00	16.81	1.00	
Reach 1	154	PF 6	0.80	107.71	107.83	107.83	107.86	0.011082	0.77	1.04	17.15	1.00	

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ Lámina de Agua:

Aguas arriba: La lámina de agua pasa de 10,78 m a 15,28 m (+4,51 m). Este aumento está asociado a la transición a régimen subcrítico y se encuentra dentro de los parámetros de diseño, No compromete la estabilidad del flujo ni genera riesgos de inundación o represamientos significativos.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 12,85 m, indicando que no hay alteraciones en las condiciones hidráulicas en esta sección.

➤ Número de Froude:

Aguas arriba: El número de Froude cambia de 1,00 (crítico) a 0,36 (subcrítico). La transición estabiliza el flujo, reduce velocidades y minimiza riesgos de erosión.

Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,01 (crítico), asegurando un flujo estable sin resaltos ni afectaciones al sistema.

➤ Profundidad:

Aguas arriba: La profundidad varía de 108,8 m a 108,13 m (-0,67 m), indicando una mayor acumulación en la sección.

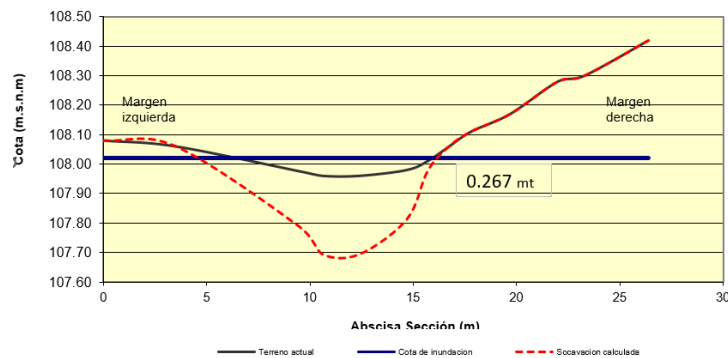
Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 107,8 m, lo que confirma que las condiciones se mantienen estables en esta sección.

➤ Conclusión General:

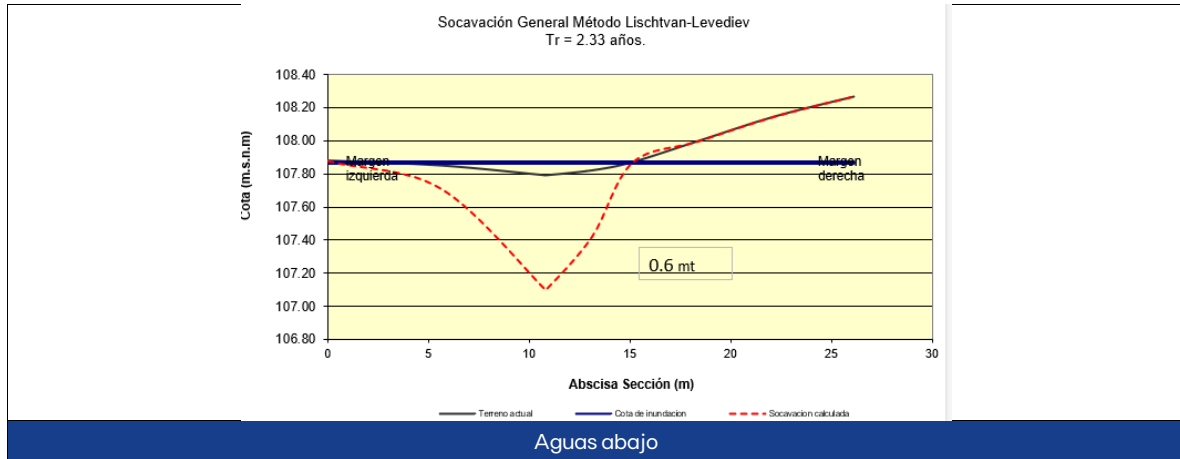
Los cambios observados en la lámina de agua, el número de Froude y la profundidad aguas arriba no afectan la estabilidad del flujo ni comprometen las estructuras hidráulicas. Aguas abajo, las condiciones permanecen estables y dentro de los parámetros de diseño, garantizando una operación hidráulica adecuada. (ver Tabla 7-26).

Tabla 7-26 Cálculo de socavación OC_6

Socavación General Método Lischtnan-Levediev
Tr = 2.33 años.



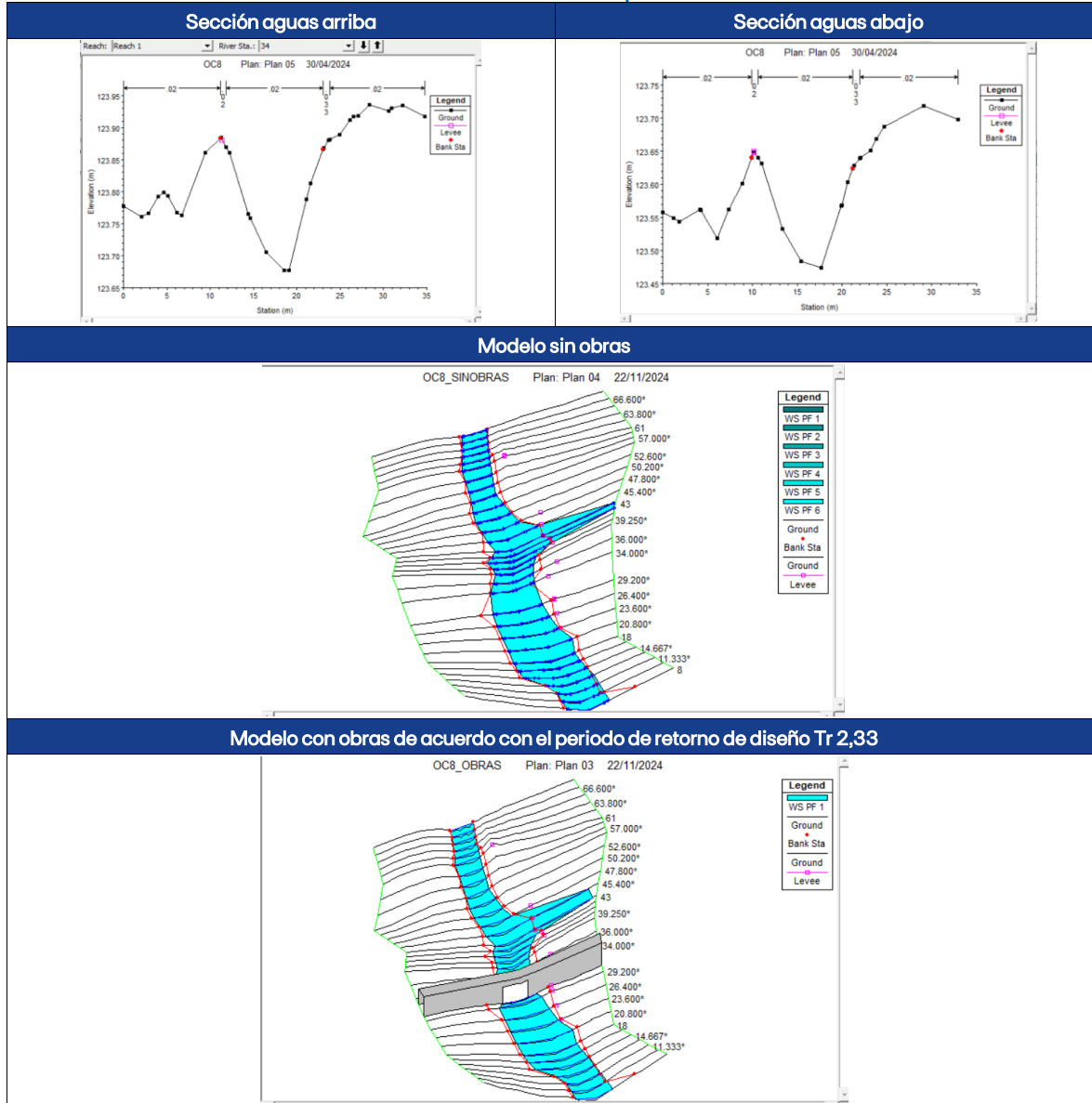
Aguas arriba

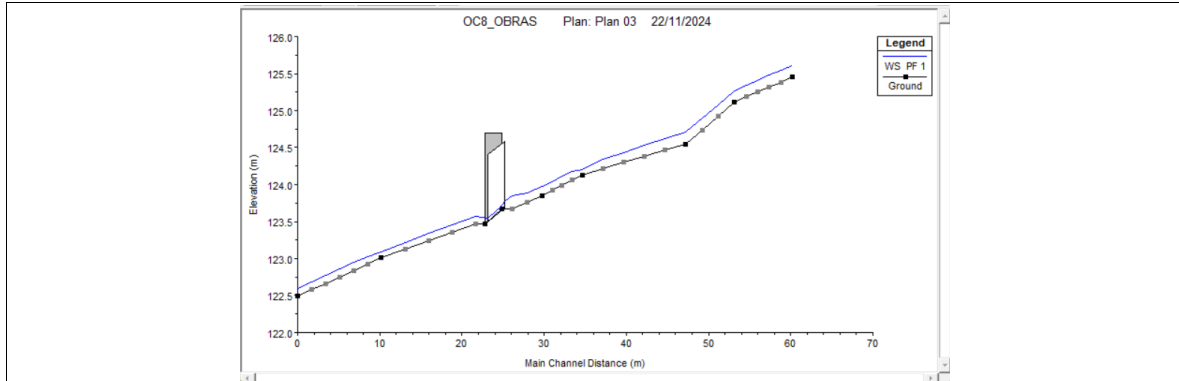


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

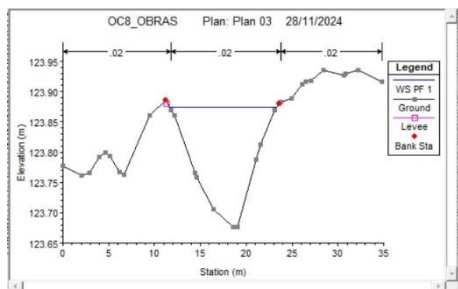
7.4.5.3.7 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_8

Tabla 7-27 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_8

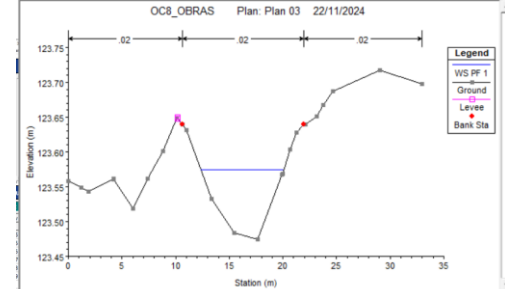




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo,



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC8 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	34.000*	PF 1	0.40	123.68	123.79	123.79	123.82	0.009624	0.84	0.48	7.14	1.01
Reach 1	34.000*	PF 2	0.48	123.68	123.80	123.80	123.84	0.008636	0.87	0.56	7.60	0.98
Reach 1	34.000*	PF 3	0.55	123.68	123.81	123.81	123.85	0.008283	0.91	0.62	7.94	0.97
Reach 1	34.000*	PF 4	0.68	123.68	123.82	123.82	123.87	0.007651	0.96	0.73	8.58	0.96
Reach 1	34.000*	PF 5	0.79	123.68	123.83	123.83	123.88	0.007228	1.00	0.83	9.11	0.95
Reach 1	34.000*	PF 6	0.92	123.68	123.84	123.84	123.90	0.006784	1.04	0.95	9.72	0.93
Reach 1	29.200*	PF 1	0.40	123.47	123.57	123.57	123.61	0.010406	0.81	0.49	7.69	1.03
Reach 1	29.200*	PF 2	0.48	123.47	123.59	123.59	123.62	0.009445	0.83	0.58	8.17	1.00
Reach 1	29.200*	PF 3	0.55	123.47	123.59	123.59	123.63	0.009383	0.86	0.64	8.49	1.00
Reach 1	29.200*	PF 4	0.68	123.47	123.61	123.61	123.65	0.009159	0.91	0.75	9.06	1.01
Reach 1	29.200*	PF 5	0.79	123.47	123.62	123.62	123.66	0.008979	0.94	0.84	9.55	1.01
Reach 1	29.200*	PF 6	0.92	123.47	123.63	123.63	123.67	0.008482	0.96	0.96	10.15	0.99

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC8_OBRAS River: OC8 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	34.000*	PF 1	0.40	123.68	123.87	123.79	123.88	0.000728	0.31	1.28	11.67	0.30
Reach 1	34.000*	PF 2	0.48	123.68	123.90	123.80	123.90	0.000202	0.19	2.79	25.63	0.16
Reach 1	34.000*	PF 3	0.55	123.68	123.92	123.81	123.92	0.000160	0.18	3.30	27.93	0.15
Reach 1	34.000*	PF 4	0.68	123.68	123.96	123.82	123.96	0.000111	0.17	4.43	34.77	0.13
Reach 1	34.000*	PF 5	0.79	123.68	123.98	123.83	123.98	0.000087	0.17	5.37	34.77	0.12
Reach 1	34.000*	PF 6	0.92	123.68	124.01	123.84	124.01	0.000069	0.16	6.42	34.77	0.10
Reach 1	31	OC8	Culvert									
Reach 1	29.200*	PF 1	0.40	123.47	123.57	123.57	123.61	0.010406	0.81	0.49	7.69	1.03
Reach 1	29.200*	PF 2	0.48	123.47	123.59	123.59	123.62	0.009445	0.83	0.58	8.17	1.00
Reach 1	29.200*	PF 3	0.55	123.47	123.59	123.59	123.63	0.009383	0.86	0.64	8.49	1.00
Reach 1	29.200*	PF 4	0.68	123.47	123.61	123.61	123.65	0.009159	0.91	0.75	9.06	1.01
Reach 1	29.200*	PF 5	0.79	123.47	123.62	123.62	123.66	0.008979	0.94	0.84	9.55	1.01
Reach 1	29.200*	PF 6	0.92	123.47	123.63	123.63	123.67	0.008482	0.96	0.96	10.15	0.99

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad disminuye de 123,79 m a 123,57 m (-0,22 m), acompañado de un incremento en el ancho de la lámina, lo que indica una transición a régimen subcrítico controlada, sin generar riesgos de inundación ni comprometer la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 123,57 m, lo que confirma que las condiciones hidráulicas aguas abajo no se ven afectadas por la obra.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: El ancho de la lámina aumenta de 7,14 m a 11,59 m (+4,45 m), reflejando una expansión del flujo asociada a la transición a flujo subcrítico. Este cambio es manejable y está dentro de los parámetros del diseño.

Aguas abajo: El ancho de la lámina permanece constante en 7,69 m, lo que indica estabilidad hidráulica en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

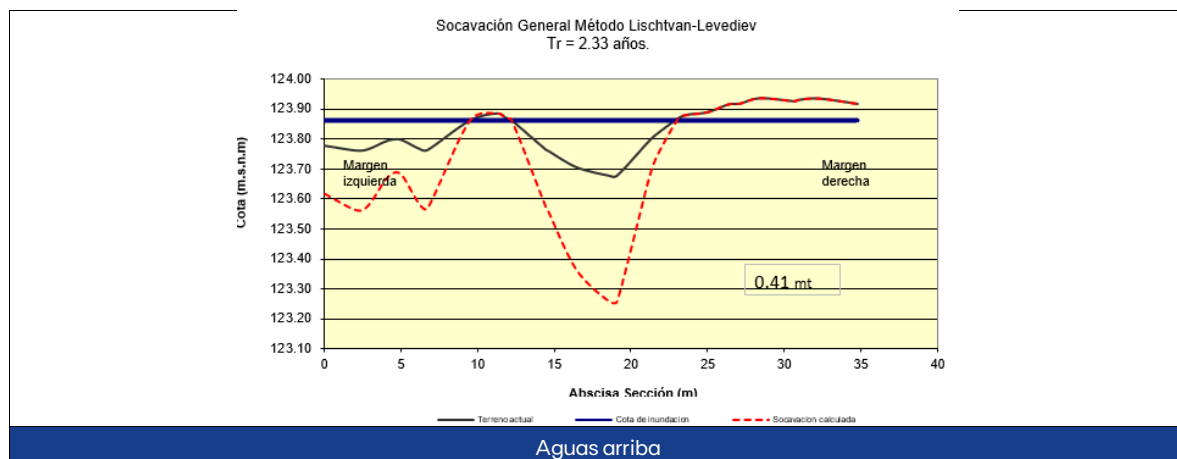
Aguas arriba: El número de Froude cambia de 1,01 (crítico) a 0,28 (subcrítico). Este cambio reduce velocidades y estabiliza el flujo, minimizando riesgos de erosión.

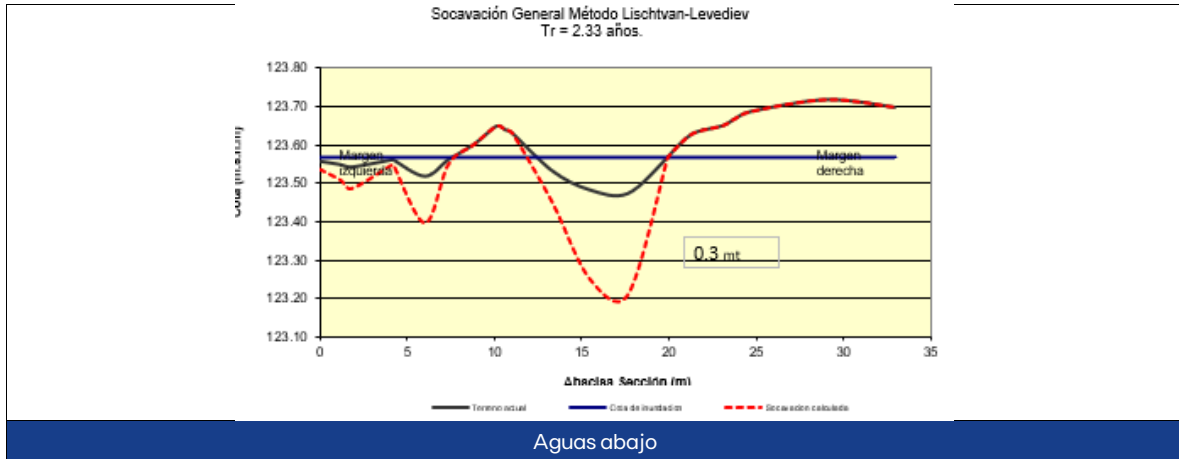
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,03 (crítico), garantizando un flujo estable sin formación de resaltos hidráulicos.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude aguas arriba son controlados, no comprometen la estabilidad del flujo ni generan riesgos de inundación. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, confirmando que el sistema opera dentro de los parámetros de diseño sin afectaciones significativas. (Ver **Tabla 7-28**).

Tabla 7-28 Cálculo de socavación OC_8

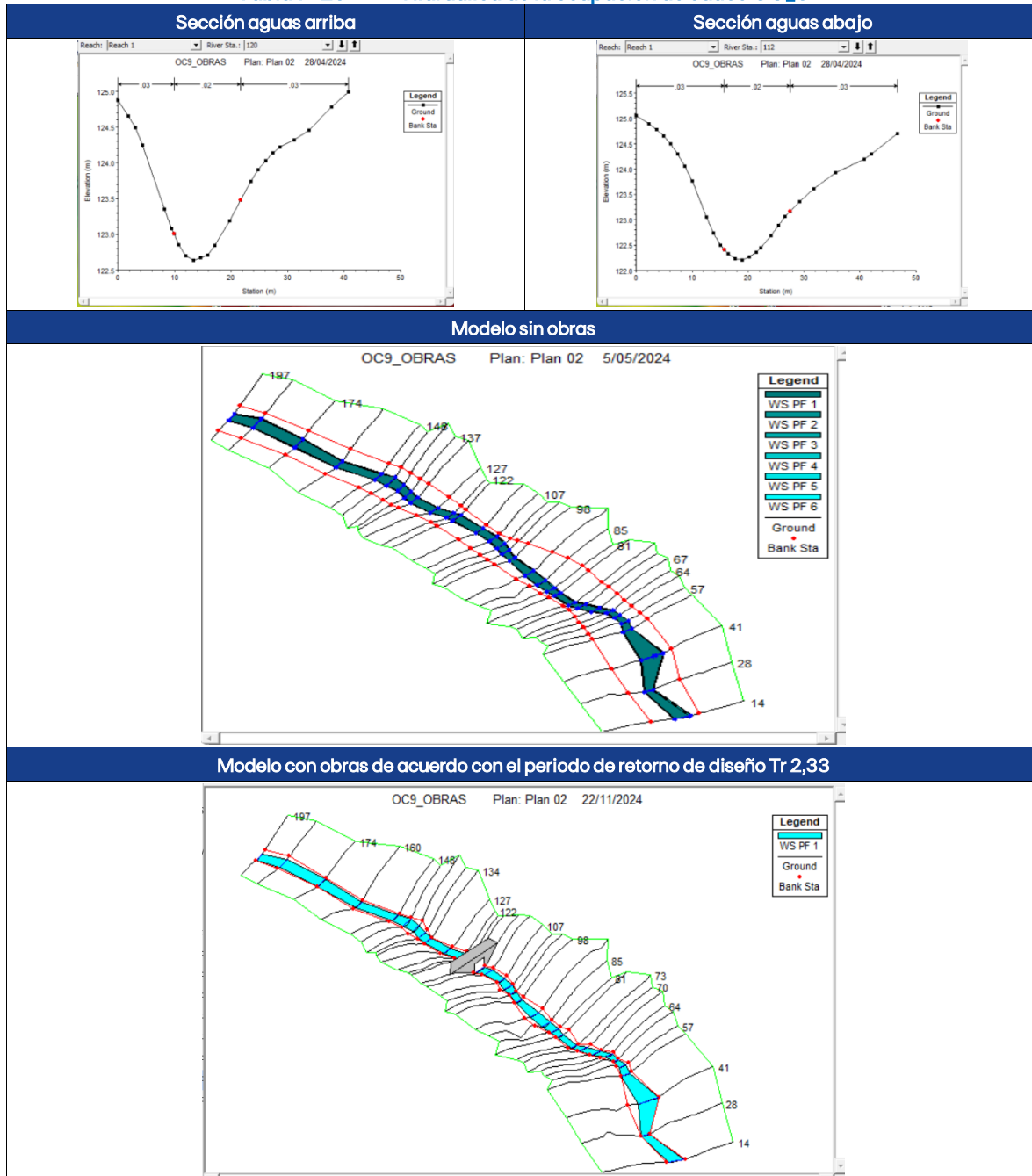


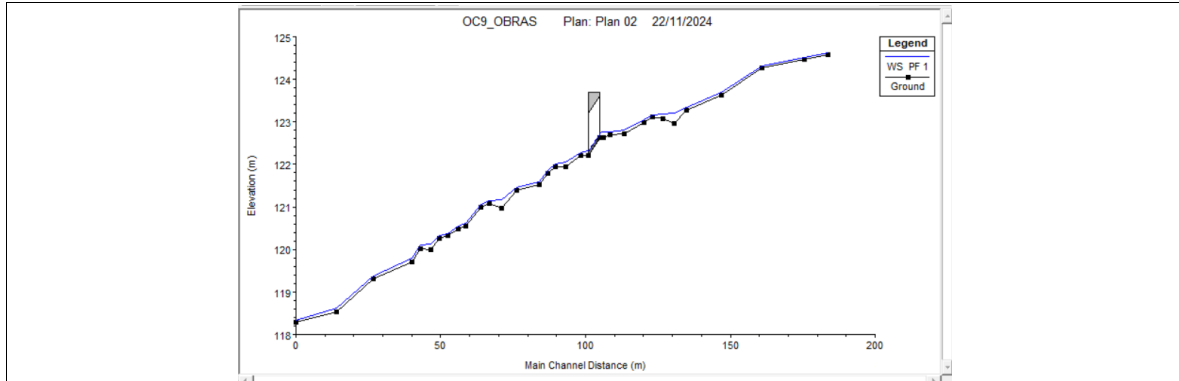


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

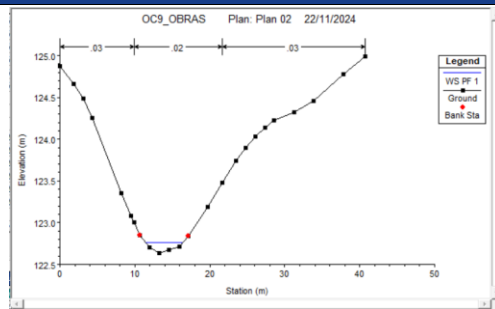
7.4.5.3.8 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_9

Tabla 7-29 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_9

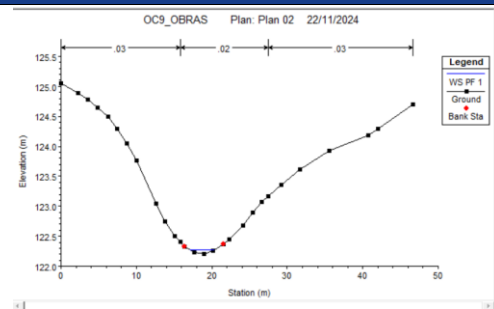




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo,



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC9 River: OC9 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	120	PF 1	0.08	122.64	122.70	122.70	122.72	0.013888	0.62	0.13	3.76	1.07
Reach 1	120	PF 2	0.09	122.64	122.71	122.71	122.73	0.009355	0.56	0.16	4.03	0.90
Reach 1	120	PF 3	0.11	122.64	122.71	122.71	122.74	0.012079	0.66	0.17	4.07	1.03
Reach 1	120	PF 4	0.13	122.64	122.72	122.72	122.74	0.010820	0.67	0.19	4.18	0.99
Reach 1	120	PF 5	0.15	122.64	122.73	122.73	122.75	0.010754	0.70	0.21	4.26	1.00
Reach 1	120	PF 6	0.18	122.64	122.73	122.73	122.76	0.010195	0.74	0.24	4.39	1.00
Reach 1	112	PF 1	0.08	122.20	122.27	122.27	122.29	0.008653	0.57	0.14	3.23	0.88
Reach 1	112	PF 2	0.09	122.20	122.27	122.27	122.29	0.011142	0.65	0.14	3.22	1.00
Reach 1	112	PF 3	0.11	122.20	122.28	122.28	122.30	0.010751	0.68	0.16	3.40	1.00
Reach 1	112	PF 4	0.13	122.20	122.29	122.29	122.31	0.010478	0.71	0.18	3.56	1.00
Reach 1	112	PF 5	0.15	122.20	122.29	122.29	122.32	0.010697	0.74	0.20	3.69	1.02
Reach 1	112	PF 6	0.18	122.20	122.30	122.30	122.33	0.010252	0.77	0.23	3.91	1.01

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC9_CONOBRAS River: OC9 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	120	PF 1	0.08	122.64	122.76	122.70	122.76	0.000597	0.22	0.37	4.87	0.25
Reach 1	120	PF 2	0.09	122.64	122.76	122.71	122.77	0.000629	0.23	0.39	4.95	0.26
Reach 1	120	PF 3	0.11	122.64	122.77	122.71	122.78	0.000682	0.25	0.44	5.11	0.28
Reach 1	120	PF 4	0.13	122.64	122.78	122.72	122.79	0.000719	0.27	0.48	5.26	0.29
Reach 1	120	PF 5	0.15	122.64	122.79	122.73	122.79	0.000746	0.29	0.52	5.41	0.29
Reach 1	120	PF 6	0.18	122.64	122.80	122.73	122.81	0.000772	0.31	0.59	5.61	0.30
Reach 1	116	OC9	Culvert									
Reach 1	112	PF 1	0.08	122.20	122.27	122.27	122.29	0.008653	0.57	0.14	3.23	0.88
Reach 1	112	PF 2	0.09	122.20	122.27	122.27	122.29	0.011142	0.65	0.14	3.22	1.00
Reach 1	112	PF 3	0.11	122.20	122.28	122.28	122.30	0.010751	0.68	0.16	3.40	1.00
Reach 1	112	PF 4	0.13	122.20	122.29	122.29	122.31	0.010478	0.71	0.18	3.56	1.00
Reach 1	112	PF 5	0.15	122.20	122.29	122.29	122.32	0.010697	0.74	0.20	3.69	1.02
Reach 1	112	PF 6	0.18	122.20	122.30	122.30	122.33	0.010252	0.77	0.23	3.91	1.01

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 122,70 m a 122,76 m (+0,06 m), indicando un ligero incremento controlado que no compromete la estabilidad del flujo ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad se mantiene constante en 122,27 m, reflejando que no hay alteraciones en las condiciones hidráulicas en esta sección.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 3,76 m a 4,87 m (+1,11 m), reflejando una expansión asociada a la transición a régimen subcrítico. Este cambio es manejable y está dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua se mantiene constante en 3,23 m, lo que confirma estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

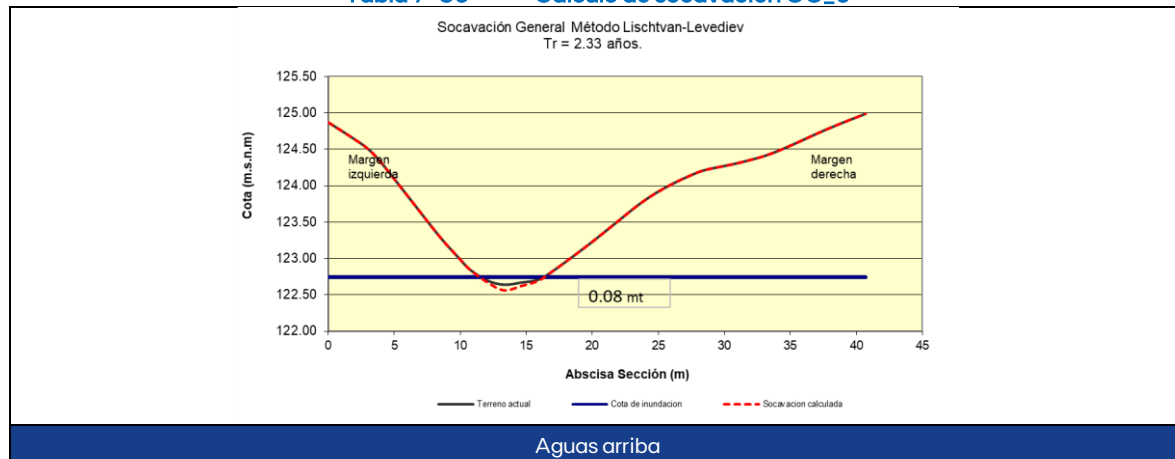
Aguas arriba: El número de Froude cambia de 1,07 (supercrítico) a 0,25 (subcrítico). Este cambio estabiliza el flujo, reduce velocidades y minimiza riesgos de erosión.

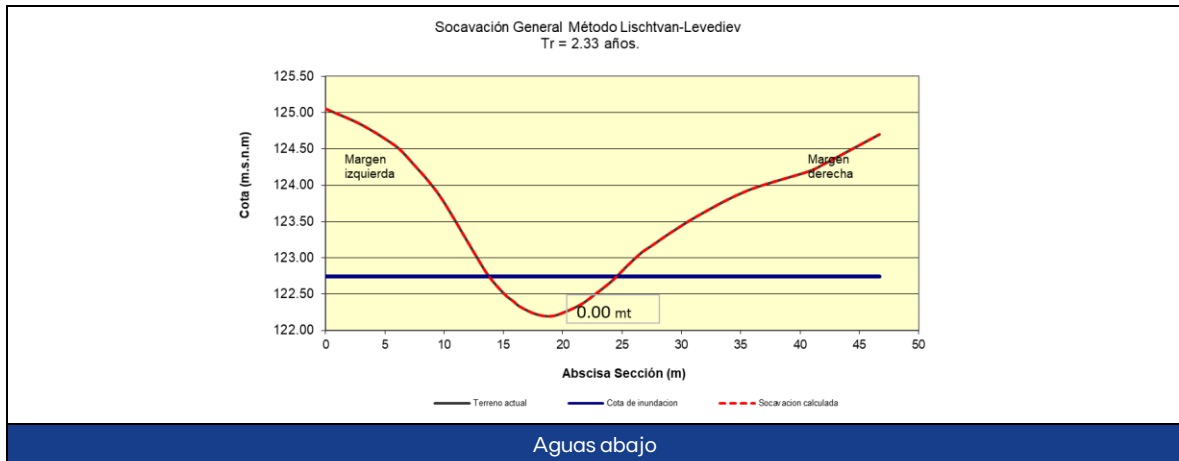
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,88 (subcrítico), indicando que el flujo se mantiene estable sin generar resaltos hidráulicos.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude aguas arriba son controlados, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni comprometen la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, confirmando que el sistema opera adecuadamente y sin afectaciones significativas. (Ver **Tabla 7-30**).

Tabla 7-30 Cálculo de socavación OC_9

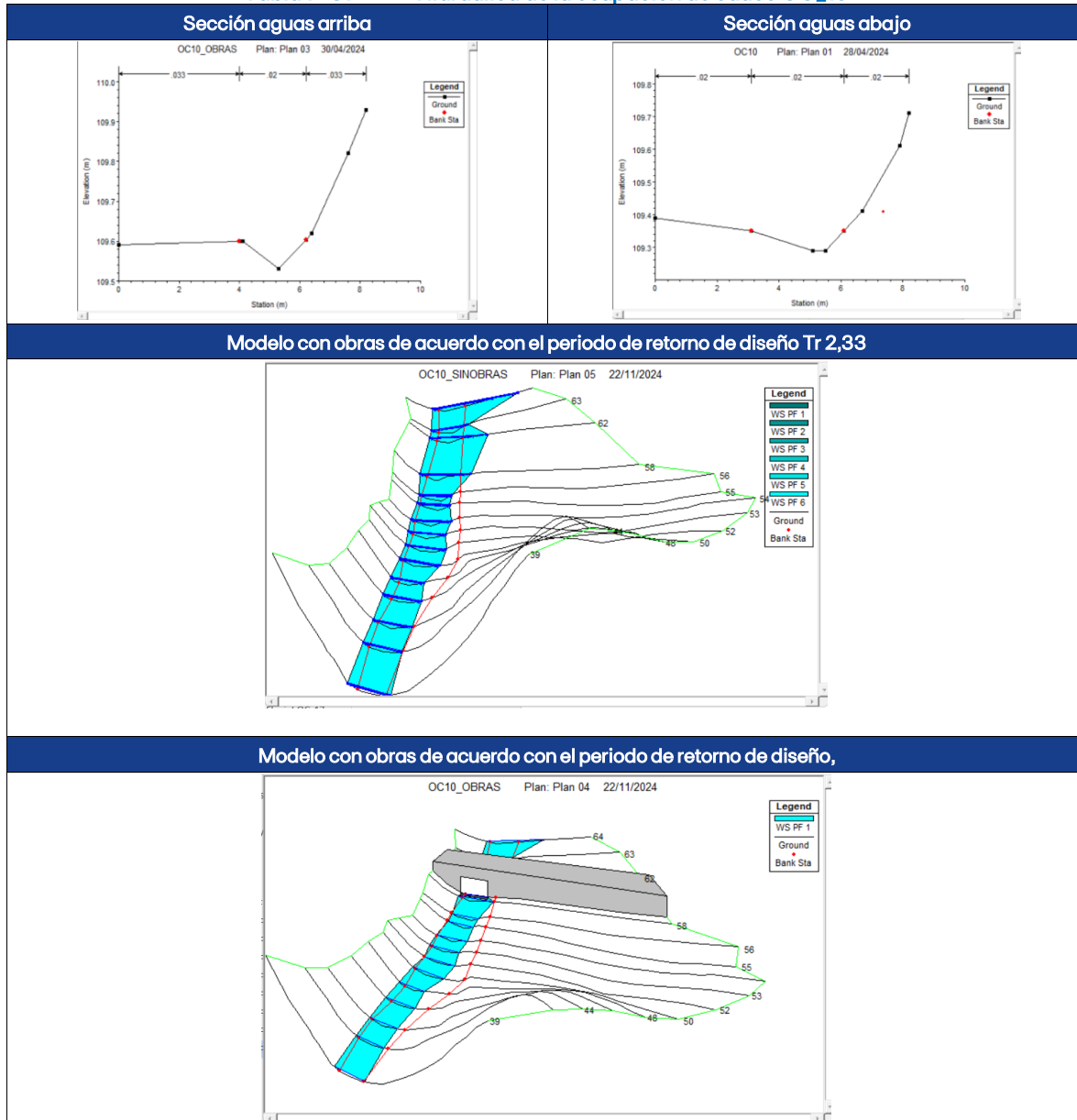


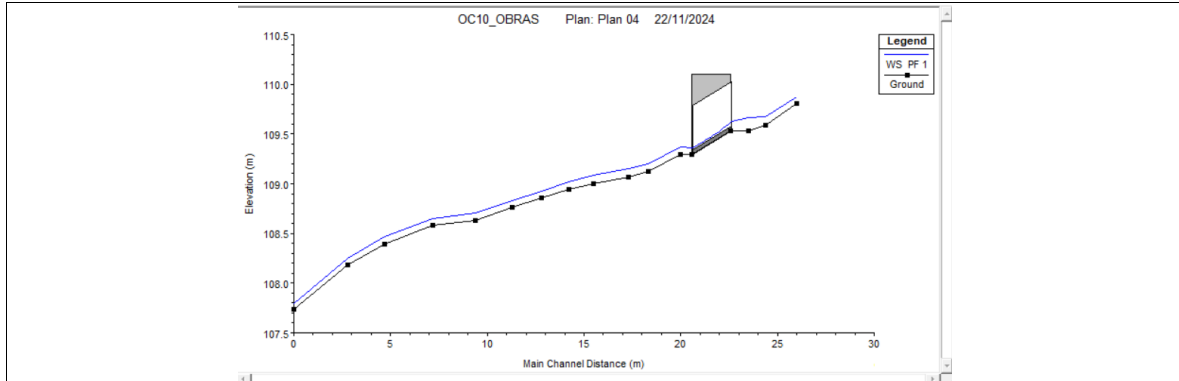


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

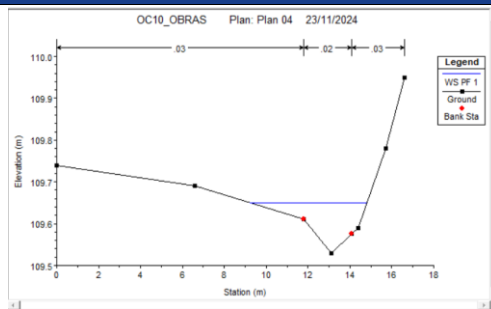
7.4.5.3.9 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_10

Tabla 7-31 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_10

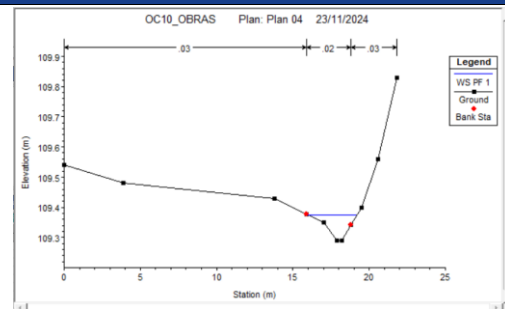




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: OC10 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	62	PF 1	0.08	109.53	109.62	109.62	109.64	0.007766	0.62	0.14	3.17	0.86
Reach 1	62	PF 2	0.09	109.53	109.62	109.62	109.64	0.009682	0.70	0.14	3.19	0.96
Reach 1	62	PF 3	0.11	109.53	109.62	109.62	109.65	0.008967	0.74	0.16	3.75	0.95
Reach 1	62	PF 4	0.13	109.53	109.63	109.63	109.66	0.008060	0.76	0.20	4.32	0.92
Reach 1	62	PF 5	0.16	109.53	109.64	109.64	109.67	0.007290	0.79	0.24	5.06	0.89
Reach 1	62	PF 6	0.17	109.53	109.64	109.64	109.68	0.007359	0.81	0.26	5.23	0.90
Reach 1	58	PF 1	0.08	109.29	109.37	109.37	109.40	0.010637	0.64	0.13	3.19	0.98
Reach 1	58	PF 2	0.09	109.29	109.38	109.38	109.40	0.010548	0.66	0.14	3.39	0.98
Reach 1	58	PF 3	0.11	109.29	109.39	109.39	109.41	0.009801	0.70	0.17	3.75	0.97
Reach 1	58	PF 4	0.13	109.29	109.39	109.39	109.42	0.009207	0.73	0.19	4.08	0.96
Reach 1	58	PF 5	0.16	109.29	109.40	109.40	109.43	0.008450	0.77	0.23	4.54	0.94
Reach 1	58	PF 6	0.17	109.29	109.40	109.40	109.43	0.009273	0.81	0.23	4.57	0.98

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC10 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	62	PF 1	0.08	109.53	109.65	109.62	109.66	0.001298	0.35	0.28	5.58	0.38
Reach 1	62	PF 2	0.09	109.53	109.66	109.62	109.66	0.001193	0.36	0.33	6.11	0.37
Reach 1	62	PF 3	0.11	109.53	109.67	109.62	109.68	0.001004	0.36	0.42	7.13	0.35
Reach 1	62	PF 4	0.13	109.53	109.68	109.63	109.69	0.000854	0.36	0.52	8.11	0.33
Reach 1	62	PF 5	0.16	109.53	109.70	109.64	109.71	0.000707	0.36	0.70	10.38	0.31
Reach 1	62	PF 6	0.17	109.53	109.71	109.64	109.71	0.000662	0.36	0.76	11.22	0.30
Reach 1	60	OC10										
Reach 1	60	Culvert										
Reach 1	58	PF 1	0.08	109.29	109.37	109.37	109.40	0.010637	0.64	0.13	3.19	0.98
Reach 1	58	PF 2	0.09	109.29	109.38	109.38	109.40	0.010548	0.66	0.14	3.39	0.98
Reach 1	58	PF 3	0.11	109.29	109.39	109.39	109.41	0.009801	0.70	0.17	3.75	0.97
Reach 1	58	PF 4	0.13	109.29	109.39	109.39	109.42	0.009207	0.73	0.19	4.08	0.96
Reach 1	58	PF 5	0.16	109.29	109.40	109.40	109.43	0.008450	0.77	0.23	4.54	0.94
Reach 1	58	PF 6	0.17	109.29	109.40	109.40	109.43	0.009273	0.81	0.23	4.57	0.98

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 109,62 m a 109,65 m (+0,03 m). Este incremento es ligero y controlado, sin comprometer la estabilidad del flujo ni generar riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad se mantiene constante en 109,37 m, indicando que las condiciones hidráulicas aguas abajo no se ven afectadas.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: El ancho de la lámina de agua aumenta de 3,17 m a 5,58 m (+2,41 m), reflejando una expansión asociada a la transición a régimen subcrítico. Este cambio está dentro de los parámetros del diseño y no genera riesgos significativos.

Aguas abajo: El ancho de la lámina de agua se mantiene constante en 3,19 m, mostrando estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,86 (subcrítico) a 0,38 (subcrítico). Este cambio reduce velocidades y estabiliza el flujo, minimizando riesgos de erosión.

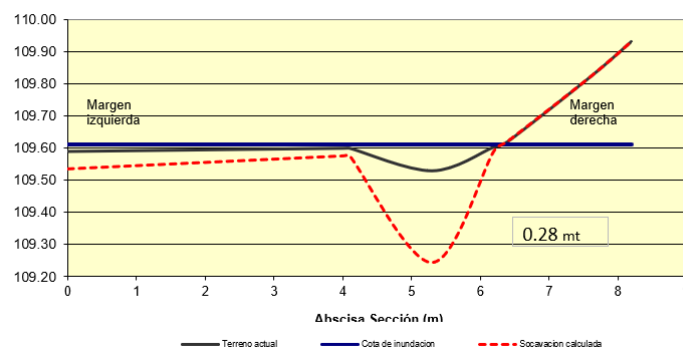
Aguas abajo: El número de Froude se mantiene constante en 0,98 (subcrítico), indicando un flujo estable y sin alteraciones en la dinámica hidráulica.

➤ **Conclusión General:**

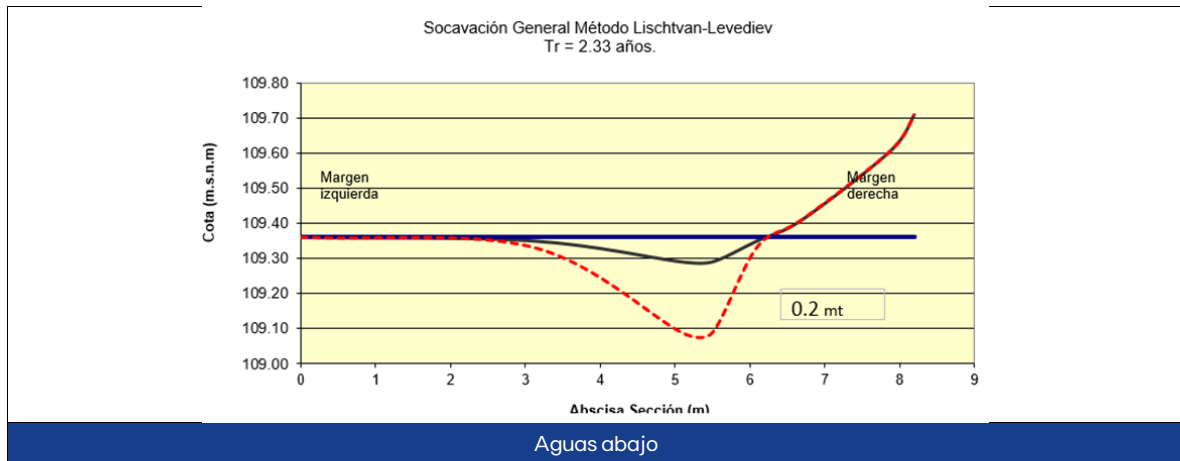
Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de la lámina de agua y número de Froude son manejables, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni comprometen la estabilidad del flujo. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando estabilidad hidráulica y operación adecuada del sistema. (Ver **Tabla 7-32**).

Tabla 7-32 Cálculo de socavación OC_10

Socavación General Método Lischvan-Levediev
Tr = 2.33 años.



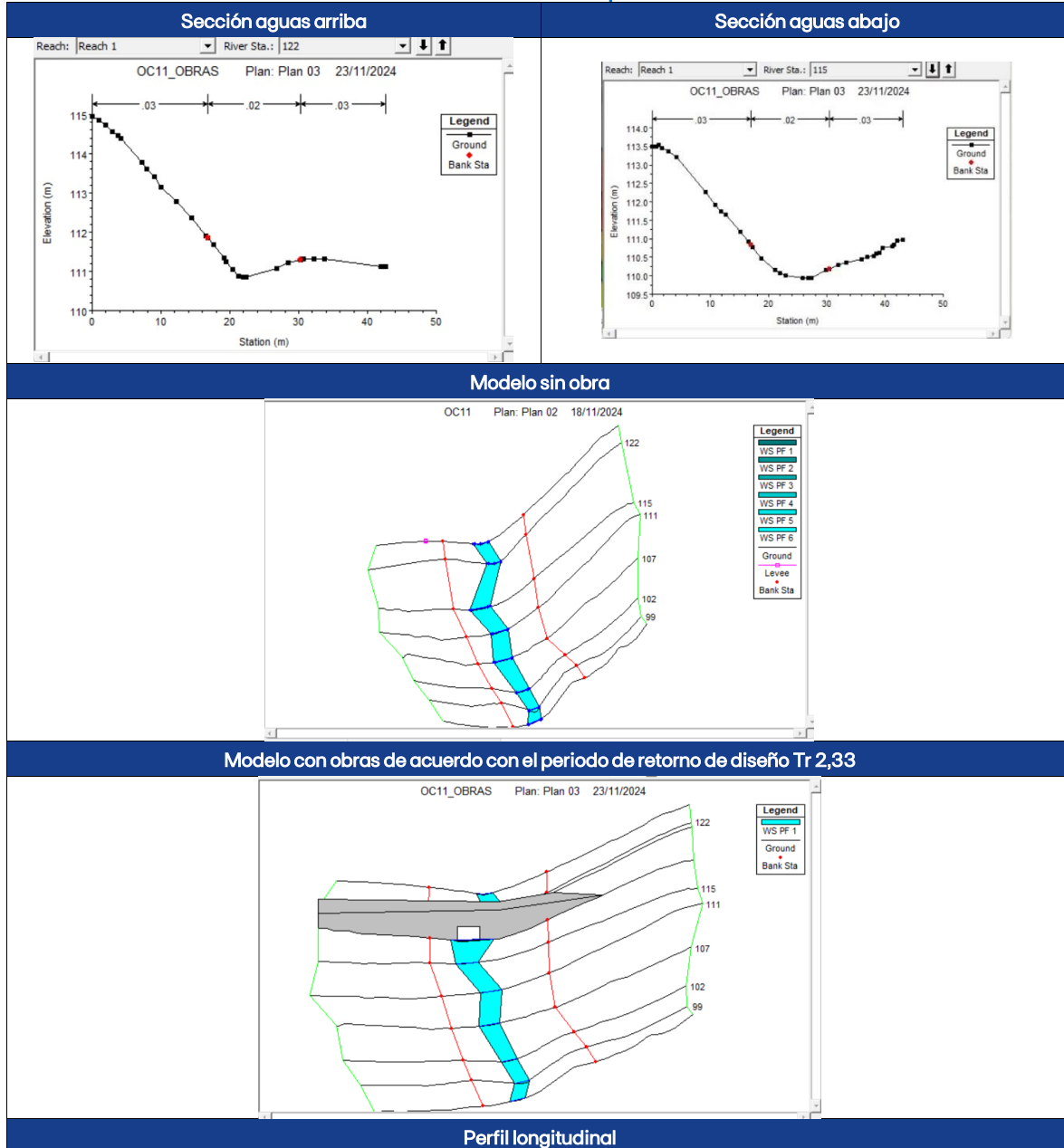
Aguas arriba

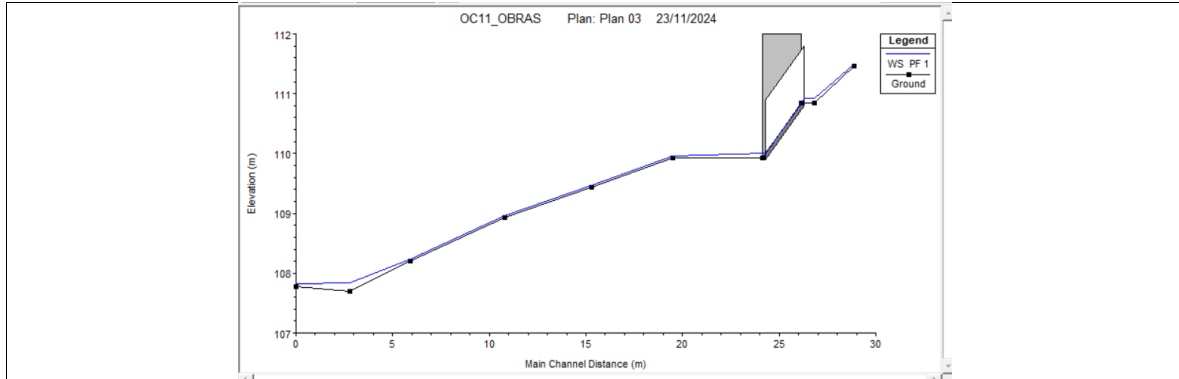


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

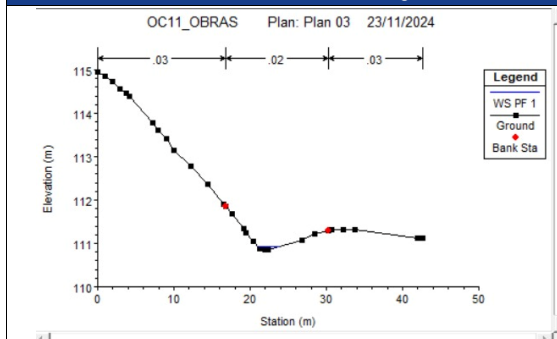
7.4.5.3.10 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_11

Tabla 7-33 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_11

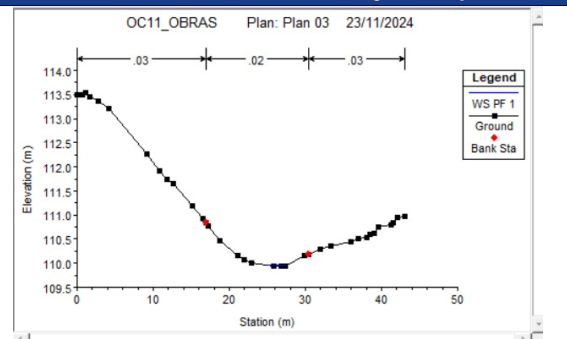




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC11_VF River: OC11 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	122	PF 1	0.02	110.85	110.89	110.89	110.90	0.013587	0.48	0.04	1.76	1.00
Reach 1	122	PF 2	0.03	110.85	110.89	110.89	110.91	0.012869	0.53	0.06	1.98	1.00
Reach 1	122	PF 3	0.03	110.85	110.89	110.89	110.91	0.012869	0.53	0.06	1.98	1.00
Reach 1	122	PF 4	0.04	110.85	110.90	110.90	110.92	0.012409	0.57	0.07	2.14	1.00
Reach 1	122	PF 5	0.05	110.85	110.91	110.91	110.93	0.008631	0.53	0.09	2.40	0.86
Reach 1	122	PF 6	0.05	110.85	110.91	110.91	110.93	0.008631	0.53	0.09	2.40	0.86
Reach 1	115	PF 1	0.02	109.93	109.96	109.96	109.97	0.015192	0.43	0.05	2.52	1.01
Reach 1	115	PF 2	0.03	109.93	109.97	109.97	109.98	0.016828	0.50	0.06	2.79	1.09
Reach 1	115	PF 3	0.03	109.93	109.97	109.97	109.98	0.016828	0.50	0.06	2.79	1.09
Reach 1	115	PF 4	0.04	109.93	109.98	109.98	109.99	0.009622	0.44	0.09	3.34	0.86
Reach 1	115	PF 5	0.05	109.93	109.98	109.98	109.99	0.012858	0.52	0.10	3.42	1.00
Reach 1	115	PF 6	0.05	109.93	109.98	109.98	109.99	0.012858	0.52	0.10	3.42	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC11_OBRAS River: OC11 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	122	PF 1	0.02	110.85	110.93	110.89	110.93	0.000408	0.14	0.15	2.87	0.20
Reach 1	122	PF 2	0.03	110.85	110.94	110.89	110.94	0.000563	0.17	0.17	3.10	0.23
Reach 1	122	PF 3	0.03	110.85	110.94	110.89	110.94	0.000563	0.17	0.17	3.10	0.23
Reach 1	122	PF 4	0.04	110.85	110.95	110.90	110.95	0.000673	0.20	0.20	3.31	0.26
Reach 1	122	PF 5	0.05	110.85	110.96	110.91	110.96	0.000750	0.22	0.23	3.50	0.28
Reach 1	122	PF 6	0.05	110.85	110.96	110.91	110.96	0.000750	0.22	0.23	3.50	0.28
Reach 1	120	OC11_OBRAS										
Reach 1	115	PF 1	0.02	109.93	109.96	109.96	109.97	0.015192	0.43	0.05	2.52	1.01
Reach 1	115	PF 2	0.03	109.93	109.97	109.97	109.98	0.016828	0.50	0.06	2.79	1.09
Reach 1	115	PF 3	0.03	109.93	109.97	109.97	109.98	0.016828	0.50	0.06	2.79	1.09
Reach 1	115	PF 4	0.04	109.93	109.98	109.98	109.99	0.009622	0.44	0.09	3.34	0.86
Reach 1	115	PF 5	0.05	109.93	109.98	109.98	109.99	0.012858	0.52	0.10	3.42	1.00
Reach 1	115	PF 6	0.05	109.93	109.98	109.98	109.99	0.012858	0.52	0.10	3.42	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad disminuye ligeramente de 110,89 m a 110,93 m (-0,04 m), acompañado de un incremento en el ancho de la lámina. Este cambio es controlado y no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad se mantiene constante en 109,93 m, indicando que las condiciones hidráulicas en esta sección permanecen estables.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 1,76 m a 2,87 m (+1,11 m), reflejando una expansión del flujo asociada a la transición a régimen subcrítico. Este cambio es manejable y está dentro de los parámetros del diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua se mantiene constante en 2,52 m, lo que confirma estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

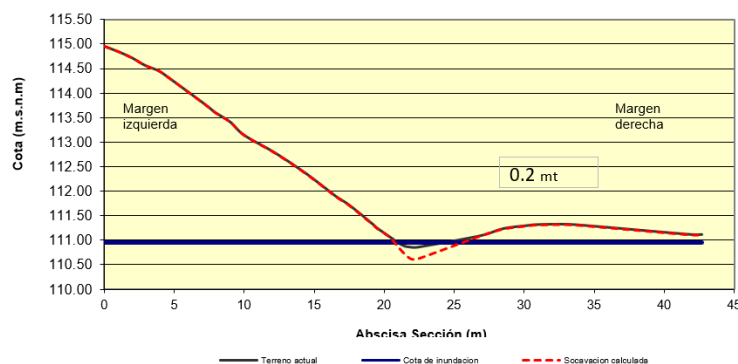
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,20 (subcrítico), estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

Aguas abajo: El número de Froude se mantiene constante en 1,01 (crítico), asegurando un flujo estable sin formación de resaltos hidráulicos.

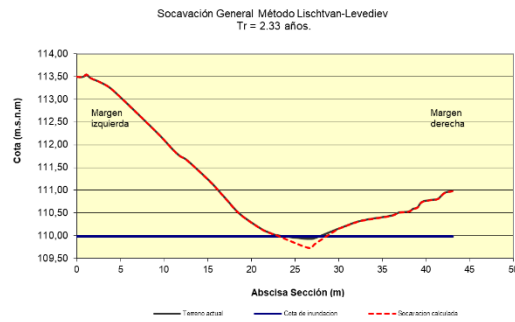
➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni afectan la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo estable y seguro para el sistema. (Ver **Tabla 7-34**).

Tabla 7-34 Cálculo de socavación OC_11
Socavación General Método Liscitvan-Levediev
Tr = 2.33 años.

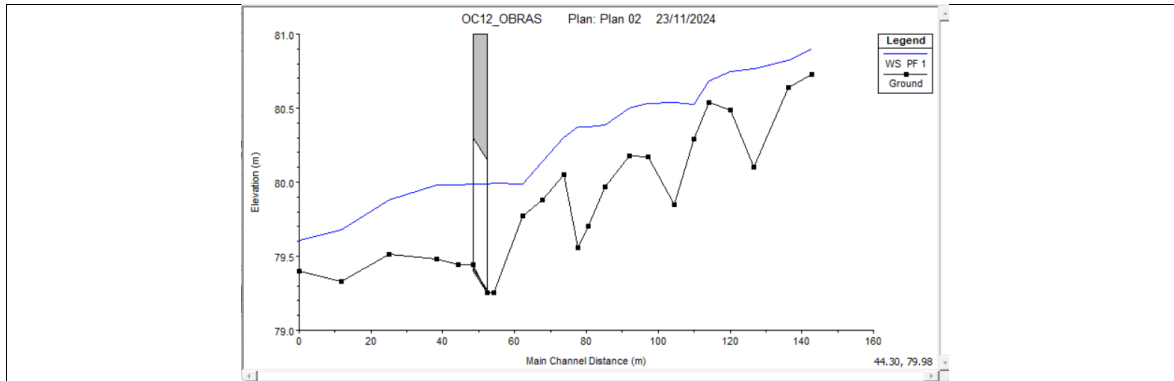


Aguas arriba

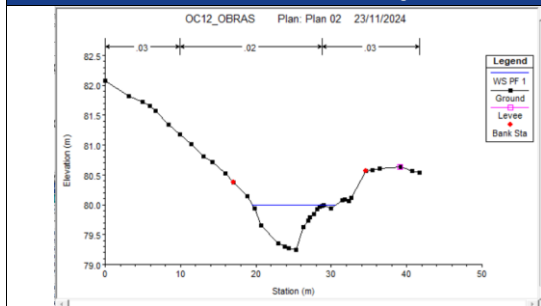


Aguas abajo

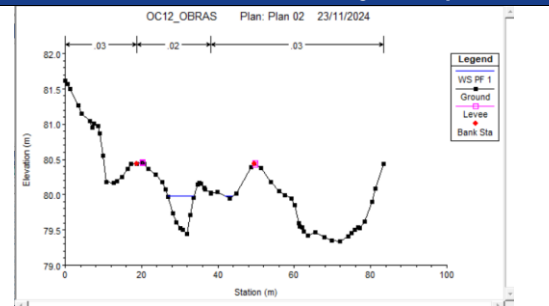
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.



Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC12 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chnl
Reach 1	89	PF 1	1.06	79.25	79.99	79.54	80.00	0.000097	0.27	3.93	11.01	0.14
Reach 1	89	PF 2	1.25	79.25	80.03	79.56	80.03	0.000107	0.29	4.29	11.50	0.15
Reach 1	89	PF 3	1.46	79.25	80.06	79.59	80.06	0.000116	0.31	4.68	12.01	0.16
Reach 1	89	PF 4	1.78	79.25	80.10	79.62	80.11	0.000129	0.34	5.26	13.58	0.17
Reach 1	89	PF 5	2.08	79.25	80.14	79.65	80.15	0.000141	0.36	5.75	13.92	0.18
Reach 1	89	PF 6	2.42	79.25	80.18	79.68	80.18	0.000154	0.38	6.29	14.37	0.19
Reach 1	82	PF 1	1.06	79.44	79.98	79.74	79.99	0.000414	0.46	2.28	9.21	0.30
Reach 1	82	PF 2	1.25	79.44	80.02	79.76	80.03	0.000440	0.48	2.61	11.25	0.32
Reach 1	82	PF 3	1.46	79.44	80.05	79.78	80.06	0.000504	0.48	3.07	15.42	0.34
Reach 1	82	PF 4	1.78	79.44	80.10	79.82	80.11	0.000530	0.47	3.83	17.36	0.32
Reach 1	82	PF 5	2.08	79.44	80.13	79.84	80.14	0.000532	0.46	4.49	18.79	0.30
Reach 1	82	PF 6	2.42	79.44	80.17	79.87	80.18	0.000545	0.46	5.26	20.91	0.29

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC12_OBRAS River: OC12 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	89	PF 1	1.06	79.25	80.00	79.54	80.00	0.000095	0.27	3.96	11.05	0.14
Reach 1	89	PF 2	1.25	79.25	80.03	79.56	80.03	0.000104	0.29	4.34	11.56	0.15
Reach 1	89	PF 3	1.46	79.25	80.07	79.59	80.07	0.000111	0.31	4.76	12.23	0.16
Reach 1	89	PF 4	1.78	79.25	80.11	79.62	80.12	0.000120	0.33	5.41	13.71	0.17
Reach 1	89	PF 5	2.08	79.25	80.16	79.65	80.16	0.000129	0.35	5.98	14.11	0.17
Reach 1	89	PF 6	2.42	79.25	80.20	79.68	80.21	0.000135	0.36	6.66	14.68	0.17
Reach 1	86	OC12	Culvert									
Reach 1	82	PF 1	1.06	79.44	79.98	79.74	79.99	0.000414	0.46	2.28	9.21	0.30
Reach 1	82	PF 2	1.25	79.44	80.02	79.76	80.03	0.000440	0.48	2.61	11.25	0.32
Reach 1	82	PF 3	1.46	79.44	80.05	79.78	80.06	0.000504	0.48	3.07	15.42	0.34
Reach 1	82	PF 4	1.78	79.44	80.10	79.82	80.11	0.000530	0.47	3.83	17.36	0.32
Reach 1	82	PF 5	2.08	79.44	80.13	79.84	80.14	0.000532	0.46	4.49	18.79	0.30
Reach 1	82	PF 6	2.42	79.44	80.17	79.87	80.18	0.000545	0.46	5.26	20.91	0.29

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 79,99 m a 80,00 m (+0,01 m), acompañado de un incremento en el ancho de la lámina. Este cambio es controlado y no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 11,01 m a 11,05 m (+0,04 m), indicando una expansión del flujo asociada a la transición hacia régimen subcrítico. Este cambio está dentro de los parámetros de diseño y no genera riesgos.

Aguas abajo: La lámina de agua se mantiene en 9,21 m, reflejando una expansión manejable y consistente con las condiciones hidráulicas del sistema.

➤ **Número de Froude:**

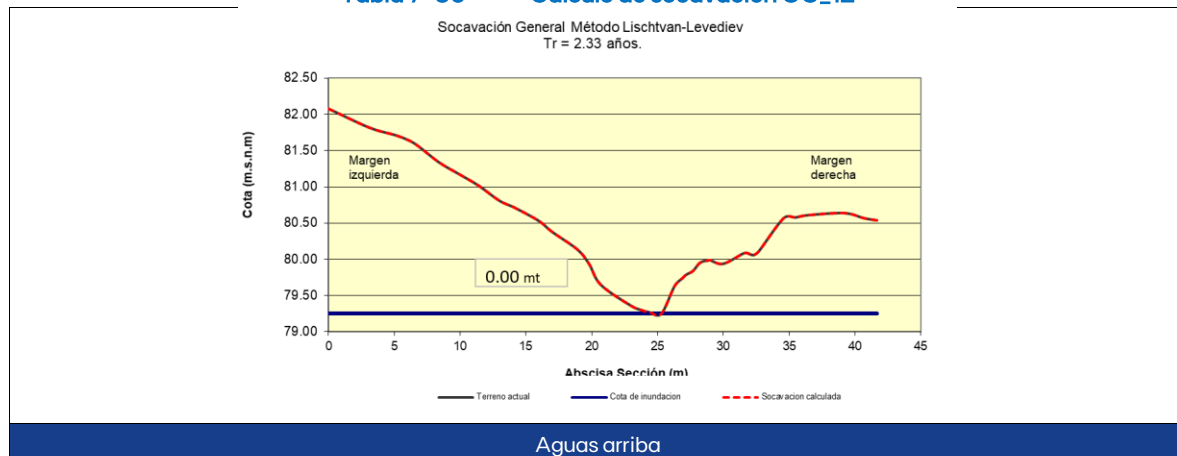
Aguas arriba: El número de Froude se mantiene en 0,14 (subcrítico) estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

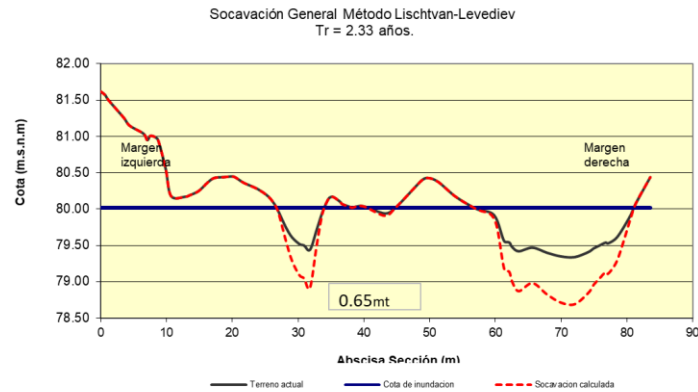
Aguas abajo: El número de Froude aumenta de 0,3(subcrítico) manteniéndose dentro de un rango controlado sin alteraciones significativas en la dinámica hidráulica.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios observados en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude aguas arriba y aguas abajo son controlados, están dentro de los parámetros de diseño y no generan riesgos de inundación ni comprometen la estabilidad del flujo o de las estructuras hidráulicas del sistema. (Ver **Tabla 7-36**)

Tabla 7-36 Cálculo de socavación OC_12



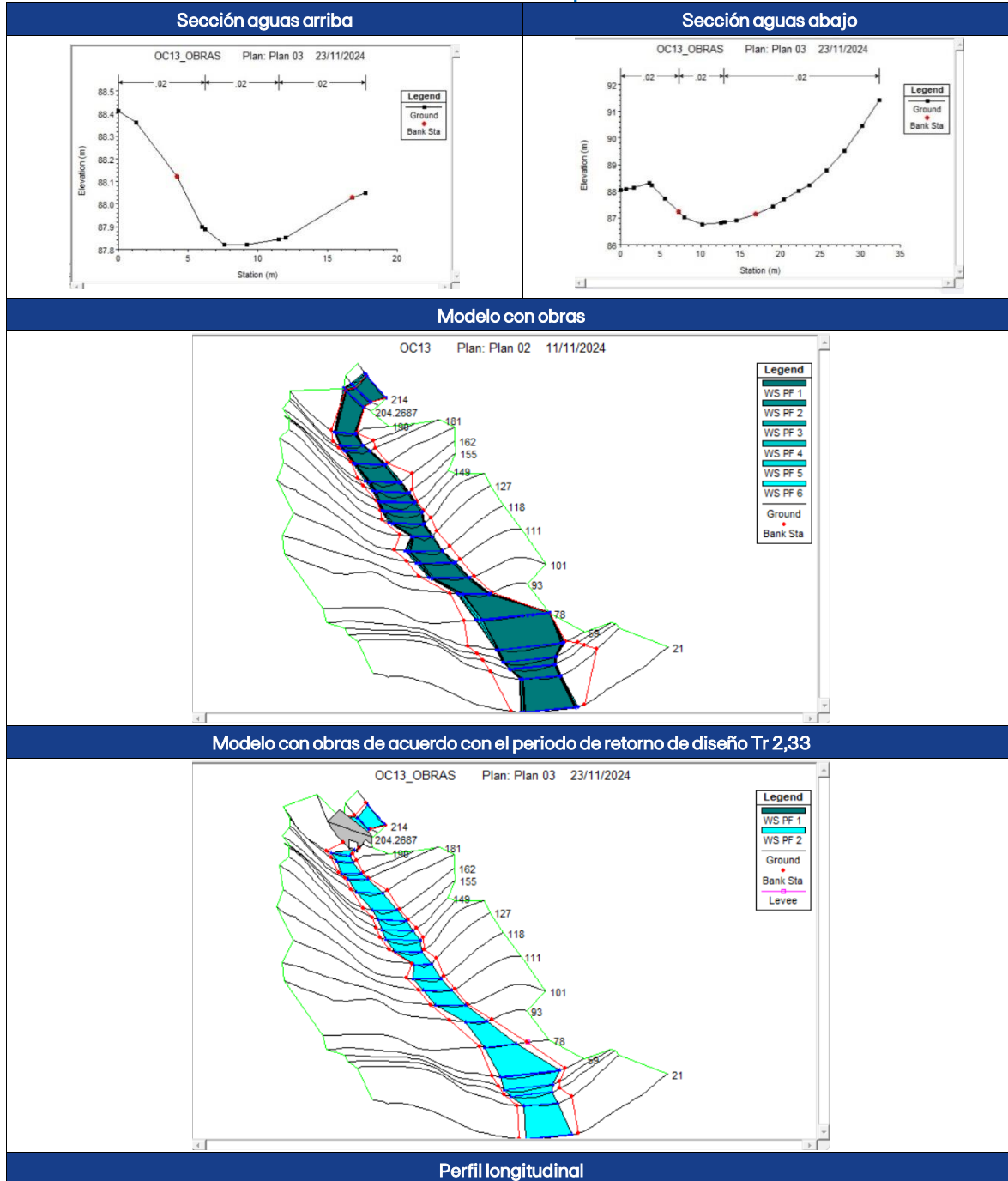


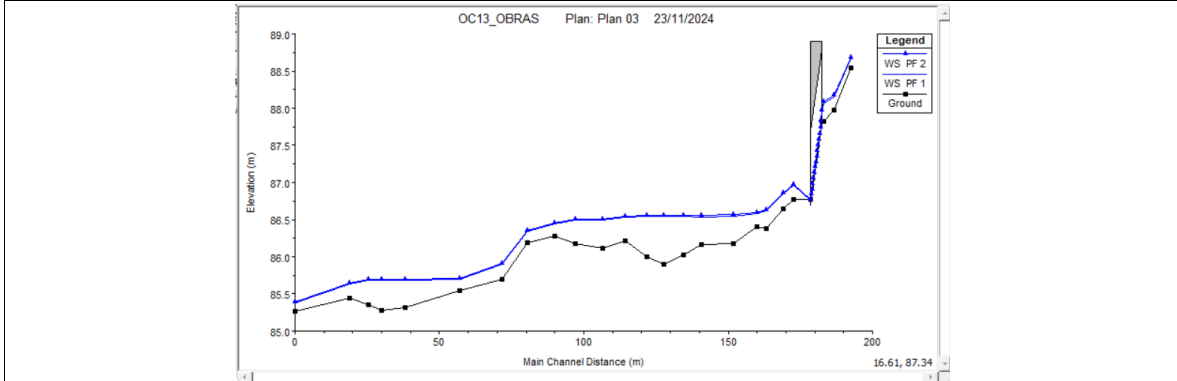
Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

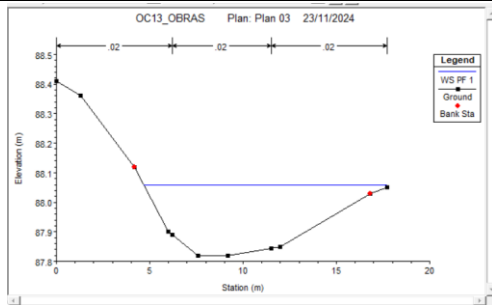
7.4.5.3.12 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_13

Tabla 7-37 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_13

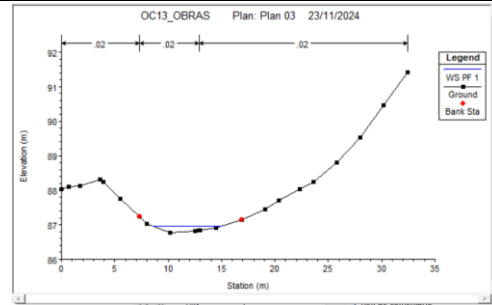




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC13 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	204.2687	PF 1	0.85	87.82	87.96	87.96	88.00	0.007715	0.97	0.88	9.30	1.01
Reach 1	204.2687	PF 2	1.00	87.82	87.97	87.97	88.02	0.007496	1.01	0.99	9.72	1.01
Reach 1	204.2687	PF 3	1.17	87.82	87.98	87.98	88.04	0.007254	1.05	1.12	10.17	1.01
Reach 1	204.2687	PF 4	1.43	87.82	88.00	88.00	88.06	0.007014	1.10	1.30	10.78	1.01
Reach 1	204.2687	PF 5	1.66	87.82	88.01	88.01	88.08	0.006841	1.14	1.46	11.28	1.01
Reach 1	204.2687	PF 6	1.94	87.82	88.03	88.03	88.10	0.006737	1.18	1.64	11.83	1.01
Reach 1	193	PF 1	0.85	86.77	86.97	86.97	87.03	0.007415	1.09	0.78	6.54	1.01
Reach 1	193	PF 2	1.00	86.77	86.98	86.98	87.05	0.007358	1.14	0.88	6.82	1.01
Reach 1	193	PF 3	1.17	86.77	87.00	87.00	87.07	0.007221	1.18	0.99	7.13	1.01
Reach 1	193	PF 4	1.43	86.77	87.02	87.02	87.10	0.007053	1.24	1.16	7.55	1.01
Reach 1	193	PF 5	1.66	86.77	87.04	87.04	87.12	0.006942	1.29	1.29	7.85	1.01
Reach 1	193	PF 6	1.94	86.77	87.06	87.06	87.15	0.006764	1.34	1.45	8.12	1.01

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC13_OBRAS River: OC13 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	204.2687	PF 1	0.85	87.82	88.06	87.96	88.07	0.000725	0.43	2.00	12.99	0.34
Reach 1	204.2687	PF 2	1.00	87.82	88.09	87.97	88.10	0.000581	0.42	2.41	13.24	0.31
Reach 1	204.2687	PF 3	1.17	87.82	88.12	87.98	88.13	0.000478	0.42	2.85	13.52	0.28
Reach 1	204.2687	PF 4	1.43	87.82	88.17	88.00	88.18	0.000378	0.42	3.51	14.09	0.26
Reach 1	204.2687	PF 5	1.66	87.82	88.21	88.01	88.22	0.000322	0.42	4.07	14.57	0.24
Reach 1	204.2687	PF 6	1.94	87.82	88.25	88.03	88.26	0.000276	0.42	4.75	15.12	0.23
Reach 1	200	OC13	Culvert									
Reach 1	193	PF 1	0.85	86.77	86.97	86.97	87.03	0.007415	1.09	0.78	6.54	1.01
Reach 1	193	PF 2	1.00	86.77	86.98	86.98	87.05	0.007358	1.14	0.88	6.82	1.01
Reach 1	193	PF 3	1.17	86.77	87.00	87.00	87.07	0.007221	1.18	0.99	7.13	1.01
Reach 1	193	PF 4	1.43	86.77	87.02	87.02	87.10	0.007053	1.24	1.16	7.55	1.01
Reach 1	193	PF 5	1.66	86.77	87.04	87.04	87.12	0.006942	1.29	1.29	7.85	1.01
Reach 1	193	PF 6	1.94	86.77	87.06	87.06	87.15	0.006764	1.34	1.45	8.12	1.01

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 87,96 m a 88,06 m (+0,10 m), lo que refleja un incremento manejable en la acumulación de agua, Este cambio no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 86,97 m, indicando que no hay alteraciones en las condiciones hidráulicas en esta sección.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 9,30 m a 12,99 m (+3,69 m), reflejando una expansión del flujo asociada a la transición hacia régimen subcrítico. Este cambio es manejable y está dentro de los parámetros del diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 6,54 m, lo que confirma estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

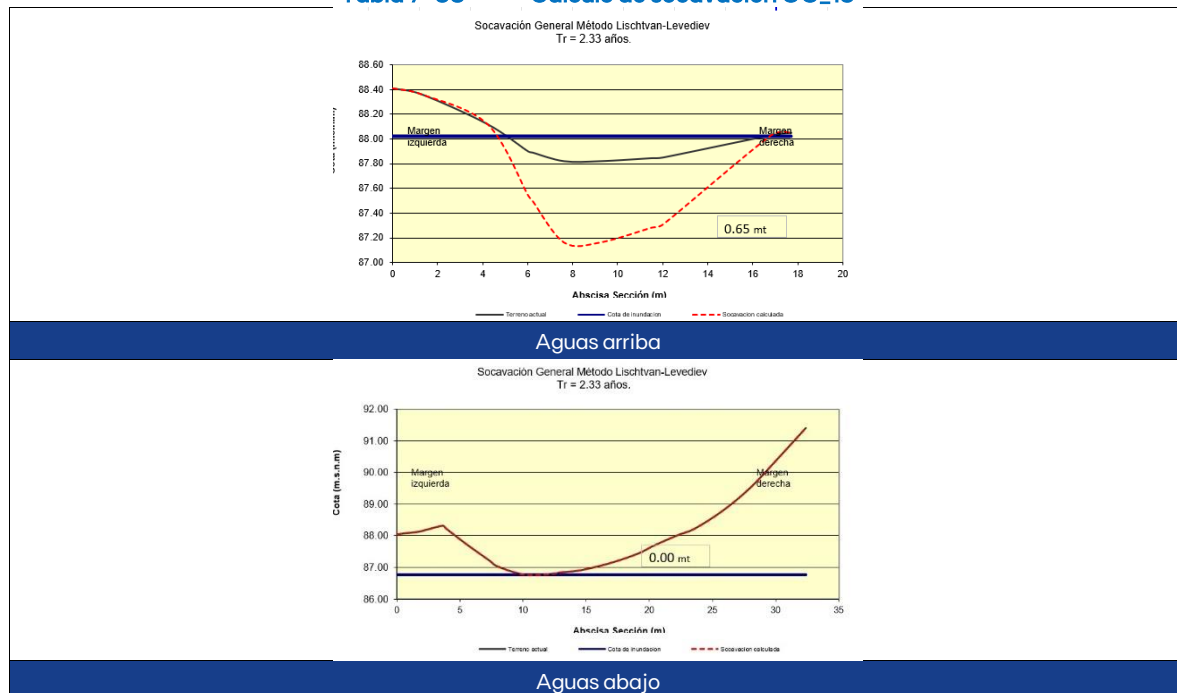
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,01 (crítico) a 0,34 (subcrítico). Este cambio estabiliza el flujo, reduce velocidades y minimiza riesgos de erosión.

Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,01 (crítico), asegurando un flujo estable y sin alteraciones significativas.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni afectan la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo estable y seguro en el sistema.

Tabla 7-38 Cálculo de socavación OC_13

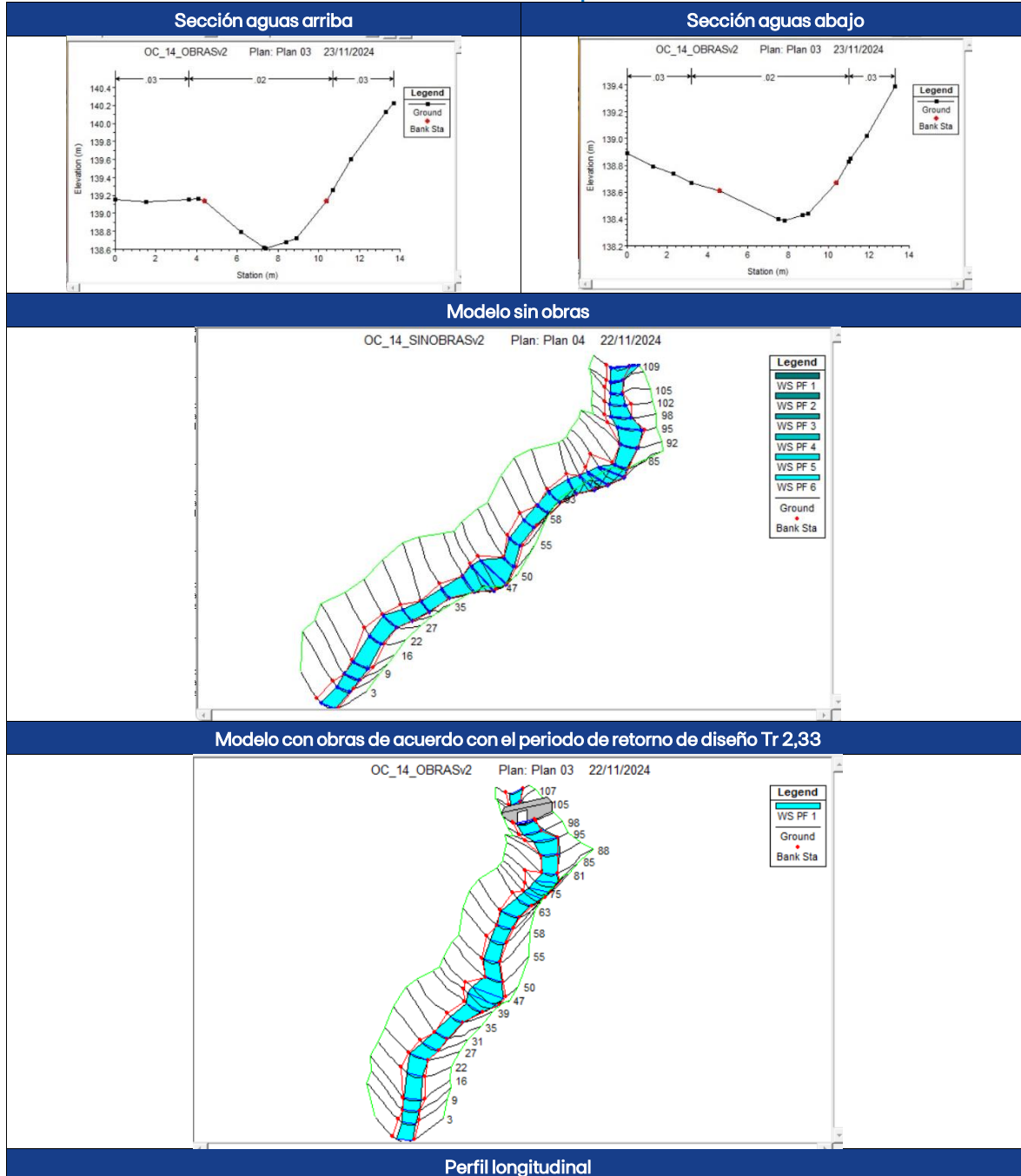


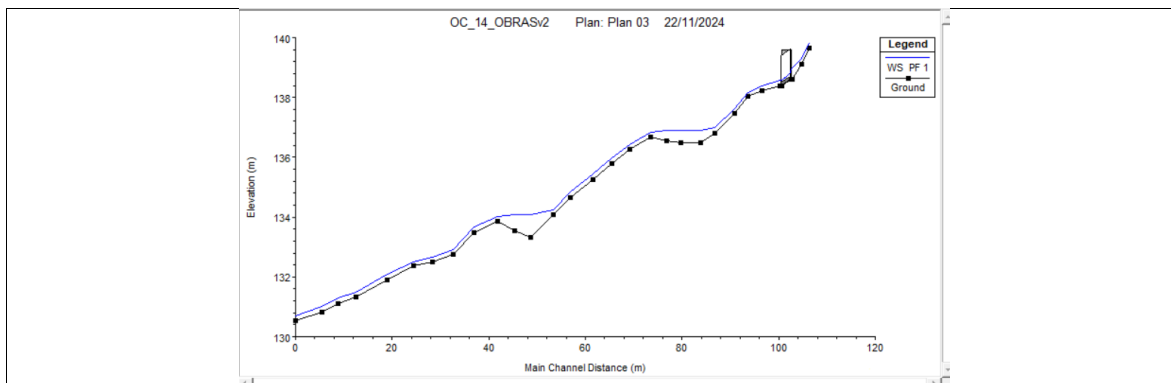
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

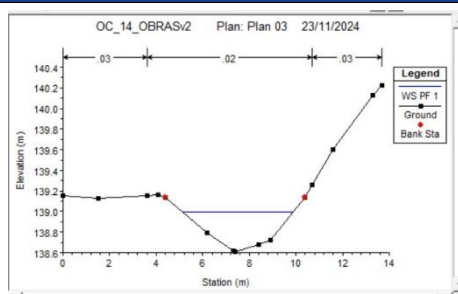
7.4.5.3.13 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_14

Tabla 7-39 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_14

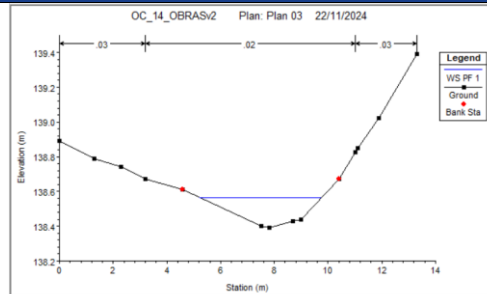




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: O14 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	105	PF 1	0.47	138.61	138.82	138.82	138.89	0.007820	1.15	0.41	3.24	1.00
Reach 1	105	PF 2	0.56	138.61	138.84	138.84	138.91	0.007281	1.19	0.47	3.40	0.99
Reach 1	105	PF 3	0.65	138.61	138.86	138.86	138.94	0.007128	1.25	0.53	3.54	0.99
Reach 1	105	PF 4	0.79	138.61	138.88	138.88	138.97	0.006709	1.30	0.62	3.75	0.98
Reach 1	105	PF 5	0.92	138.61	138.90	138.90	138.99	0.006523	1.36	0.70	3.93	0.98
Reach 1	105	PF 6	1.07	138.61	138.92	138.92	139.02	0.006297	1.41	0.78	4.12	0.97
Reach 1	102	PF 1	0.47	138.39	138.56	138.56	138.62	0.008608	1.01	0.46	4.54	1.01
Reach 1	102	PF 2	0.56	138.39	138.58	138.58	138.64	0.008334	1.05	0.53	4.83	1.01
Reach 1	102	PF 3	0.65	138.39	138.59	138.59	138.65	0.008215	1.09	0.60	5.09	1.01
Reach 1	102	PF 4	0.79	138.39	138.61	138.61	138.68	0.008093	1.14	0.69	5.46	1.01
Reach 1	102	PF 5	0.92	138.39	138.63	138.63	138.70	0.007629	1.18	0.78	5.92	1.00
Reach 1	102	PF 6	1.07	138.39	138.64	138.64	138.72	0.007009	1.21	0.90	6.45	0.98

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OBRAS River: O14 Reach: Reach 1												Rel
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	105	PF 1	0.47	138.61	139.00	138.82	139.00	0.000524	0.43	1.10	4.74	0.28
Reach 1	105	PF 2	0.56	138.61	139.03	138.84	139.04	0.000494	0.44	1.28	5.05	0.28
Reach 1	105	PF 3	0.65	138.61	139.07	138.86	139.08	0.000464	0.45	1.45	5.35	0.27
Reach 1	105	PF 4	0.79	138.61	139.12	138.88	139.13	0.000423	0.46	1.74	5.79	0.27
Reach 1	105	PF 5	0.92	138.61	139.16	138.90	139.17	0.000372	0.46	2.08	10.45	0.25
Reach 1	105	PF 6	1.07	138.61	139.21	138.92	139.22	0.000302	0.45	2.60	10.58	0.23
Reach 1	104	OC14	Culvert									
Reach 1	102	PF 1	0.47	138.39	138.56	138.56	138.62	0.008608	1.01	0.46	4.54	1.01
Reach 1	102	PF 2	0.56	138.39	138.58	138.58	138.64	0.008334	1.05	0.53	4.83	1.01
Reach 1	102	PF 3	0.65	138.39	138.59	138.59	138.65	0.008215	1.09	0.60	5.09	1.01
Reach 1	102	PF 4	0.79	138.39	138.61	138.61	138.68	0.008093	1.14	0.69	5.46	1.02
Reach 1	102	PF 5	0.92	138.39	138.63	138.63	138.70	0.007629	1.18	0.78	5.92	1.00
Reach 1	102	PF 6	1.07	138.39	138.64	138.64	138.72	0.007009	1.21	0.90	6.45	0.98

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 138,82 m a 139,00 m (+0,18 m), lo que indica un incremento controlado en la acumulación de agua, sin comprometer la estabilidad hidráulica ni generar riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 138,56 m, reflejando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 3,24 m a 4,74 m (+1,48 m), asociado a la transición hacia régimen subcrítico. Este cambio es manejable y se encuentra dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 4,54 m, confirmando que no hay alteraciones en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,28 (subcrítico). Esta transición estabiliza el flujo, reduce velocidades y minimiza riesgos de erosión.

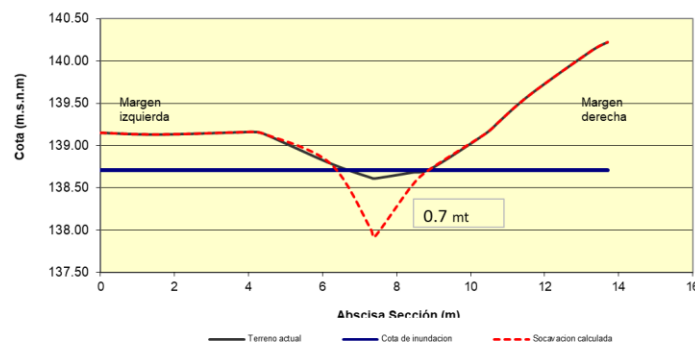
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,01 (crítico), asegurando condiciones hidráulicas estables y sin alteraciones significativas.

➤ **Conclusión General:**

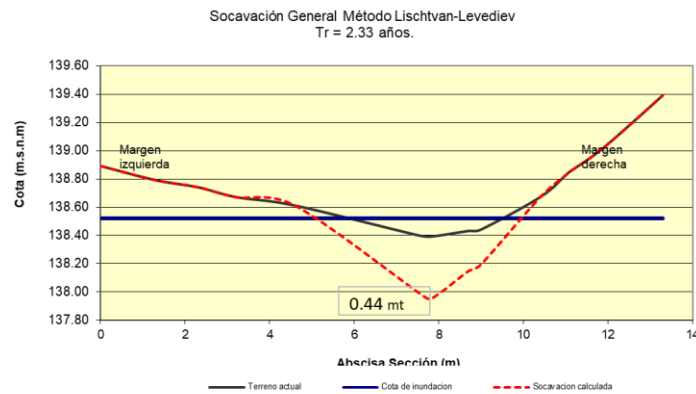
Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son controlados, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni afectan la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema. (Ver **Tabla 7-40**).

Tabla 7-40 Cálculo de socavación OC_14

Socavación General Método Lischvan-Levediev
Tr = 2,33 años.



Aguas arriba

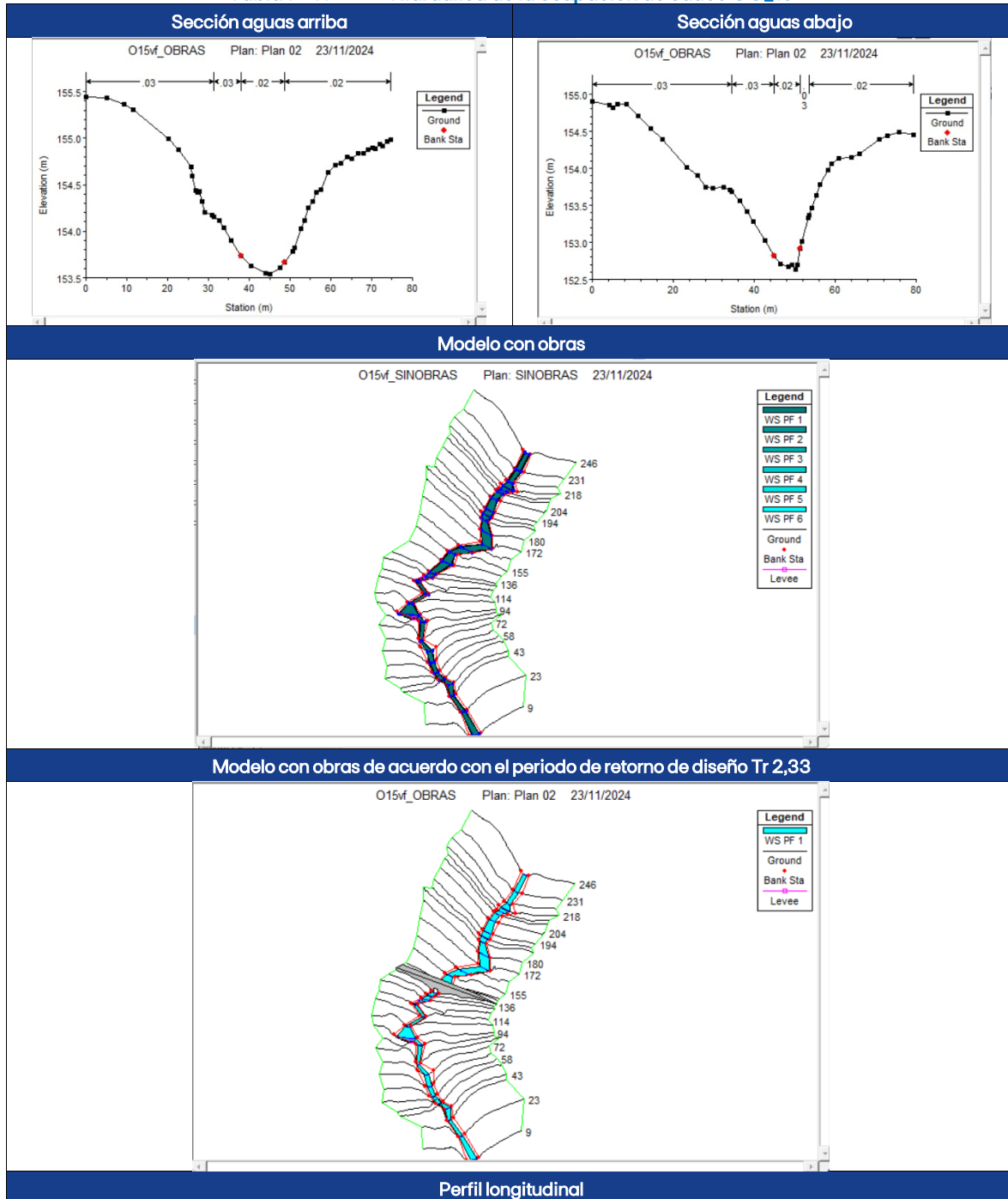


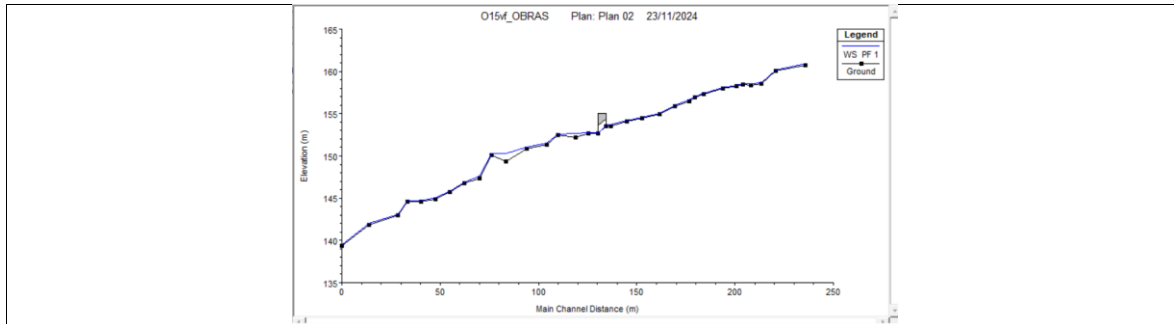
Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

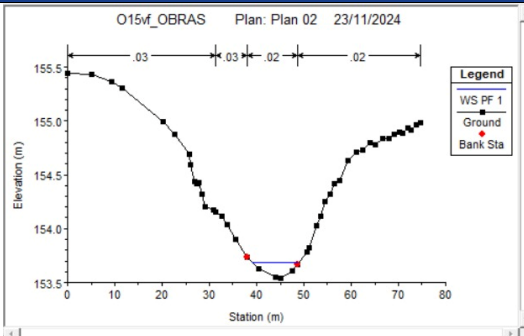
7.4.5.3.14 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_15

Tabla 7-41 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_15

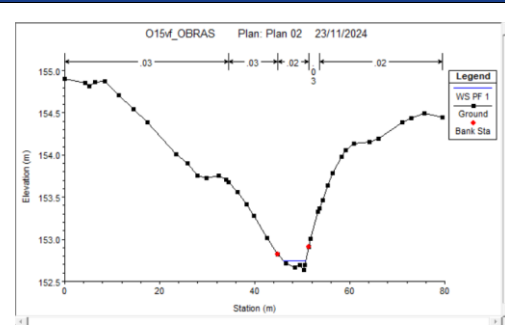




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo,



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: SINOBRAS River: OC15 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	147	PF 1	0.20	153.54	153.62	153.62	153.64	0.011105	0.66	0.30	6.89	1.00
Reach 1	147	PF 2	0.23	153.54	153.62	153.62	153.65	0.010781	0.68	0.34	7.21	1.00
Reach 1	147	PF 3	0.27	153.54	153.63	153.63	153.66	0.010521	0.70	0.38	7.58	1.00
Reach 1	147	PF 4	0.33	153.54	153.64	153.64	153.67	0.010139	0.74	0.45	7.92	1.00
Reach 1	147	PF 5	0.39	153.54	153.65	153.65	153.68	0.009850	0.77	0.51	8.23	1.00
Reach 1	147	PF 6	0.45	153.54	153.65	153.65	153.69	0.009983	0.81	0.55	8.48	1.01
Reach 1	136	PF 1	0.20	152.64	152.74	152.74	152.77	0.010133	0.74	0.27	4.77	0.99
Reach 1	136	PF 2	0.23	152.64	152.75	152.75	152.78	0.009914	0.77	0.30	4.88	1.00
Reach 1	136	PF 3	0.27	152.64	152.76	152.76	152.79	0.009609	0.81	0.34	5.01	0.99
Reach 1	136	PF 4	0.33	152.64	152.77	152.77	152.80	0.009272	0.85	0.39	5.20	1.00
Reach 1	136	PF 5	0.39	152.64	152.78	152.78	152.82	0.009011	0.89	0.44	5.37	1.00
Reach 1	136	PF 6	0.45	152.64	152.78	152.78	152.83	0.009028	0.93	0.48	5.52	1.01

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OBRAS River: OC15 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	147	PF 1	0.20	153.54	153.68	153.62	153.69	0.000552	0.23	0.85	9.86	0.25
Reach 1	147	PF 2	0.23	153.54	153.70	153.62	153.70	0.000431	0.23	1.02	10.55	0.23
Reach 1	147	PF 3	0.27	153.54	153.72	153.63	153.72	0.000333	0.22	1.25	11.43	0.20
Reach 1	147	PF 4	0.33	153.54	153.75	153.64	153.75	0.000235	0.21	1.60	12.48	0.18
Reach 1	147	PF 5	0.39	153.54	153.78	153.65	153.78	0.000179	0.21	1.96	13.39	0.16
Reach 1	147	PF 6	0.45	153.54	153.80	153.65	153.81	0.000144	0.20	2.32	14.11	0.15
Reach 1	142	OC15	Culvert									
Reach 1	136	PF 1	0.20	152.64	152.74	152.74	152.77	0.010133	0.74	0.27	4.77	0.99
Reach 1	136	PF 2	0.23	152.64	152.75	152.75	152.78	0.009914	0.77	0.30	4.88	1.00
Reach 1	136	PF 3	0.27	152.64	152.76	152.76	152.79	0.009609	0.81	0.34	5.01	0.99
Reach 1	136	PF 4	0.33	152.64	152.77	152.77	152.80	0.009272	0.85	0.39	5.20	1.00
Reach 1	136	PF 5	0.39	152.64	152.78	152.78	152.82	0.009011	0.89	0.44	5.37	1.00
Reach 1	136	PF 6	0.45	152.64	152.78	152.78	152.83	0.009028	0.93	0.48	5.52	1.01

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 153,62 m a 153,68 m (+0,06 m). Este incremento es controlado, no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 152,74 m, reflejando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 6,89 m a 9,86 m (+2,97 m), indicando una expansión del flujo asociada a la transición hacia régimen subcrítico. Este cambio es manejable y está dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 4,77 m, confirmando que no hay alteraciones significativas en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,25 (subcrítico), estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

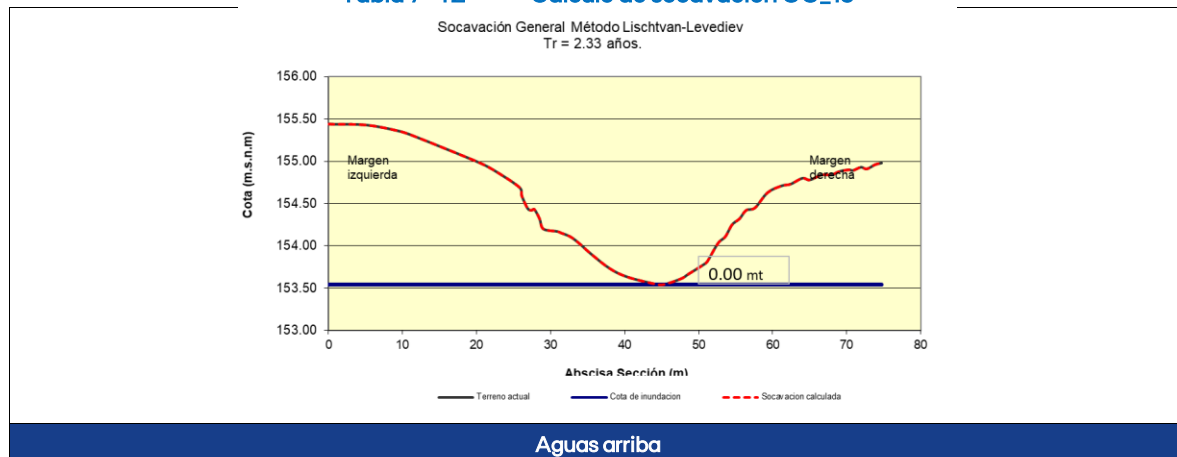
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,99 (subcrítico), indicando un flujo estable y sin alteraciones en la dinámica hidráulica.

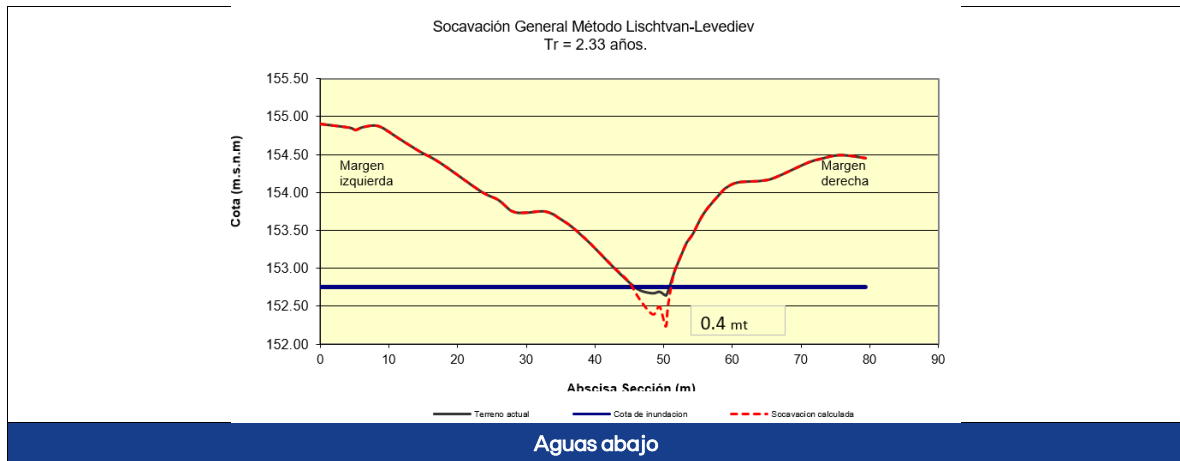
➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni comprometen la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema.

Basándonos en los análisis hidráulicos realizados, a continuación, se presenta el cálculo de la socavación general, con la cual podemos identificar las áreas de erosión y sedimentación dentro del tramo donde se proyecta la ocupación de cauce. (Ver **Tabla 7-42**).

Tabla 7-42 Cálculo de socavación OC_15

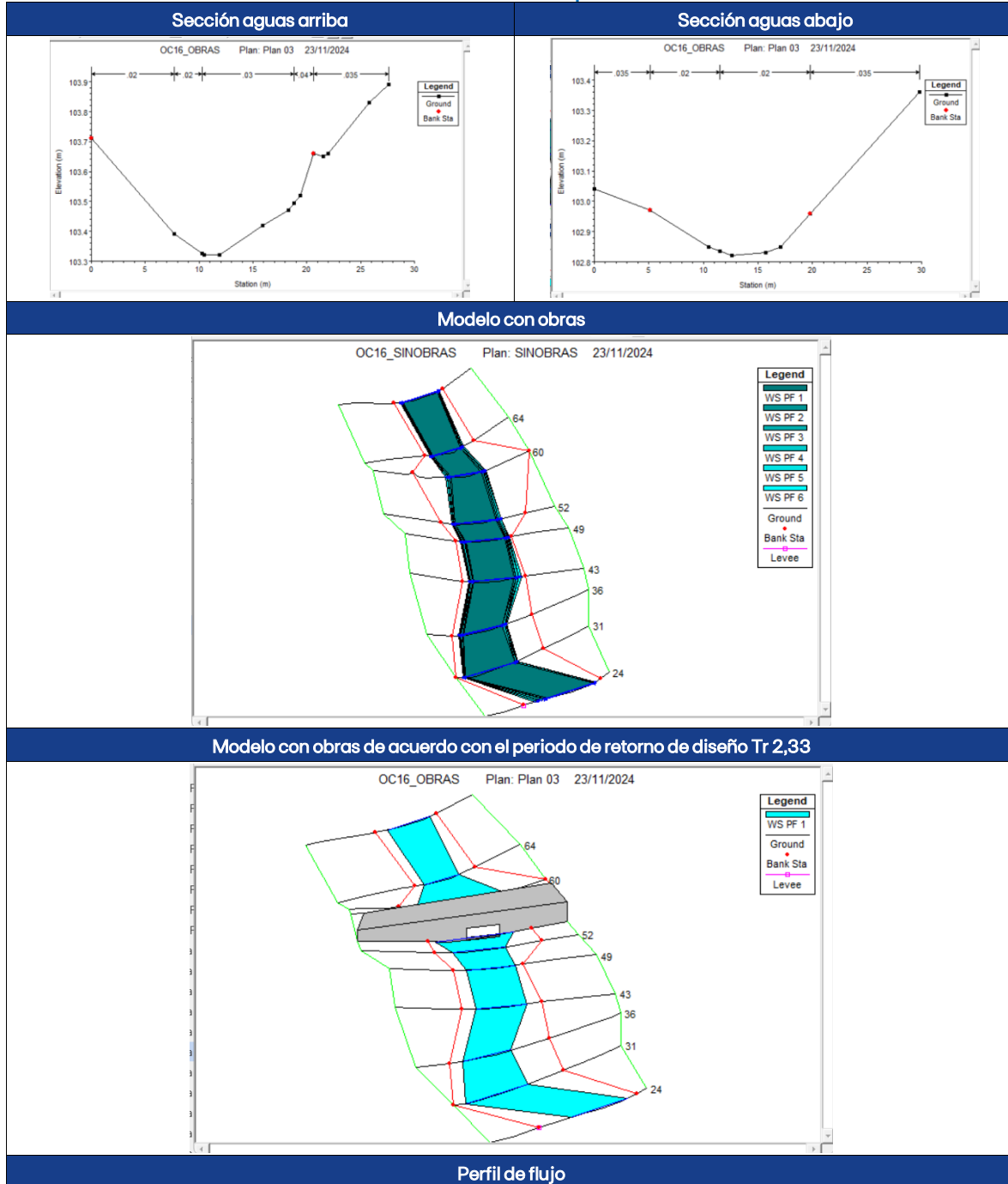


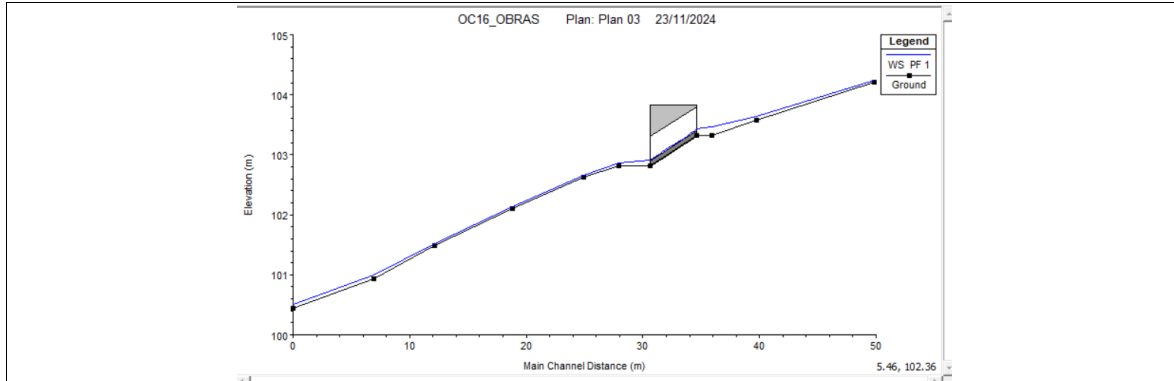


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

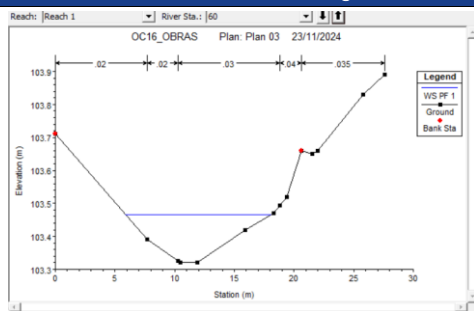
7.4.5.3.15 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_16

Tabla 7-43 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_16

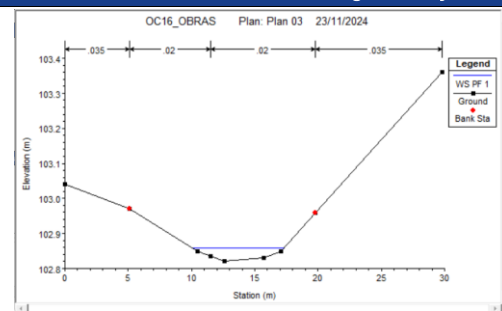




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: SIN OBRAS River: OC16 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	60	PF 1	0.09	103.32	103.37	103.37	103.38	0.022525	0.55	0.16	5.31	1.00
Reach 1	60	PF 2	0.11	103.32	103.38	103.38	103.39	0.015702	0.51	0.22	6.04	0.86
Reach 1	60	PF 3	0.12	103.32	103.38	103.38	103.39	0.021629	0.59	0.20	5.89	1.01
Reach 1	60	PF 4	0.15	103.32	103.38	103.38	103.40	0.020335	0.61	0.25	6.43	1.00
Reach 1	60	PF 5	0.17	103.32	103.39	103.39	103.41	0.020230	0.63	0.27	6.72	1.01
Reach 1	60	PF 6	0.20	103.32	103.39	103.39	103.41	0.020603	0.67	0.30	7.06	1.03
Reach 1	52	PF 1	0.09	102.82	102.86	102.86	102.87	0.012388	0.50	0.18	7.20	1.00
Reach 1	52	PF 2	0.11	102.82	102.86	102.86	102.88	0.013202	0.54	0.20	7.41	1.04
Reach 1	52	PF 3	0.12	102.82	102.86	102.86	102.88	0.014222	0.57	0.21	7.47	1.09
Reach 1	52	PF 4	0.15	102.82	102.87	102.87	102.89	0.013826	0.61	0.25	7.81	1.09
Reach 1	52	PF 5	0.17	102.82	102.88	102.88	102.89	0.008552	0.54	0.32	8.41	0.88
Reach 1	52	PF 6	0.20	102.82	102.88	102.88	102.90	0.010807	0.61	0.33	8.49	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC16 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	60	PF 1	0.09	103.32	103.47	103.37	103.47	0.000128	0.09	1.02	12.25	0.10
Reach 1	60	PF 2	0.11	103.32	103.48	103.38	103.48	0.000140	0.10	1.14	12.79	0.10
Reach 1	60	PF 3	0.12	103.32	103.48	103.38	103.48	0.000144	0.10	1.20	13.00	0.11
Reach 1	60	PF 4	0.15	103.32	103.49	103.38	103.49	0.000153	0.11	1.37	13.59	0.11
Reach 1	60	PF 5	0.17	103.32	103.50	103.39	103.50	0.000154	0.11	1.48	13.96	0.11
Reach 1	60	PF 6	0.20	103.32	103.51	103.39	103.51	0.000156	0.12	1.65	14.49	0.11
Reach 1	57	OC16										
Reach 1	52	PF 1	0.09	102.82	102.86	102.86	102.87	0.012388	0.50	0.18	7.20	1.00
Reach 1	52	PF 2	0.11	102.82	102.86	102.86	102.88	0.013202	0.54	0.20	7.41	1.04
Reach 1	52	PF 3	0.12	102.82	102.86	102.86	102.88	0.014222	0.57	0.21	7.47	1.09
Reach 1	52	PF 4	0.15	102.82	102.87	102.87	102.89	0.013826	0.61	0.25	7.81	1.09
Reach 1	52	PF 5	0.17	102.82	102.88	102.88	102.89	0.008552	0.54	0.32	8.41	0.88
Reach 1	52	PF 6	0.20	102.82	102.88	102.88	102.90	0.010807	0.61	0.33	8.49	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 103,37 m a 103,47 m (+0,10 m). Este incremento es controlado, no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 102,86 m, reflejando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 5,31 m a 12,25 m (+6,94 m), indicando una expansión significativa asociada a la transición hacia régimen subcrítico. Este cambio es manejable y está dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 7,20 m, lo que confirma que no hay alteraciones significativas en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,10 (subcrítico). Esta transición estabiliza el flujo, reduce velocidades y minimiza riesgos de erosión.

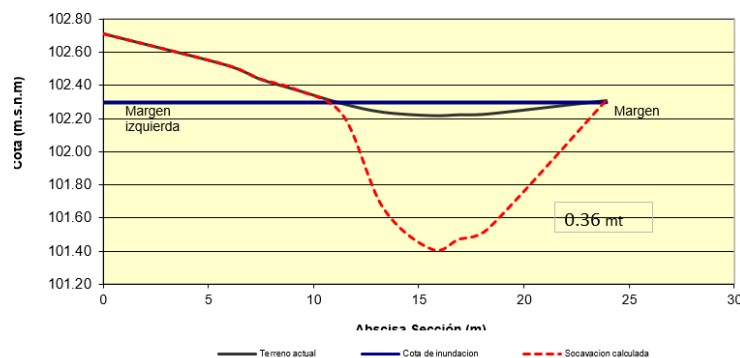
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), asegurando un flujo estable y sin alteraciones en la dinámica hidráulica.

➤ **Conclusión General:**

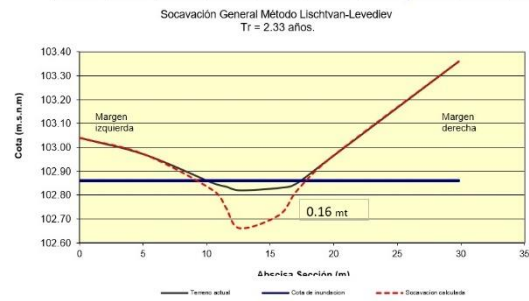
Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son controlados, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni comprometen la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema. (Ver **Tabla 7-44**).

Tabla 7-44 Cálculo de socavación OC_16

Socavación General Método Lischtnan-Levediev
Tr = 2.33 años.



Aguas arriba

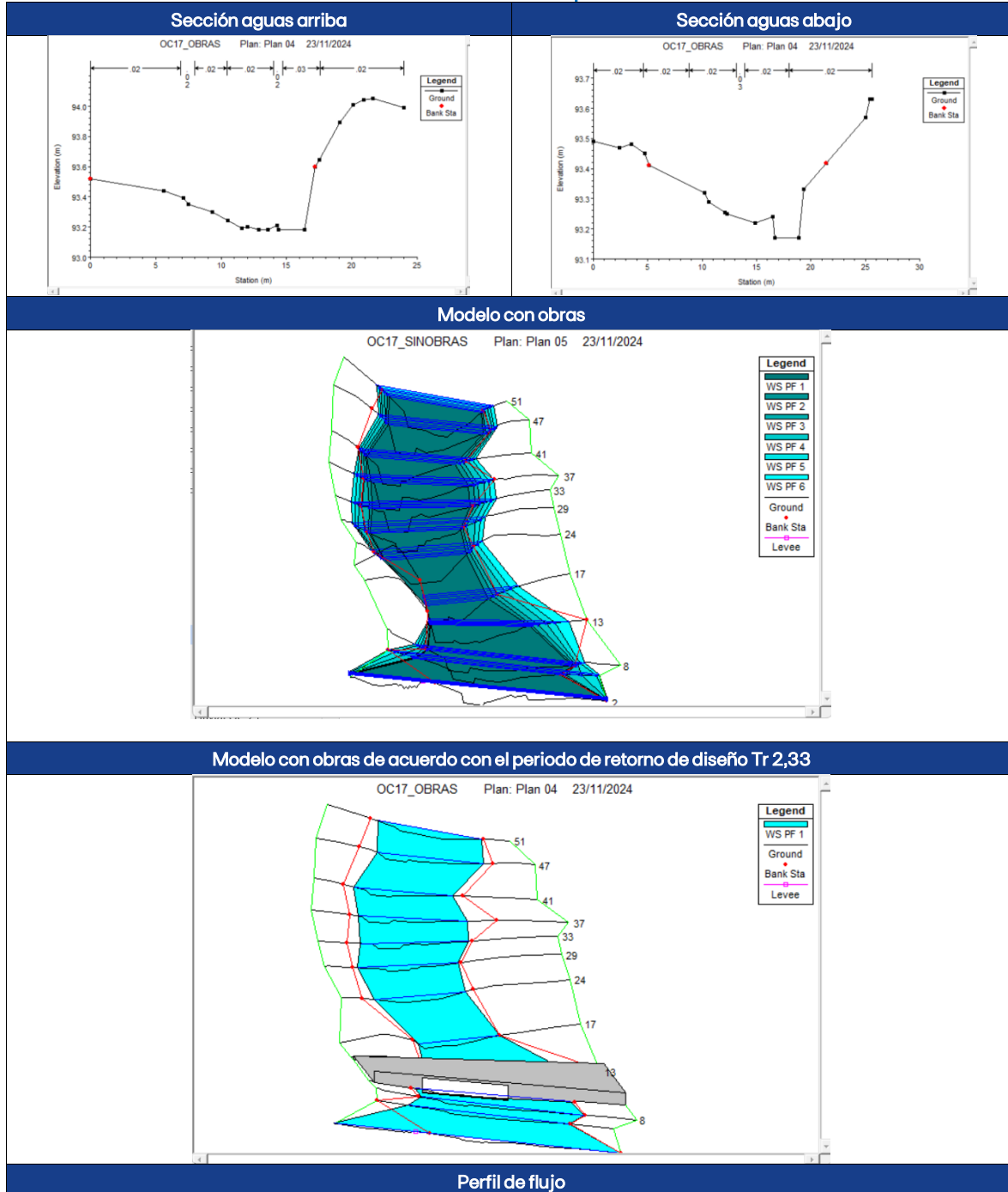


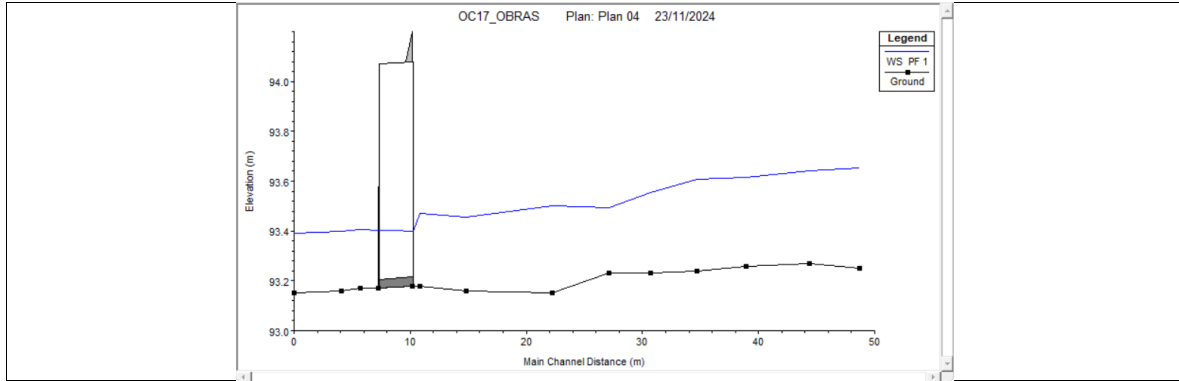
Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

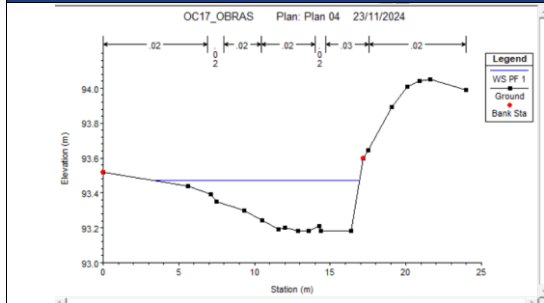
7.4.5.3.16 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_17

Tabla 7-45 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_17

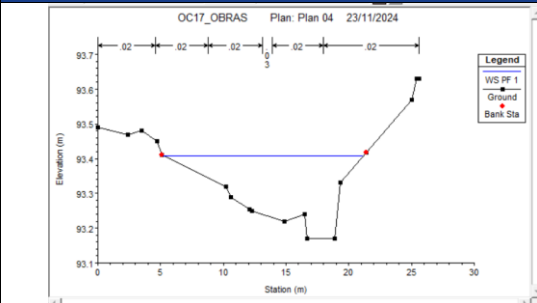




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: OC17 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	13	PF 1	1.56	93.18	93.42		93.46	0.003187	0.86	1.81	10.72	0.67
Reach 1	13	PF 2	1.85	93.18	93.43		93.48	0.003814	0.97	1.91	11.02	0.74
Reach 1	13	PF 3	2.15	93.18	93.44		93.50	0.004230	1.05	2.05	11.56	0.80
Reach 1	13	PF 4	2.63	93.18	93.46	93.44	93.53	0.005134	1.19	2.21	12.53	0.90
Reach 1	13	PF 5	3.06	93.18	93.47	93.47	93.55	0.005638	1.28	2.39	13.54	0.97
Reach 1	13	PF 6	3.57	93.18	93.49	93.49	93.58	0.005694	1.33	2.69	15.03	1.00
Reach 1	8	PF 1	1.56	93.17	93.41		93.44	0.003608	0.81	1.92	15.91	0.75
Reach 1	8	PF 2	1.85	93.17	93.41		93.46	0.004449	0.92	2.02	16.22	0.83
Reach 1	8	PF 3	2.15	93.17	93.43	93.41	93.48	0.004231	0.94	2.29	16.77	0.80
Reach 1	8	PF 4	2.63	93.17	93.44		93.50	0.004906	1.06	2.50	17.19	0.86
Reach 1	8	PF 5	3.06	93.17	93.46	93.44	93.52	0.005153	1.13	2.73	17.79	0.89
Reach 1	8	PF 6	3.57	93.17	93.47	93.46	93.54	0.005511	1.22	2.97	18.63	0.92

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: CON OBRAS River: OC17 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	13	PF 1	1.56	93.18	93.47	93.37	93.49	0.001470	0.65	2.39	13.52	0.50
Reach 1	13	PF 2	1.85	93.18	93.51	93.39	93.53	0.001160	0.62	3.01	16.47	0.46
Reach 1	13	PF 3	2.15	93.18	93.56	93.41	93.57	0.000874	0.57	3.75	17.12	0.39
Reach 1	13	PF 4	2.63	93.18	93.61	93.44	93.63	0.000664	0.55	4.75	17.29	0.34
Reach 1	13	PF 5	3.06	93.18	93.66	93.47	93.67	0.000572	0.56	5.52	17.58	0.31
Reach 1	13	PF 6	3.57	93.18	93.71	93.49	93.72	0.000496	0.56	6.40	17.91	0.29
Reach 1	10	OC17										
Reach 1	8	PF 1	1.56	93.17	93.41		93.44	0.003608	0.81	1.92	15.91	0.75
Reach 1	8	PF 2	1.85	93.17	93.41		93.46	0.004449	0.92	2.02	16.22	0.83
Reach 1	8	PF 3	2.15	93.17	93.43	93.41	93.48	0.004231	0.94	2.29	16.77	0.80
Reach 1	8	PF 4	2.63	93.17	93.44		93.50	0.004906	1.06	2.50	17.19	0.86
Reach 1	8	PF 5	3.06	93.17	93.46	93.44	93.52	0.005153	1.13	2.73	17.79	0.89
Reach 1	8	PF 6	3.57	93.17	93.47	93.46	93.54	0.005504	1.22	2.97	18.63	0.92
Reach 1	6	PF 1	1.56	93.16	93.40		93.43	0.003674	0.85	1.84	15.79	0.79
Reach 1	6	PF 2	1.85	93.16	93.40	93.39	93.45	0.004826	0.98	1.89	16.13	0.91

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 93,42 m a 93,47 m (+0,05 m), indicando un incremento controlado que no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 93,41 m, reflejando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 10,72 m a 13,52 m (+2,8 m), reflejando una expansión asociada a un ligero aumento en el régimen de flujo. Este cambio está dentro de los parámetros de diseño y no genera riesgos significativos.

Aguas abajo: La lámina de agua se mantiene en 15.91 m, manteniéndose dentro de límites aceptables y sin afectar la estabilidad hidráulica.

➤ **Número de Froude:**

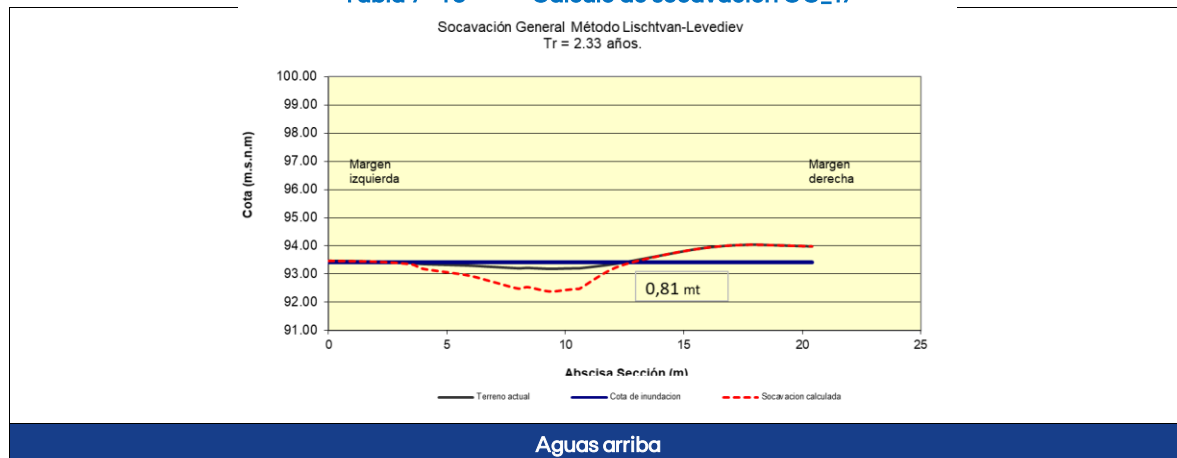
Aguas arriba: El número de Froude pasa de 0,67 a 0.5 (subcrítico), lo que refleja un flujo menos dinámico, aunque todavía estable y sin riesgos de erosión.

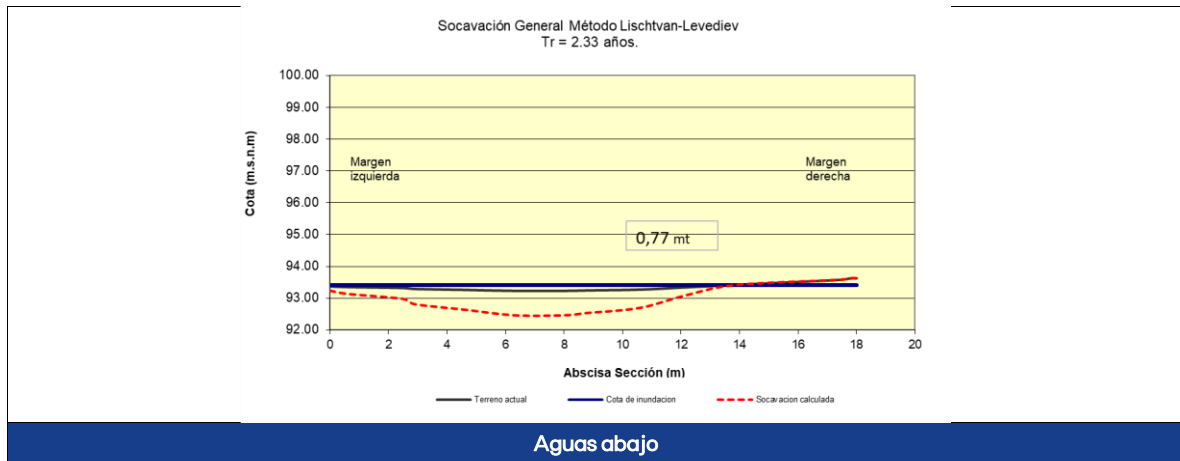
Aguas abajo: El número de Froude se mantiene en 0,75 (subcrítico), manteniendo condiciones estables y sin alteraciones significativas en la dinámica del flujo.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba y aguas abajo en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables y se encuentran dentro de los parámetros de diseño. Estos cambios no generan riesgos de inundación ni comprometen la estabilidad del sistema hidráulico. (Ver **Tabla 7-46**).

Tabla 7-46 Cálculo de socavación OC_17

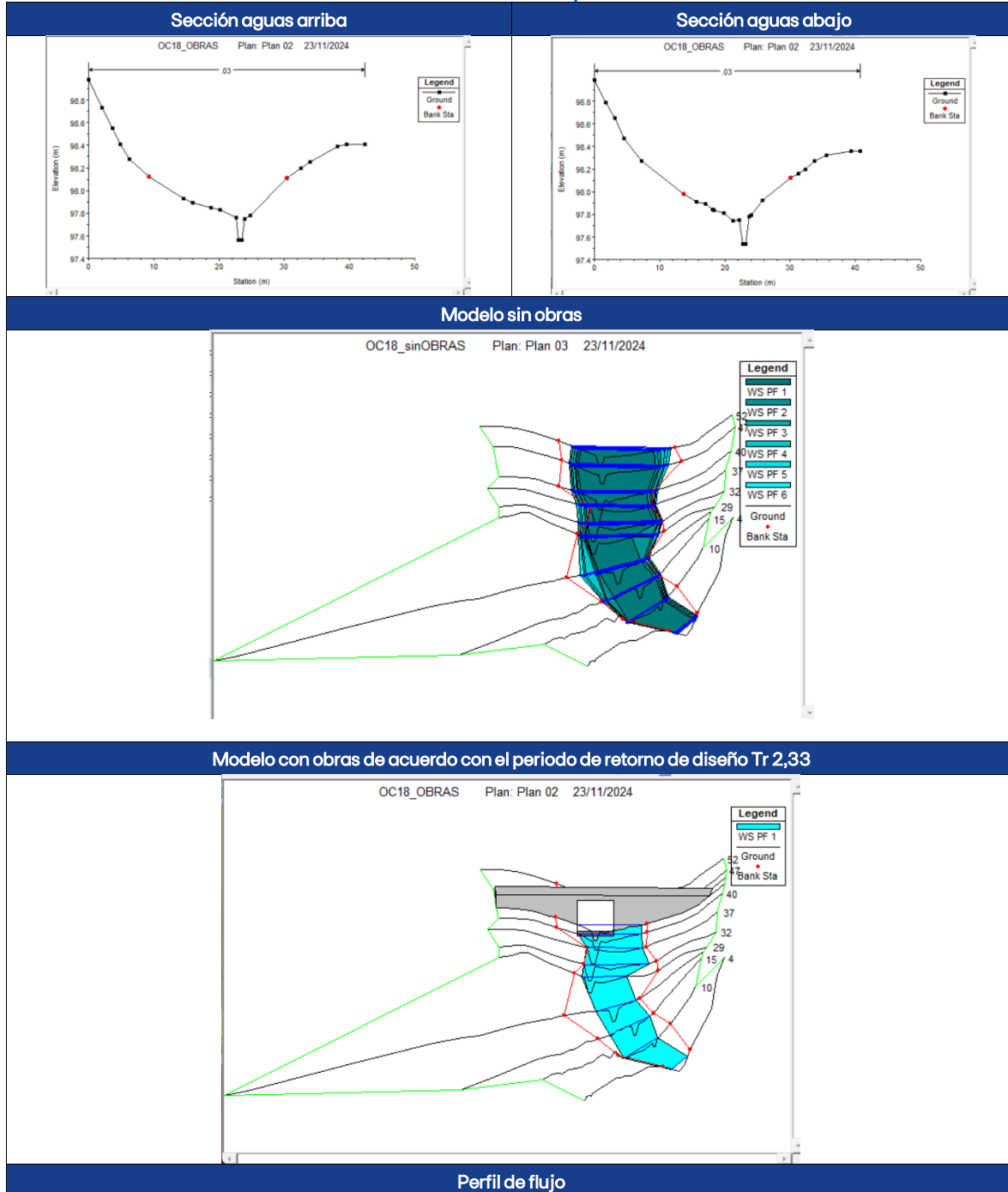


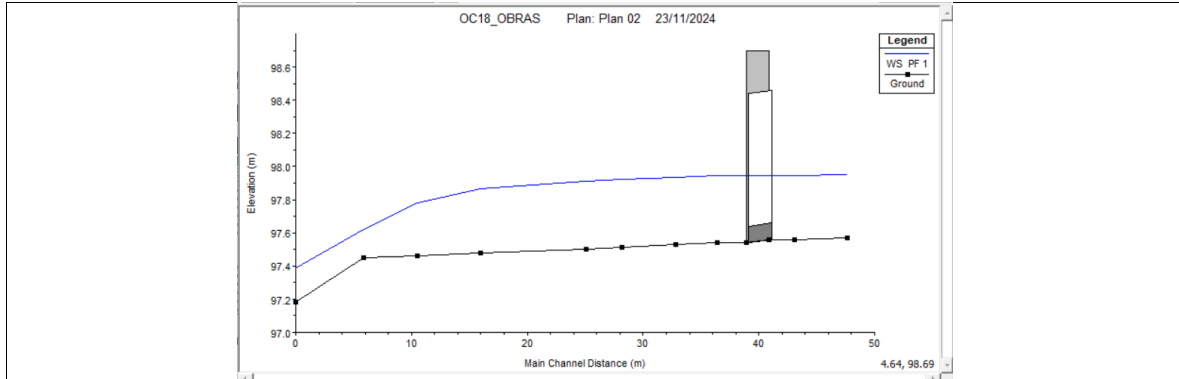


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

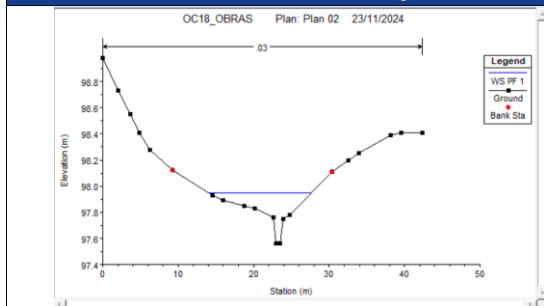
7.4.5.3.17 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_18

Tabla 7-47 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_18

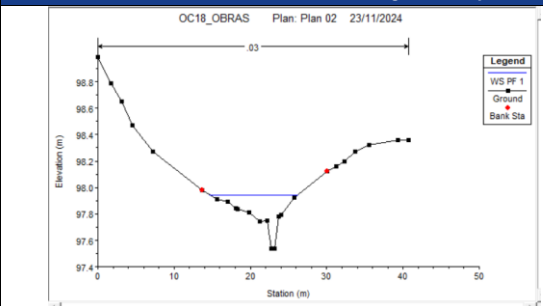




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC18 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	47	PF 1	0.44	97.56	97.92		97.93	0.000933	0.34	1.30	12.44	0.33
Reach 1	47	PF 2	0.52	97.56	97.94		97.95	0.000845	0.34	1.52	13.25	0.32
Reach 1	47	PF 3	0.60	97.56	97.96		97.96	0.000755	0.34	1.75	14.00	0.31
Reach 1	47	PF 4	0.74	97.56	97.97		97.98	0.000776	0.37	2.02	14.82	0.32
Reach 1	47	PF 5	0.86	97.56	97.99		98.00	0.000788	0.38	2.23	15.45	0.32
Reach 1	47	PF 6	1.00	97.56	98.00		98.01	0.000822	0.41	2.45	16.07	0.33
Reach 1	40	PF 1	0.44	97.54	97.91		97.92	0.000984	0.37	1.19	10.25	0.35
Reach 1	40	PF 2	0.52	97.54	97.93		97.94	0.000941	0.38	1.37	11.04	0.34
Reach 1	40	PF 3	0.60	97.54	97.95		97.96	0.000878	0.38	1.57	11.89	0.34
Reach 1	40	PF 4	0.74	97.54	97.97		97.98	0.000953	0.41	1.79	12.74	0.35
Reach 1	40	PF 5	0.86	97.54	97.98		97.99	0.000997	0.44	1.97	13.41	0.36
Reach 1	40	PF 6	1.00	97.54	97.99		98.00	0.001037	0.47	2.15	13.99	0.38

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC18_OBRAS River: OC18 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	47	PF 1	0.44	97.56	97.95	97.84	97.95	0.000482	0.27	1.65	13.67	0.25
Reach 1	47	PF 2	0.52	97.56	97.98	97.85	97.98	0.000379	0.26	2.02	14.84	0.22
Reach 1	47	PF 3	0.60	97.56	98.00	97.87	98.00	0.000303	0.25	2.43	16.01	0.20
Reach 1	47	PF 4	0.74	97.56	98.04	97.88	98.04	0.000234	0.24	3.11	17.78	0.18
Reach 1	47	PF 5	0.86	97.56	98.08	97.89	98.08	0.000183	0.23	3.79	19.41	0.16
Reach 1	47	PF 6	1.00	97.56	98.13	97.90	98.13	0.000126	0.21	4.80	21.68	0.14
Reach 1	44	OC18										
		Culvert										
Reach 1	40	PF 1	0.44	97.54	97.91		97.92	0.000984	0.37	1.19	10.25	0.35
Reach 1	40	PF 2	0.52	97.54	97.93		97.94	0.000941	0.38	1.37	11.04	0.34
Reach 1	40	PF 3	0.60	97.54	97.95		97.96	0.000878	0.38	1.57	11.89	0.34
Reach 1	40	PF 4	0.74	97.54	97.97		97.98	0.000953	0.41	1.79	12.74	0.35
Reach 1	40	PF 5	0.86	97.54	97.98		97.99	0.000997	0.44	1.97	13.41	0.36
Reach 1	40	PF 6	1.00	97.54	97.99		98.00	0.001037	0.47	2.15	13.99	0.38

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 97,92 m a 97,95 m (+0,03 m), indicando un incremento controlado que no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad disminuye ligeramente de 98,00 m a 97,91 m (-0,09 m). Este cambio es menor y está dentro de los parámetros de diseño.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 12,44 m a 13,67 m (+1,23 m), reflejando una expansión asociada a la transición hacia un flujo más subcrítico. Este cambio es manejable y no compromete el sistema hidráulico.

Aguas abajo: La lámina de agua se mantiene constante en 10,25 m, confirmando estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,33 (subcrítico) a 0,25 (subcrítico), estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

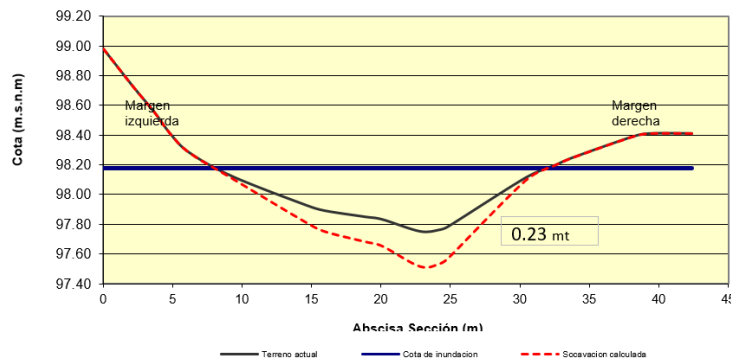
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,35 (subcrítico), indicando un flujo estable y sin alteraciones en la dinámica hidráulica.

➤ **Conclusión General:**

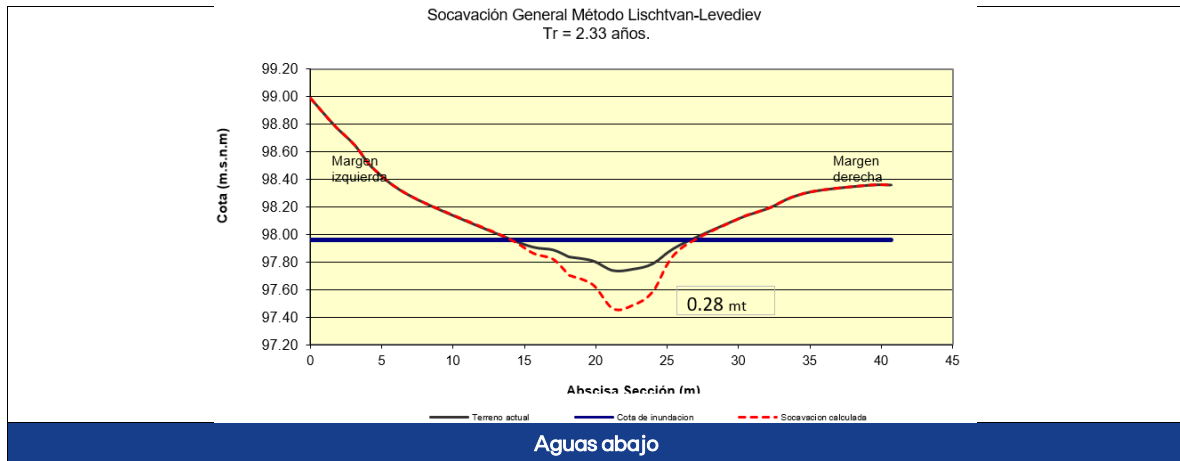
Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni afectan la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones son estables y no presentan alteraciones significativas en el sistema. (Ver Tabla 7-48).

Tabla 7-48 Cálculo de socavación OC_18

Socavación General Método Lischtsvan-Levediev
Tr = 2.33 años.



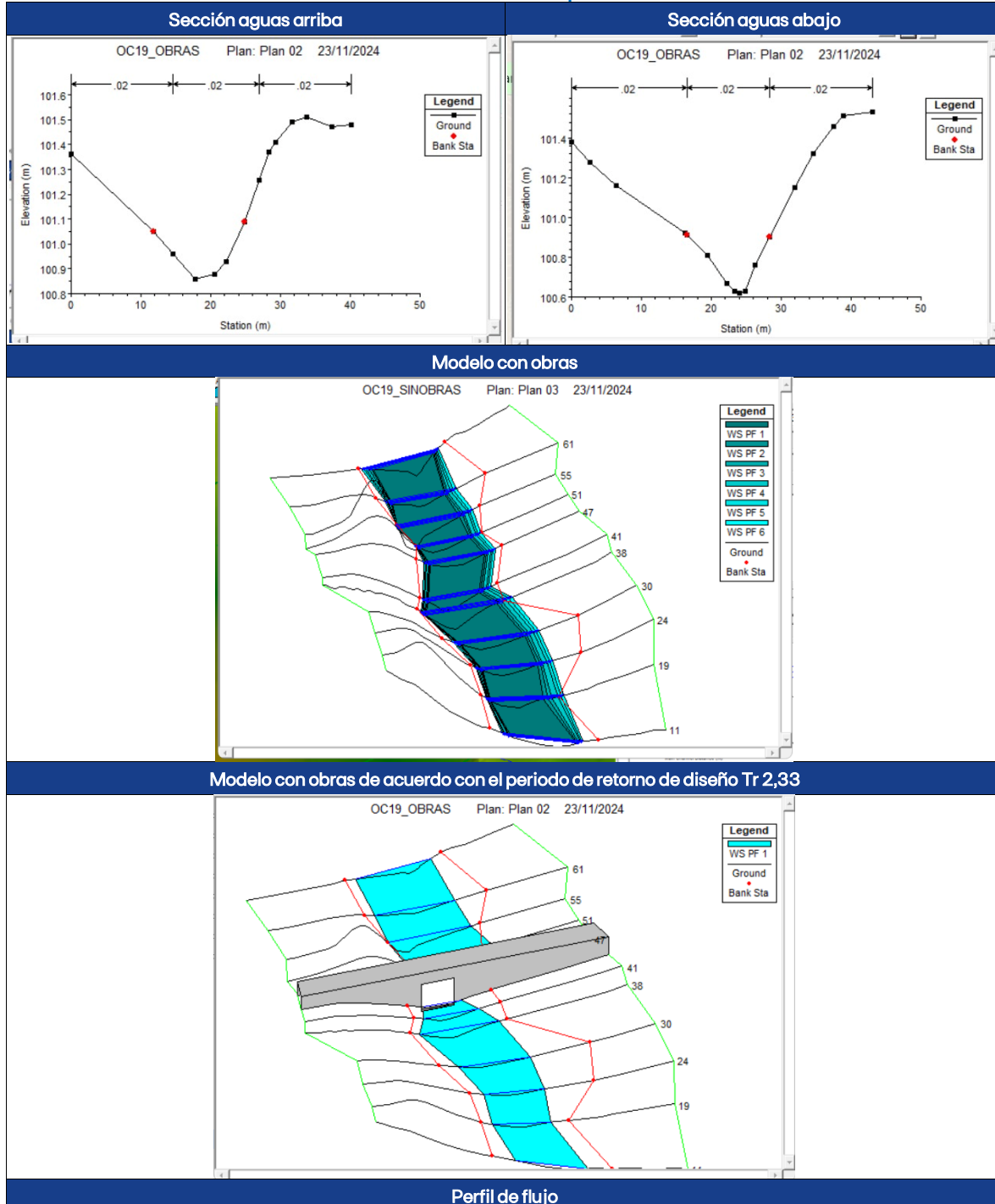
Aguas arriba

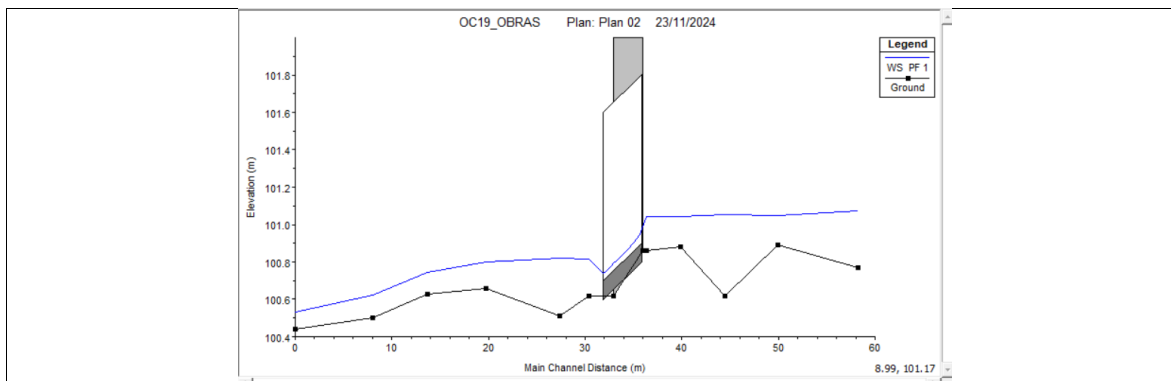


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

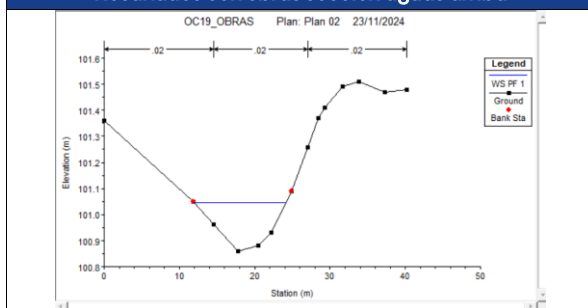
7.4.5.3.18 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_19

Tabla 7-49 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_19

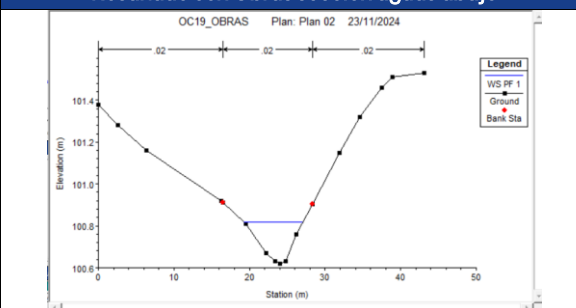




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC19 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	47	PF 1	0.44	100.86	100.97	100.97	101.00	0.009757	0.81	0.54	8.31	1.01
Reach 1	47	PF 2	0.52	100.86	100.97	100.97	101.01	0.008916	0.83	0.62	8.77	1.00
Reach 1	47	PF 3	0.60	100.86	100.98	100.98	101.02	0.008549	0.86	0.70	9.16	1.00
Reach 1	47	PF 4	0.74	100.86	100.99	100.99	101.04	0.008347	0.91	0.81	9.75	1.01
Reach 1	47	PF 5	0.86	100.86	101.01	101.01	101.05	0.007978	0.94	0.91	10.25	1.00
Reach 1	47	PF 6	1.00	100.86	101.02	101.02	101.06	0.007614	0.97	1.03	10.80	1.00
Reach 1	41	PF 1	0.44	100.62	100.82		100.83	0.001908	0.51	0.87	7.70	0.48
Reach 1	41	PF 2	0.52	100.62	100.83		100.84	0.002099	0.55	0.95	8.18	0.51
Reach 1	41	PF 3	0.60	100.62	100.84		100.85	0.002275	0.58	1.03	8.60	0.53
Reach 1	41	PF 4	0.74	100.62	100.85		100.87	0.002520	0.63	1.17	9.28	0.57
Reach 1	41	PF 5	0.86	100.62	100.86		100.89	0.002717	0.67	1.28	9.77	0.59
Reach 1	41	PF 6	1.00	100.62	100.88		100.90	0.002917	0.71	1.40	10.30	0.62

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OBRAS River: OC19 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	47	PF 1	0.44	100.86	101.05	100.97	101.05	0.000682	0.32	1.36	12.19	0.31
Reach 1	47	PF 2	0.52	100.86	101.06	100.97	101.07	0.000626	0.33	1.59	13.12	0.30
Reach 1	47	PF 3	0.60	100.86	101.08	100.98	101.09	0.000576	0.33	1.81	14.04	0.29
Reach 1	47	PF 4	0.74	100.86	101.11	100.99	101.11	0.000490	0.34	2.22	15.48	0.27
Reach 1	47	PF 5	0.86	100.86	101.13	101.01	101.14	0.000430	0.34	2.58	16.61	0.25
Reach 1	47	PF 6	1.00	100.86	101.15	101.02	101.16	0.000377	0.35	3.01	17.86	0.24
Reach 1	45	OC19	Culvert									
Reach 1	41	PF 1	0.44	100.62	100.82		100.83	0.001908	0.51	0.87	7.70	0.48
Reach 1	41	PF 2	0.52	100.62	100.83		100.84	0.002099	0.55	0.95	8.18	0.51
Reach 1	41	PF 3	0.60	100.62	100.84		100.85	0.002275	0.58	1.03	8.60	0.53
Reach 1	41	PF 4	0.74	100.62	100.85		100.87	0.002520	0.63	1.17	9.28	0.57
Reach 1	41	PF 5	0.86	100.62	100.86		100.89	0.002717	0.67	1.28	9.77	0.59
Reach 1	41	PF 6	1.00	100.62	100.88		100.90	0.002917	0.71	1.40	10.30	0.62

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 100,97 m a 101,05 m (+0,08 m), indicando un incremento controlado que no genera riesgos de inundación ni compromete la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 108,82 m, reflejando condiciones estables aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 8,31 m a 12,19 m (+3,88 m), reflejando una expansión asociada a la transición a régimen subcrítico. Este cambio es manejable y está dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 7,70 m, confirmando estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,01 (crítico) a 0,31 (subcrítico). Este cambio estabiliza el flujo, reduce velocidades y minimiza riesgos de erosión.

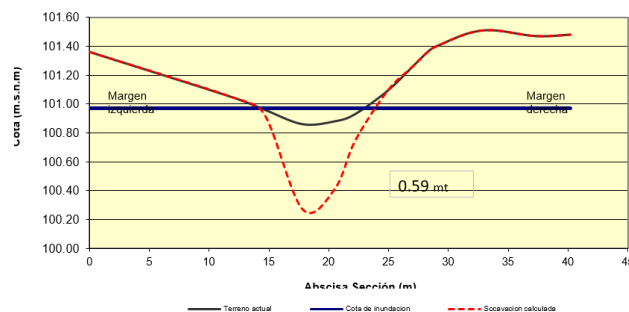
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,48 (subcrítico), indicando un flujo estable y sin alteraciones significativas en la dinámica hidráulica.

➤ **Conclusión General:**

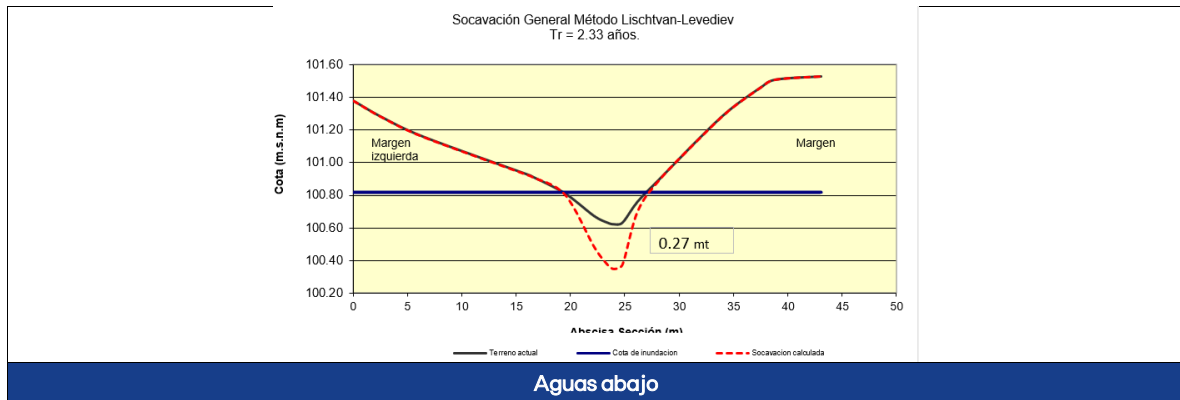
Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni afectan la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema. (Ver **Tabla 7-50**).

Tabla 7-50 Cálculo de socavación OC_19

Socavación General Método Lischvan-Levediev
Tr = 2.33 años.



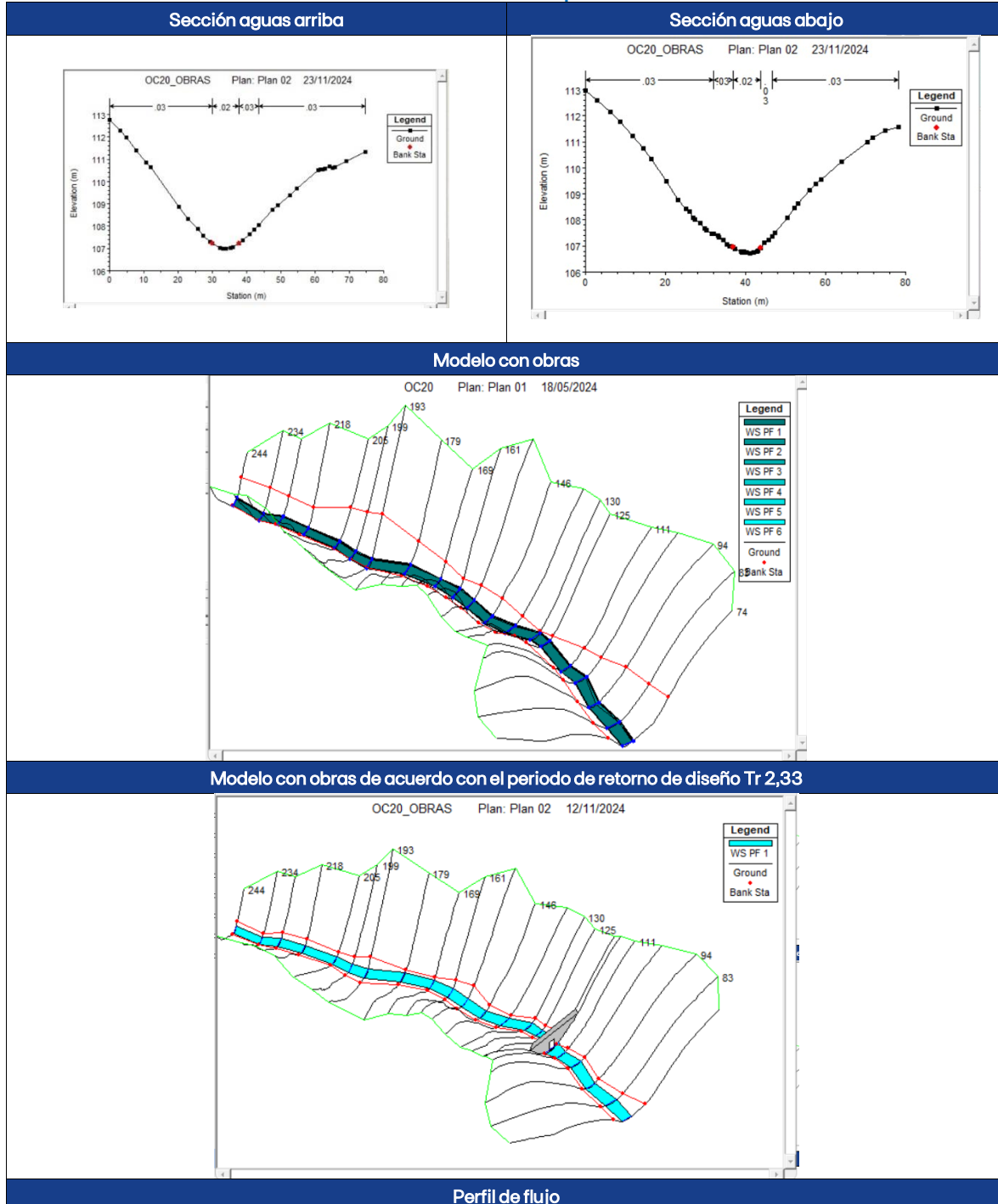
Aguas arriba

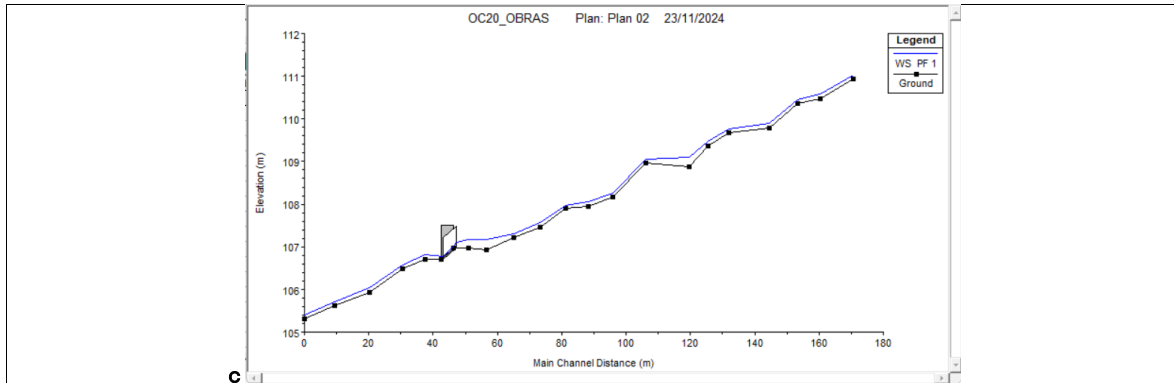


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

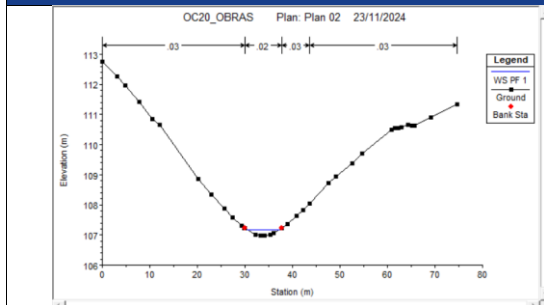
7.4.5.3.19 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_20

Tabla 7-51 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_20

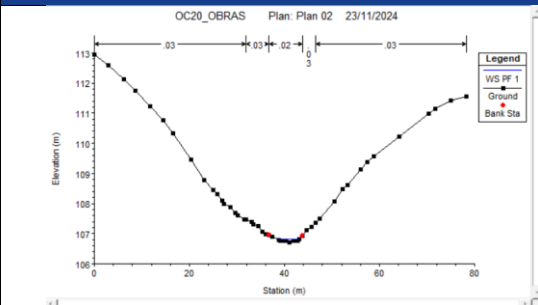




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC20_SINOBRAS River: OC20 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	125	PF 1	0.21	106.98	107.07	107.07	107.10	0.010454	0.78	0.27	4.47	1.02
Reach 1	125	PF 2	0.25	106.98	107.08	107.08	107.11	0.009890	0.81	0.31	4.66	1.01
Reach 1	125	PF 3	0.29	106.98	107.09	107.09	107.12	0.009458	0.84	0.35	4.84	1.00
Reach 1	125	PF 4	0.35	106.98	107.10	107.10	107.14	0.009342	0.88	0.40	5.07	1.01
Reach 1	125	PF 5	0.41	106.98	107.11	107.11	107.15	0.009086	0.92	0.45	5.28	1.01
Reach 1	125	PF 6	0.48	106.98	107.12	107.12	107.16	0.008827	0.95	0.50	5.52	1.01
Reach 1	111	PF 1	0.21	106.71	106.82	106.82	106.85	0.010357	0.77	0.27	4.59	1.01
Reach 1	111	PF 2	0.25	106.71	106.83	106.83	106.86	0.009737	0.80	0.31	4.77	1.00
Reach 1	111	PF 3	0.29	106.71	106.83	106.83	106.87	0.009793	0.84	0.34	4.90	1.01
Reach 1	111	PF 4	0.35	106.71	106.84	106.84	106.88	0.009452	0.88	0.40	5.11	1.01
Reach 1	111	PF 5	0.41	106.71	106.85	106.85	106.90	0.008881	0.91	0.45	5.33	1.00
Reach 1	111	PF 6	0.48	106.71	106.86	106.86	106.91	0.008956	0.96	0.50	5.52	1.01

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OBRAS River: OC20 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	125	PF 1	0.21	106.98	107.18	107.07	107.18	0.000350	0.24	0.88	6.88	0.21
Reach 1	125	PF 2	0.25	106.98	107.20	107.08	107.20	0.000321	0.24	1.03	7.35	0.21
Reach 1	125	PF 3	0.29	106.98	107.22	107.09	107.22	0.000295	0.24	1.19	7.80	0.20
Reach 1	125	PF 4	0.35	106.98	107.25	107.10	107.25	0.000243	0.25	1.42	8.30	0.19
Reach 1	125	PF 5	0.41	106.98	107.28	107.11	107.28	0.000209	0.25	1.64	8.74	0.18
Reach 1	125	PF 6	0.48	106.98	107.31	107.12	107.31	0.000182	0.26	1.91	9.22	0.17
Reach 1	117	OC20	Culvert									
Reach 1	111	PF 1	0.21	106.71	106.82	106.82	106.85	0.010357	0.77	0.27	4.59	1.01
Reach 1	111	PF 2	0.25	106.71	106.83	106.83	106.86	0.009737	0.80	0.31	4.77	1.00
Reach 1	111	PF 3	0.29	106.71	106.83	106.83	106.87	0.009793	0.84	0.34	4.90	1.01
Reach 1	111	PF 4	0.35	106.71	106.84	106.84	106.88	0.009452	0.88	0.40	5.11	1.01
Reach 1	111	PF 5	0.41	106.71	106.85	106.85	106.90	0.008881	0.91	0.45	5.33	1.00
Reach 1	111	PF 6	0.48	106.71	106.86	106.86	106.91	0.008956	0.96	0.50	5.52	1.01

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 107,07 m a 107,18 m (+0,11 m). Este incremento es controlado y no genera riesgos de inundación ni compromete la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 106,82 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 4,47 m a 6,88 m (+2,41 m), reflejando una expansión del flujo asociada a la transición hacia régimen subcrítico. Este cambio está dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 4,59 m, confirmando que no hay alteraciones significativas en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

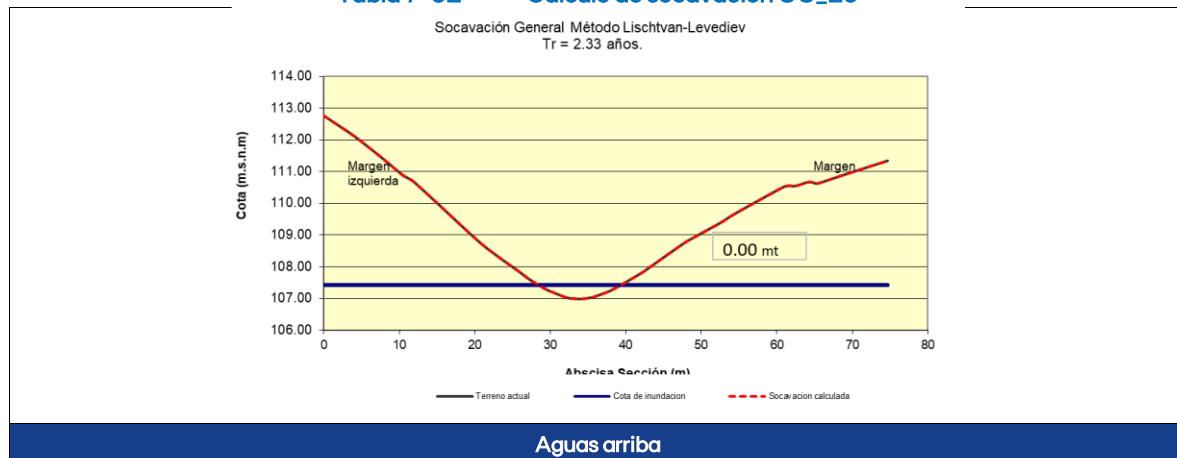
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,02 (crítico) a 0,21 (subcrítico). Este cambio estabiliza el flujo, reduce velocidades y minimiza riesgos de erosión.

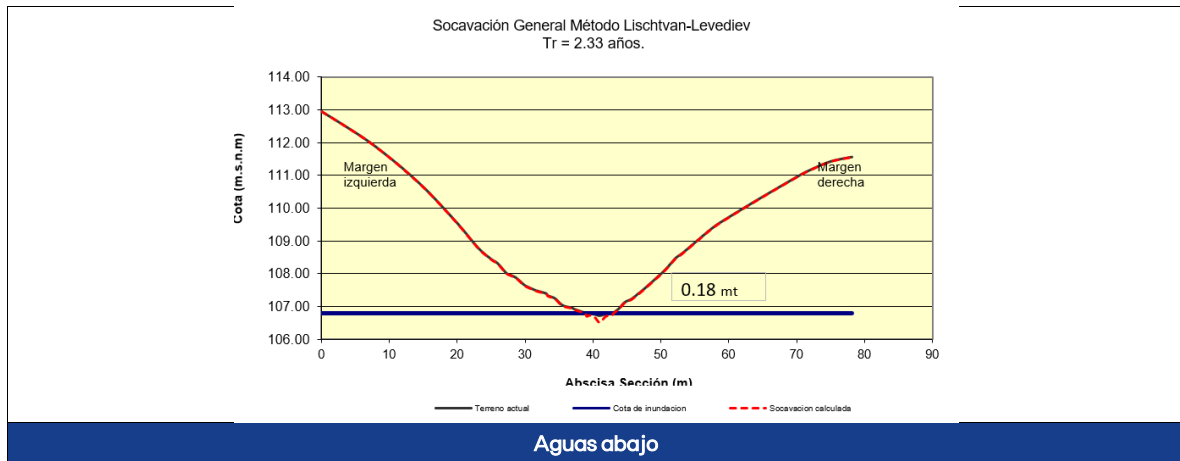
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,01 (crítico), asegurando condiciones hidráulicas estables y sin alteraciones significativas.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni afectan la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema. (Ver **Tabla 7-52**).

Tabla 7-52 Cálculo de socavación OC_20

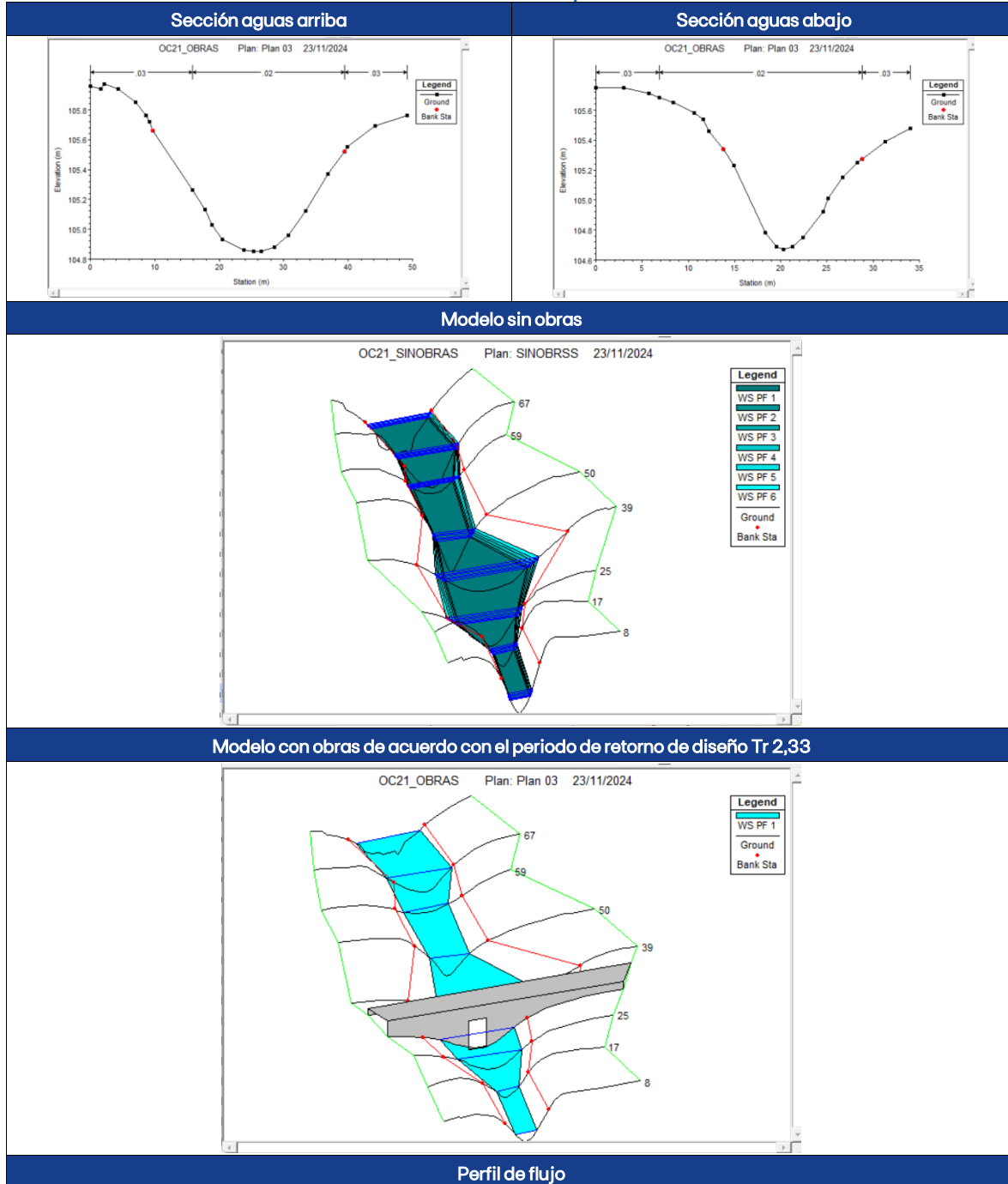


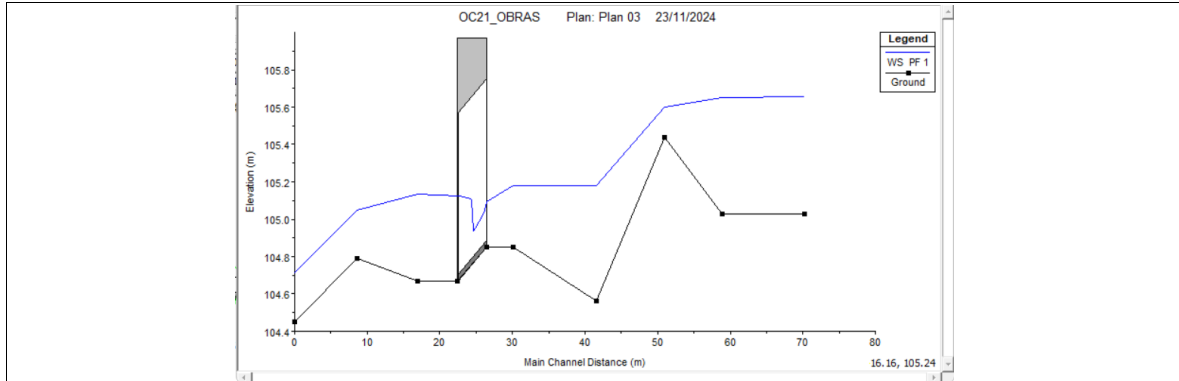


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

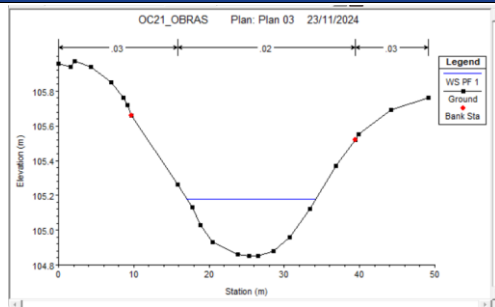
7.4.5.3.20 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_21

Tabla 7-53 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_21

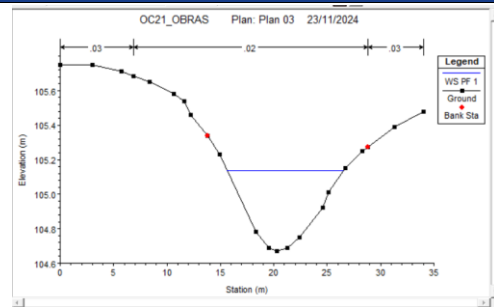




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: SINOBRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	39	PF 1	0.76	104.85	105.14		105.14	0.000197	0.24	3.18	15.95	0.17
Reach 1	39	PF 2	0.90	104.85	105.17		105.17	0.000189	0.25	3.63	16.75	0.17
Reach 1	39	PF 3	1.05	104.85	105.19		105.20	0.000183	0.26	4.09	17.53	0.17
Reach 1	39	PF 4	1.28	104.85	105.23		105.23	0.000178	0.27	4.77	18.60	0.17
Reach 1	39	PF 5	1.49	104.85	105.26		105.26	0.000174	0.28	5.35	19.49	0.17
Reach 1	39	PF 6	1.74	104.85	105.29		105.30	0.000166	0.29	6.02	20.46	0.17
Reach 1	25	PF 1	0.76	104.67	105.14		105.14	0.000134	0.25	3.07	10.91	0.15
Reach 1	25	PF 2	0.90	104.67	105.16		105.17	0.000147	0.27	3.37	11.49	0.16
Reach 1	25	PF 3	1.05	104.67	105.19		105.19	0.000160	0.28	3.69	12.11	0.16
Reach 1	25	PF 4	1.28	104.67	105.23		105.23	0.000176	0.31	4.15	12.98	0.17
Reach 1	25	PF 5	1.49	104.67	105.26		105.26	0.000189	0.33	4.55	13.79	0.18
Reach 1	25	PF 6	1.74	104.67	105.29		105.30	0.000198	0.35	5.03	14.83	0.19

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	39	PF 1	0.76	104.85	105.18	104.97	105.18	0.000112	0.20	3.87	17.16	0.13
Reach 1	39	PF 2	0.90	104.85	105.22	104.98	105.22	0.000100	0.20	4.56	18.28	0.13
Reach 1	39	PF 3	1.05	104.85	105.26	104.99	105.26	0.000089	0.20	5.30	19.42	0.12
Reach 1	39	PF 4	1.28	104.85	105.32	105.00	105.32	0.000073	0.20	6.47	21.09	0.11
Reach 1	39	PF 5	1.49	104.85	105.37	105.01	105.37	0.000062	0.20	7.57	22.55	0.11
Reach 1	39	PF 6	1.74	104.85	105.42	105.03	105.43	0.000054	0.19	8.93	24.41	0.10
Reach 1	32	OC21										
Reach 1	25	PF 1	0.76	104.67	105.14		105.14	0.000134	0.25	3.07	10.91	0.15
Reach 1	25	PF 2	0.90	104.67	105.16		105.17	0.000147	0.27	3.37	11.49	0.16
Reach 1	25	PF 3	1.05	104.67	105.19		105.19	0.000160	0.28	3.69	12.11	0.16
Reach 1	25	PF 4	1.28	104.67	105.23		105.23	0.000176	0.31	4.15	12.98	0.17
Reach 1	25	PF 5	1.49	104.67	105.26		105.26	0.000189	0.33	4.55	13.79	0.18
Reach 1	25	PF 6	1.74	104.67	105.29		105.30	0.000198	0.35	5.03	14.83	0.19

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 105,14 m a 105,18 m (+0,04 m). Este incremento es menor y controlado, sin generar riesgos de inundación ni comprometer la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 105,14 m, reflejando estabilidad en las condiciones hidráulicas en esta sección.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 15,95 m a 17,16 m (+1,21 m), lo que indica una expansión manejable del flujo, dentro de los parámetros del diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 10,91 m, confirmando estabilidad y condiciones hidráulicas estable.

➤ **Número de Froude:**

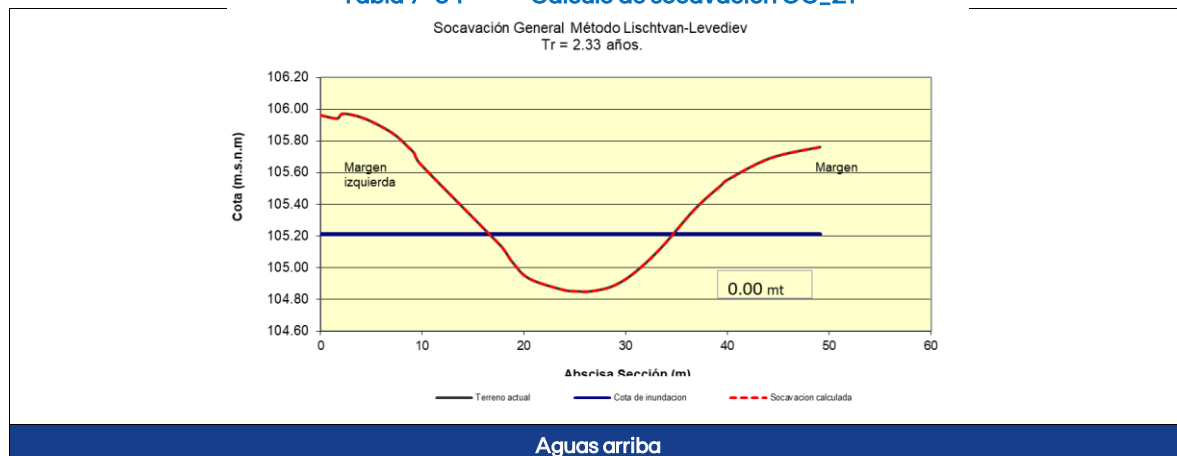
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,17 (subcrítico) a 0,13 (subcrítico), reflejando un flujo más lento y estable, con reducción de riesgos de erosión.

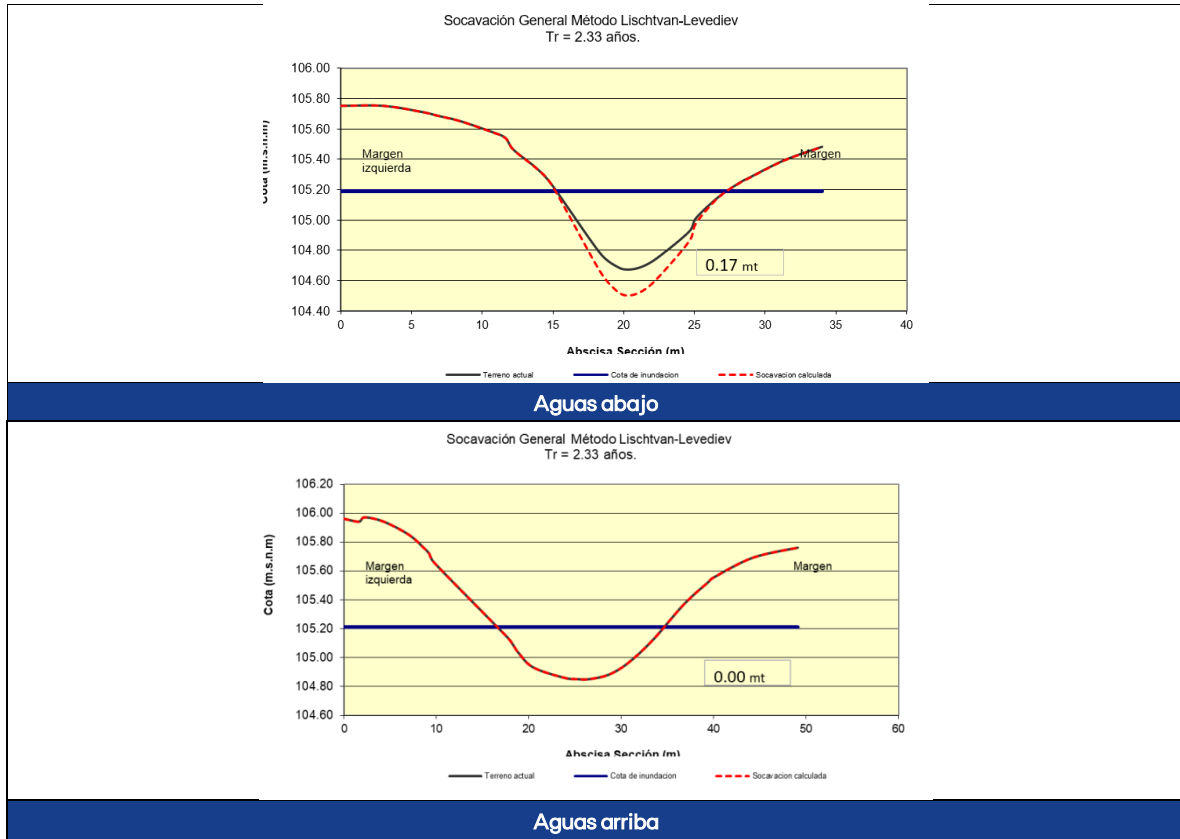
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,15 (subcrítico), asegurando un flujo estable y sin alteraciones significativas.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son controlados, no generan riesgos de inundación ni comprometen la estabilidad del sistema. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable. (Ver **Tabla 7-54**).

Tabla 7-54 Cálculo de socavación OC_21

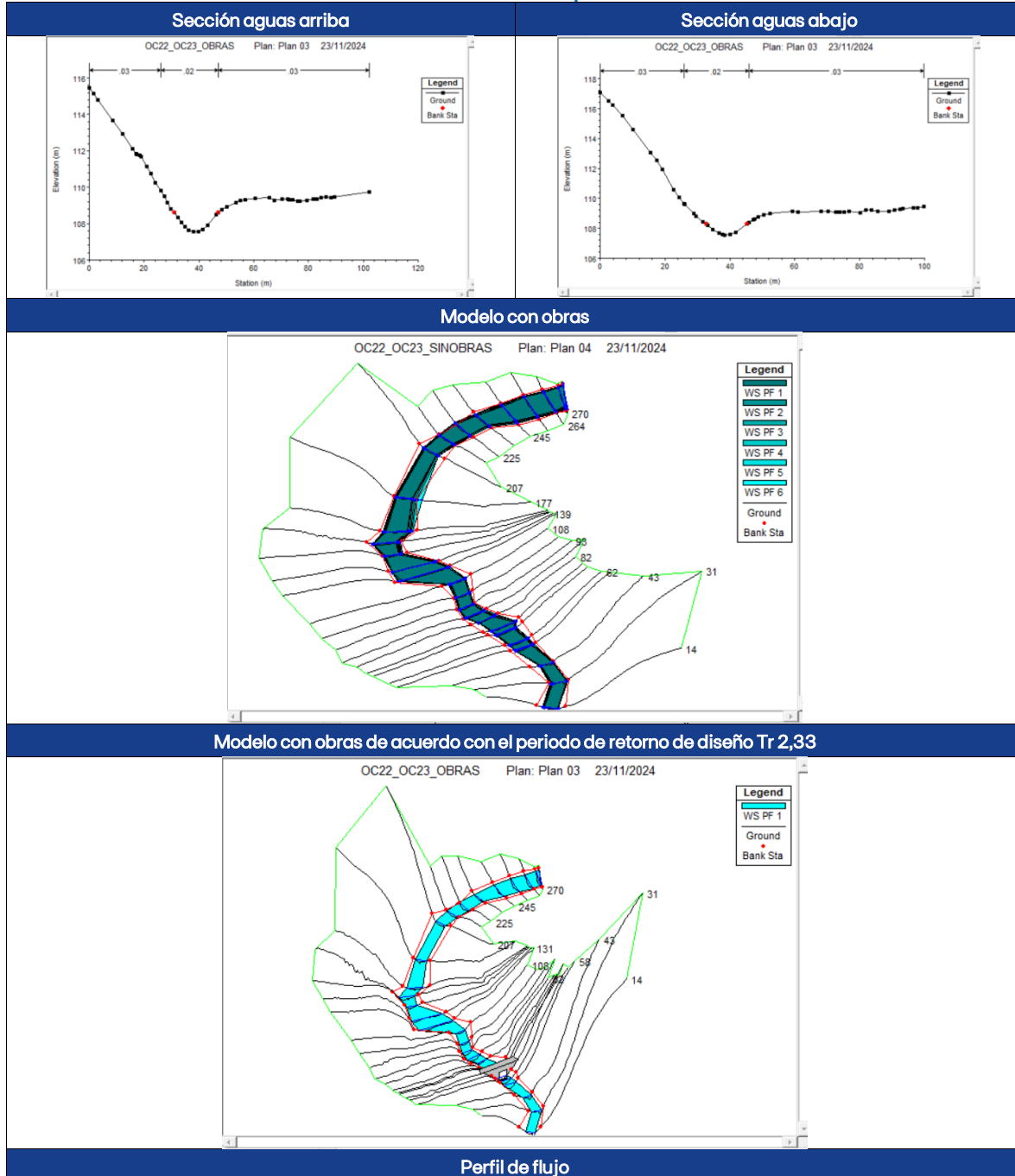


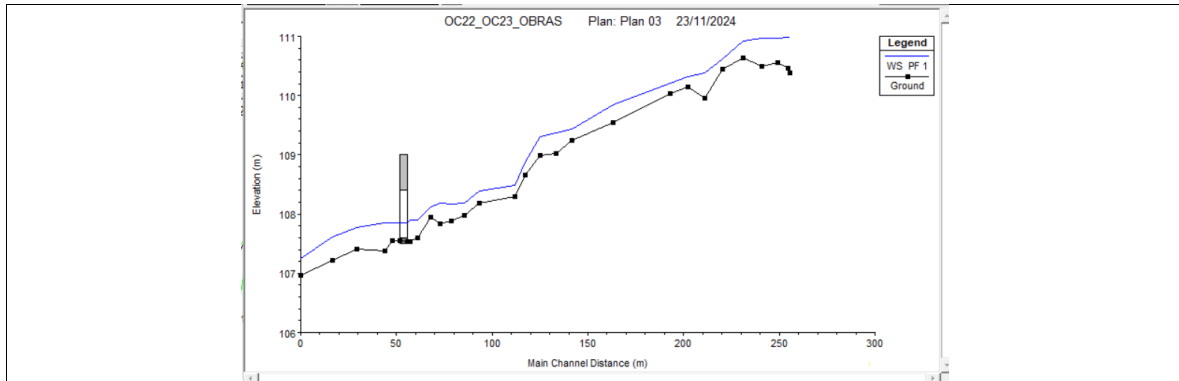


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

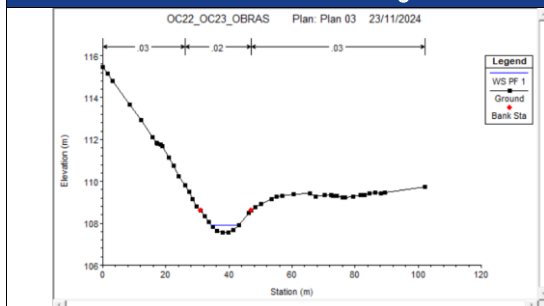
7.4.5.3.21 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_22

Tabla 7-55 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_22

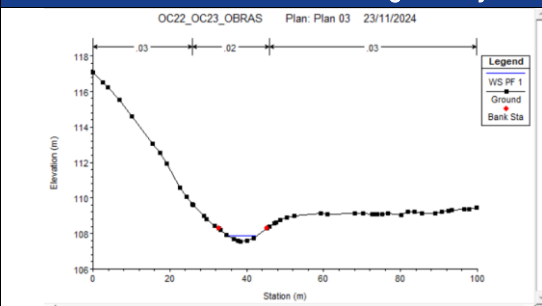




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC_22 Reach: Reach 2												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 2	71	PF 1	0.89	107.54	107.87		107.88	0.000759	0.50	1.79	8.19	0.34
Reach 2	71	PF 2	1.05	107.54	107.89		107.91	0.000757	0.52	2.01	8.50	0.34
Reach 2	71	PF 3	1.22	107.54	107.92		107.94	0.000757	0.55	2.22	8.78	0.35
Reach 2	71	PF 4	1.50	107.54	107.96		107.97	0.000756	0.59	2.56	9.17	0.35
Reach 2	71	PF 5	1.74	107.54	107.99		108.01	0.000757	0.61	2.84	9.48	0.36
Reach 2	71	PF 6	2.03	107.54	108.02		108.04	0.000763	0.64	3.15	9.81	0.36
Reach 2	62	PF 1	0.89	107.55	107.85		107.87	0.001411	0.63	1.40	7.13	0.46
Reach 2	62	PF 2	1.05	107.55	107.88		107.90	0.001376	0.66	1.59	7.48	0.46
Reach 2	62	PF 3	1.22	107.55	107.90		107.93	0.001351	0.68	1.78	7.82	0.46
Reach 2	62	PF 4	1.50	107.55	107.94		107.97	0.001317	0.72	2.09	8.32	0.46
Reach 2	62	PF 5	1.74	107.55	107.97		108.00	0.001289	0.74	2.34	8.69	0.46
Reach 2	62	PF 6	2.03	107.55	108.00		108.03	0.001272	0.77	2.62	9.09	0.46

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC_22 Reach: Reach 2												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 2	71	PF 1	0.89	107.54	107.90	107.73	107.91	0.000520	0.44	2.04	8.54	0.29
Reach 2	71	PF 2	1.05	107.54	107.93	107.75	107.94	0.000484	0.45	2.33	8.90	0.28
Reach 2	71	PF 3	1.22	107.54	107.96	107.76	107.98	0.000451	0.47	2.62	9.24	0.28
Reach 2	71	PF 4	1.50	107.54	108.01	107.79	108.03	0.000411	0.49	3.10	9.76	0.27
Reach 2	71	PF 5	1.74	107.54	108.05	107.81	108.07	0.000386	0.50	3.51	10.18	0.26
Reach 2	71	PF 6	2.03	107.54	108.10	107.83	108.11	0.000356	0.52	3.99	10.67	0.26
Reach 2	67	OC22										
Reach 2	62	PF 1	0.89	107.55	107.85		107.87	0.001411	0.63	1.40	7.13	0.46
Reach 2	62	PF 2	1.05	107.55	107.88		107.90	0.001376	0.66	1.59	7.48	0.46
Reach 2	62	PF 3	1.22	107.55	107.90		107.93	0.001351	0.68	1.78	7.82	0.46
Reach 2	62	PF 4	1.50	107.55	107.94		107.97	0.001299	0.72	2.09	8.32	0.46
Reach 2	62	PF 5	1.74	107.55	107.97		108.00	0.001253	0.75	2.33	8.68	0.45
Reach 2	62	PF 6	2.03	107.55	108.00		108.03	0.001220	0.78	2.61	9.08	0.45

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 107,87 m a 107,90 m (+0,03 m). Este incremento es controlado y no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 107,85 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas en esta sección.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 8,19 m a 8,54 m (+0,35 m), lo que refleja una expansión del flujo manejable y dentro de los parámetros del diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 7,13 m, confirmando que las condiciones aguas abajo son estables.

➤ **Número de Froude:**

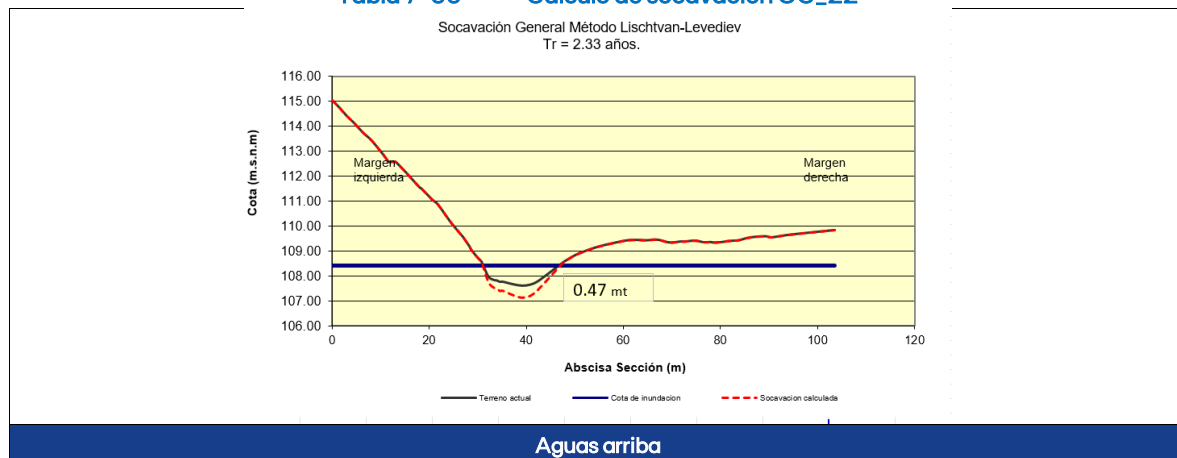
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,34 (subcrítico) a 0,29 (subcrítico). Este cambio estabiliza el flujo, reduce velocidades y minimiza riesgos de erosión.

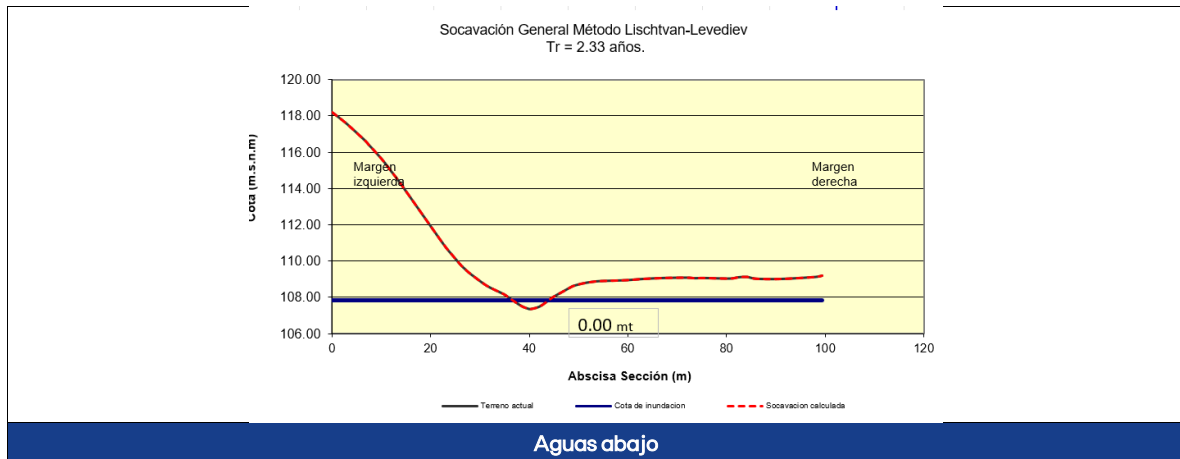
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,46 (subcrítico), asegurando un flujo estable sin alteraciones significativas.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni afectan la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema. (Ver **Tabla 7-56**).

Tabla 7-56 Cálculo de socavación OC_22

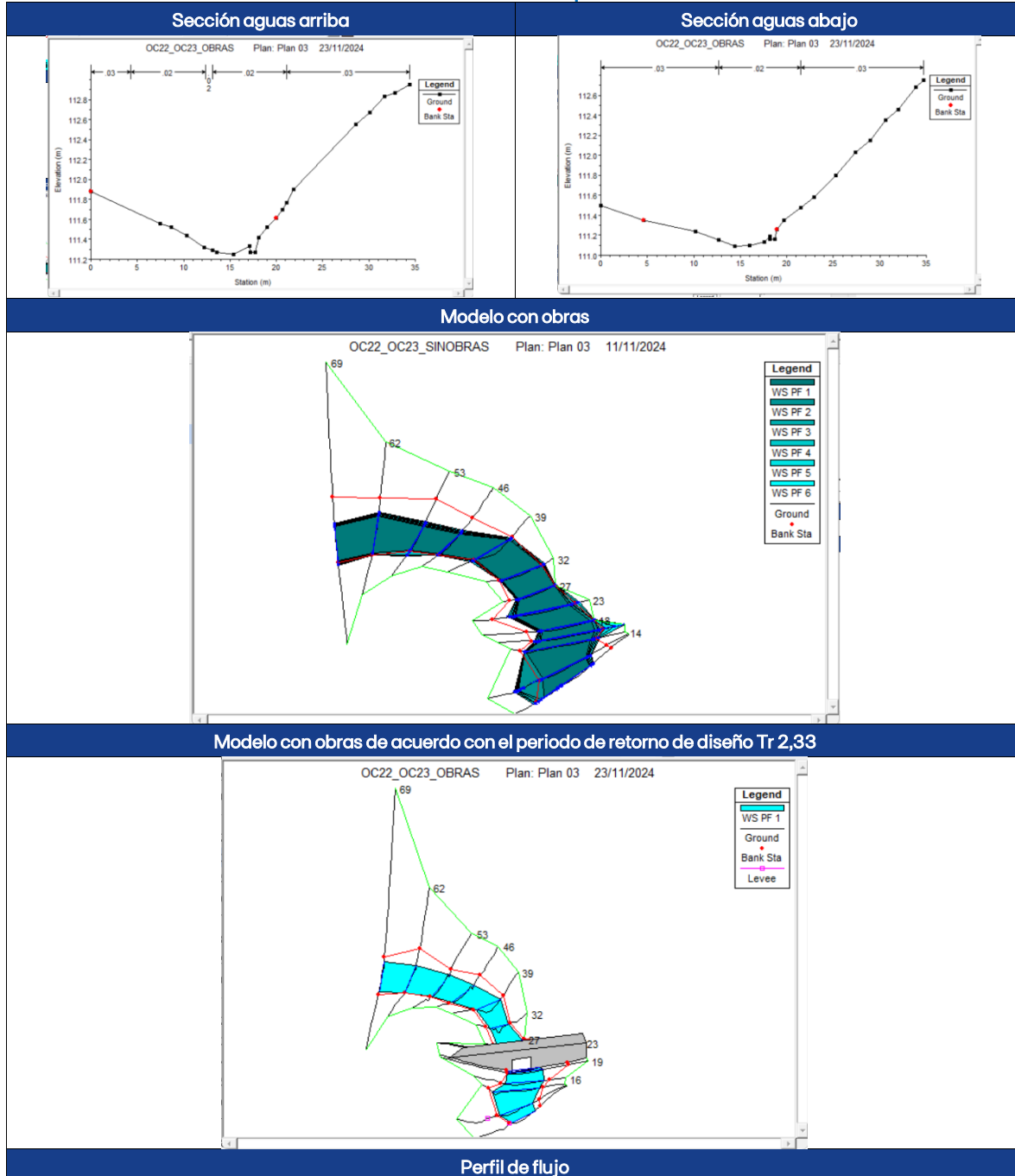


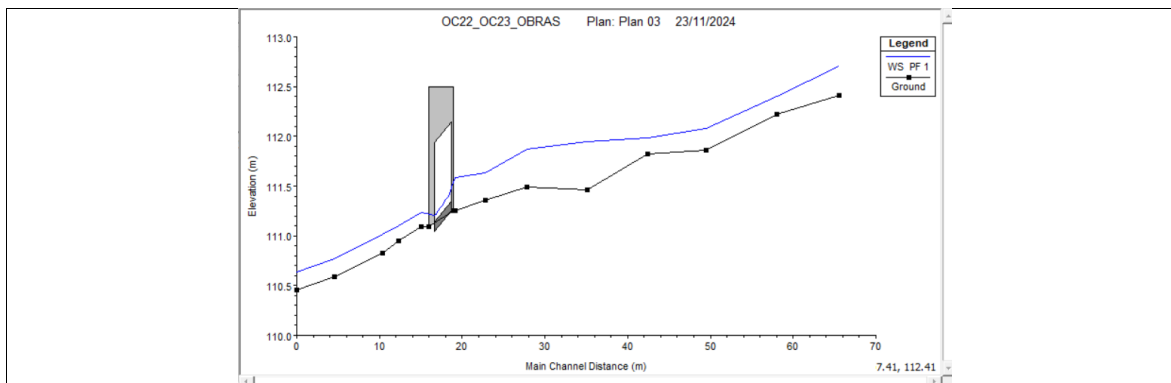


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

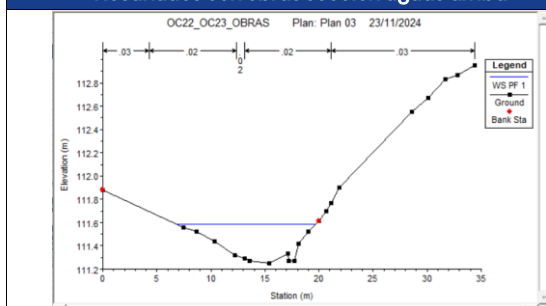
7.4.5.3.22 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_23

Tabla 7-57 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_23

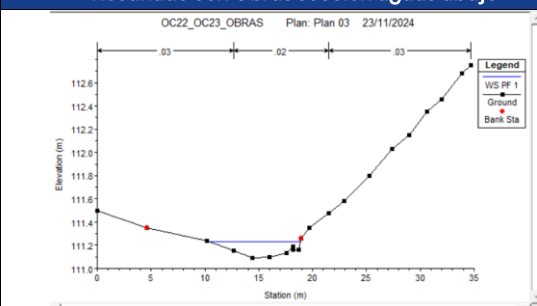




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC22_23 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	23	PF 1	0.72	111.24	111.38	111.38	111.44	0.007773	1.00	0.72	6.96	1.00
Reach 1	23	PF 2	0.86	111.24	111.40	111.40	111.46	0.007541	1.05	0.82	7.21	1.00
Reach 1	23	PF 3	1.00	111.24	111.41	111.41	111.47	0.007325	1.09	0.91	7.45	1.00
Reach 1	23	PF 4	1.22	111.24	111.43	111.43	111.50	0.007090	1.14	1.07	8.03	1.00
Reach 1	23	PF 5	1.42	111.24	111.45	111.45	111.52	0.007017	1.18	1.20	8.62	1.01
Reach 1	23	PF 6	1.65	111.24	111.47	111.47	111.54	0.006830	1.21	1.37	9.27	1.00
Reach 1	18	PF 1	0.72	111.04	111.19	111.19	111.23	0.007660	0.95	0.76	8.41	1.01
Reach 1	18	PF 2	0.86	111.04	111.20	111.20	111.25	0.007319	0.98	0.88	8.99	1.00
Reach 1	18	PF 3	1.00	111.04	111.21	111.21	111.26	0.007484	1.03	0.97	9.08	1.01
Reach 1	18	PF 4	1.22	111.04	111.23	111.23	111.29	0.007407	1.10	1.11	9.23	1.01
Reach 1	18	PF 5	1.42	111.04	111.24	111.24	111.31	0.007374	1.15	1.23	9.36	1.01
Reach 1	18	PF 6	1.65	111.04	111.25	111.25	111.33	0.007271	1.20	1.37	9.50	1.01

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC22_23 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	23	PF 1	0.72	111.25	111.53	111.40	111.54	0.000535	0.38	1.89	10.77	0.29
Reach 1	23	PF 2	0.86	111.25	111.56	111.41	111.57	0.000502	0.39	2.23	11.99	0.29
Reach 1	23	PF 3	1.00	111.25	111.59	111.42	111.60	0.000463	0.39	2.58	12.98	0.28
Reach 1	23	PF 4	1.22	111.25	111.63	111.44	111.64	0.000397	0.39	3.16	14.36	0.26
Reach 1	23	PF 5	1.42	111.25	111.67	111.46	111.68	0.000344	0.38	3.70	15.50	0.25
Reach 1	23	PF 6	1.65	111.25	111.71	111.48	111.72	0.000295	0.38	4.34	16.72	0.24
Reach 1	21	OC23	Culvert									
Reach 1	19	PF 1	0.72	111.09	111.23	111.23	111.28	0.008200	0.95	0.76	8.37	1.01
Reach 1	19	PF 2	0.86	111.09	111.24	111.24	111.29	0.007955	0.99	0.87	8.82	1.01
Reach 1	19	PF 3	1.00	111.09	111.26	111.26	111.31	0.007670	1.02	0.98	9.49	1.01
Reach 1	19	PF 4	1.22	111.09	111.27	111.27	111.33	0.007266	1.05	1.16	10.54	1.00
Reach 1	19	PF 5	1.42	111.09	111.29	111.29	111.35	0.007166	1.08	1.32	11.36	1.01
Reach 1	19	PF 6	1.65	111.09	111.30	111.30	111.37	0.006901	1.10	1.50	12.30	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 111,38 m a 111,53 m (+0,15 m). Este incremento es manejable y no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad aumenta ligeramente de 111,19 m a 111,23 m (+0,04 m), reflejando estabilidad en el flujo aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 6,96 m a 10,77 m (+3,87 m), lo que indica una expansión significativa asociada a la transición hacia régimen subcrítico. Este cambio es manejable y está dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua varía ligeramente de 8,41 m a 8,37 m (-0,04 m), manteniendo estabilidad hidráulica en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

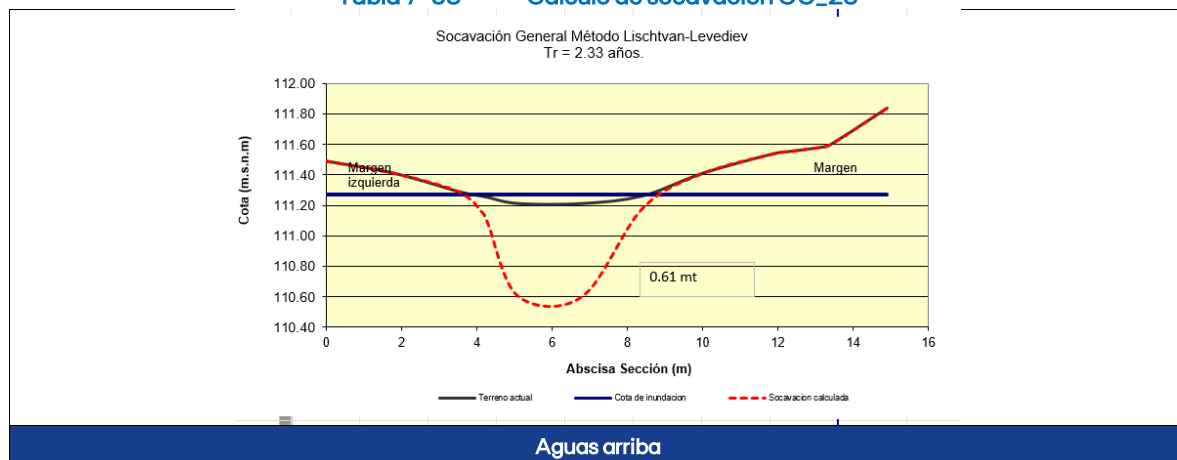
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,29 (subcrítico), estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

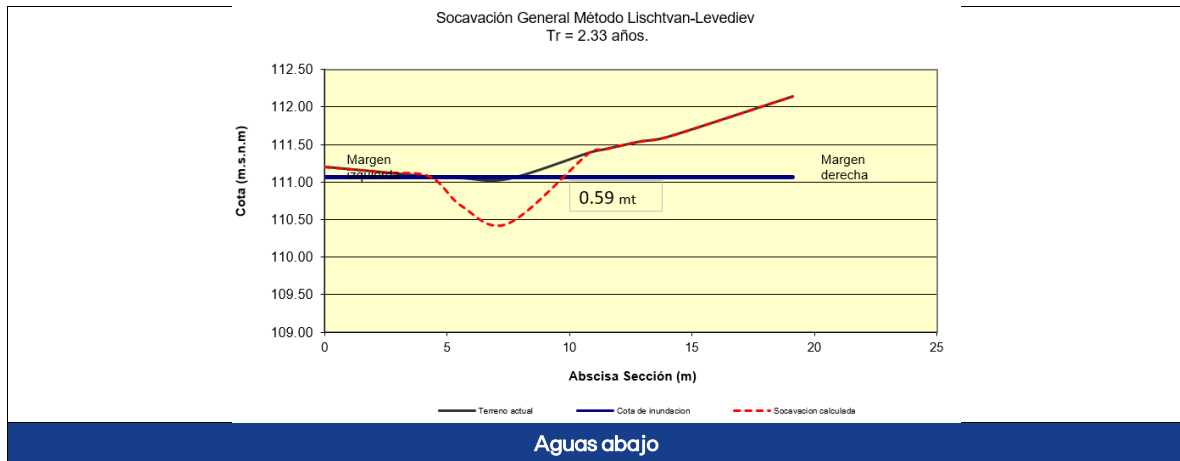
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,01 (crítico), asegurando un flujo estable y sin alteraciones significativas en la dinámica hidráulica.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables y no generan riesgos de inundación ni comprometen la estabilidad del flujo. Aguas abajo, las condiciones permanecen prácticamente constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema. (Ver **Tabla 7-58**).

Tabla 7-58 Cálculo de socavación OC_23

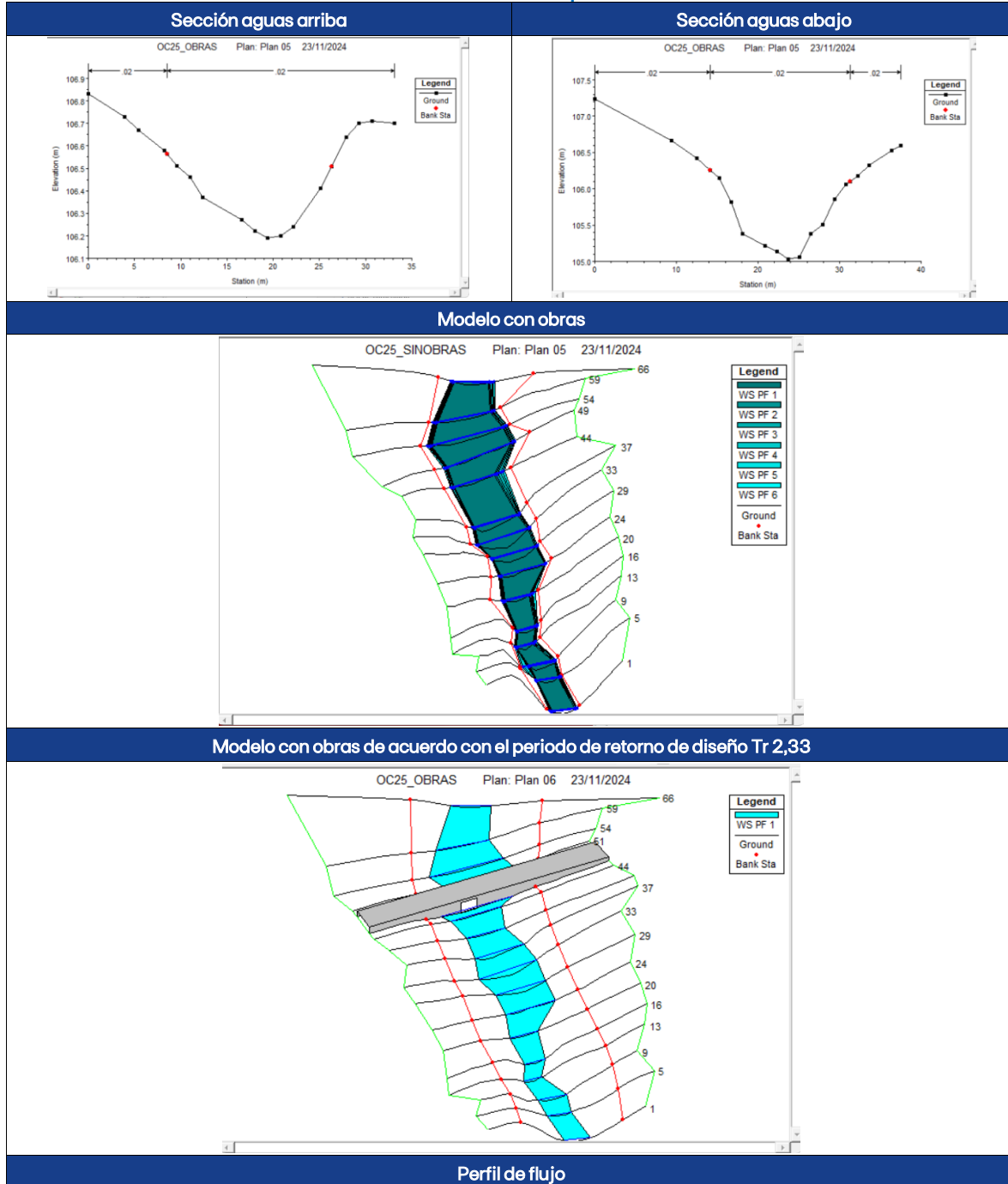


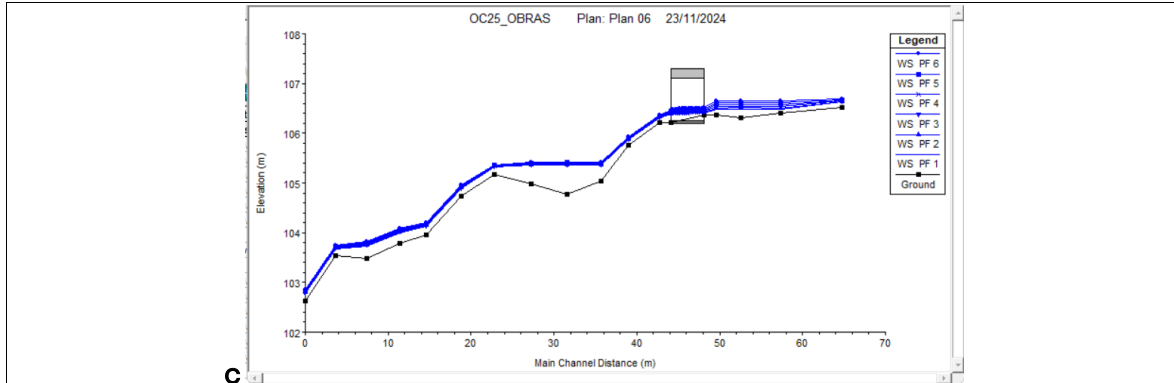


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

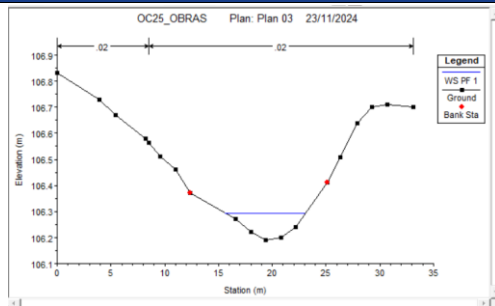
7.4.5.3.23 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_25

Tabla 7-59 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_25

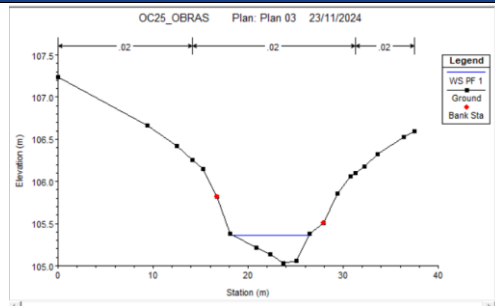




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 07 River: OC25 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	51	PF 1	0.36	106.36	106.44	106.44	106.47	0.010564	0.71	0.50	9.70	1.00
Reach 1	51	PF 2	0.43	106.36	106.45	106.45	106.48	0.010117	0.75	0.57	10.01	1.00
Reach 1	51	PF 3	0.50	106.36	106.45	106.45	106.49	0.009995	0.78	0.64	10.29	1.00
Reach 1	51	PF 4	0.61	106.36	106.46	106.46	106.50	0.009667	0.83	0.74	10.68	1.01
Reach 1	51	PF 5	0.71	106.36	106.47	106.47	106.51	0.009461	0.86	0.82	10.97	1.01
Reach 1	51	PF 6	0.83	106.36	106.48	106.48	106.52	0.009112	0.90	0.92	11.31	1.00
Reach 1	44	PF 1	0.36	106.22	106.32	106.32	106.35	0.010174	0.76	0.47	8.13	1.00
Reach 1	44	PF 2	0.43	106.22	106.32	106.32	106.36	0.010028	0.79	0.54	8.65	1.01
Reach 1	44	PF 3	0.50	106.22	106.33	106.33	106.37	0.009597	0.81	0.62	9.17	1.00
Reach 1	44	PF 4	0.61	106.22	106.34	106.34	106.38	0.009536	0.85	0.72	9.83	1.01
Reach 1	44	PF 5	0.71	106.22	106.35	106.35	106.39	0.009117	0.87	0.81	10.44	1.00
Reach 1	44	PF 6	0.83	106.22	106.36	106.36	106.40	0.008944	0.90	0.92	11.07	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: 2 River: OC25 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	51	PF 1	0.36	106.36	106.48	106.44	106.48	0.001999	0.41	0.88	11.15	0.47
Reach 1	51	PF 2	0.43	106.36	106.51	106.45	106.51	0.000975	0.34	1.26	12.37	0.34
Reach 1	51	PF 3	0.50	106.36	106.54	106.45	106.54	0.000613	0.30	1.64	13.47	0.28
Reach 1	51	PF 4	0.61	106.36	106.58	106.46	106.58	0.000370	0.27	2.25	15.11	0.22
Reach 1	51	PF 5	0.71	106.36	106.62	106.47	106.62	0.000266	0.25	2.83	16.61	0.19
Reach 1	51	PF 6	0.83	106.36	106.66	106.48	106.66	0.000194	0.23	3.56	18.31	0.17
Reach 1	47	OC25										
Reach 1	44	PF 1	0.36	106.22	106.32	106.32	106.35	0.010174	0.76	0.47	8.13	1.00
Reach 1	44	PF 2	0.43	106.22	106.32	106.32	106.36	0.010028	0.79	0.54	8.65	1.01
Reach 1	44	PF 3	0.50	106.22	106.33	106.33	106.37	0.009597	0.81	0.62	9.17	1.00
Reach 1	44	PF 4	0.61	106.22	106.34	106.34	106.38	0.009536	0.85	0.72	9.83	1.01
Reach 1	44	PF 5	0.71	106.22	106.35	106.35	106.39	0.009117	0.87	0.81	10.44	1.00
Reach 1	44	PF 6	0.83	106.22	106.36	106.36	106.40	0.008944	0.90	0.92	11.07	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 106,44 m a 106,48 m (+0,04 m). Este incremento es controlado y no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 106,32 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 9,70 m a 11,55 m (+1,85 m), lo que refleja una expansión del flujo manejable asociada a la transición hacia régimen subcrítico.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 8,13 m, confirmando condiciones estables en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,47 (subcrítico), estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

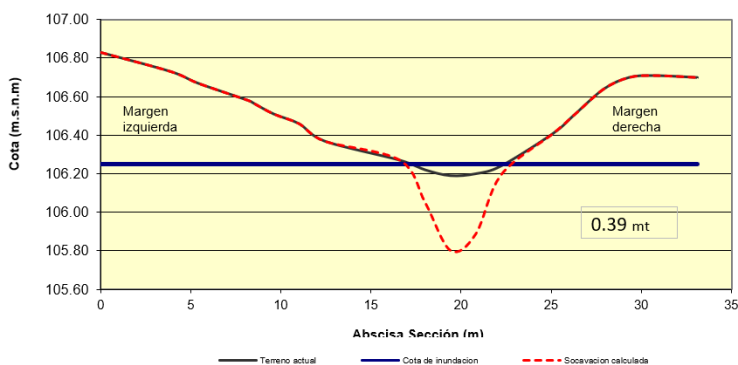
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), asegurando que el flujo aguas abajo se mantenga estable y sin alteraciones significativas.

➤ **Conclusión General:**

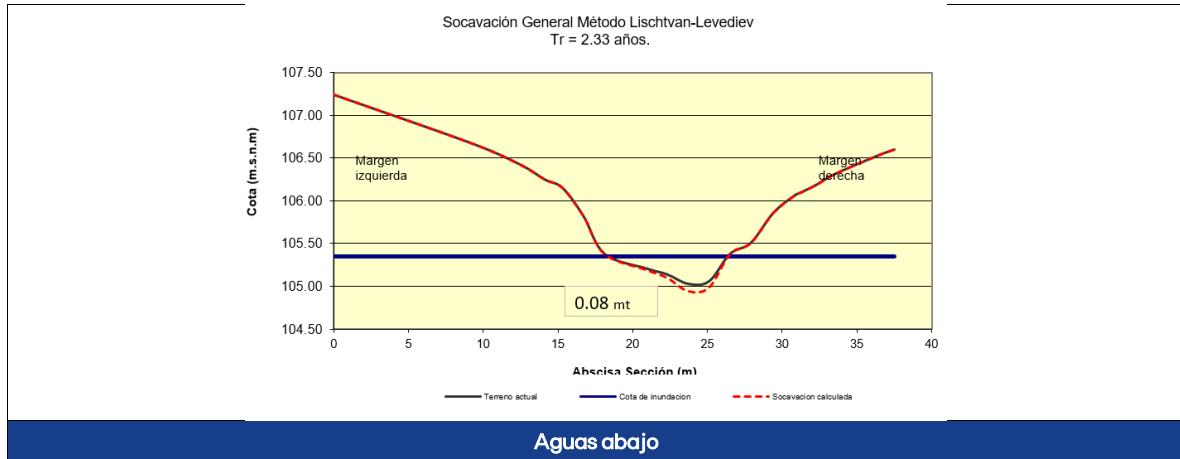
Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables y no generan riesgos de inundación ni afectan la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y dentro de los parámetros de diseño del sistema. (Ver **Tabla 7-60**).

Tabla 7-60 Cálculo de socavación OC_25

Socavación General Método Lischtnvan-Levediev
Tr = 2.33 años.



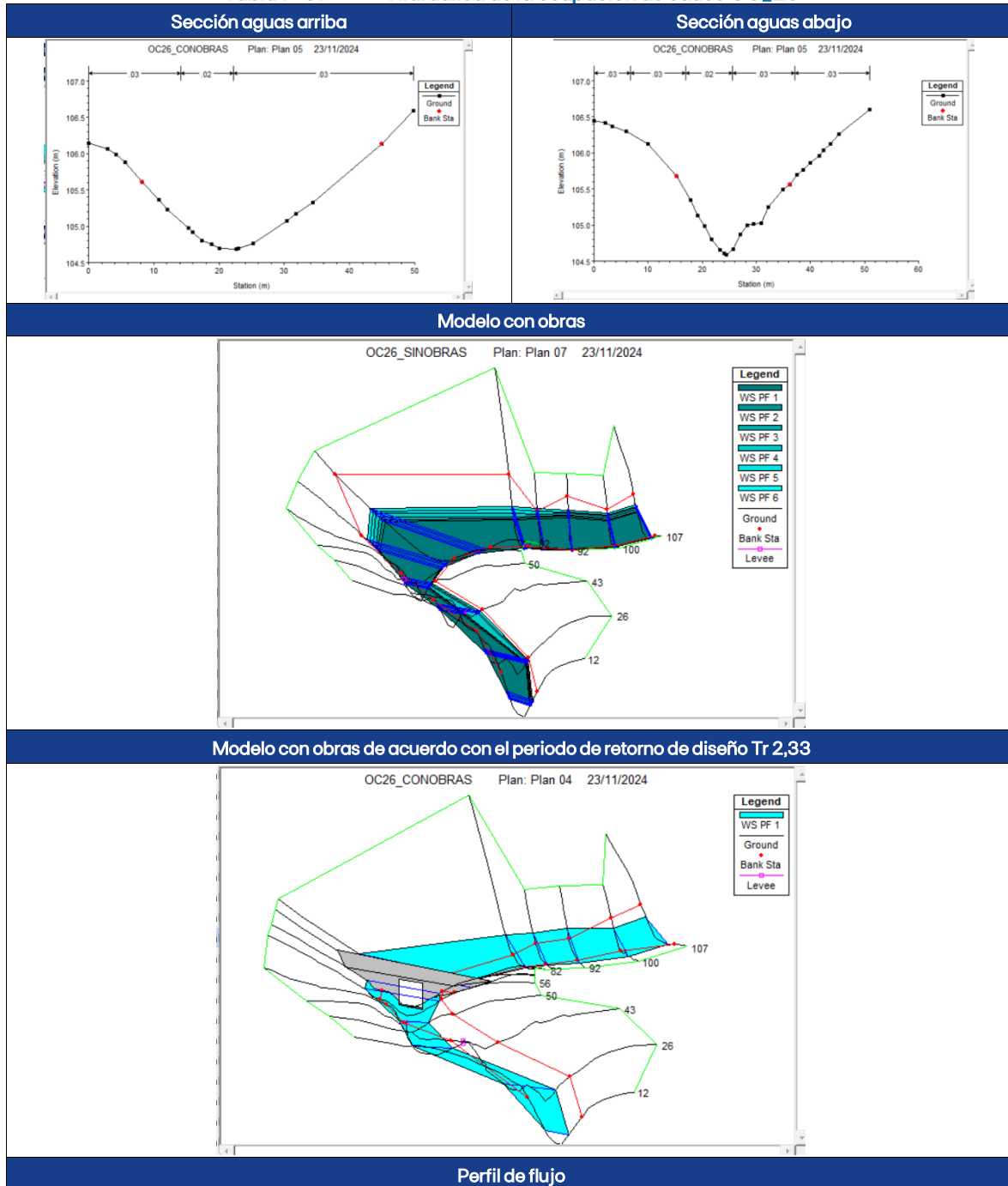
Aguas arriba

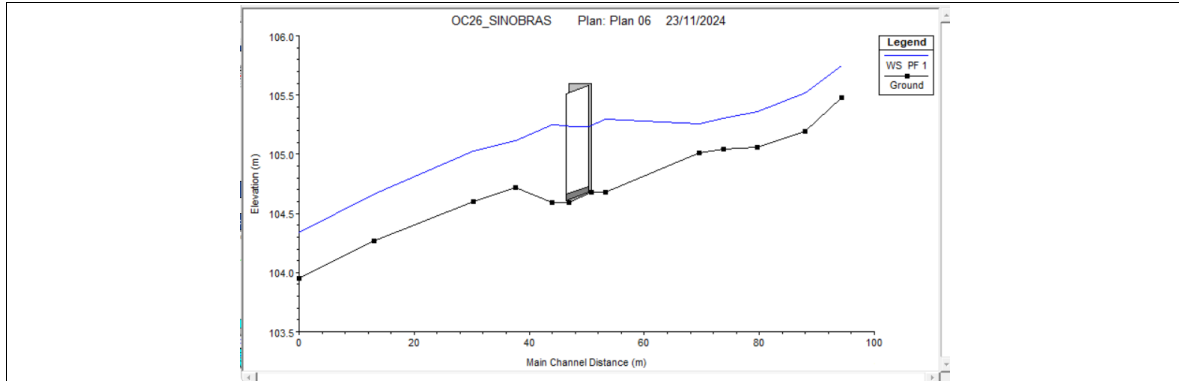


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

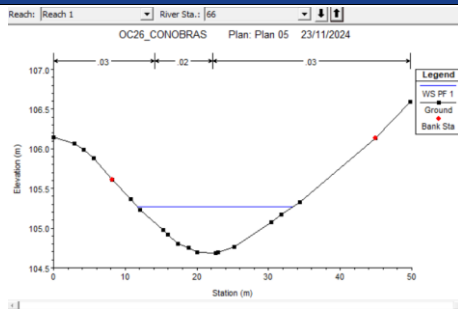
7.4.5.3.24 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_26

Tabla 7-61 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_26

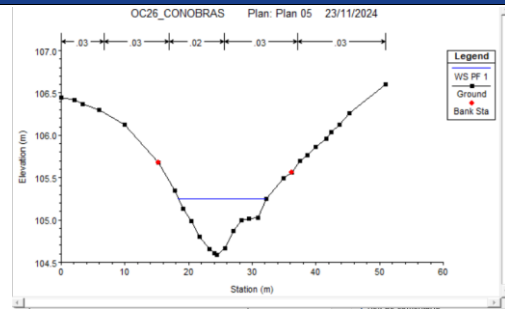




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 07 River: OC26 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	66	PF 1	1.85	104.68	105.25		105.26	0.000128	0.25	7.42	21.26	0.13
Reach 1	66	PF 2	2.18	104.68	105.30		105.30	0.000128	0.26	8.36	22.36	0.14
Reach 1	66	PF 3	2.54	104.68	105.34		105.34	0.000128	0.27	9.35	23.43	0.14
Reach 1	66	PF 4	3.11	104.68	105.40		105.41	0.000127	0.29	10.85	24.88	0.14
Reach 1	66	PF 5	3.62	104.68	105.45		105.46	0.000127	0.30	12.13	26.08	0.14
Reach 1	66	PF 6	4.22	104.68	105.51		105.51	0.000128	0.31	13.56	27.36	0.14
Reach 1	56	PF 1	1.85	104.59	105.25		105.25	0.000289	0.38	4.81	13.77	0.21
Reach 1	56	PF 2	2.18	104.59	105.29		105.30	0.000294	0.40	5.41	14.48	0.21
Reach 1	56	PF 3	2.54	104.59	105.33		105.34	0.000298	0.42	6.05	15.21	0.21
Reach 1	56	PF 4	3.11	104.59	105.39		105.40	0.000305	0.44	7.02	16.35	0.22
Reach 1	56	PF 5	3.62	104.59	105.44		105.45	0.000310	0.46	7.86	17.31	0.22
Reach 1	56	PF 6	4.22	104.59	105.50		105.51	0.000305	0.48	8.80	18.36	0.22

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: OC26 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	66	PF 1	1.85	104.68	105.27	104.89	105.27	0.000114	0.24	7.74	21.64	0.13
Reach 1	66	PF 2	2.18	104.68	105.31	104.91	105.32	0.000112	0.25	8.77	22.83	0.13
Reach 1	66	PF 3	2.54	104.68	105.36	104.93	105.36	0.000110	0.26	9.88	23.93	0.13
Reach 1	66	PF 4	3.11	104.68	105.43	104.96	105.43	0.000107	0.27	11.58	25.57	0.13
Reach 1	66	PF 5	3.62	104.68	105.49	104.98	105.49	0.000104	0.28	13.06	26.92	0.13
Reach 1	66	PF 6	4.22	104.68	105.57	105.00	105.57	0.000091	0.27	15.38	28.91	0.12
Reach 1	61	OC26										
Culvert												
Reach 1	56	PF 1	1.85	104.59	105.25		105.25	0.000289	0.38	4.81	13.77	0.21
Reach 1	56	PF 2	2.18	104.59	105.29		105.30	0.000294	0.40	5.41	14.48	0.21
Reach 1	56	PF 3	2.54	104.59	105.33		105.34	0.000298	0.42	6.05	15.21	0.21
Reach 1	56	PF 4	3.11	104.59	105.39		105.40	0.000305	0.44	7.02	16.35	0.22
Reach 1	56	PF 5	3.62	104.59	105.44		105.45	0.000310	0.46	7.86	17.31	0.22
Reach 1	56	PF 6	4.22	104.59	105.50		105.51	0.000305	0.48	8.80	18.36	0.22

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 105,25 m a 105,27 m (+0,02 m). Este incremento es controlado y no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 105,25 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas en esta sección.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 21,26 m a 21,64 m (+0,38 m), reflejando una expansión manejable asociada a las condiciones de flujo subcrítico.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 13,77 m, confirmando estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

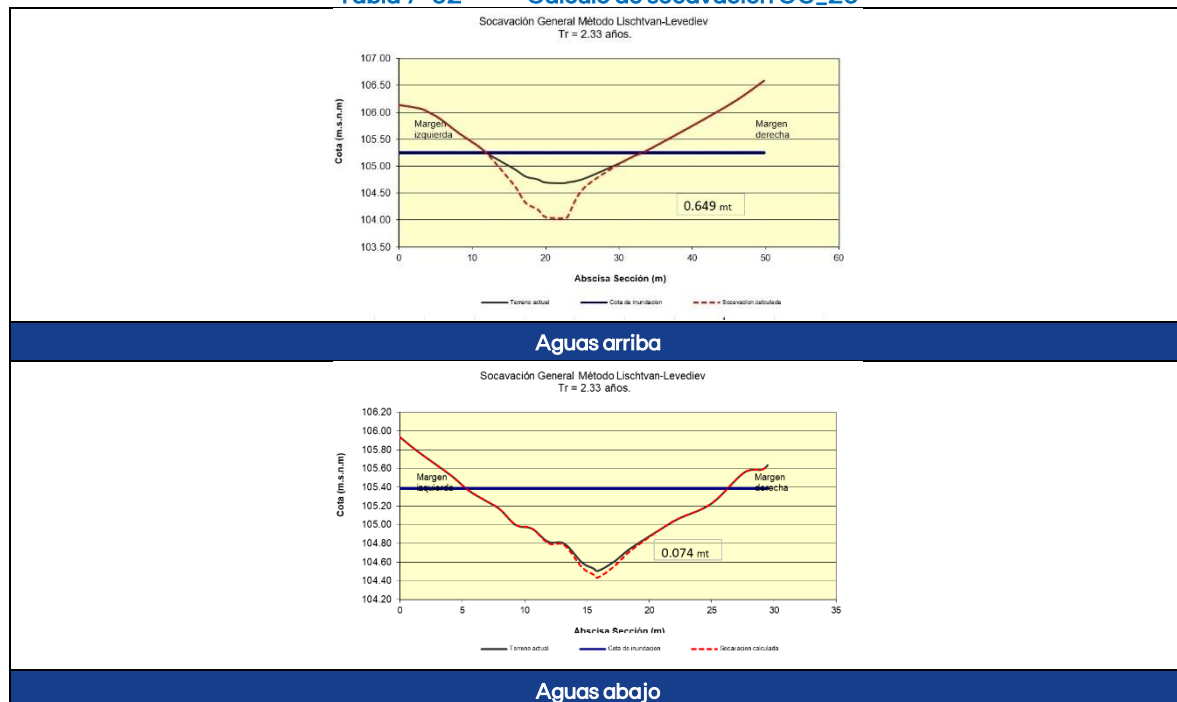
Aguas arriba: El número de Froude se mantiene en 0,13 (subcrítico), indicando un flujo lento y estable que minimiza riesgos de erosión.

Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,21 (subcrítico), reflejando un flujo estable sin alteraciones significativas.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad y ancho de lámina de agua son mínimos y controlados, sin generar riesgos de inundación ni comprometer la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y dentro de los parámetros de diseño. (Ver **Tabla 7-62**).

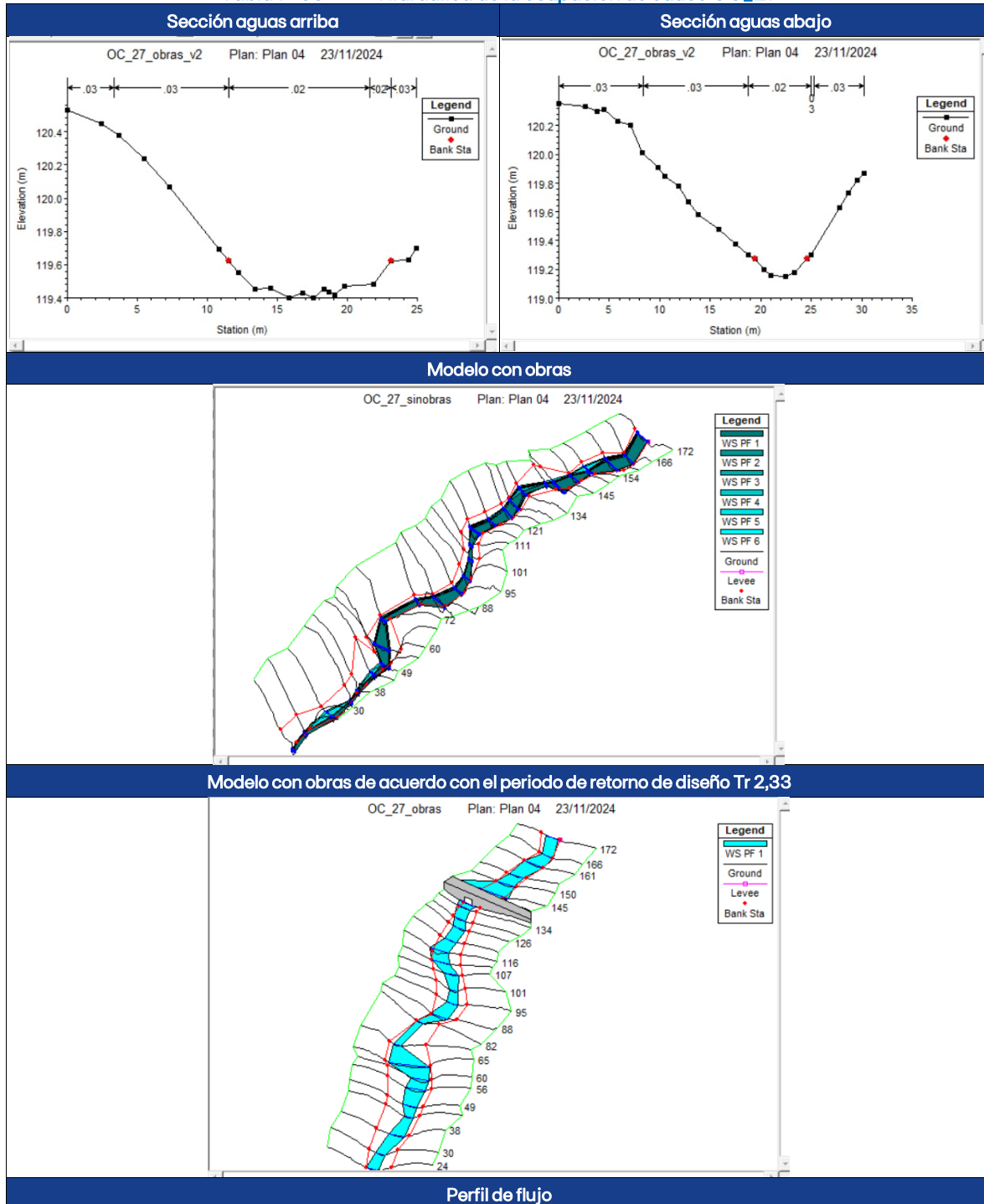
Tabla 7-62 Cálculo de socavación OC_26

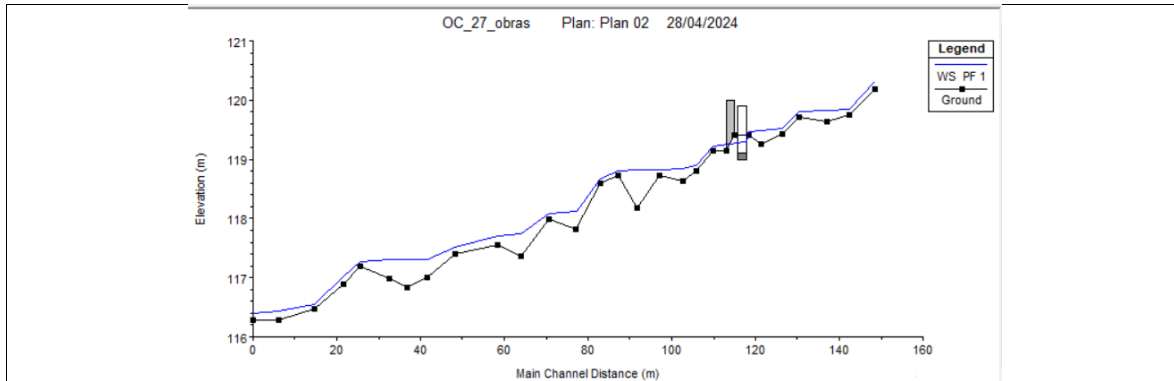


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

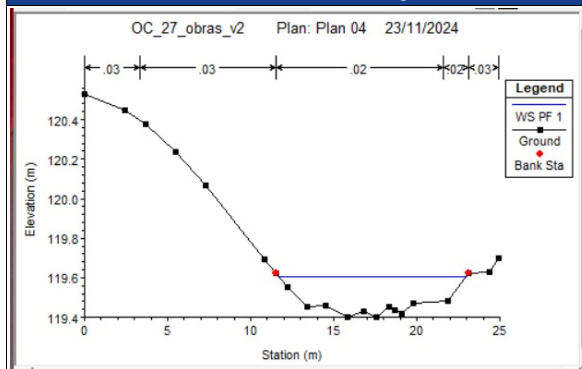
7.4.5.3.25 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_27

Tabla 7-63 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_27

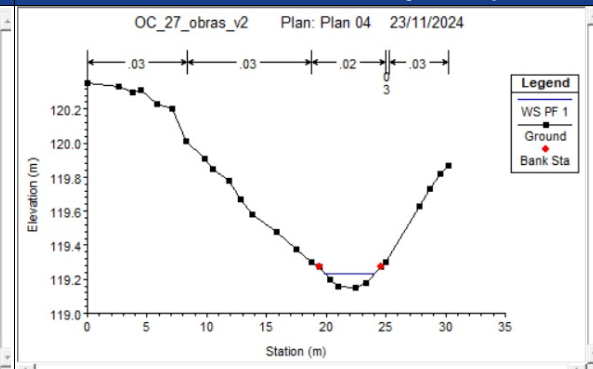




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: OC27 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	142	PF 1	0.18	119.40	119.47	119.47	119.50	0.013398	0.70	0.27	7.45	1.09
Reach 1	142	PF 2	0.21	119.40	119.48	119.48	119.50	0.008680	0.64	0.36	8.94	0.90
Reach 1	142	PF 3	0.24	119.40	119.49	119.49	119.51	0.008624	0.66	0.39	9.02	0.91
Reach 1	142	PF 4	0.30	119.40	119.49	119.49	119.52	0.008590	0.71	0.46	9.16	0.93
Reach 1	142	PF 5	0.35	119.40	119.50	119.50	119.53	0.008565	0.75	0.51	9.27	0.94
Reach 1	142	PF 6	0.41	119.40	119.51	119.51	119.53	0.008523	0.79	0.56	9.39	0.95
Reach 1	134	PF 1	0.18	119.15	119.23	119.23	119.26	0.009283	0.77	0.24	4.23	0.97
Reach 1	134	PF 2	0.21	119.15	119.24	119.24	119.27	0.008878	0.80	0.27	4.44	0.96
Reach 1	134	PF 3	0.24	119.15	119.25	119.25	119.28	0.008851	0.83	0.30	4.60	0.97
Reach 1	134	PF 4	0.30	119.15	119.26	119.26	119.30	0.008317	0.87	0.36	4.95	0.96
Reach 1	134	PF 5	0.35	119.15	119.27	119.27	119.31	0.008192	0.91	0.41	5.19	0.97
Reach 1	134	PF 6	0.41	119.15	119.28	119.28	119.32	0.008016	0.93	0.46	5.54	0.97

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC27_OBRAS_V1 River: OC27 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	142	PF 1	0.18	119.40	119.60	119.48	119.61	0.000068	0.11	1.59	11.32	0.10
Reach 1	142	PF 2	0.21	119.40	119.62	119.48	119.62	0.000066	0.12	1.78	11.83	0.10
Reach 1	142	PF 3	0.24	119.40	119.64	119.49	119.64	0.000062	0.12	1.98	13.13	0.09
Reach 1	142	PF 4	0.30	119.40	119.67	119.49	119.67	0.000056	0.13	2.39	13.65	0.09
Reach 1	142	PF 5	0.35	119.40	119.69	119.50	119.69	0.000052	0.13	2.72	14.05	0.09
Reach 1	142	PF 6	0.41	119.40	119.72	119.50	119.72	0.000048	0.14	3.10	14.36	0.09
Reach 1	137	OC27	Culvert									
Reach 1	134	PF 1	0.18	119.15	119.23	119.23	119.26	0.010369	0.75	0.24	4.21	1.01
Reach 1	134	PF 2	0.21	119.15	119.24	119.24	119.27	0.009922	0.77	0.27	4.41	1.00
Reach 1	134	PF 3	0.24	119.15	119.25	119.25	119.28	0.009697	0.80	0.30	4.59	1.00
Reach 1	134	PF 4	0.30	119.15	119.26	119.26	119.30	0.009381	0.84	0.36	4.91	1.00
Reach 1	134	PF 5	0.35	119.15	119.27	119.27	119.31	0.009343	0.88	0.40	5.14	1.01
Reach 1	134	PF 6	0.41	119.15	119.28	119.28	119.32	0.009002	0.92	0.45	5.43	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 119,47 m a 119,6 m (+0,13 m). Este incremento es controlado y no genera riesgos de inundación ni compromete la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 119,23 m, reflejando condiciones hidráulicas estables aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 7,45 m a 11,32 m (+3,87 m), indicando una expansión significativa asociada a la transición hacia régimen subcrítico. Este cambio es manejable y se encuentra dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua para de 4,23 a 4,21 m, confirmando estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,09 (supercrítico) a 0,1 (subcrítico), estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

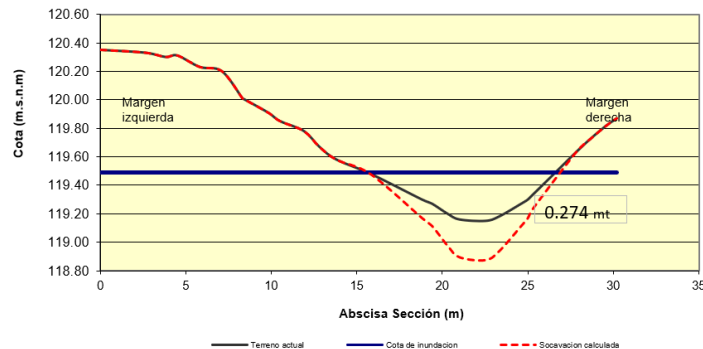
Aguas abajo: El número de Froude pasa de 0,97 a 1 (subcrítico), asegurando un flujo estable y sin alteraciones significativas.

➤ **Conclusión General:**

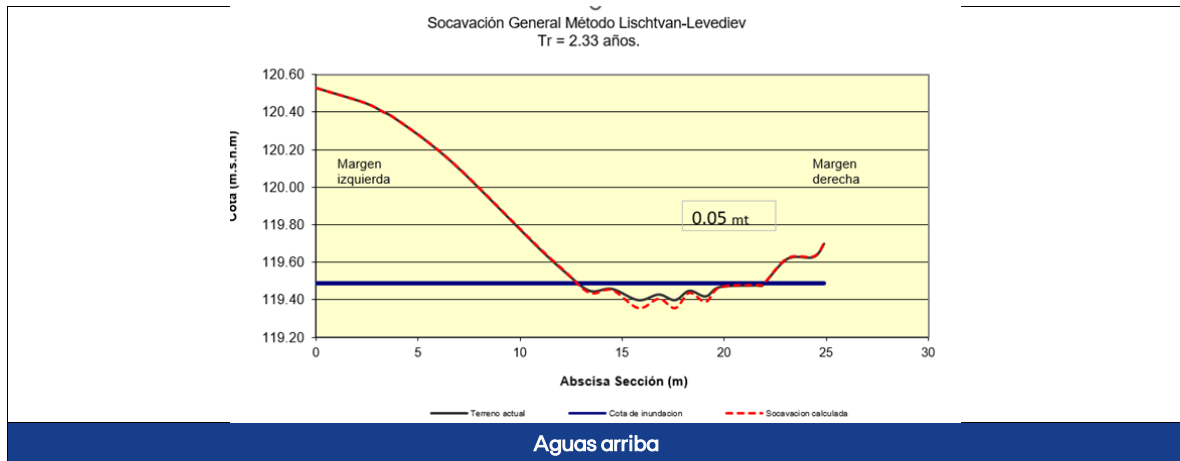
Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables, dentro de los parámetros de diseño, y no generan riesgos de inundación ni afectan la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema. (Ver **Tabla 7-64**).

Tabla 7-64 Cálculo de socavación OC_27

Socavación General Método Lischitvan-Levediev
Tr = 2,33 años.



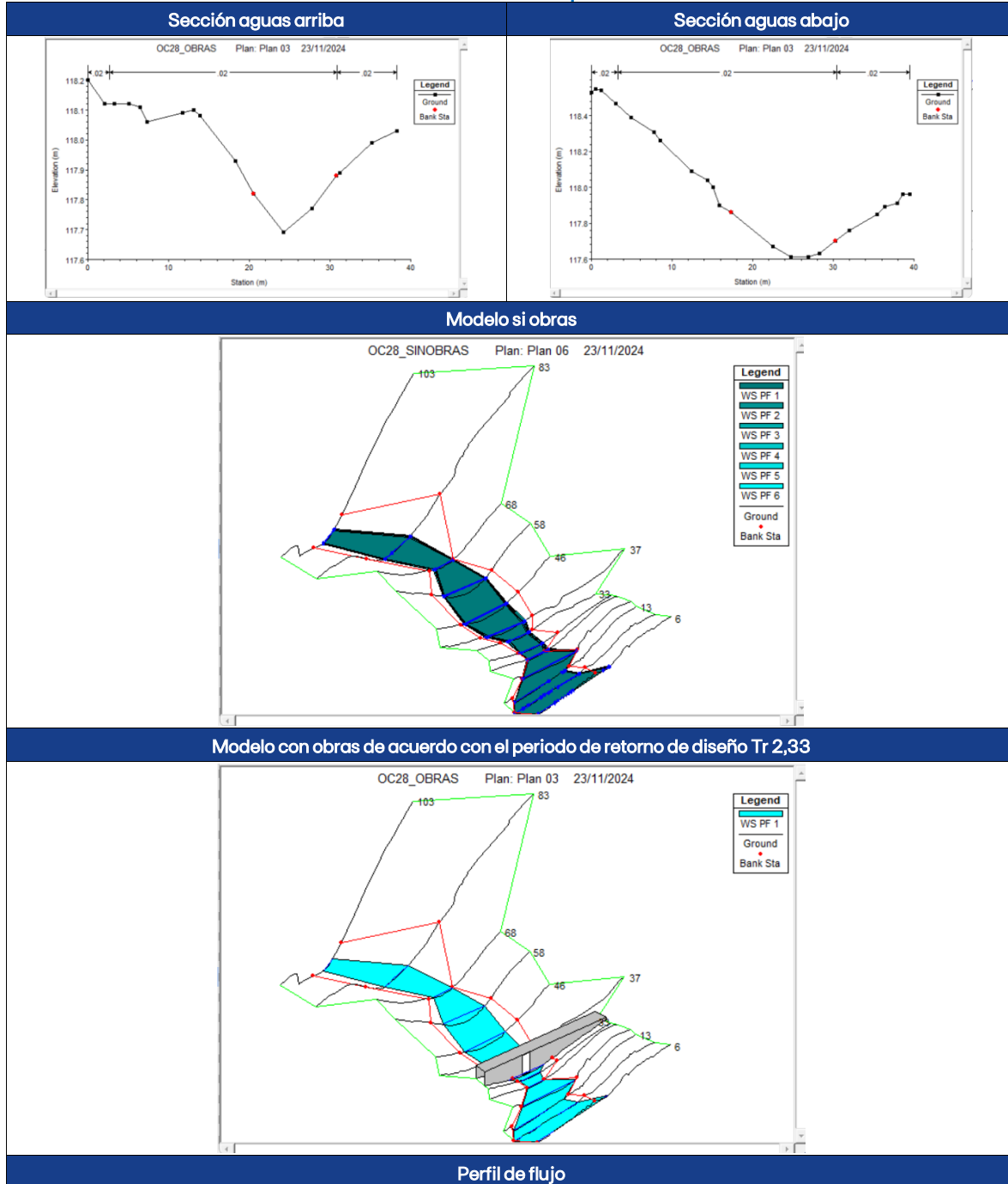
Aguas abajo

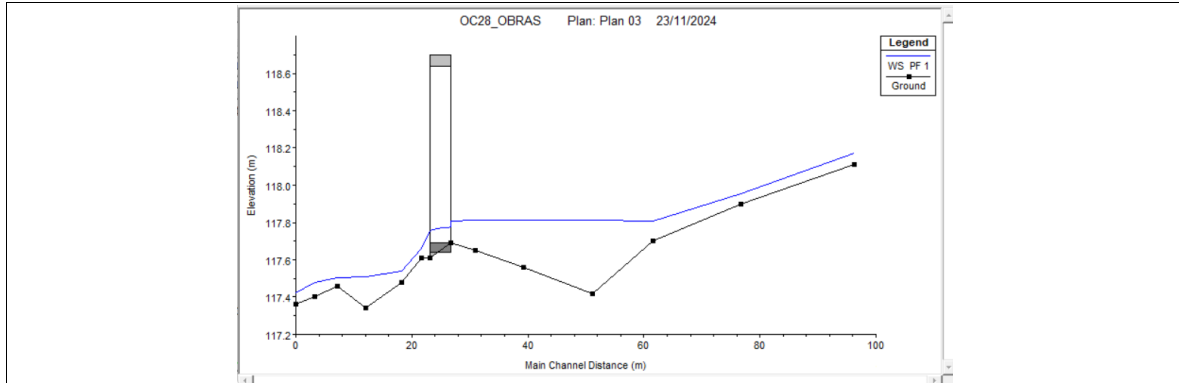


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

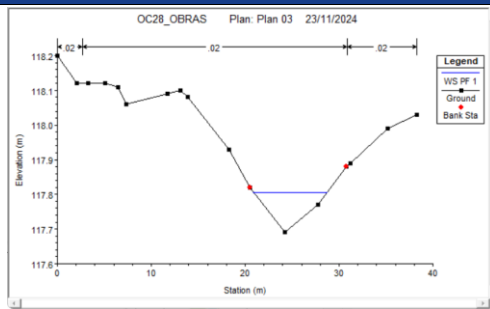
7.4.5.3.26 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_28

Tabla 7-65 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_28

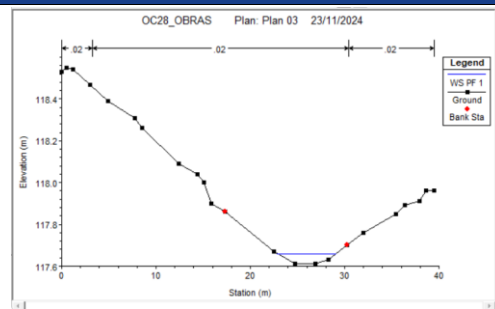




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: OC28 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	33	PF 1	0.13	117.69	117.77	117.77	117.79	0.011674	0.61	0.21	5.59	1.00
Reach 1	33	PF 2	0.15	117.69	117.77	117.77	117.79	0.011332	0.63	0.24	5.92	1.00
Reach 1	33	PF 3	0.18	117.69	117.78	117.78	117.80	0.011390	0.66	0.27	6.22	1.01
Reach 1	33	PF 4	0.22	117.69	117.78	117.78	117.81	0.010669	0.69	0.32	6.64	1.00
Reach 1	33	PF 5	0.25	117.69	117.79	117.79	117.81	0.010496	0.71	0.35	6.91	1.00
Reach 1	33	PF 6	0.29	117.69	117.79	117.79	117.82	0.010237	0.73	0.40	7.25	1.00
Reach 1	28	PF 1	0.13	117.61	117.66	117.66	117.68	0.011900	0.59	0.22	6.26	1.00
Reach 1	28	PF 2	0.15	117.61	117.66	117.66	117.68	0.012009	0.61	0.24	6.49	1.01
Reach 1	28	PF 3	0.18	117.61	117.67	117.67	117.69	0.012489	0.66	0.27	6.78	1.04
Reach 1	28	PF 4	0.22	117.61	117.68	117.68	117.70	0.010944	0.67	0.33	7.25	1.00
Reach 1	28	PF 5	0.25	117.61	117.68	117.68	117.70	0.010837	0.69	0.36	7.49	1.00
Reach 1	28	PF 6	0.29	117.61	117.69	117.69	117.71	0.010441	0.71	0.41	7.82	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OBRAS River: OC28 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	33	PF 1	0.13	117.69	117.81	117.77	117.81	0.001201	0.27	0.48	7.88	0.35
Reach 1	33	PF 2	0.15	117.69	117.82	117.77	117.82	0.000953	0.26	0.58	8.56	0.31
Reach 1	33	PF 3	0.18	117.69	117.84	117.78	117.84	0.000686	0.24	0.74	9.39	0.27
Reach 1	33	PF 4	0.22	117.69	117.86	117.78	117.86	0.000494	0.23	0.95	10.40	0.24
Reach 1	33	PF 5	0.25	117.69	117.87	117.79	117.87	0.000407	0.23	1.11	11.12	0.22
Reach 1	33	PF 6	0.29	117.69	117.89	117.79	117.89	0.000317	0.22	1.34	12.18	0.20
Reach 1	31	OC28	Culvert									
Reach 1	28	PF 1	0.13	117.61	117.66	117.66	117.68	0.011900	0.59	0.22	6.26	1.00
Reach 1	28	PF 2	0.15	117.61	117.66	117.66	117.68	0.012009	0.61	0.24	6.49	1.01
Reach 1	28	PF 3	0.18	117.61	117.67	117.67	117.69	0.012489	0.66	0.27	6.78	1.04
Reach 1	28	PF 4	0.22	117.61	117.68	117.68	117.70	0.010944	0.67	0.33	7.25	1.00
Reach 1	28	PF 5	0.25	117.61	117.68	117.68	117.70	0.010837	0.69	0.36	7.49	1.00
Reach 1	28	PF 6	0.29	117.61	117.69	117.69	117.71	0.010441	0.71	0.41	7.82	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 117,77 m a 117,81 m (+0,04 m). Este incremento es controlado y no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 117,66 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 5,99 m a 7,88 m (+1,89 m), reflejando una expansión manejable asociada a la transición hacia régimen subcrítico.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 6,26 m, lo que confirma estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

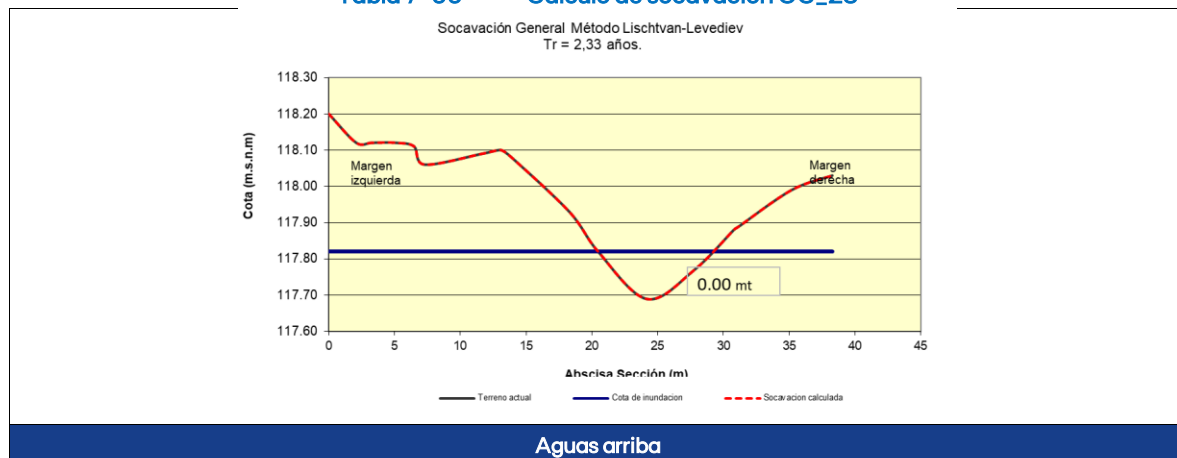
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,35 (subcrítico), estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

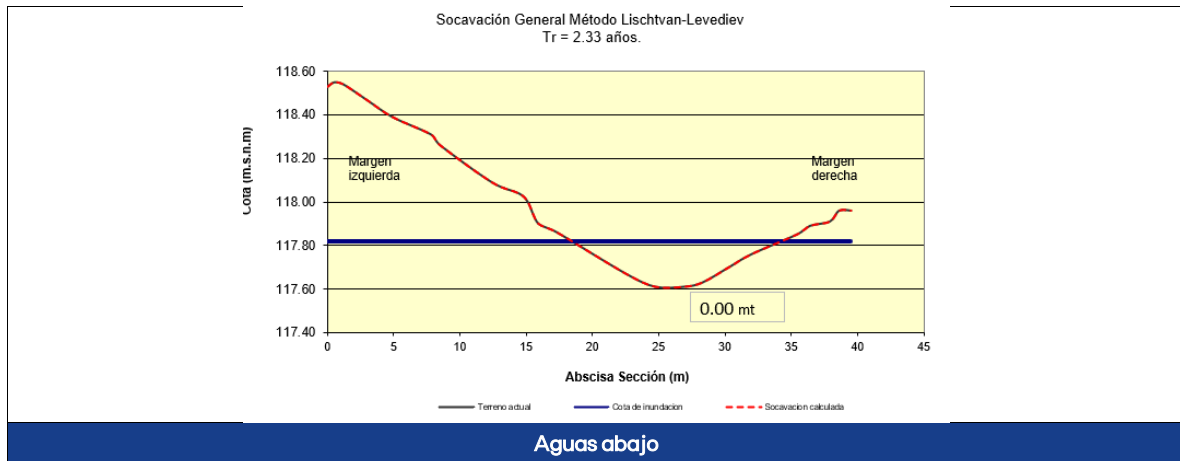
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), indicando un flujo estable sin alteraciones significativas.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables, no generan riesgos de inundación y se encuentran dentro de los parámetros de diseño. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema.

Tabla 7-66 Cálculo de socavación OC_28

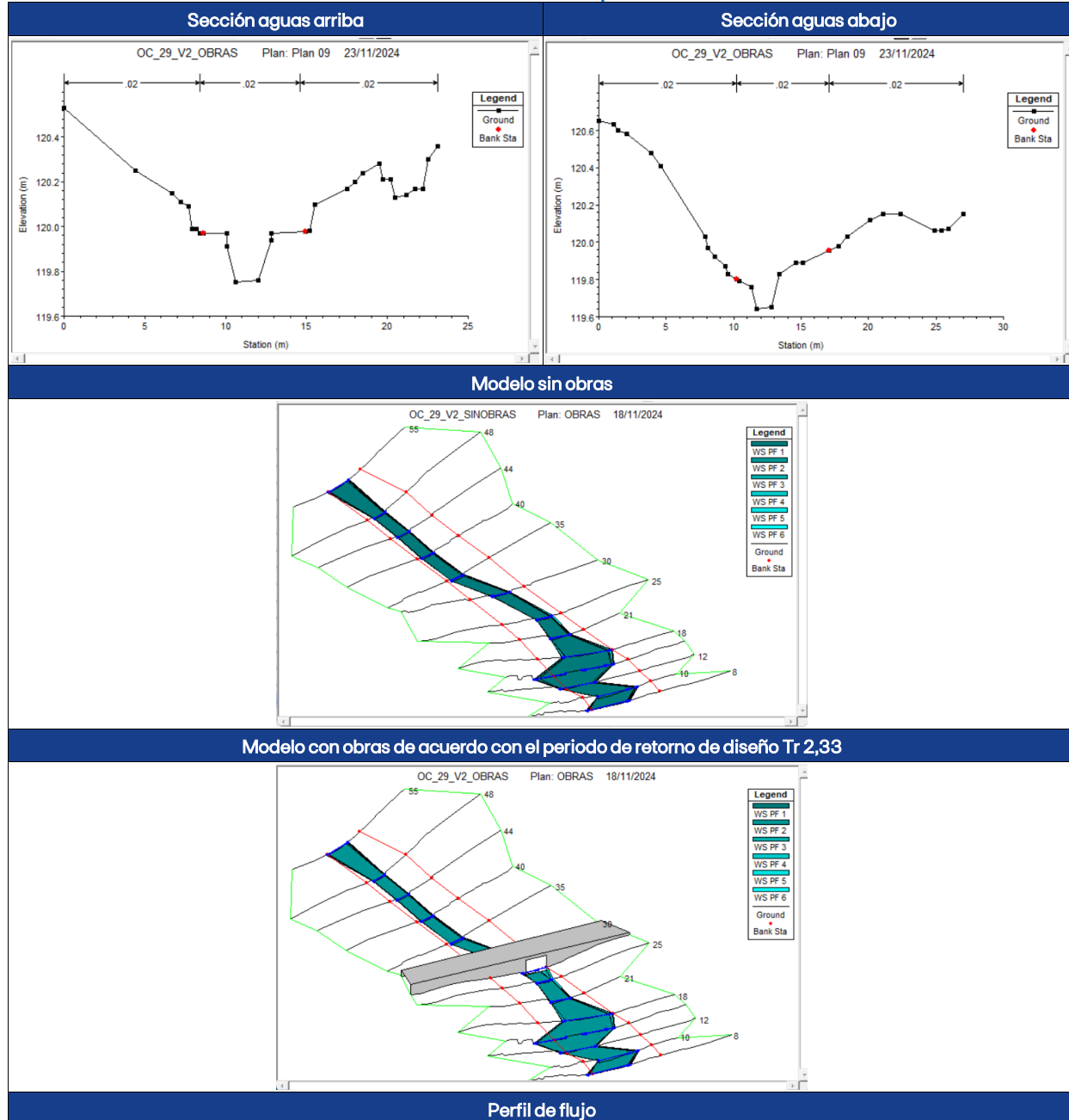


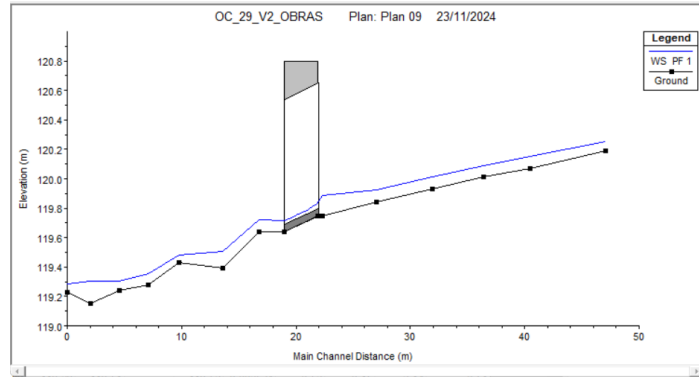


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

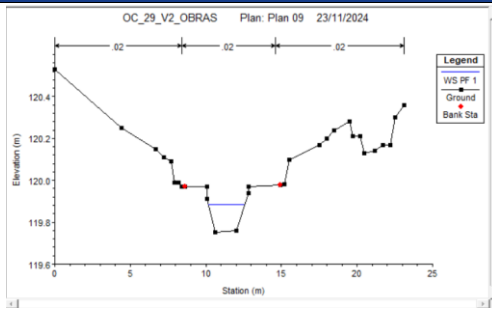
7.4.5.3.27 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_29

Tabla 7-67 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_29

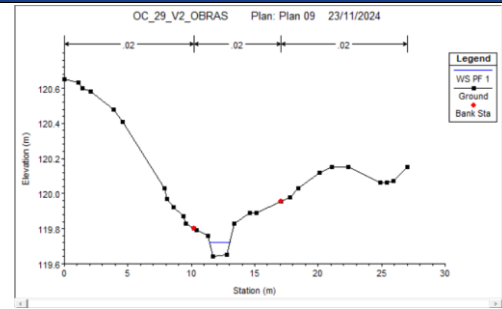




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 07 River: OC29 Reach: Reach 1											
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
Reach 1	30	PF 1	0.08	119.75	119.82	119.82	119.85	0.010286	0.75	0.11	1.89
Reach 1	30	PF 2	0.09	119.75	119.83	119.83	119.86	0.010216	0.77	0.12	1.92
Reach 1	30	PF 3	0.10	119.75	119.83	119.83	119.86	0.009887	0.79	0.13	1.96
Reach 1	30	PF 4	0.13	119.75	119.84	119.84	119.88	0.009431	0.85	0.15	2.06
Reach 1	30	PF 5	0.15	119.75	119.85	119.85	119.89	0.009314	0.89	0.17	2.12
Reach 1	30	PF 6	0.17	119.75	119.86	119.86	119.90	0.009198	0.92	0.18	2.18
Reach 1	25	PF 1	0.08	119.64	119.72	119.72	119.75	0.009967	0.79	0.10	1.60
Reach 1	25	PF 2	0.09	119.64	119.73	119.73	119.76	0.009827	0.81	0.11	1.64
Reach 1	25	PF 3	0.10	119.64	119.73	119.73	119.77	0.009591	0.84	0.12	1.68
Reach 1	25	PF 4	0.13	119.64	119.74	119.74	119.79	0.009637	0.91	0.14	1.77
Reach 1	25	PF 5	0.15	119.64	119.76	119.76	119.80	0.008973	0.93	0.16	1.84
Reach 1	25	PF 6	0.17	119.64	119.77	119.77	119.81	0.009052	0.93	0.18	2.06

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 09 River: OC29 Reach: Reach 1											
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
Reach 1	30	PF 1	0.08	119.75	119.89	119.82	119.89	0.000894	0.33	0.25	0.32
Reach 1	30	PF 2	0.09	119.75	119.89	119.83	119.90	0.000941	0.34	0.26	0.33
Reach 1	30	PF 3	0.10	119.75	119.90	119.83	119.91	0.000980	0.36	0.28	0.34
Reach 1	30	PF 4	0.13	119.75	119.92	119.84	119.93	0.001052	0.40	0.32	0.36
Reach 1	30	PF 5	0.15	119.75	119.93	119.85	119.94	0.001074	0.42	0.35	0.37
Reach 1	30	PF 6	0.17	119.75	119.94	119.86	119.95	0.001089	0.44	0.38	0.37
Reach 1	28	OC29	Culvert								
Reach 1	25	PF 1	0.08	119.64	119.72	119.72	119.75	0.009967	0.79	0.10	1.60
Reach 1	25	PF 2	0.09	119.64	119.73	119.73	119.76	0.009827	0.81	0.11	1.64
Reach 1	25	PF 3	0.10	119.64	119.73	119.73	119.77	0.009591	0.84	0.12	1.68
Reach 1	25	PF 4	0.13	119.64	119.74	119.74	119.79	0.009637	0.91	0.14	1.77
Reach 1	25	PF 5	0.15	119.64	119.76	119.76	119.80	0.008973	0.93	0.16	1.84
Reach 1	25	PF 6	0.17	119.64	119.77	119.77	119.81	0.009052	0.93	0.18	2.06

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ Profundidad

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 119,82 m a 119,89 m (+0,07 m). Este incremento es controlado, no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 119,72 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo,

➤ Ancho de Lámina de Agua:

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 1,89 m a 2,38 m (+0,49 m), lo que refleja una expansión manejable asociada a la transición hacia régimen subcrítico.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 1,60 m, confirmando que no hay alteraciones significativas en esta sección.

➤ Número de Froude:

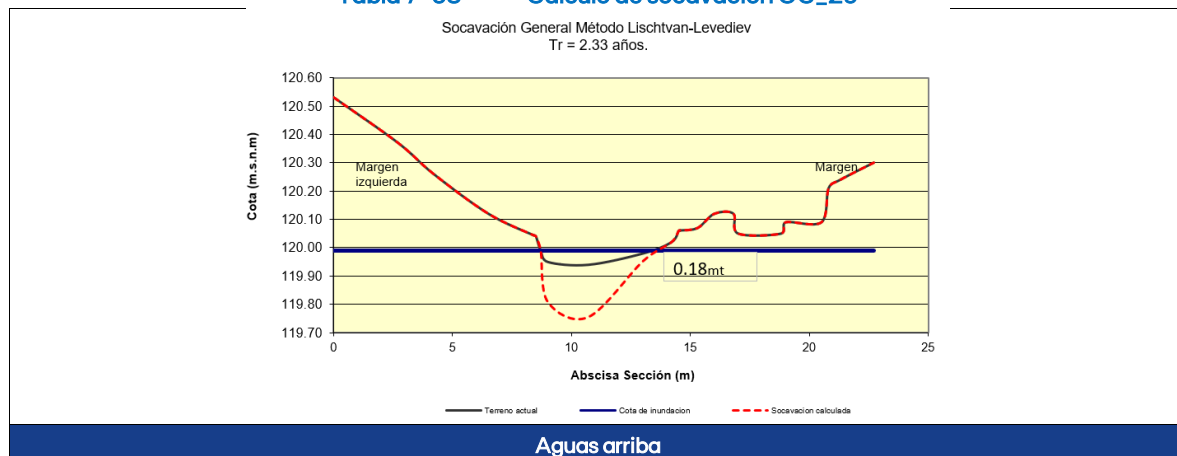
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,32 (subcrítico). Este cambio estabiliza el flujo, reduce velocidades y minimiza riesgos de erosión.

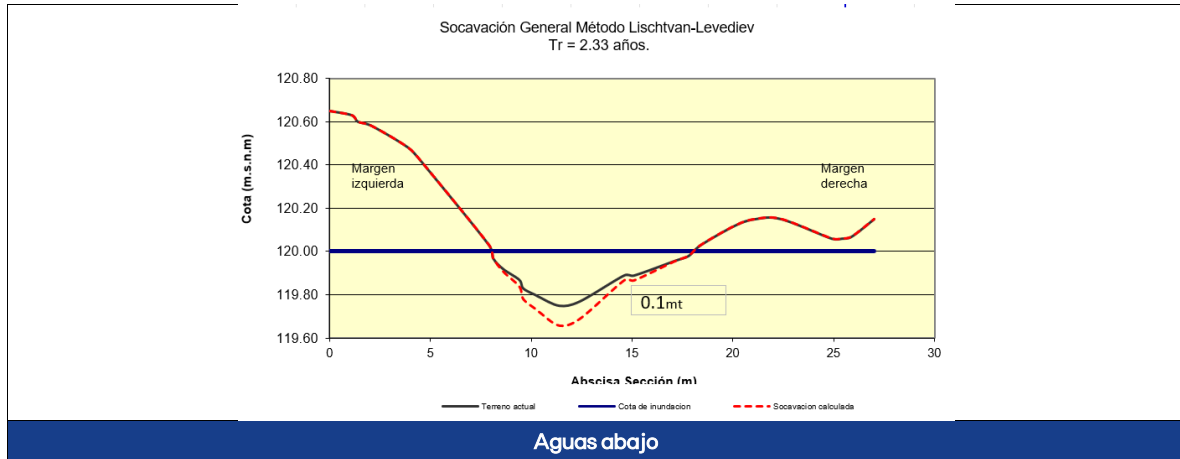
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), indicando un flujo estable sin alteraciones significativas.

➤ Conclusión General:

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son manejables y no generan riesgos de inundación ni afectan la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema. (Ver [Tabla 7-68](#))

Tabla 7-68 Cálculo de socavación OC_29



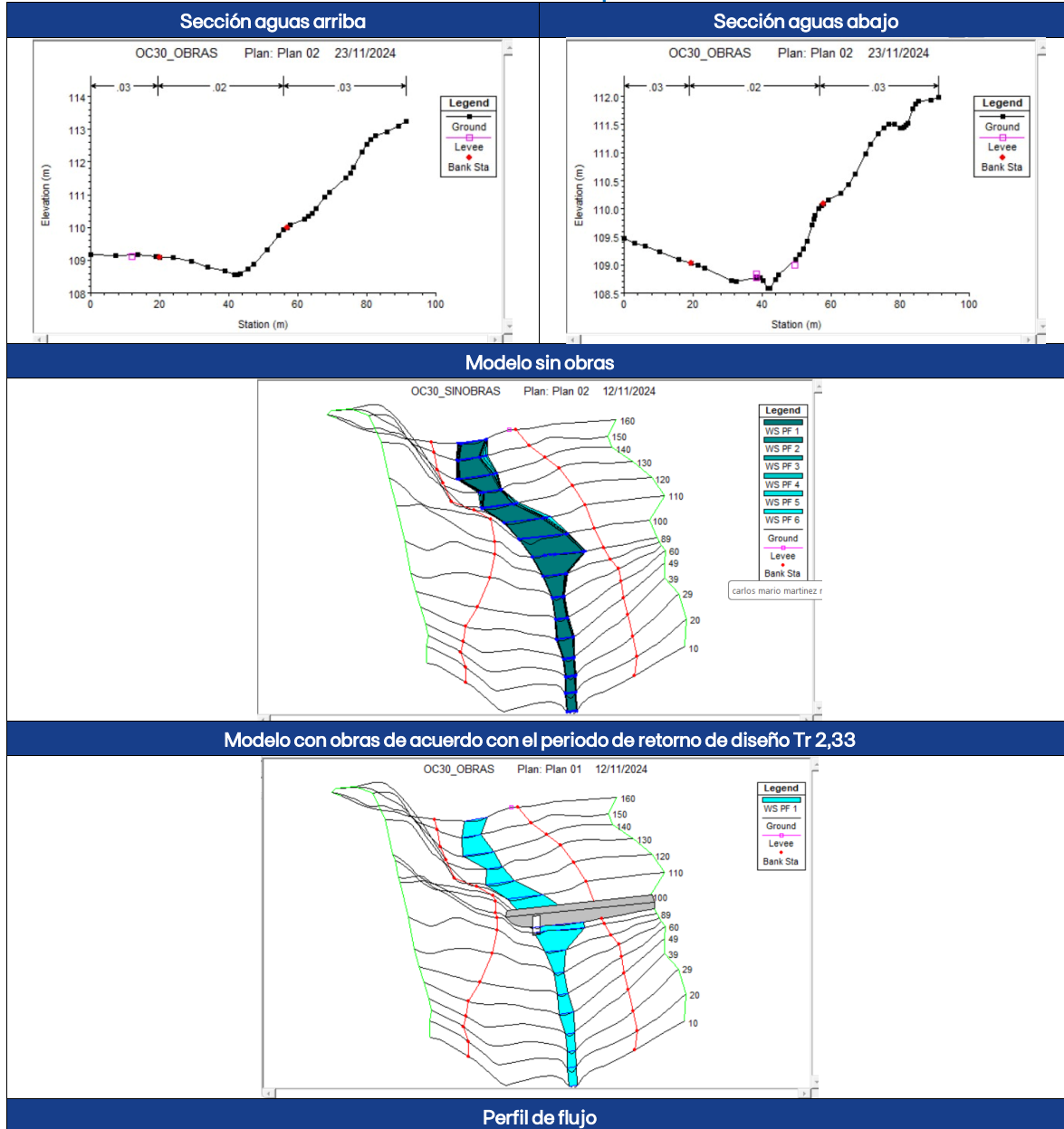


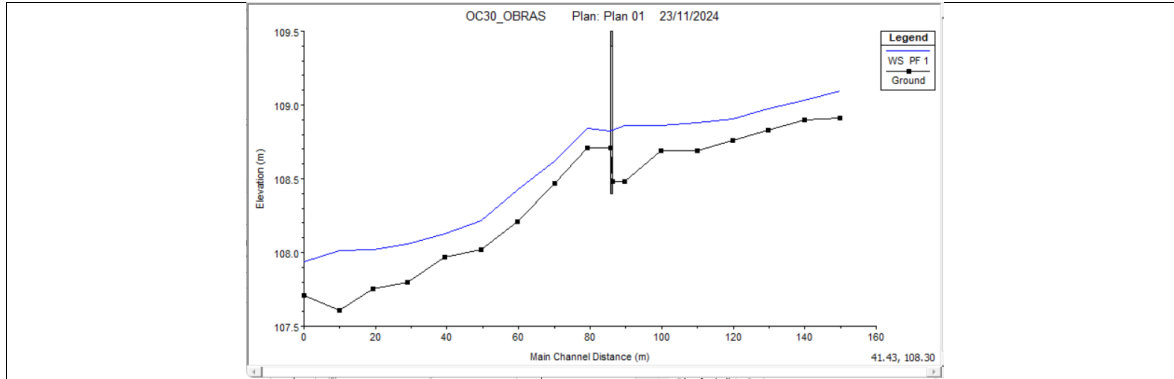
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

Para las condiciones actuales de flujo se proyecta una socavación de 0,29 m

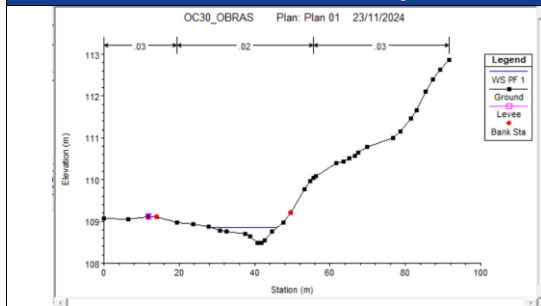
7.4.5.3.28 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_30

Tabla 7-69 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_30

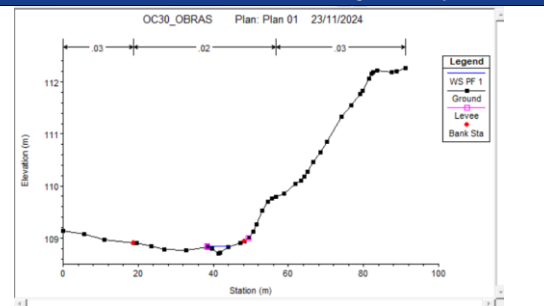




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	103	PF 1	0.69	108.57	108.84	108.73	108.84	0.000675	0.35	1.95	13.72	0.30
Reach 1	103	PF 2	0.82	108.57	108.85	108.74	108.86	0.000738	0.38	2.14	14.23	0.32
Reach 1	103	PF 3	0.95	108.57	108.86	108.75	108.87	0.000808	0.41	2.30	14.65	0.33
Reach 1	103	PF 4	1.17	108.57	108.88	108.77	108.89	0.000897	0.46	2.57	15.32	0.35
Reach 1	103	PF 5	1.36	108.57	108.89	108.78	108.90	0.000984	0.49	2.77	15.77	0.37
Reach 1	103	PF 6	1.58	108.57	108.91	108.80	108.92	0.001067	0.53	2.99	16.27	0.39
Reach 1	85	PF 1	0.69	108.58	108.79	108.79	108.81	0.006678	0.67	1.03	15.48	0.83
Reach 1	85	PF 2	0.82	108.58	108.79	108.79	108.82	0.009456	0.80	1.03	15.48	0.99
Reach 1	85	PF 3	0.95	108.58	108.80	108.80	108.83	0.008971	0.82	1.15	15.82	0.98
Reach 1	85	PF 4	1.17	108.58	108.81	108.81	108.85	0.009511	0.90	1.30	16.22	1.02
Reach 1	85	PF 5	1.36	108.58	108.82	108.82	108.86	0.008585	0.92	1.48	16.71	0.99
Reach 1	85	PF 6	1.58	108.58	108.83	108.83	108.88	0.008238	0.95	1.66	17.17	0.98

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	103	PF 1	0.69	108.57	108.83	108.73	108.84	0.000759	0.37	1.87	13.50	0.32
Reach 1	103	PF 2	0.82	108.57	108.85	108.74	108.86	0.000748	0.39	2.13	14.20	0.32
Reach 1	103	PF 3	0.95	108.57	108.87	108.75	108.88	0.000665	0.39	2.46	15.07	0.30
Reach 1	103	PF 4	1.17	108.57	108.91	108.77	108.92	0.000516	0.37	3.13	16.57	0.27
Reach 1	103	PF 5	1.36	108.57	108.95	108.78	108.96	0.000410	0.36	3.79	17.94	0.25
Reach 1	103	PF 6	1.58	108.57	108.99	108.80	109.00	0.000336	0.34	4.59	19.89	0.23
Reach 1	91	OC30	Culvert									
Reach 1	85	PF 1	0.69	108.58	108.79	108.79	108.81	0.006678	0.67	1.03	15.48	0.83
Reach 1	85	PF 2	0.82	108.58	108.79	108.79	108.82	0.009456	0.80	1.03	15.48	0.99
Reach 1	85	PF 3	0.95	108.58	108.80	108.80	108.83	0.008971	0.82	1.15	15.82	0.98
Reach 1	85	PF 4	1.17	108.58	108.81	108.81	108.85	0.009511	0.90	1.30	16.22	1.02
Reach 1	85	PF 5	1.36	108.58	108.82	108.82	108.86	0.008585	0.92	1.48	16.71	0.99
Reach 1	85	PF 6	1.58	108.58	108.83	108.83	108.88	0.008238	0.95	1.66	17.17	0.98

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad disminuye ligeramente de 108,84 m a 108,83 m (-0,01m). Este cambio es mínimo, controlado y no afecta la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 108,80 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua disminuye de 13,72 m a 13,5 m (-0,22 m), reflejando un cambio menor que no compromete la capacidad hidráulica ni afecta la estabilidad del flujo

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 15.48 m, lo que confirma estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

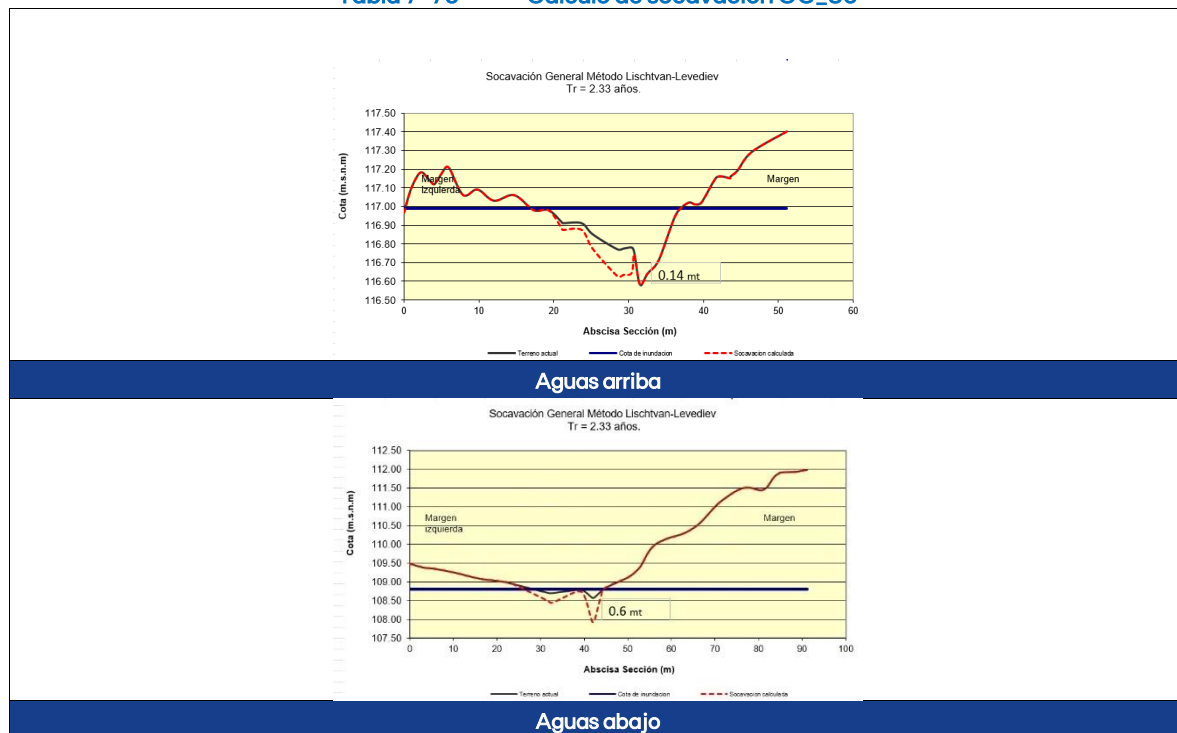
Aguas arriba: El número de Froude aumenta ligeramente de 0,3 (subcrítico) a 0,32 (subcrítico), indicando un flujo estable y controlado.

Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,83 (subcrítico/casi crítico), asegurando condiciones hidráulicas estables y sin alteraciones significativas.

➤ **Conclusión General:**

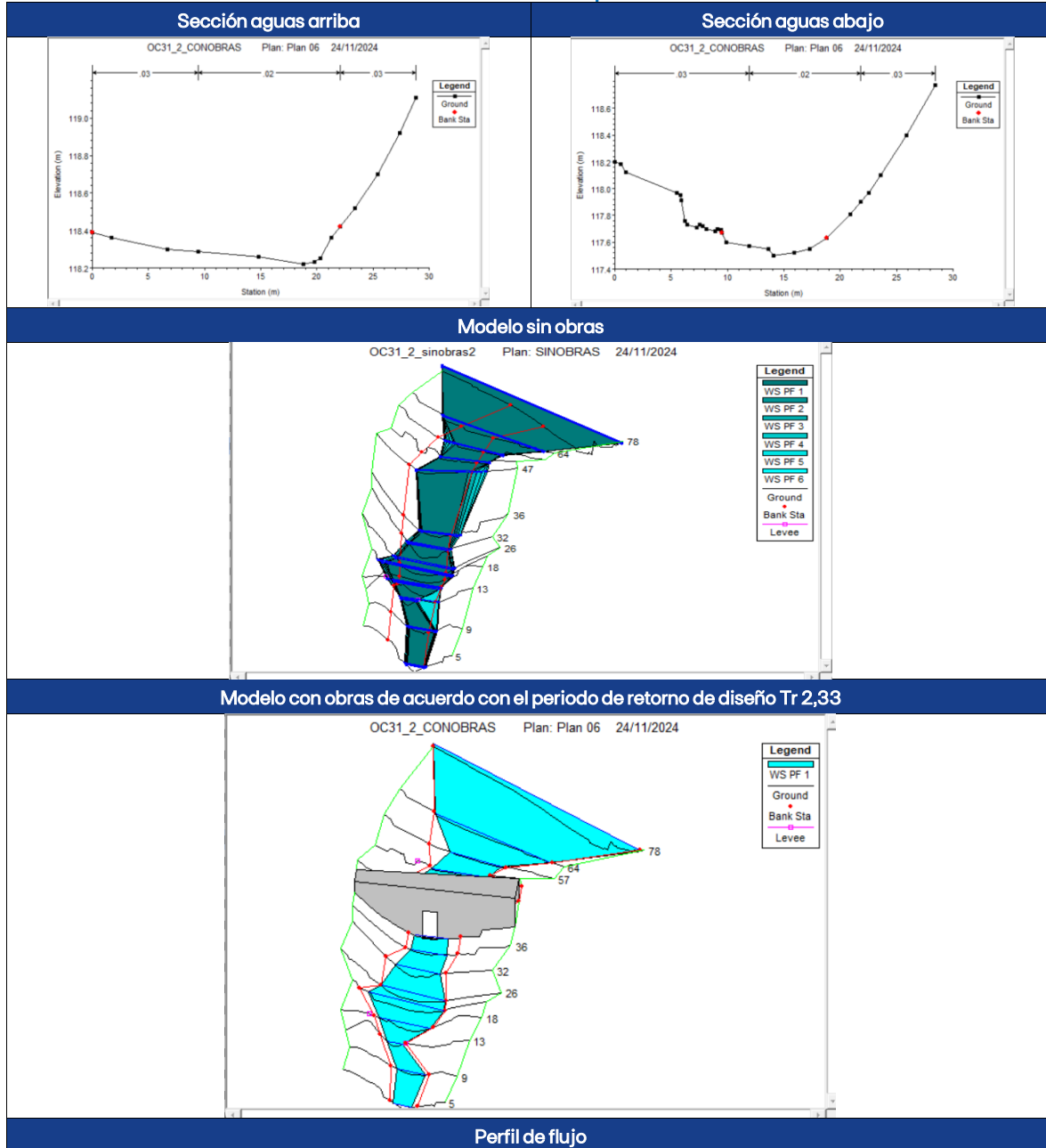
Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son mínimos y controlados, sin generar riesgos de inundación ni afectar la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema. (Ver [Tabla 7-70](#)).

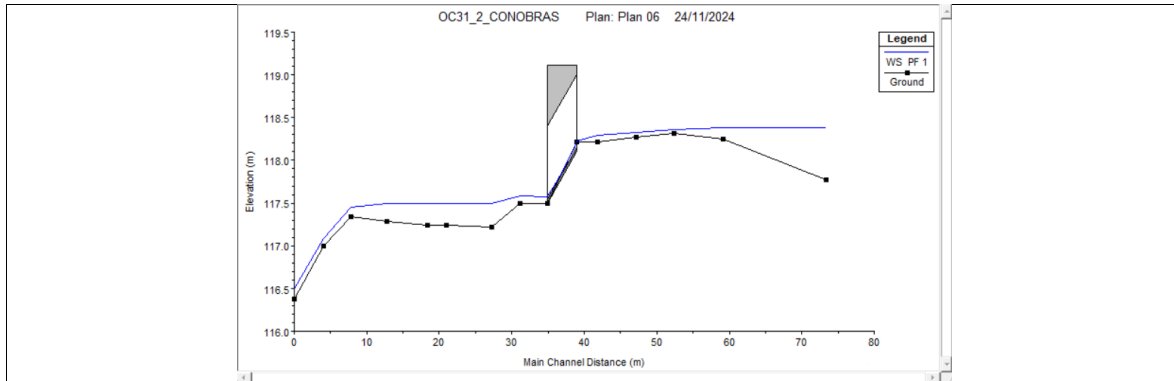
Tabla 7-70 Cálculo de socavación OC_30



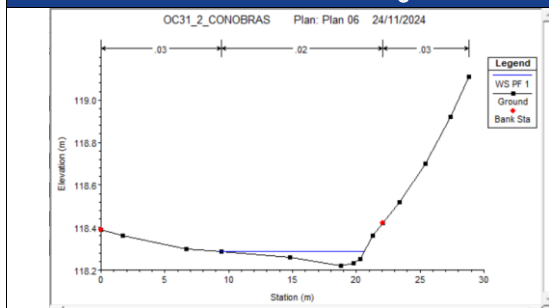
7.4.5.3.29 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_31

Tabla 7-71 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_31

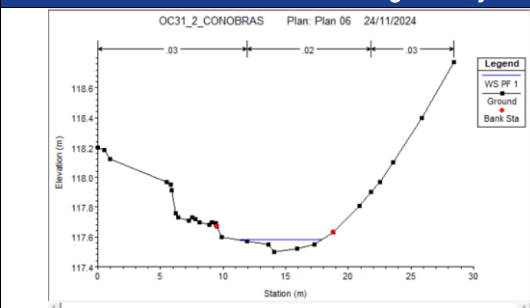




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 07 River: OC31 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	47	PF 1	0.17	118.22	118.28	118.28	118.30	0.012712	0.54	0.31	10.51	1.00
Reach 1	47	PF 2	0.20	118.22	118.29	118.29	118.30	0.012119	0.56	0.36	11.42	1.00
Reach 1	47	PF 3	0.24	118.22	118.29	118.29	118.31	0.010803	0.57	0.42	12.49	1.00
Reach 1	47	PF 4	0.29	118.22	118.30	118.30	118.32	0.009982	0.59	0.49	13.65	1.00
Reach 1	47	PF 5	0.34	118.22	118.30	118.30	118.32	0.012125	0.66	0.51	13.99	1.11
Reach 1	47	PF 6	0.39	118.22	118.31	118.31	118.33	0.009746	0.64	0.61	14.65	0.99
Reach 1	36	PF 1	0.17	117.50	117.58	117.58	117.60	0.010740	0.64	0.27	6.59	1.02
Reach 1	36	PF 2	0.20	117.50	117.59	117.59	117.61	0.009654	0.65	0.31	7.17	1.00
Reach 1	36	PF 3	0.24	117.50	117.59	117.59	117.62	0.009321	0.67	0.36	7.77	1.00
Reach 1	36	PF 4	0.29	117.50	117.60	117.60	117.63	0.009040	0.70	0.42	8.37	1.00
Reach 1	36	PF 5	0.34	117.50	117.61	117.61	117.63	0.009487	0.74	0.46	8.49	1.01
Reach 1	36	PF 6	0.39	117.50	117.61	117.61	117.64	0.009212	0.76	0.51	8.65	0.99

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: CONOBRAS River: OC31 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	47	PF 1	0.17	118.22	118.29	118.28	118.30	0.008697	0.47	0.36	11.43	0.85
Reach 1	47	PF 2	0.20	118.22	118.31	118.29	118.32	0.001726	0.29	0.70	15.21	0.42
Reach 1	47	PF 3	0.24	118.22	118.34	118.29	118.34	0.000727	0.23	1.08	17.36	0.28
Reach 1	47	PF 4	0.29	118.22	118.36	118.30	118.36	0.000379	0.20	1.56	19.73	0.21
Reach 1	47	PF 5	0.34	118.22	118.39	118.30	118.39	0.000238	0.18	2.06	21.42	0.17
Reach 1	47	PF 6	0.39	118.22	118.41	118.31	118.41	0.000167	0.17	2.56	21.95	0.14
Reach 1	42	OC31	Culvert									
Reach 1	36	PF 1	0.17	117.50	117.58	117.58	117.60	0.010740	0.64	0.27	6.59	1.02
Reach 1	36	PF 2	0.20	117.50	117.59	117.59	117.61	0.009654	0.65	0.31	7.17	1.00
Reach 1	36	PF 3	0.24	117.50	117.59	117.59	117.62	0.009321	0.67	0.36	7.77	1.00
Reach 1	36	PF 4	0.29	117.50	117.60	117.60	117.63	0.009040	0.70	0.42	8.37	1.00
Reach 1	36	PF 5	0.34	117.50	117.61	117.61	117.63	0.009487	0.74	0.46	8.49	1.01
Reach 1	36	PF 6	0.39	117.50	117.61	117.61	117.64	0.009212	0.76	0.51	8.65	0.99

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 118,28 m a 118,29 m (+0,01 m). Este cambio es mínimo y controlado, no genera riesgos de inundación ni compromete la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 117,58 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas de esta sección.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 10,51 m a 11,43 m (+0,84 m), reflejando una expansión manejable asociada a las condiciones del flujo. Este cambio está dentro de los parámetros del diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 6,59 m, confirmando estabilidad aguas abajo.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude aumenta ligeramente de 1,00 (subcrítico) a 0.85 (subcrítico), reflejando condiciones de flujo dinámicas pero estables.

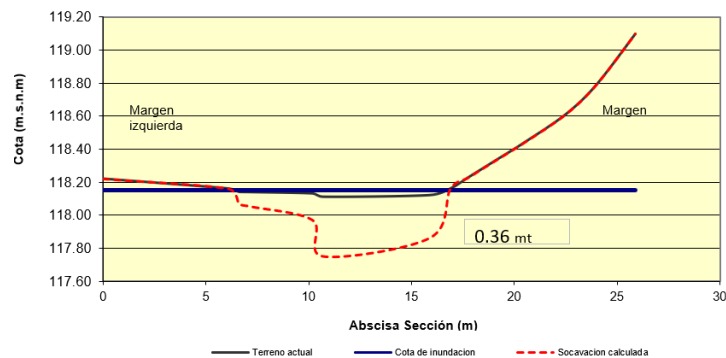
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1, (subcrítico), indicando que el flujo aguas abajo no presenta alteraciones significativas por la construcción de la obra.

➤ **Conclusión General:**

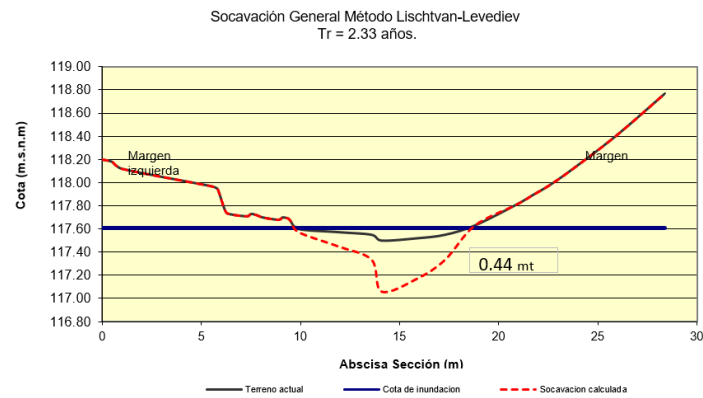
Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son mínimos, manejables, y no comprometen la estabilidad hidráulica ni generan riesgos de inundación. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable en el sistema. (Ver **Tabla 7-72**).

Tabla 7-72 Cálculo de socavación OC_31

Socavación General Método Lischvan-Levediev
Tr = 2.33 años.



Aguas arriba

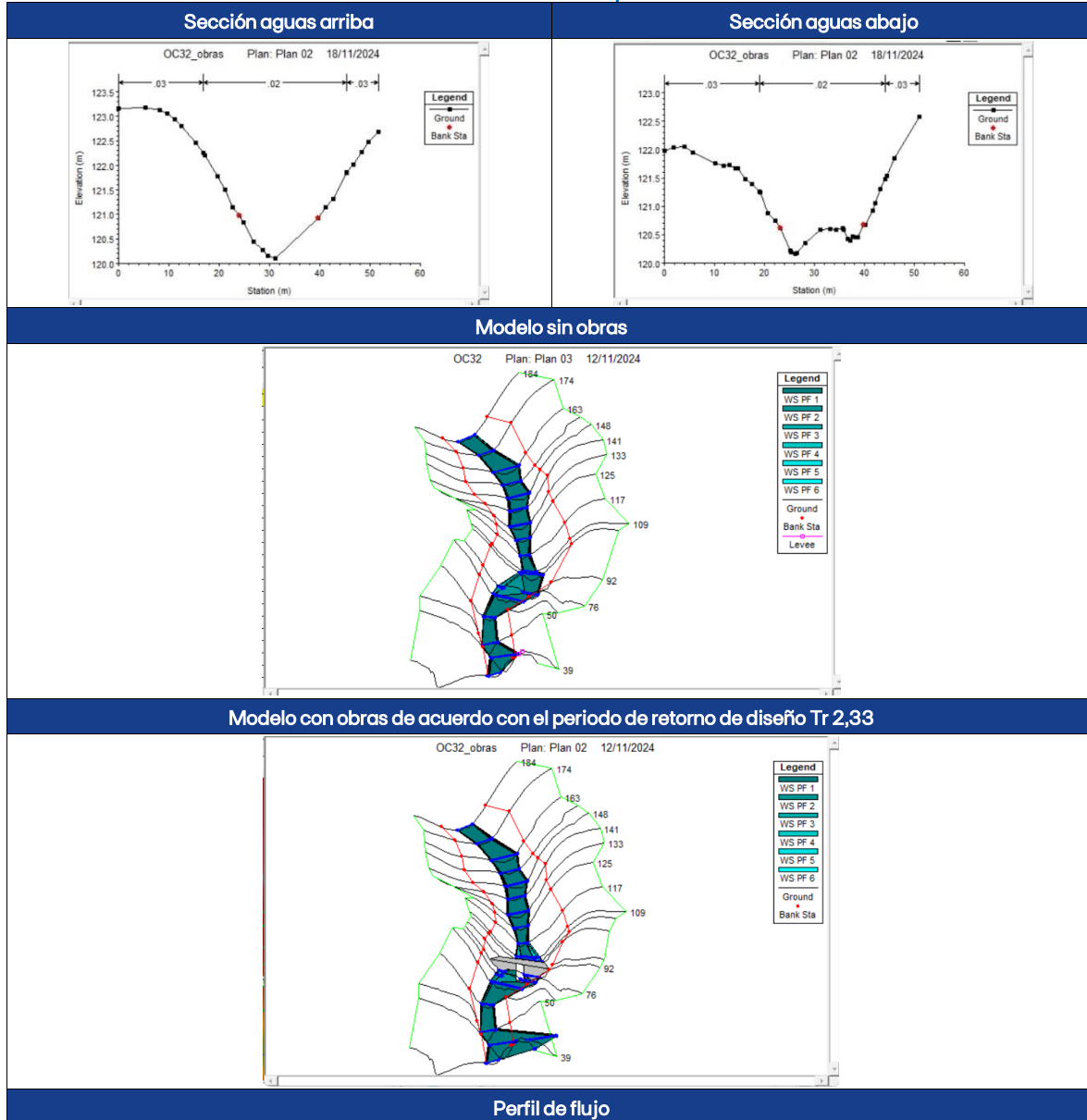


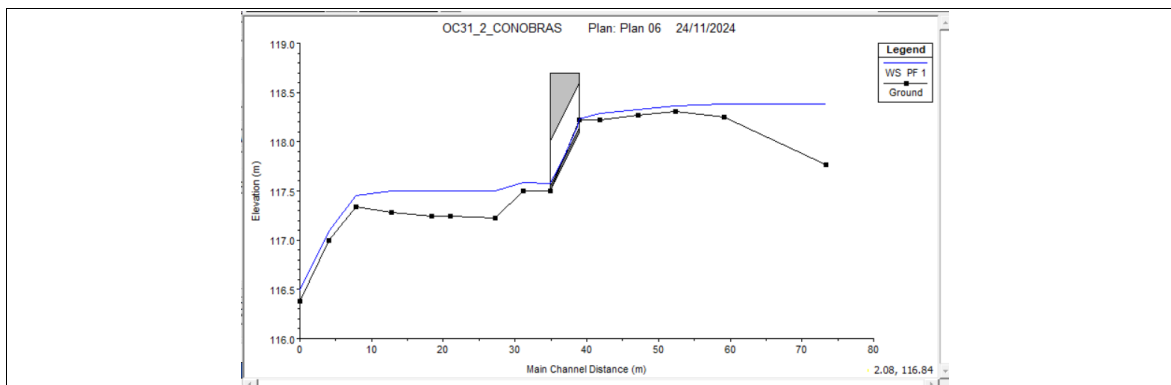
Aguas abajo

GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

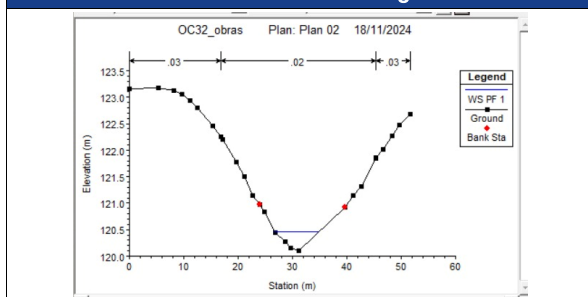
7.4.5.3.30 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_32

Tabla 7-73 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_32

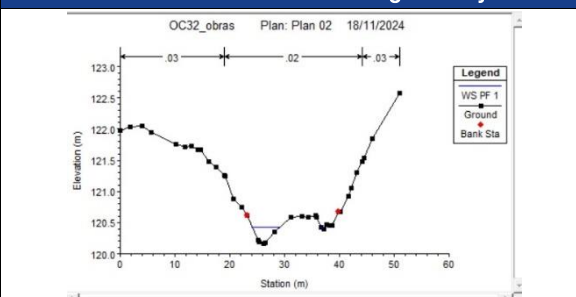




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC32_SINOBRAS_TR233 River: OC32 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	107	PF 1	0.47	120.10	120.45	120.28	120.46	0.000367	0.31	1.50	8.01	0.23
Reach 1	107	PF 2	0.55	120.10	120.47	120.30	120.48	0.000382	0.33	1.65	8.30	0.24
Reach 1	107	PF 3	0.64	120.10	120.49	120.31	120.50	0.000395	0.35	1.82	8.60	0.24
Reach 1	107	PF 4	0.79	120.10	120.52	120.33	120.53	0.000421	0.38	2.07	9.03	0.26
Reach 1	107	PF 5	0.92	120.10	120.54	120.35	120.55	0.000442	0.41	2.26	9.36	0.26
Reach 1	107	PF 6	1.07	120.10	120.56	120.37	120.57	0.000463	0.43	2.48	9.70	0.27
Reach 1	92	PF 1	0.47	120.16	120.43		120.45	0.002187	0.61	0.77	5.81	0.53
Reach 1	92	PF 2	0.55	120.16	120.44		120.46	0.002182	0.62	0.88	6.38	0.53
Reach 1	92	PF 3	0.64	120.16	120.46		120.48	0.002390	0.63	1.02	7.79	0.55
Reach 1	92	PF 4	0.79	120.16	120.49		120.51	0.002095	0.62	1.27	8.83	0.53
Reach 1	92	PF 5	0.92	120.16	120.52		120.54	0.001894	0.63	1.47	9.48	0.51
Reach 1	92	PF 6	1.07	120.16	120.54		120.56	0.001728	0.63	1.70	10.16	0.49

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC32_OBRAS River: OC32 Reach: Reach 1													Rel
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	
Reach 1	107	PF 1	0.47	120.10	120.46	120.28	120.46	0.000350	0.31	1.53	8.06	0.23	
Reach 1	107	PF 2	0.55	120.10	120.48	120.30	120.48	0.000346	0.32	1.71	8.41	0.23	
Reach 1	107	PF 3	0.64	120.10	120.50	120.31	120.51	0.000332	0.33	1.94	8.80	0.23	
Reach 1	107	PF 4	0.79	120.10	120.54	120.33	120.55	0.000310	0.34	2.30	9.42	0.22	
Reach 1	107	PF 5	0.92	120.10	120.58	120.35	120.58	0.000292	0.35	2.62	9.93	0.22	
Reach 1	107	PF 6	1.07	120.10	120.61	120.37	120.62	0.000272	0.36	3.00	10.50	0.21	
Reach 1	99	OC32											
		Culvert											
Reach 1	92	PF 1	0.47	120.16	120.43		120.45	0.002187	0.61	0.77	5.81	0.53	
Reach 1	92	PF 2	0.55	120.16	120.44		120.46	0.002182	0.62	0.88	6.38	0.53	
Reach 1	92	PF 3	0.64	120.16	120.46		120.48	0.002390	0.63	1.02	7.79	0.55	
Reach 1	92	PF 4	0.79	120.16	120.49		120.51	0.002096	0.62	1.27	8.82	0.53	
Reach 1	92	PF 5	0.92	120.16	120.52		120.54	0.001894	0.63	1.47	9.48	0.51	
Reach 1	92	PF 6	1.07	120.16	120.54		120.56	0.001729	0.63	1.70	10.16	0.49	

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 120,45 m a 120,46 m (+0,01 m). Este cambio es mínimo y controlado, sin riesgos de inundación ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 120,43 m, reflejando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 8,01 m a 8,06 m (+0,06 m), reflejando una expansión manejable dentro de los parámetros de diseño, asociada a la transición hacia un régimen más subcrítico.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 5,81 m, confirmando que no hay alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Número de Froude:**

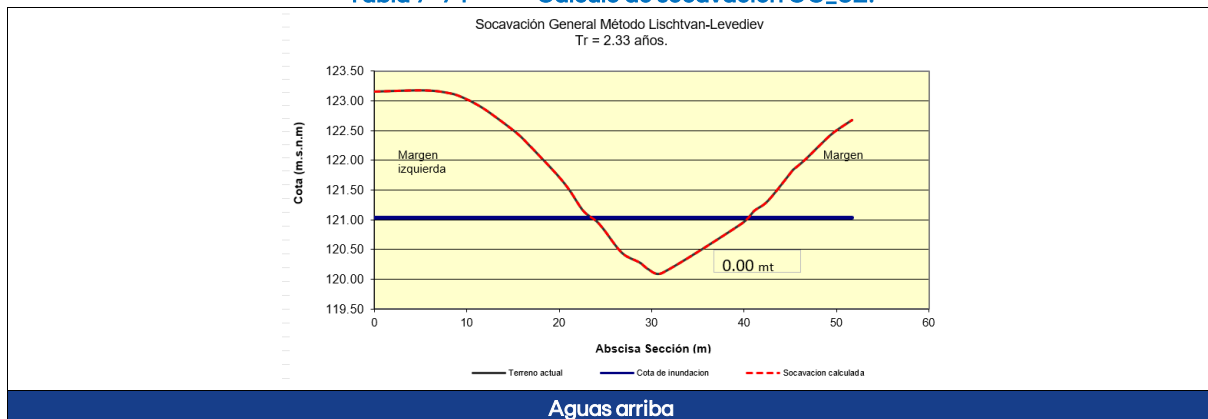
Aguas arriba: El número de Froude se mantiene en 0,33 (subcrítico). Este cambio estabiliza el flujo aguas arriba, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

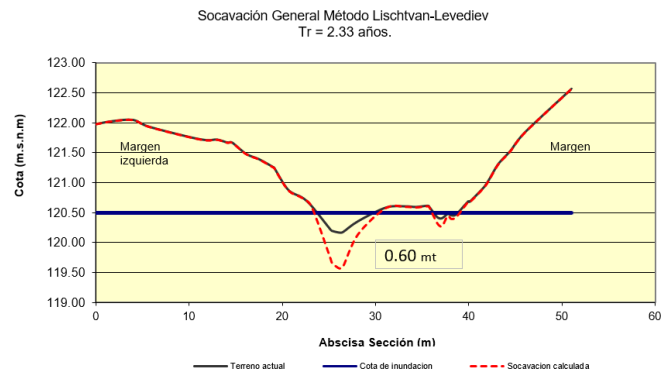
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,52 (subcrítico), indicando que el flujo aguas abajo sigue siendo dinámico pero estable.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son controlados, y no comprometen la estabilidad hidráulica ni generan riesgos de inundación. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y dentro de los parámetros de diseño del sistema. (Ver **Tabla 7-74**)

Tabla 7-74 Cálculo de socavación OC_32.



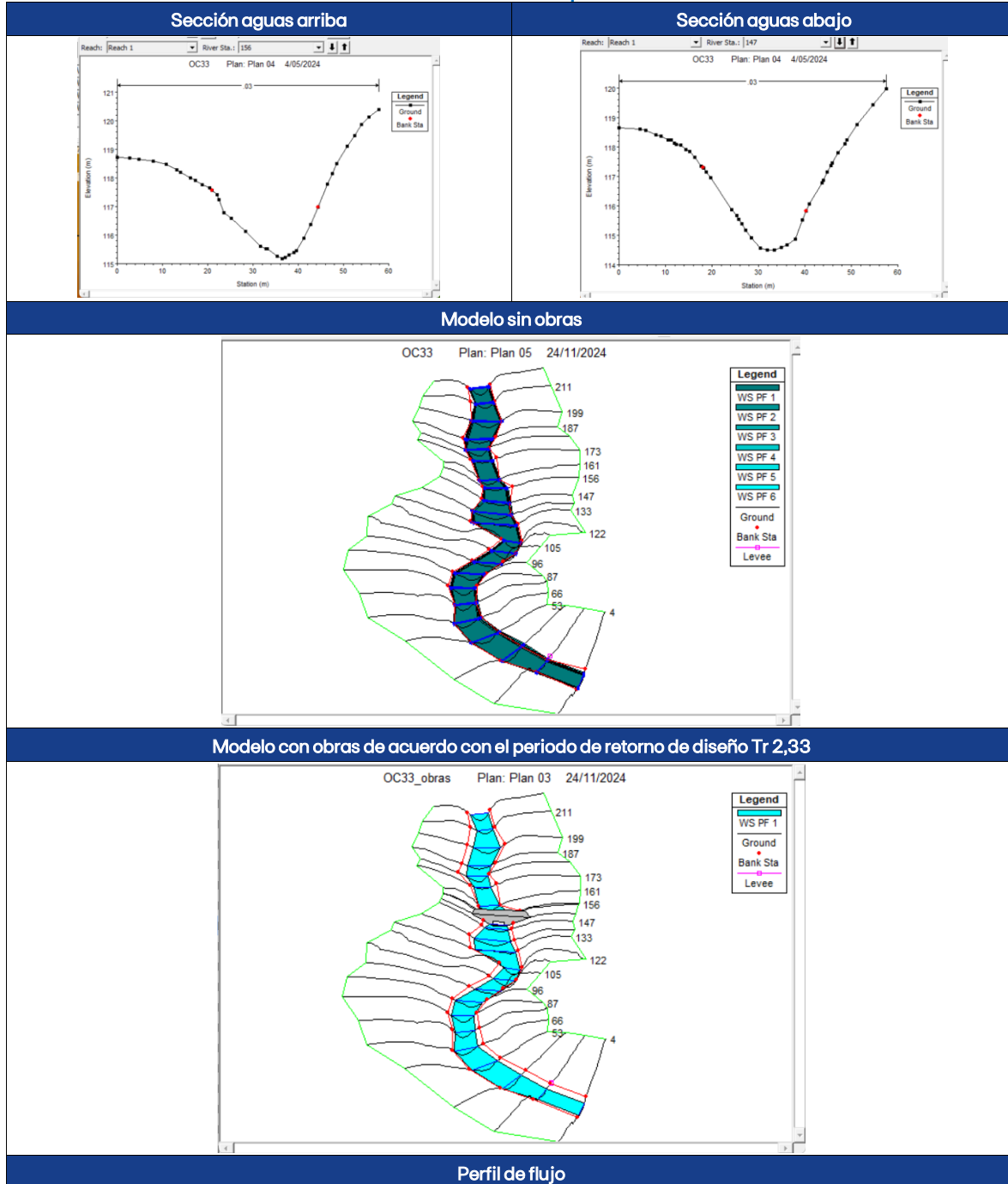


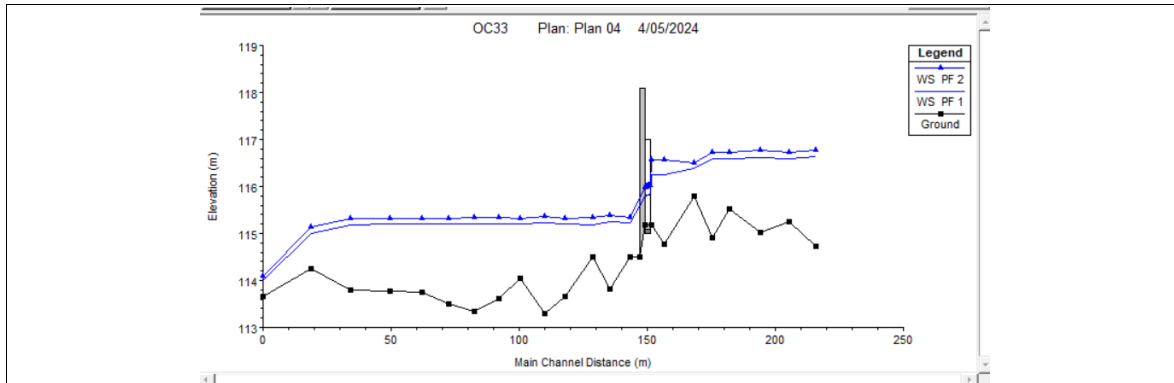
Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

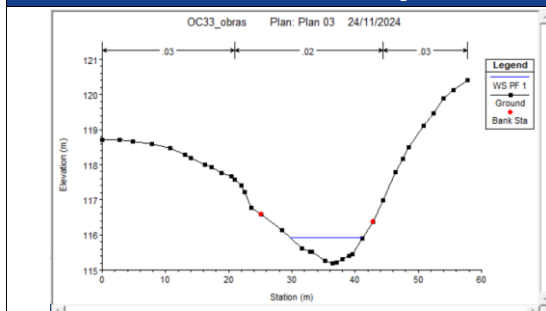
7.4.5.3.31 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_33

Tabla 7-75 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_33

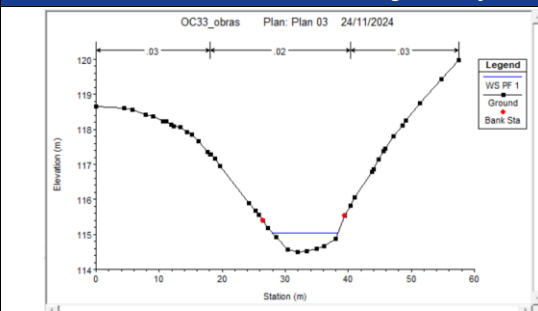




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: OC33 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	156	PF 1	3.34	115.18	115.63	115.63	115.75	0.014344	1.56	2.15	8.76	1.00
Reach 1	156	PF 2	3.95	115.18	115.66	115.66	115.80	0.014195	1.64	2.41	9.05	1.01
Reach 1	156	PF 3	4.60	115.18	115.69	115.69	115.84	0.013878	1.71	2.70	9.35	1.01
Reach 1	156	PF 4	5.63	115.18	115.74	115.74	115.90	0.013397	1.80	3.14	9.79	1.01
Reach 1	156	PF 5	6.55	115.18	115.77	115.77	115.95	0.013066	1.87	3.51	10.16	1.01
Reach 1	156	PF 6	7.63	115.18	115.81	115.81	116.01	0.012726	1.94	3.94	10.56	1.01
Reach 1	147	PF 1	3.34	114.50	115.05		115.08	0.002284	0.83	4.01	10.48	0.43
Reach 1	147	PF 2	3.95	114.50	115.07		115.11	0.002673	0.93	4.25	10.64	0.47
Reach 1	147	PF 3	4.60	114.50	115.10		115.15	0.002889	1.00	4.59	10.85	0.49
Reach 1	147	PF 4	5.63	114.50	115.17		115.22	0.002808	1.06	5.31	11.29	0.49
Reach 1	147	PF 5	6.55	114.50	115.22		115.28	0.002718	1.10	5.95	11.63	0.49
Reach 1	147	PF 6	7.63	114.50	115.28		115.35	0.002685	1.15	6.62	11.98	0.49

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC33_OBRAS River: OC33 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	156	PF 1	3.34	115.18	115.72	115.63	115.78	0.002516	1.13	2.94	9.60	0.65
Reach 1	156	PF 2	3.95	115.18	115.79	115.66	115.85	0.001798	1.06	3.71	10.35	0.57
Reach 1	156	PF 3	4.60	115.18	115.87	115.69	115.92	0.001399	1.02	4.51	11.06	0.51
Reach 1	156	PF 4	5.63	115.18	115.97	115.74	116.02	0.001042	0.98	5.76	12.08	0.45
Reach 1	156	PF 5	6.55	115.18	116.06	115.77	116.11	0.000867	0.96	6.84	12.88	0.42
Reach 1	156	PF 6	7.63	115.18	116.16	115.81	116.21	0.000713	0.93	8.18	13.84	0.39
Reach 1	152	OC33	Culvert									
Reach 1	147	PF 1	3.34	114.50	115.03		115.07	0.001139	0.87	3.86	10.38	0.45
Reach 1	147	PF 2	3.95	114.50	115.05		115.10	0.001340	0.97	4.08	10.53	0.50
Reach 1	147	PF 3	4.60	114.50	115.07		115.13	0.001537	1.06	4.32	10.68	0.53
Reach 1	147	PF 4	5.63	114.50	115.13		115.20	0.001559	1.14	4.93	11.06	0.55
Reach 1	147	PF 5	6.55	114.50	115.18		115.25	0.001525	1.19	5.50	11.39	0.55
Reach 1	147	PF 6	7.63	114.50	115.24		115.32	0.001481	1.24	6.16	11.74	0.55

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 115,63 m a 115,72 m (+0,11 m), indicando un incremento manejable y controlado que no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas abajo: La profundidad disminuye ligeramente de 115,05 m a 115,03 m (-0,02 m), reflejando un cambio menor que no afecta significativamente las condiciones hidráulicas.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 8,76 m a 9,60 m (+0,84m), mostrando una expansión controlable asociada a la transición hacia régimen subcrítico. Este cambio es manejable y está dentro de los parámetros del diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua disminuye ligeramente de 10,48 m a 10,38 m (-0,10 m), indicando condiciones estables sin alteraciones significativas.

➤ **Número de Froude:**

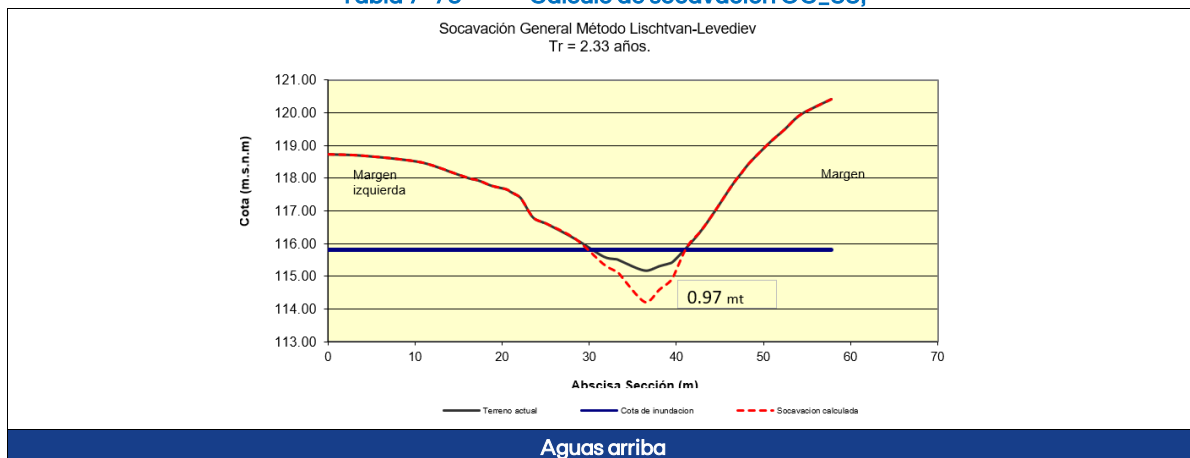
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,65 (subcrítico), estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

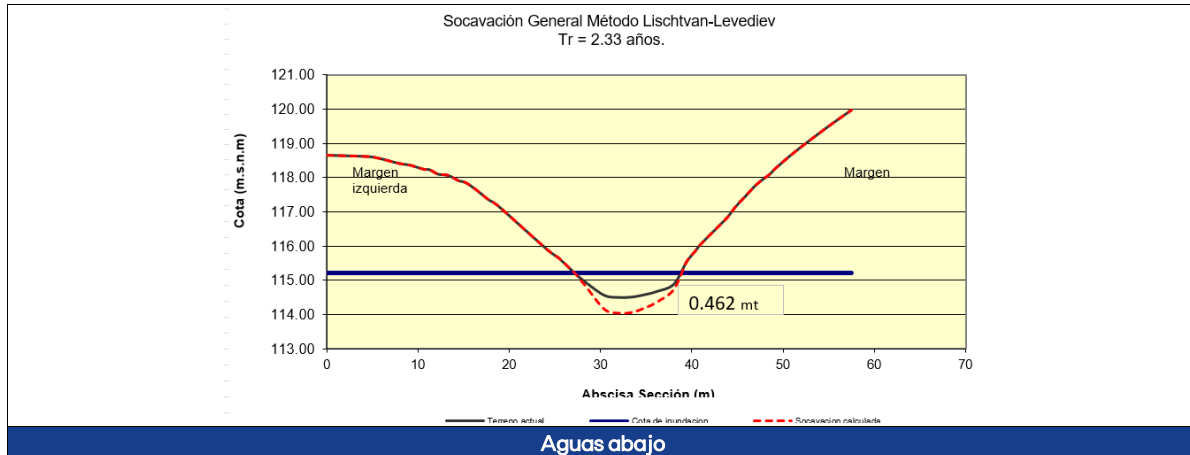
Aguas abajo: El número de Froude aumenta ligeramente de 0,43 (subcrítico) a 0,45 (subcrítico), reflejando un flujo estable y bien adaptado a las condiciones aguas abajo.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude reflejan una transición controlada hacia un flujo subcrítico, sin generar riesgos de inundación ni comprometer la estabilidad hidráulica. Aguas abajo, las condiciones permanecen estables, con cambios mínimos en la profundidad y el ancho de la lámina, garantizando un flujo seguro y dentro de los parámetros de diseño, (Ver **Tabla 7-76**).

Tabla 7-76 Cálculo de socavación OC_33,

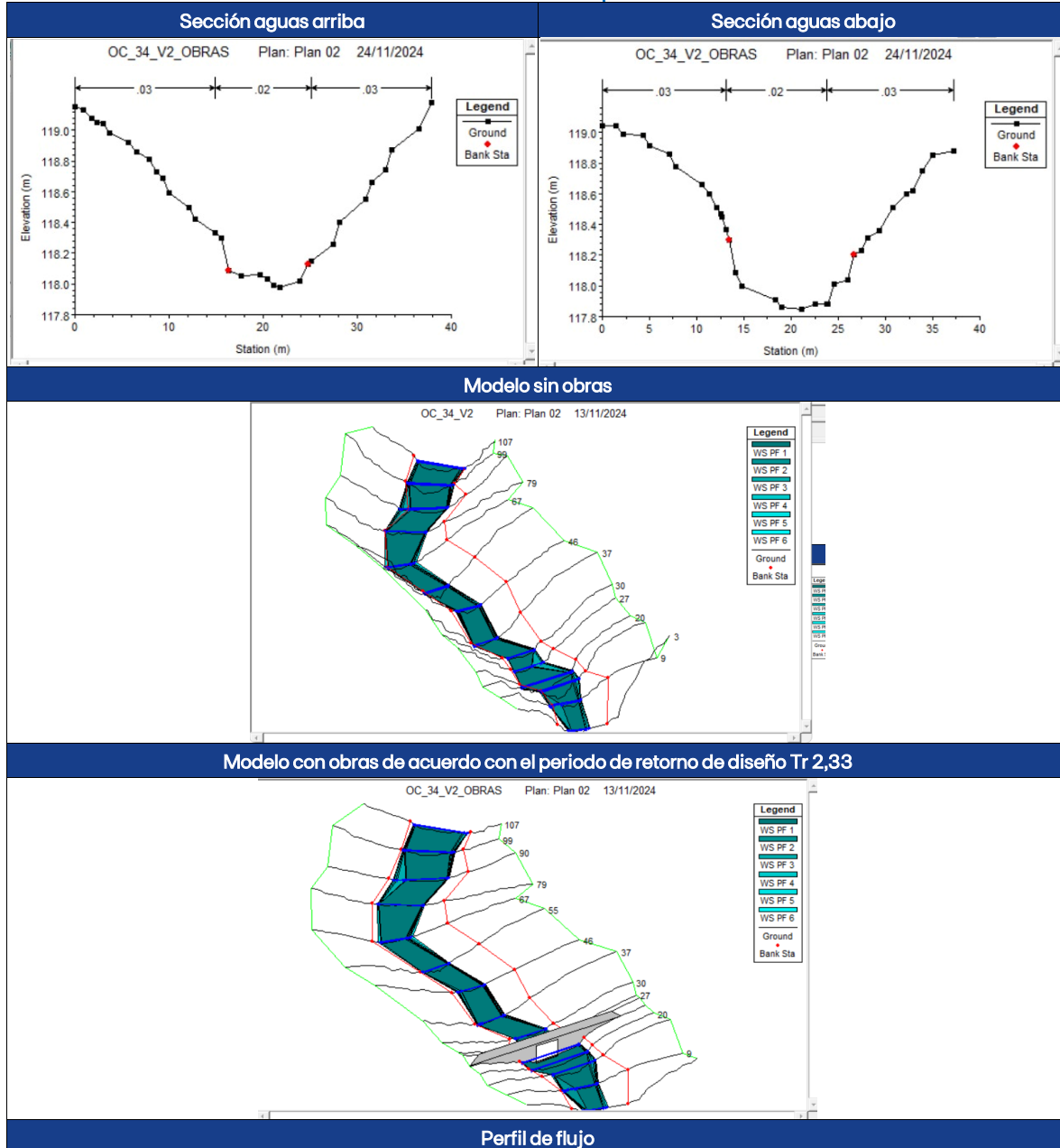


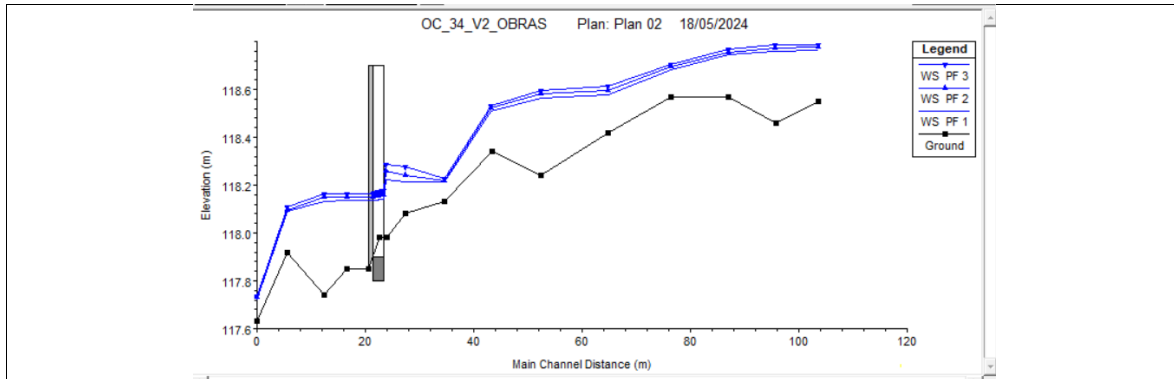


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

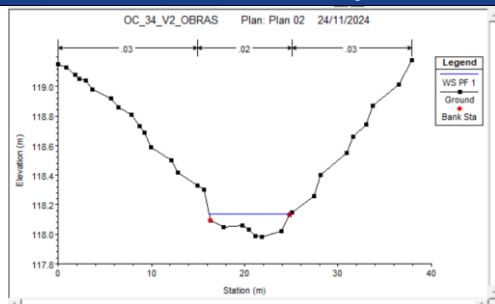
7.4.5.3.32 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_34

Tabla 7-77 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_34

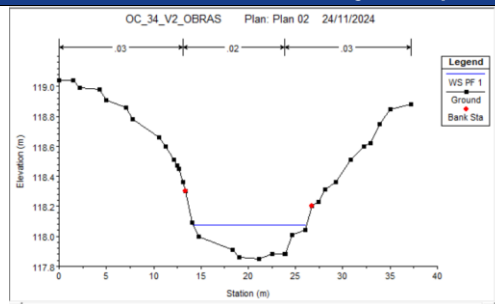




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC34 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	27	PF 1	0.24	117.98	118.08	118.08	118.10	0.010747	0.68	0.36	7.56	0.99
Reach 1	27	PF 2	0.29	117.98	118.08	118.08	118.11	0.010842	0.72	0.40	7.82	1.01
Reach 1	27	PF 3	0.34	117.98	118.09	118.09	118.12	0.010169	0.74	0.46	8.13	1.00
Reach 1	27	PF 4	0.41	117.98	118.10	118.10	118.13	0.009718	0.78	0.52	8.25	0.99
Reach 1	27	PF 5	0.48	117.98	118.11	118.10	118.14	0.008196	0.79	0.61	8.37	0.93
Reach 1	27	PF 6	0.56	117.98	118.12		118.15	0.006622	0.78	0.71	8.51	0.86
Reach 1	20	PF 1	0.24	117.85	118.07		118.07	0.000095	0.14	1.75	11.92	0.11
Reach 1	20	PF 2	0.29	117.85	118.09		118.09	0.000109	0.15	1.90	12.07	0.12
Reach 1	20	PF 3	0.34	117.85	118.10		118.10	0.000122	0.17	2.03	12.17	0.13
Reach 1	20	PF 4	0.41	117.85	118.11		118.11	0.000141	0.19	2.19	12.27	0.14
Reach 1	20	PF 5	0.48	117.85	118.12		118.12	0.000159	0.21	2.34	12.36	0.15
Reach 1	20	PF 6	0.56	117.85	118.13		118.14	0.000176	0.22	2.50	12.46	0.16

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OBRAS River: OC34 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Ch
Reach 1	27	PF 1	0.24	117.98	118.13	118.08	118.14	0.000738	0.29	0.83	8.72	0.29
Reach 1	27	PF 2	0.29	117.98	118.15	118.08	118.15	0.000712	0.31	0.95	9.02	0.29
Reach 1	27	PF 3	0.34	117.98	118.16	118.09	118.16	0.000686	0.32	1.06	9.30	0.29
Reach 1	27	PF 4	0.41	117.98	118.18	118.10	118.18	0.000653	0.34	1.22	9.68	0.29
Reach 1	27	PF 5	0.48	117.98	118.19	118.10	118.20	0.000623	0.36	1.37	10.05	0.29
Reach 1	27	PF 6	0.56	117.98	118.21	118.11	118.21	0.000591	0.38	1.54	10.44	0.29
Reach 1	25	OC34										
			Culvert									
Reach 1	20	PF 1	0.24	117.85	118.07		118.07	0.000095	0.14	1.75	11.92	0.11
Reach 1	20	PF 2	0.29	117.85	118.09		118.09	0.000109	0.15	1.90	12.07	0.11
Reach 1	20	PF 3	0.34	117.85	118.10		118.10	0.000122	0.17	2.03	12.17	0.11
Reach 1	20	PF 4	0.41	117.85	118.11		118.11	0.000141	0.19	2.19	12.27	0.11
Reach 1	20	PF 5	0.48	117.85	118.12		118.12	0.000159	0.21	2.34	12.36	0.11
Reach 1	20	PF 6	0.56	117.85	118.13		118.14	0.000176	0.22	2.50	12.46	0.11

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 118,08 m a 118,13 m (+0,05 m). Este incremento es controlado y no genera riesgos de inundación ni compromete la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 118,07 m, indicando condiciones estables aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 7,56 m a 8,72 m (+1,16 m), reflejando una expansión manejable y dentro de los parámetros de diseño, asociada a la transición hacia régimen subcrítico.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 11,92 m, confirmando estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

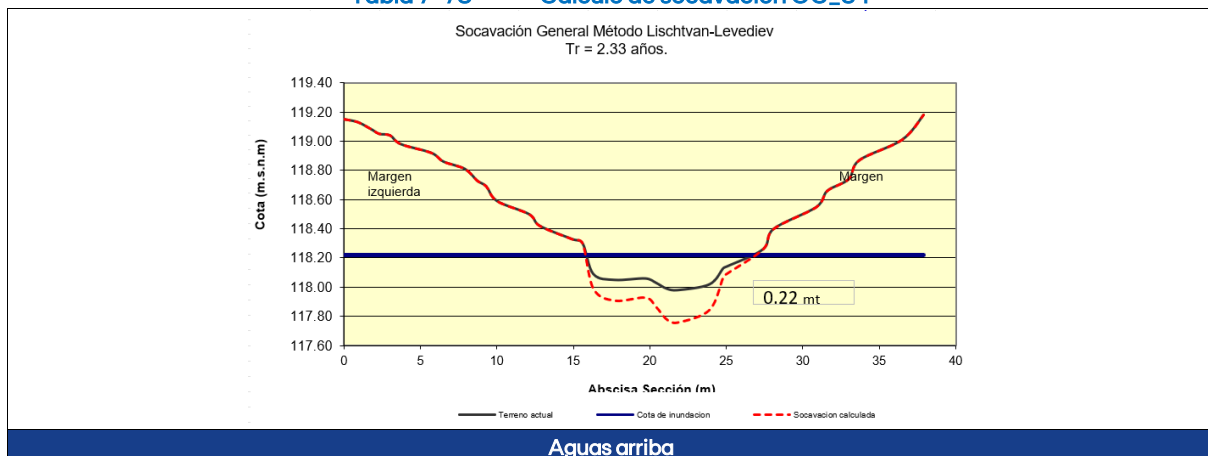
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,99 (casi crítico) a 0,29 (subcrítico), estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

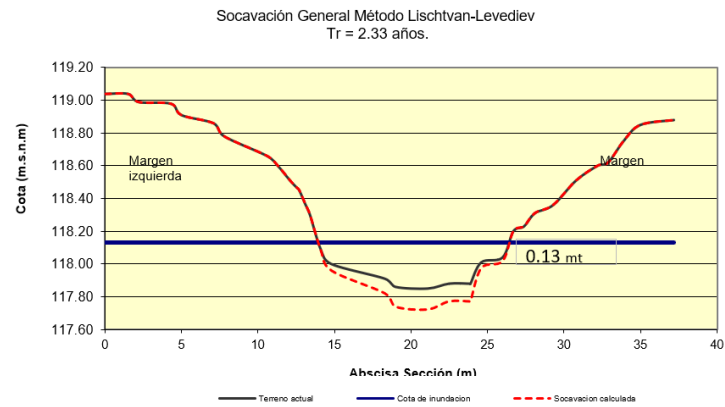
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,11 (subcrítico), reflejando un flujo lento y estable aguas abajo.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son mínimos, controlados y no comprometen la estabilidad hidráulica. La transición hacia régimen subcrítico garantiza condiciones hidráulicas seguras. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, con un flujo lento y estable, dentro de los parámetros del diseño. (Ver **Tabla 7-78**).

Tabla 7-78 Cálculo de socavación OC_34



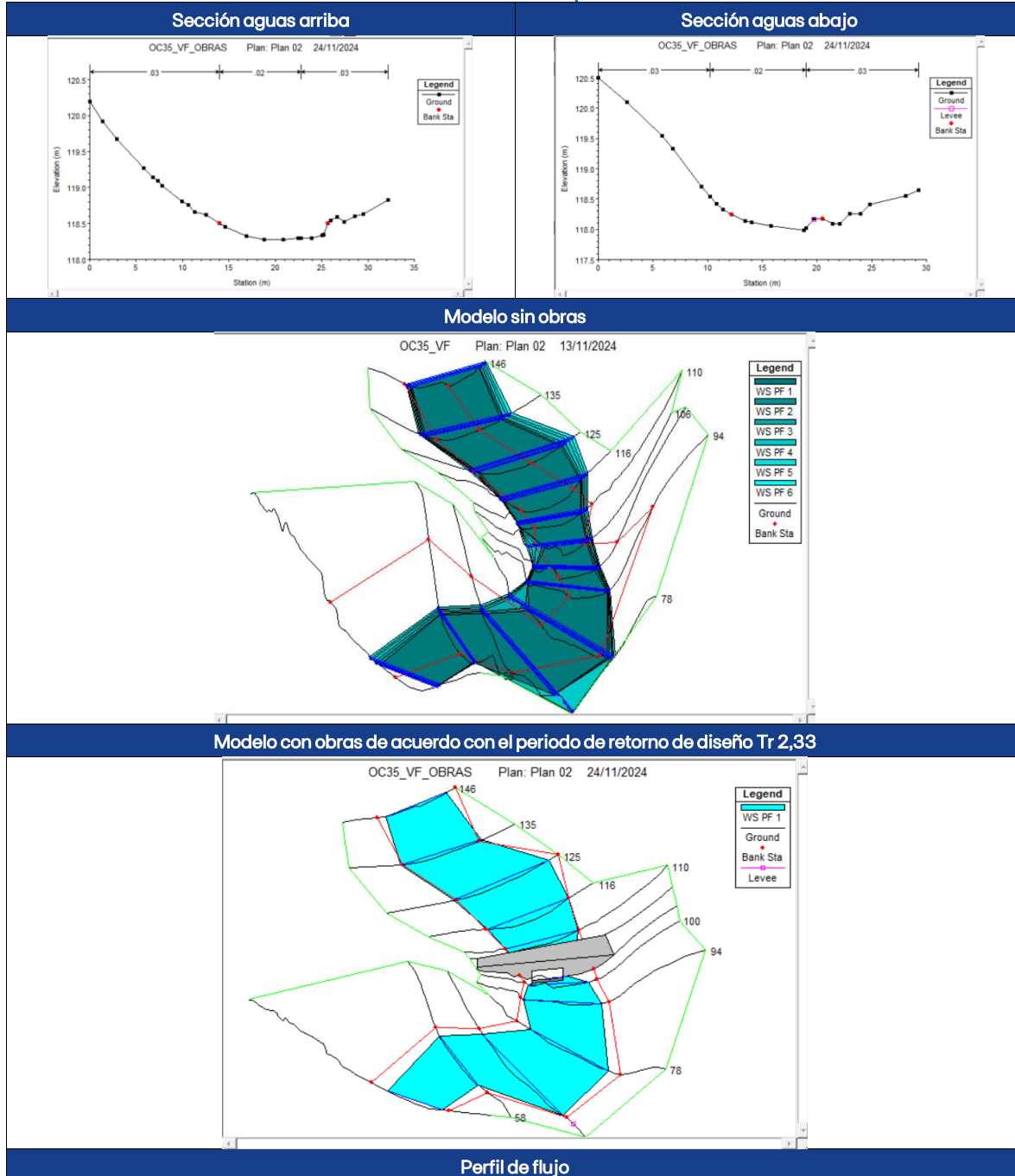


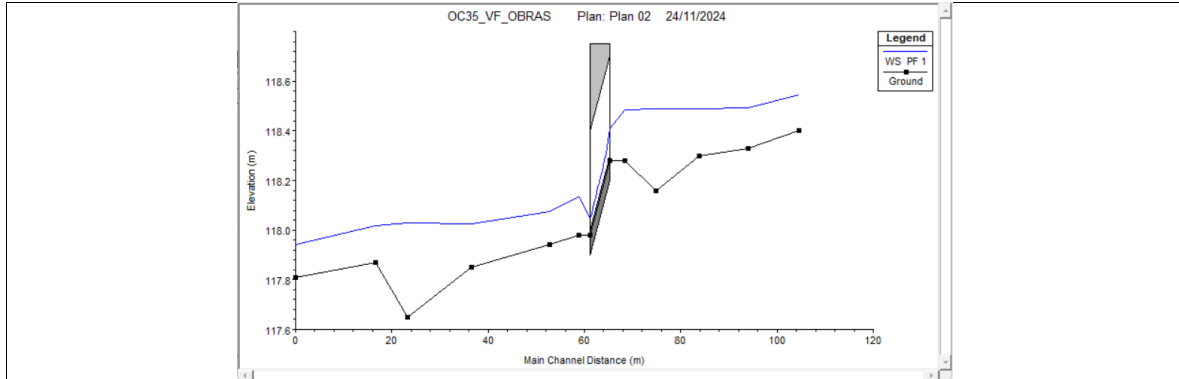
Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

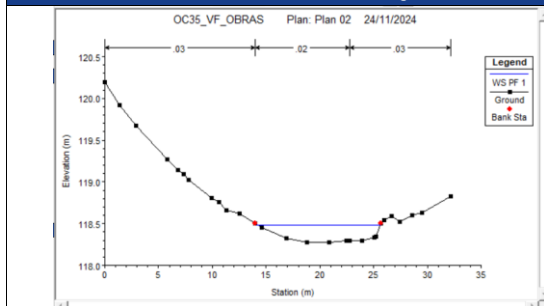
7.4.5.3.33 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_35

Tabla 7-79 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_35

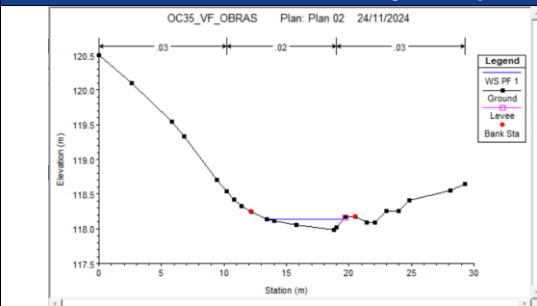




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC35_VF_SINOBRAS River: OC35 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chnl
Reach 1	110	PF 1	0.51	118.28	118.37	118.37	118.40	0.010926	0.81	0.63	9.25	1.00
Reach 1	110	PF 2	0.60	118.28	118.38	118.38	118.41	0.010672	0.85	0.70	9.42	1.00
Reach 1	110	PF 3	0.70	118.28	118.38	118.38	118.43	0.010536	0.90	0.78	9.59	1.00
Reach 1	110	PF 4	0.85	118.28	118.40	118.40	118.44	0.010160	0.95	0.90	9.84	1.00
Reach 1	110	PF 5	0.99	118.28	118.41	118.41	118.46	0.009880	0.99	1.00	10.06	1.00
Reach 1	110	PF 6	1.16	118.28	118.42	118.42	118.47	0.009729	1.04	1.12	10.30	1.00
Reach 1	106	PF 1	0.51	118.07	118.25	118.25	118.29	0.008115	0.83	0.62	8.58	0.95
Reach 1	106	PF 2	0.60	118.07	118.26	118.26	118.30	0.008493	0.89	0.68	8.90	0.98
Reach 1	106	PF 3	0.70	118.07	118.27	118.27	118.31	0.008656	0.95	0.75	9.26	1.00
Reach 1	106	PF 4	0.85	118.07	118.28	118.28	118.33	0.008192	1.00	0.87	9.86	0.99
Reach 1	106	PF 5	0.99	118.07	118.29	118.29	118.35	0.007307	1.03	1.01	10.44	0.95
Reach 1	106	PF 6	1.16	118.07	118.30	118.30	118.36	0.007113	1.08	1.14	10.65	0.95

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC35_VF_OBRAS River: OC35 Reach: Reach 1												Rel
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	110	PF 1	0.51	118.28	118.49	118.37	118.49	0.000412	0.28	1.85	11.50	0.22
Reach 1	110	PF 2	0.60	118.28	118.51	118.38	118.51	0.000384	0.29	2.10	11.86	0.22
Reach 1	110	PF 3	0.70	118.28	118.53	118.38	118.53	0.000351	0.30	2.38	12.55	0.21
Reach 1	110	PF 4	0.85	118.28	118.56	118.40	118.57	0.000315	0.31	2.80	14.13	0.20
Reach 1	110	PF 5	0.99	118.28	118.59	118.41	118.60	0.000289	0.32	3.22	15.58	0.20
Reach 1	110	PF 6	1.16	118.28	118.62	118.42	118.63	0.000263	0.33	3.75	16.86	0.19
Reach 1	106	OC35	Culvert									
Reach 1	100	PF 1	0.51	117.98	118.14	118.14	118.18	0.009190	0.94	0.54	6.11	1.01
Reach 1	100	PF 2	0.60	117.98	118.15	118.15	118.20	0.008509	0.97	0.62	6.34	0.99
Reach 1	100	PF 3	0.70	117.98	118.16	118.16	118.21	0.007916	0.98	0.77	6.36	0.96
Reach 1	100	PF 4	0.85	117.98	118.18	118.18	118.23	0.007296	0.99	0.93	9.61	0.97
Reach 1	100	PF 5	0.99	117.98	118.19	118.19	118.24	0.007149	1.03	1.04	9.82	0.96
Reach 1	100	PF 6	1.16	117.98	118.20	118.20	118.26	0.007340	1.08	1.16	10.03	0.98

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ Profundidad:

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 118,37 m a 118,49 m (+0,12 m), reflejando un ligero respaldo hidráulico causado por la obra.

Aguas abajo: La profundidad disminuye ligeramente de 118,25 m a 118,13 m (-0,12 m), lo que indica un flujo más dinámico tras la obra.

➤ Ancho de Lámina de Agua:

Aguas arriba: La lámina de agua se expande de 9,25 m a 11,50 m (+2,25 m), reflejando una mayor acumulación y distribución del flujo antes de entrar a la estructura.

Aguas abajo: La lámina de agua aumenta de 5,87 m a 7,46 m (+1,59 m), indicando una redistribución del flujo aguas abajo tras la salida de la obra.

➤ Número de Froude:

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,22 (subcrítico), estabilizando significativamente el flujo aguas arriba.

Aguas abajo: El número de Froude pasa de 0.95 (supercrítico) a 1.01 (casi crítico), reflejando un flujo más controlado, pero aún dinámico aguas abajo.

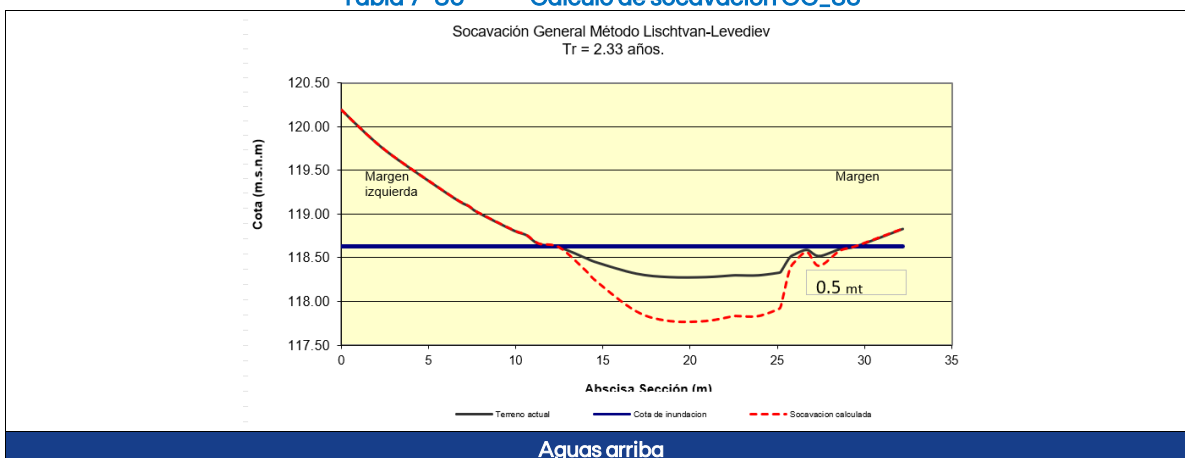
➤ Conclusión General:

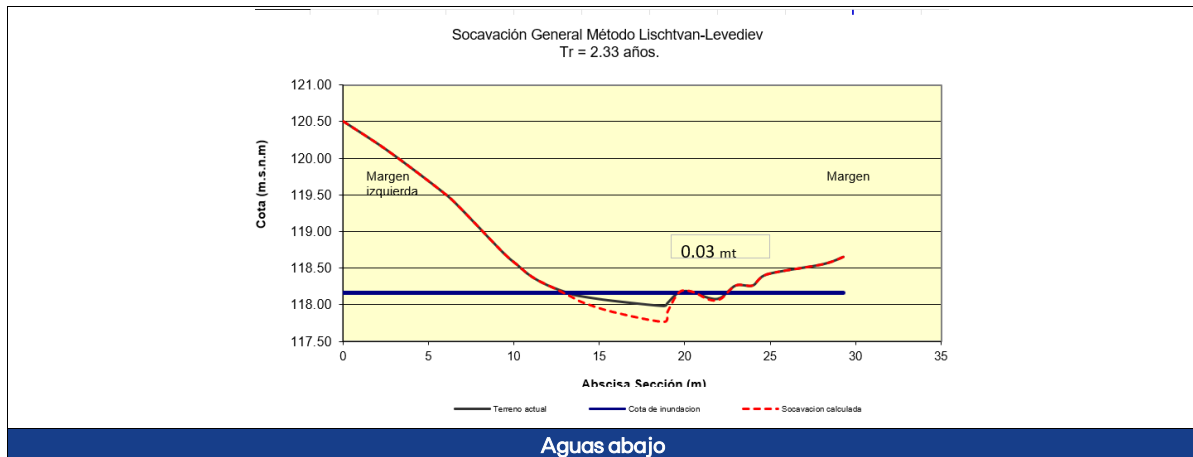
Los cambios generados por la obra no son significativamente impactantes en términos de profundidad ni en el ancho de la lámina de agua, ya que los incrementos y disminuciones son pequeños y controlados. Sin embargo:

El cambio en el número de Froude es significativo. Este cambio beneficia la estabilidad hidráulica aguas arriba al pasar a un flujo subcrítico y reduce la energía del flujo aguas abajo al salir de un régimen supercrítico.

Los cambios son manejables y, en general, la obra estabiliza el flujo sin generar riesgos significativos en el sistema hidráulico. Esto demuestra que la obra está bien diseñada para adaptarse a las condiciones del sistema. (Ver **Tabla 7-80**).

Tabla 7-80 Cálculo de socavación OC_35

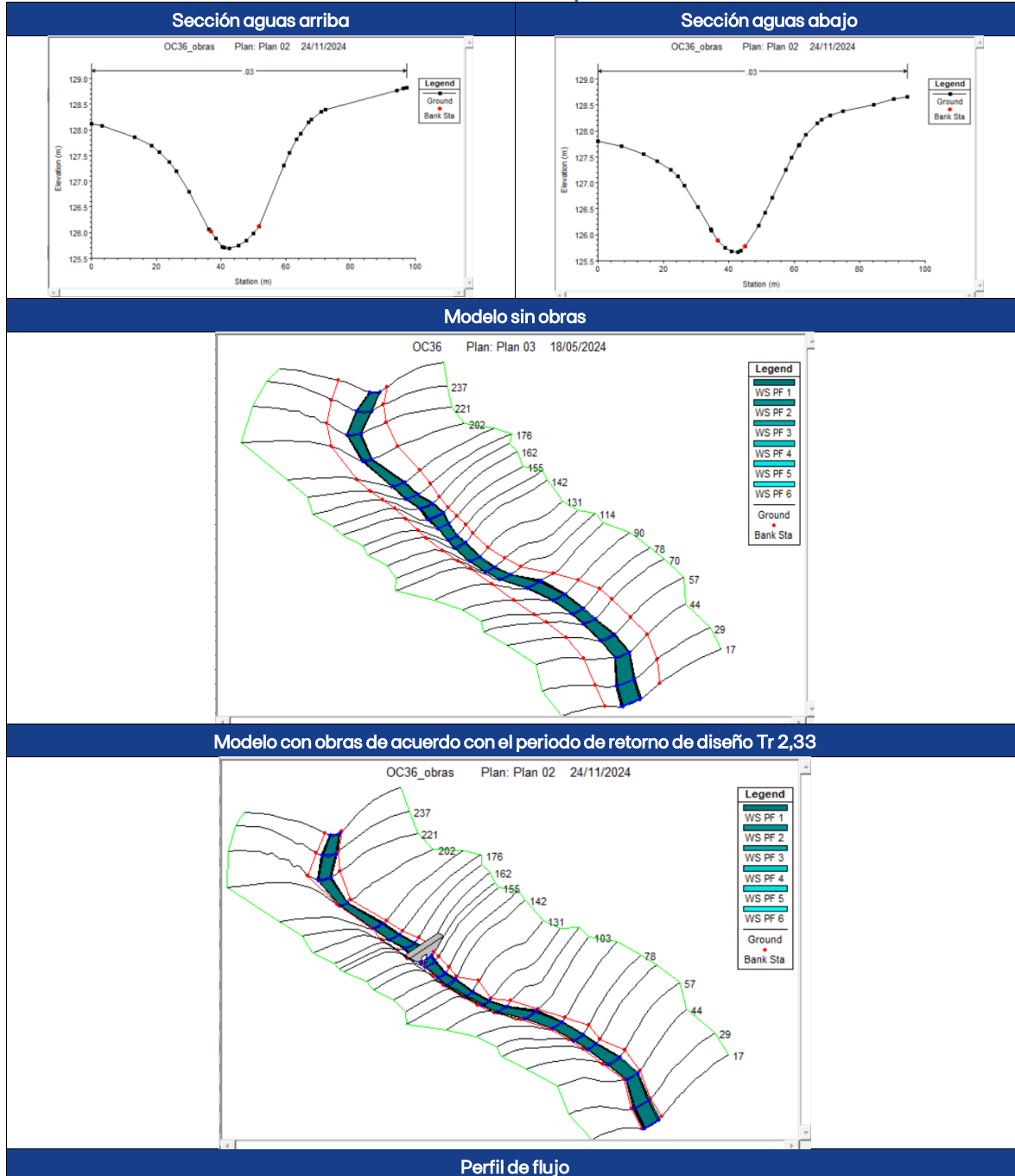


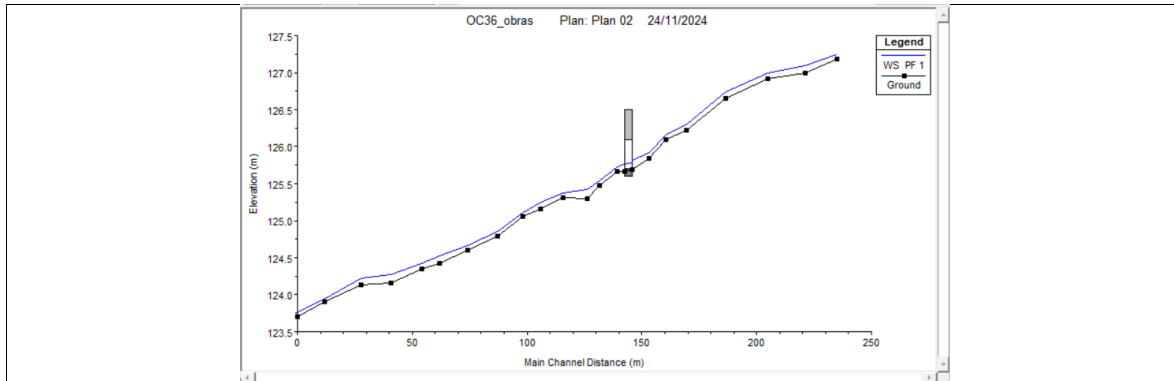


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

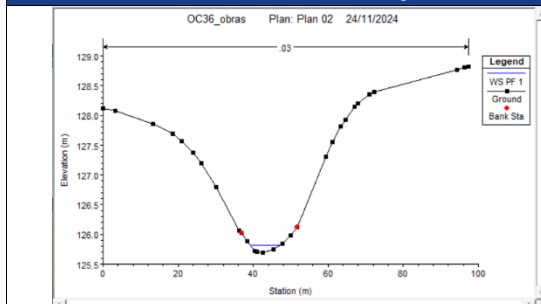
7.4.5.3.34 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_36

Tabla 7-81 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_36

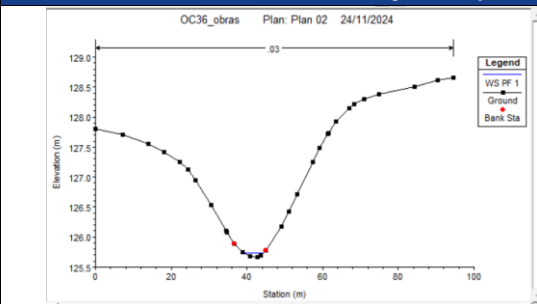




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC36_SINOBRAS River: OC36 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	162	PF 1	0.12	125.69	125.79		125.79	0.002687	0.28	0.44	6.84	0.35
Reach 1	162	PF 2	0.14	125.69	125.80		125.80	0.002587	0.28	0.49	7.15	0.35
Reach 1	162	PF 3	0.16	125.69	125.80		125.81	0.002903	0.31	0.52	7.29	0.37
Reach 1	162	PF 4	0.20	125.69	125.81		125.82	0.002949	0.33	0.60	7.72	0.38
Reach 1	162	PF 5	0.23	125.69	125.82		125.82	0.003072	0.35	0.66	7.98	0.39
Reach 1	162	PF 6	0.27	125.69	125.83		125.83	0.003098	0.37	0.74	8.34	0.40
Reach 1	155	PF 1	0.12	125.67	125.73	125.73	125.75	0.024133	0.61	0.20	4.83	0.97
Reach 1	155	PF 2	0.14	125.67	125.73	125.73	125.76	0.025136	0.65	0.22	5.01	1.00
Reach 1	155	PF 3	0.16	125.67	125.74	125.74	125.76	0.024504	0.67	0.24	5.22	1.00
Reach 1	155	PF 4	0.20	125.67	125.75	125.75	125.77	0.023685	0.70	0.28	5.60	1.00
Reach 1	155	PF 5	0.23	125.67	125.75	125.75	125.78	0.023150	0.73	0.32	5.81	1.00
Reach 1	155	PF 6	0.27	125.67	125.76	125.76	125.79	0.022517	0.76	0.36	6.02	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC37_OBRAS River: OC36 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	162	PF 1	0.12	125.69	125.81	125.75	125.81	0.001070	0.20	0.60	7.71	0.23
Reach 1	162	PF 2	0.14	125.69	125.82	125.75	125.83	0.000962	0.20	0.70	8.17	0.22
Reach 1	162	PF 3	0.16	125.69	125.84	125.76	125.84	0.000874	0.20	0.80	8.61	0.21
Reach 1	162	PF 4	0.20	125.69	125.86	125.77	125.86	0.000724	0.20	0.99	9.27	0.20
Reach 1	162	PF 5	0.23	125.69	125.87	125.77	125.87	0.000642	0.20	1.14	9.69	0.19
Reach 1	162	PF 6	0.27	125.69	125.89	125.78	125.89	0.000560	0.20	1.33	10.22	0.18
Reach 1	160	OC36										
Reach 1	155	PF 1	0.12	125.67	125.73	125.73	125.75	0.024133	0.61	0.20	4.83	0.97
Reach 1	155	PF 2	0.14	125.67	125.73	125.73	125.76	0.025136	0.65	0.22	5.01	1.00
Reach 1	155	PF 3	0.16	125.67	125.74	125.74	125.76	0.024504	0.67	0.24	5.22	1.00
Reach 1	155	PF 4	0.20	125.67	125.75	125.75	125.77	0.023685	0.70	0.28	5.60	1.00
Reach 1	155	PF 5	0.23	125.67	125.75	125.75	125.78	0.023150	0.73	0.32	5.81	1.00
Reach 1	155	PF 6	0.27	125.67	125.76	125.76	125.79	0.022517	0.76	0.36	6.02	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 125,79 m a 125,81 m (+0,02 m). Este incremento es mínimo y controlado, sin riesgos de inundación ni afectación de la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 125,73 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas en esta sección.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 6,84 m a 7,71 m (+0,87 m), mostrando una expansión controlada asociada a la transición hacia un flujo más subcrítico. Este cambio está dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 4,83 m, confirmando estabilidad en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

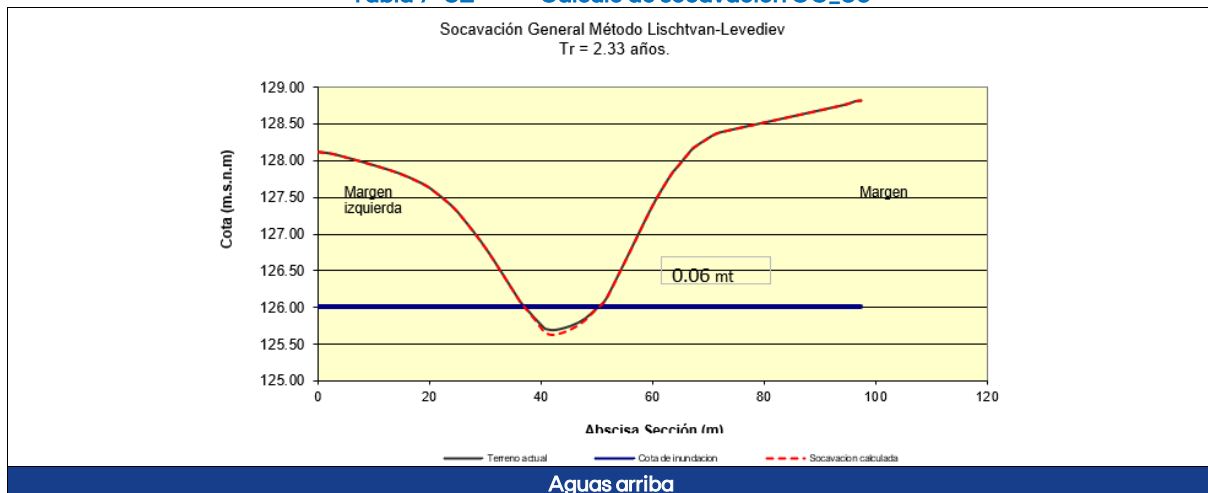
Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,35 (subcrítico) a 0,23 (subcrítico), estabilizando el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

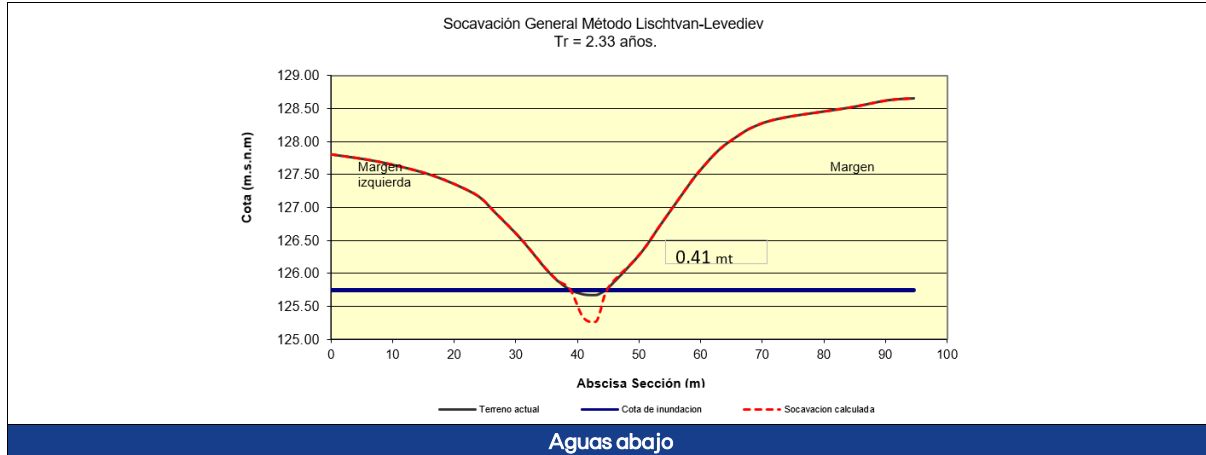
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,97 (casi crítico), indicando condiciones hidráulicas dinámicas pero estables.

➤ **Conclusión General:**

Los cambios aguas arriba en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son mínimos y controlados, sin comprometer la estabilidad hidráulica ni generar riesgos de inundación. Aguas abajo, las condiciones permanecen constantes, garantizando un flujo seguro y estable dentro de los parámetros de diseño. La obra no genera cambios significativos en las condiciones hidráulicas aguas arriba ni aguas abajo. (Ver **Tabla 7-82**).

Tabla 7-82 Cálculo de socavación OC_36



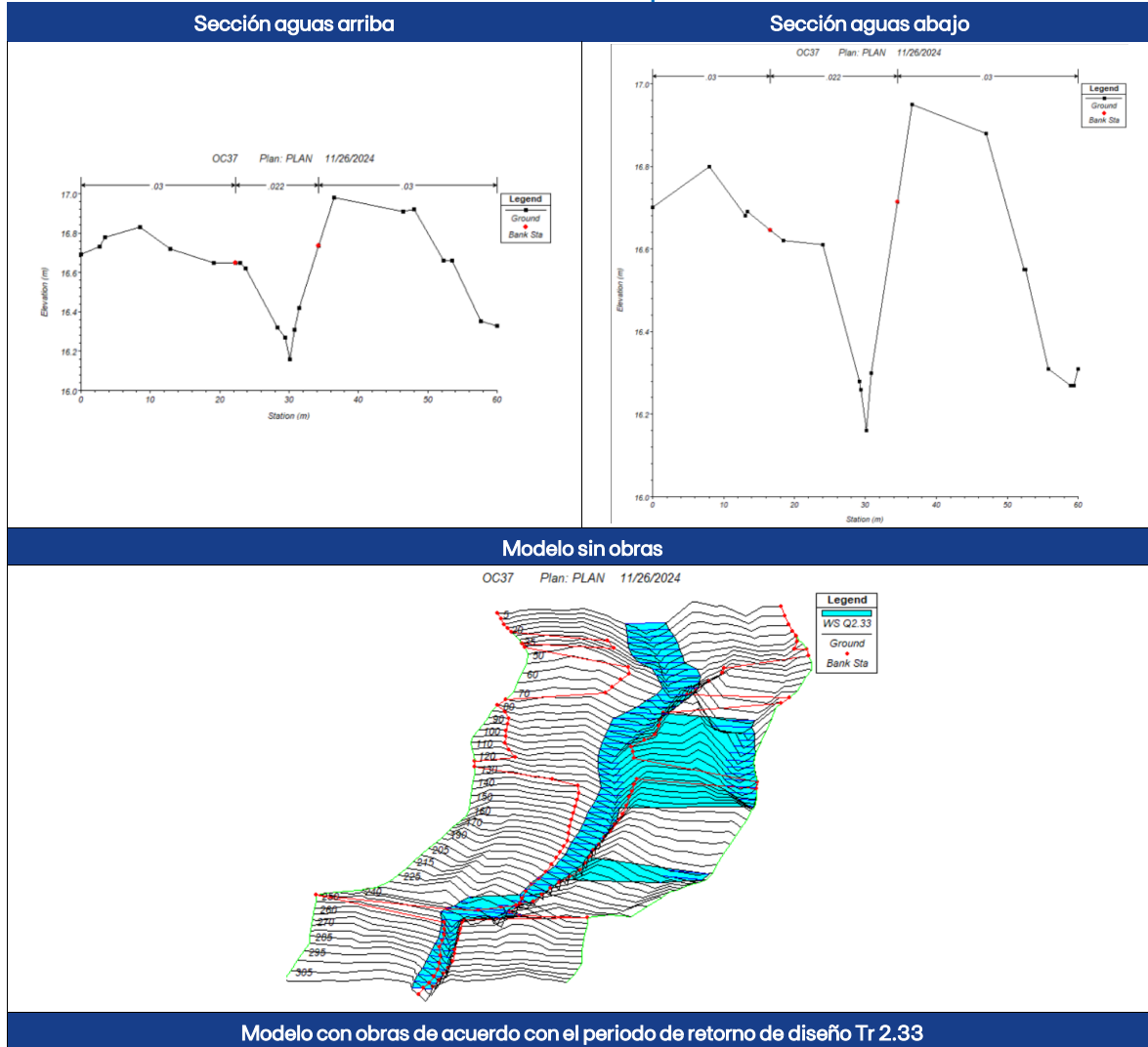


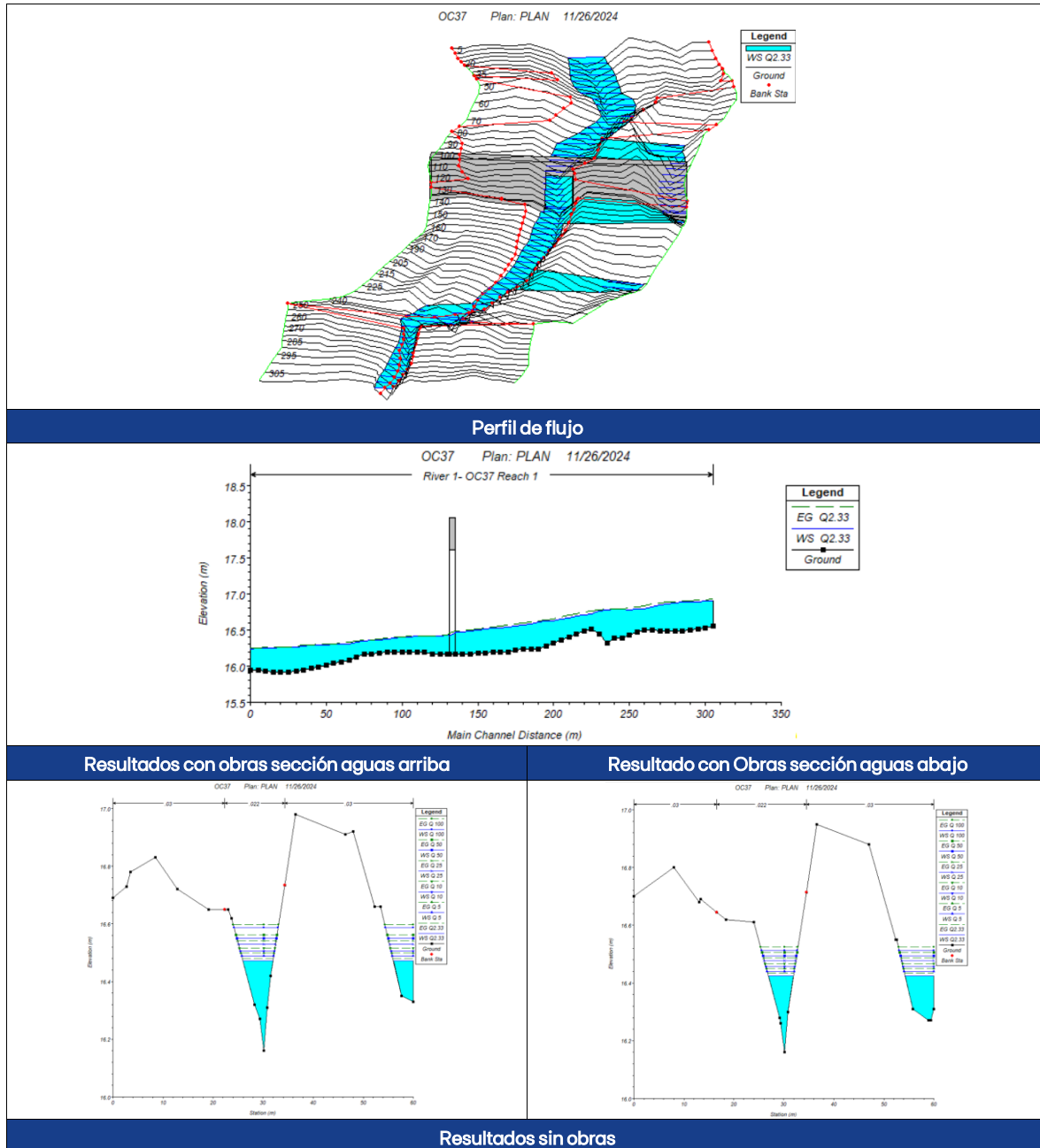
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

Las condiciones actuales de flujo no generan socavación, indica estabilidad en el lecho del río o cuerpo de agua en cuestión.

7.4.5.3.35 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_37

Tabla 7-83 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_37





HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River 1- OC37 Reach: Reach 1												Relo
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	140	Q2.33	0.49	16.16	16.43		16.45	0.004121	0.69	0.83	8.39	0.65
Reach 1	140	Q 5	0.58	16.16	16.45		16.47	0.003986	0.70	0.96	8.95	0.64
Reach 1	140	Q 10	0.68	16.16	16.46		16.48	0.003775	0.71	1.10	9.54	0.63
Reach 1	140	Q 25	0.83	16.16	16.48		16.50	0.003664	0.73	1.30	10.30	0.63
Reach 1	140	Q 50	0.97	16.16	16.50		16.52	0.003570	0.75	1.48	10.93	0.63
Reach 1	140	Q 100	1.13	16.16	16.52		16.54	0.003445	0.77	1.68	11.61	0.62
Reach 1	135	Q2.33	0.49	16.16	16.43		16.43	0.001997	0.47	1.22	10.74	0.45
Reach 1	135	Q 5	0.58	16.16	16.44		16.45	0.001951	0.48	1.39	11.33	0.45
Reach 1	135	Q 10	0.68	16.16	16.46		16.47	0.001867	0.49	1.58	11.93	0.44
Reach 1	135	Q 25	0.83	16.16	16.48		16.49	0.001851	0.51	1.83	12.71	0.45
Reach 1	135	Q 50	0.97	16.16	16.49		16.51	0.001836	0.53	2.05	13.35	0.45
Reach 1	135	Q 100	1.13	16.16	16.51		16.53	0.001805	0.55	2.30	14.06	0.45

HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River 1- OC37 Reach: Reach 1												Relo
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	140	Q2.33	0.49	16.16	16.47	16.40	16.48	0.001594	0.47	1.20	9.92	0.41
Reach 1	140	Q 5	0.58	16.16	16.49	16.41	16.50	0.001555	0.49	1.38	10.58	0.41
Reach 1	140	Q 10	0.68	16.16	16.51	16.42	16.52	0.001532	0.50	1.56	11.20	0.41
Reach 1	140	Q 25	0.83	16.16	16.53	16.44	16.54	0.001479	0.52	1.84	12.12	0.41
Reach 1	140	Q 50	0.97	16.16	16.55	16.45	16.56	0.001436	0.53	2.09	12.87	0.41
Reach 1	140	Q 100	1.13	16.16	16.59	16.46	16.60	0.001080	0.49	2.61	14.32	0.36
Reach 1	139		Bridge									
Reach 1	135	Q2.33	0.49	16.16	16.43		16.43	0.001997	0.47	1.22	10.74	0.45
Reach 1	135	Q 5	0.58	16.16	16.44		16.45	0.001951	0.48	1.39	11.33	0.45
Reach 1	135	Q 10	0.68	16.16	16.46		16.47	0.001867	0.49	1.58	11.93	0.44
Reach 1	135	Q 25	0.83	16.16	16.48		16.49	0.001851	0.51	1.83	12.71	0.45
Reach 1	135	Q 50	0.97	16.16	16.49		16.51	0.001836	0.53	2.05	13.35	0.45
Reach 1	135	Q 100	1.13	16.16	16.51		16.53	0.001805	0.55	2.30	14.06	0.45

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad disminuye ligeramente de 16,43 m a 16,47 m (-0,03 m) tras la obra, lo cual es un cambio mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni alteraciones significativas en el flujo.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 16.43 m, indicando que la obra no afecta las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua se reduce de 8,39 m a 9,92 m (-1,53 m), reflejando una concentración del flujo debido a la obra. Este cambio podría aumentar localmente las velocidades aguas arriba.

➤ **Número de Froude:**

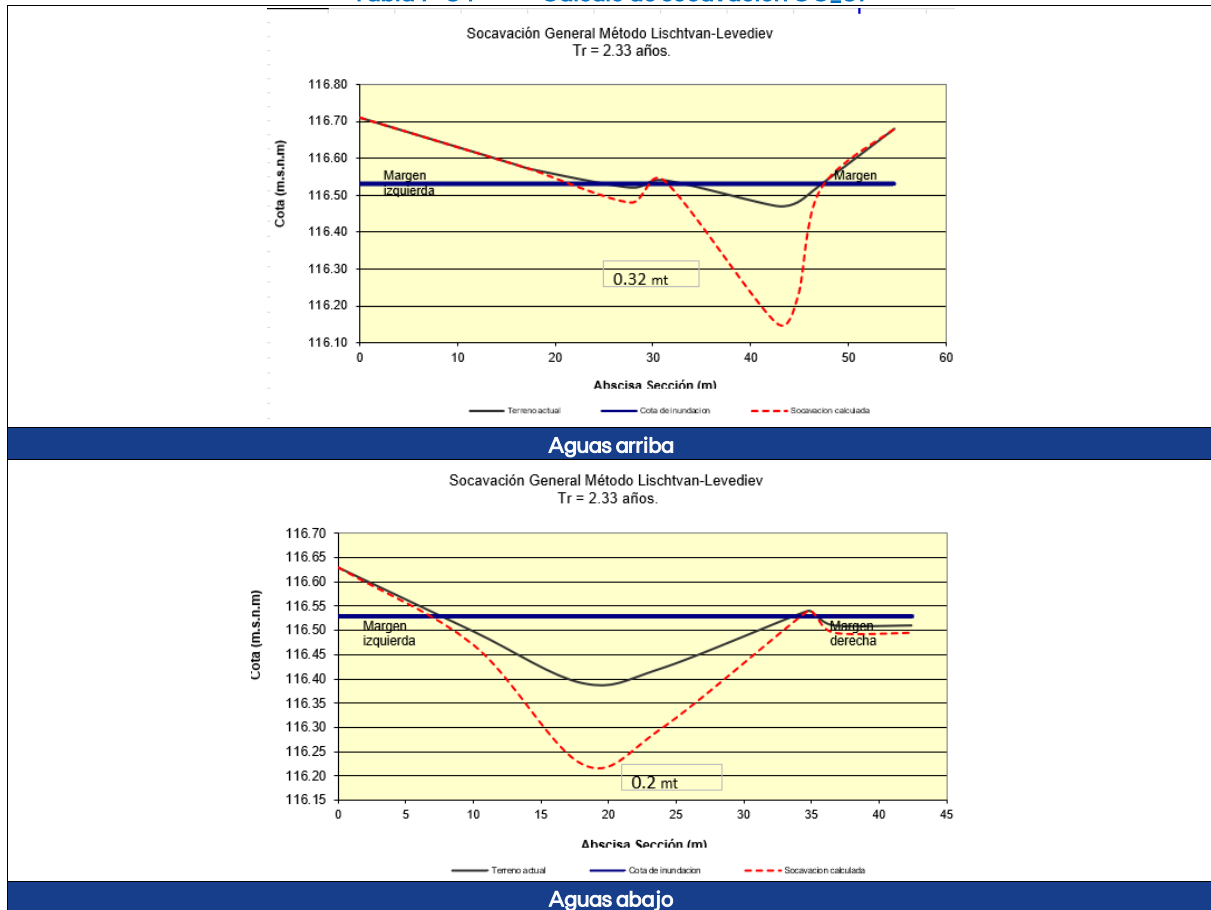
Aguas arriba: El número de Froude aumenta de 0,62 (subcrítico) a 0,99 (casi crítico), indicando que el flujo se vuelve más dinámico aguas arriba, lo que podría incrementar los esfuerzos cortantes y el riesgo de erosión.

Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,22 (subcrítico), reflejando un flujo lento y controlado después de la obra.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

En general, la obra genera cambios manejables y localizados aguas arriba, mientras que aguas abajo las condiciones hidráulicas se mantienen estables. (Ver **Tabla 7-84**).

Tabla 7-84 Cálculo de socavación OC_37

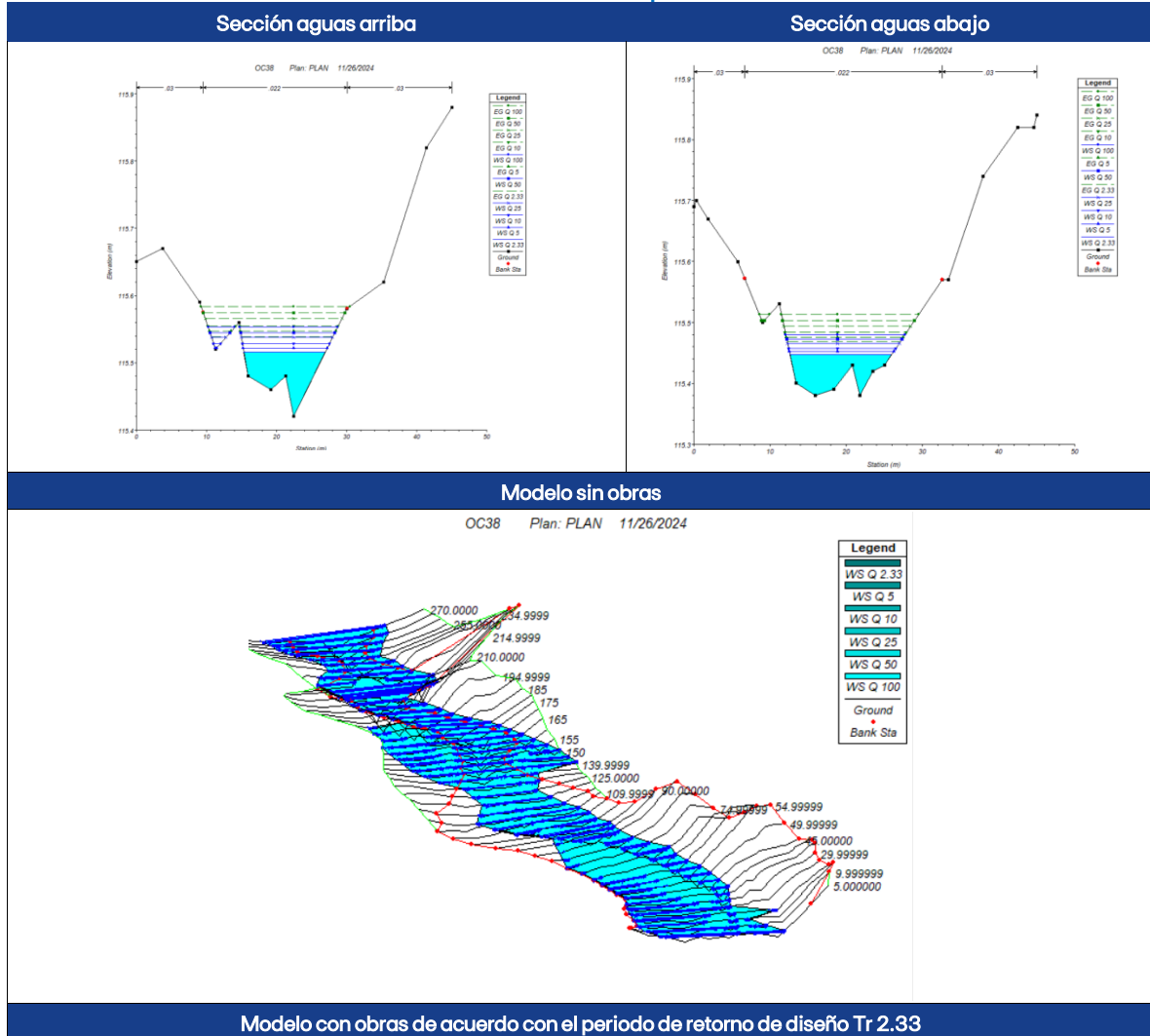


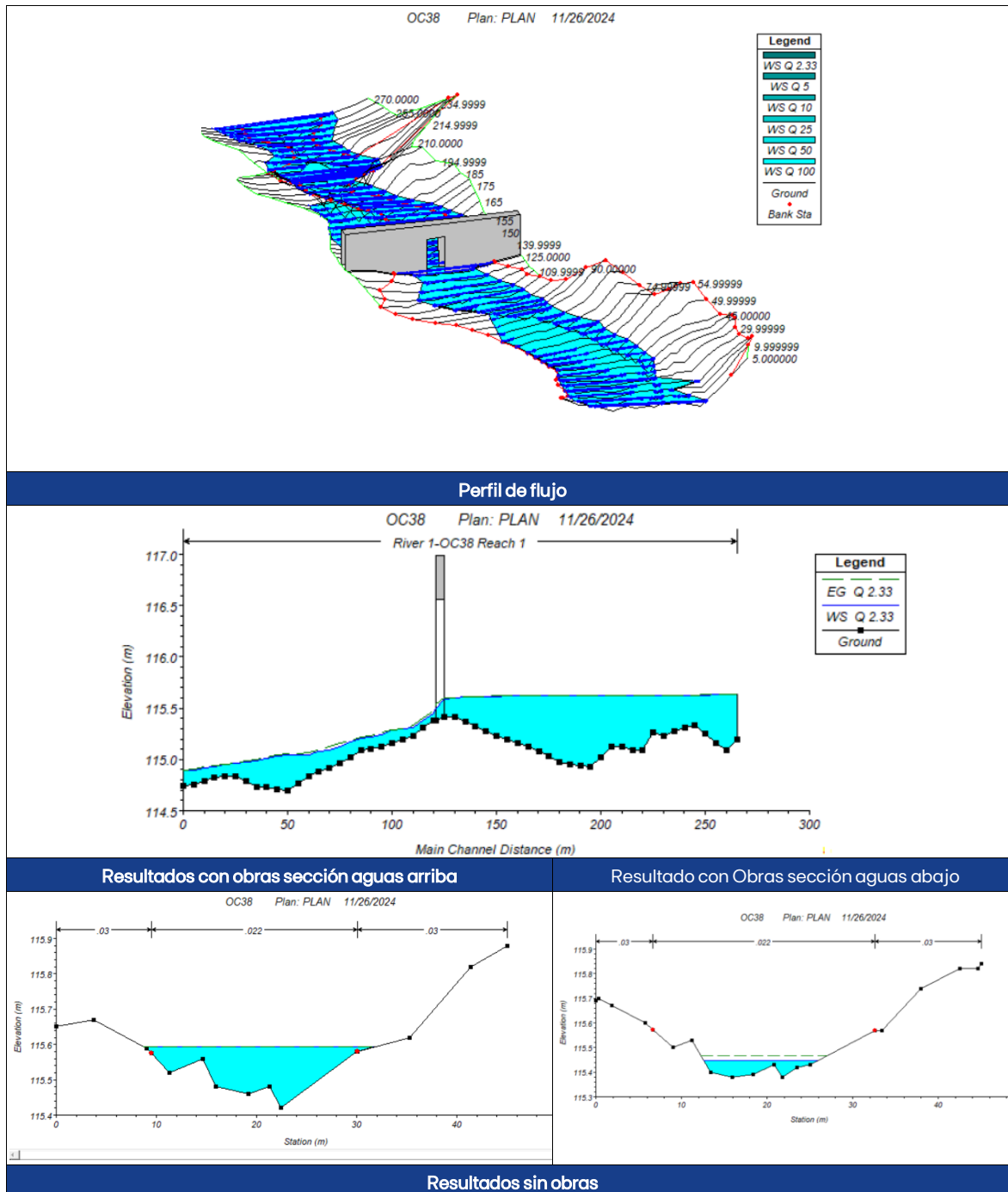
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

Para las condiciones actuales de flujo se proyecta una socavación de 0,2 m.

7.4.5.3.36 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_38

Tabla 7-85 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_38





HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River 1-OC38 Reach: Reach 1												Relo
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	129.9999	Q 2.33	0.37	115.42	115.52	115.52	115.54	0.012967	0.67	0.55	11.62	0.99
Reach 1	129.9999	Q 5	0.44	115.42	115.52	115.52	115.55	0.012685	0.70	0.62	12.23	0.99
Reach 1	129.9999	Q 10	0.51	115.42	115.53	115.53	115.55	0.012568	0.72	0.71	13.46	1.00
Reach 1	129.9999	Q 25	0.62	115.42	115.54	115.54	115.57	0.012651	0.74	0.83	15.04	1.01
Reach 1	129.9999	Q 50	0.72	115.42	115.54	115.54	115.57	0.012589	0.76	0.95	16.32	1.01
Reach 1	129.9999	Q 100	0.84	115.42	115.55	115.55	115.58	0.012153	0.78	1.08	17.77	1.00
Reach 1	125.0000	Q 2.33	0.37	115.38	115.45	115.45	115.47	0.013577	0.65	0.57	13.33	1.00
Reach 1	125.0000	Q 5	0.44	115.38	115.45	115.45	115.48	0.013042	0.68	0.64	13.72	1.00
Reach 1	125.0000	Q 10	0.51	115.38	115.46	115.46	115.48	0.013000	0.71	0.71	14.08	1.01
Reach 1	125.0000	Q 25	0.62	115.38	115.47	115.47	115.49	0.012256	0.74	0.83	14.67	1.00
Reach 1	125.0000	Q 50	0.72	115.38	115.47	115.47	115.50	0.011948	0.77	0.93	15.14	1.00
Reach 1	125.0000	Q 100	0.84	115.38	115.48	115.48	115.51	0.011651	0.81	1.04	15.66	1.00

HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River 1-OC38 Reach: Reach 1												Relo
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	129.9999	Q 2.33	0.37	115.42	115.59	115.52	115.59	0.000454	0.20	1.89	22.86	0.21
Reach 1	129.9999	Q 5	0.44	115.42	115.60	115.52	115.60	0.000455	0.21	2.11	24.73	0.21
Reach 1	129.9999	Q 10	0.51	115.42	115.62	115.53	115.62	0.000367	0.21	2.54	27.97	0.19
Reach 1	129.9999	Q 25	0.62	115.42	115.64	115.54	115.64	0.000282	0.21	3.25	30.46	0.18
Reach 1	129.9999	Q 50	0.72	115.42	115.66	115.54	115.67	0.000232	0.21	3.92	34.89	0.16
Reach 1	129.9999	Q 100	0.84	115.42	115.69	115.55	115.69	0.000192	0.20	4.75	37.31	0.15
Reach 1	128		Bridge									
Reach 1	125.0000	Q 2.33	0.37	115.38	115.45	115.45	115.47	0.013577	0.65	0.57	13.33	1.00
Reach 1	125.0000	Q 5	0.44	115.38	115.45	115.45	115.48	0.013042	0.68	0.64	13.72	1.00
Reach 1	125.0000	Q 10	0.51	115.38	115.46	115.46	115.48	0.013000	0.71	0.71	14.08	1.01
Reach 1	125.0000	Q 25	0.62	115.38	115.47	115.47	115.49	0.012256	0.74	0.83	14.67	1.00
Reach 1	125.0000	Q 50	0.72	115.38	115.47	115.47	115.50	0.011948	0.77	0.93	15.14	1.00
Reach 1	125.0000	Q 100	0.84	115.38	115.48	115.48	115.51	0.011651	0.81	1.04	15.66	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 115,52 m a 115,59 m (+0,07 m) tras la obra. Este incremento es mínimo y manejable, indicando un leve respaldo hidráulico que no genera riesgos significativos.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 115,45m, demostrando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 11,62 m a 13,33 m (+1,71), lo que refleja una expansión manejable del flujo aguas arriba, dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 115,38 m, indicando que la obra no afecta la distribución del flujo aguas abajo.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,21 (subcrítico) a 0,19 (subcrítico), estabilizando el flujo y reduciendo las velocidades, lo que minimiza riesgos de erosión en esta sección.

Aguas abajo: El número de Froude se mantiene en 1,00 (crítico), reflejando un flujo dinámico pero estable después de la obra.

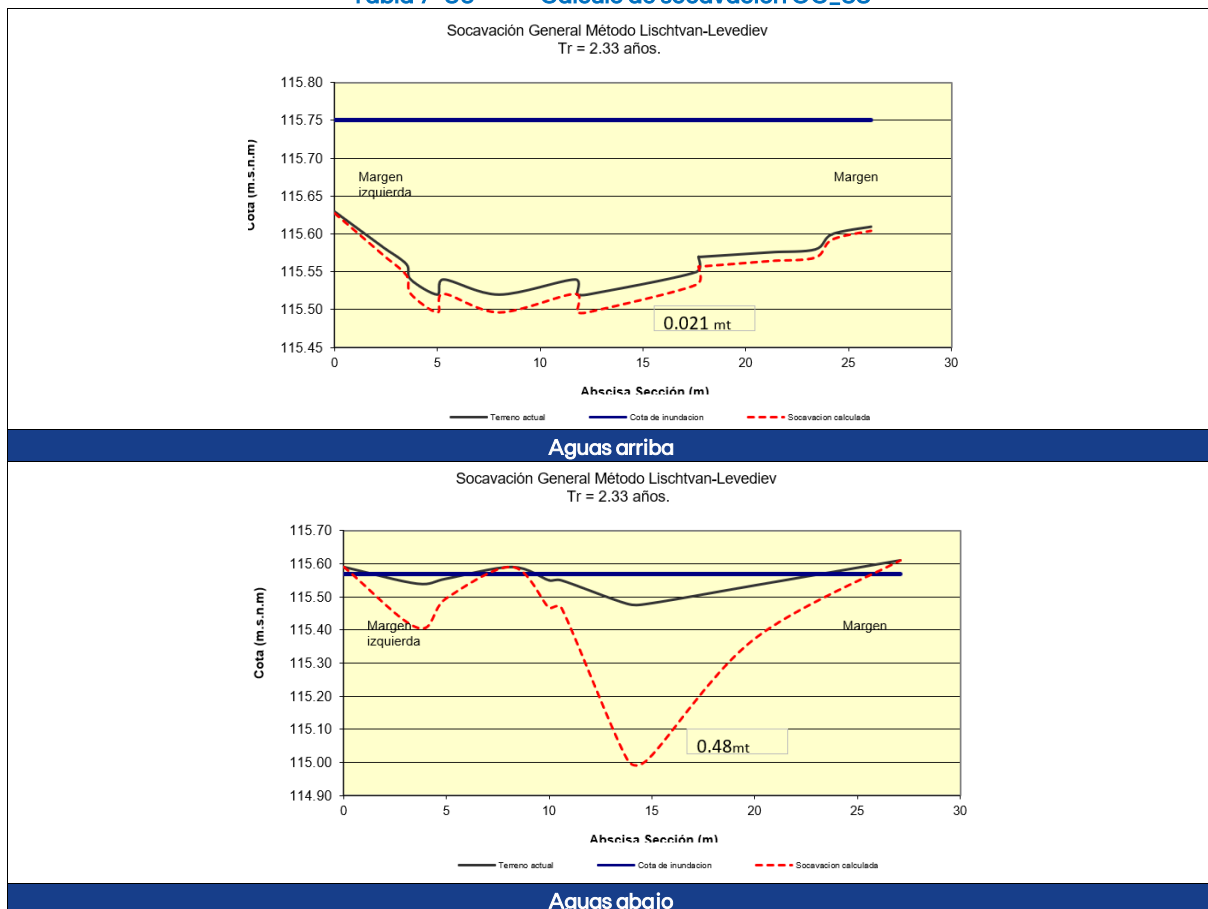
➤ Conclusión General Evaluada:

Los cambios en profundidad, ancho de la lámina de agua y número de Froude son mínimos y controlados. La reducción en el número de Froude y el leve incremento en la profundidad estabilizan el flujo, minimizando riesgos de erosión y garantizando la estabilidad hidráulica en esta sección.

Las condiciones permanecen prácticamente inalteradas, con estabilidad en la profundidad, el ancho de la lámina de agua y el número de Froude. Esto indica que el flujo aguas abajo se adapta adecuadamente tras la obra, sin generar impactos significativos.

En general, la obra genera un leve efecto de estabilización aguas arriba, sin alterar las condiciones hidráulicas aguas abajo. Esto demuestra que la estructura está correctamente diseñada para integrarse al sistema hidráulico existente sin comprometer su funcionamiento. (Ver **Tabla 7-86**).

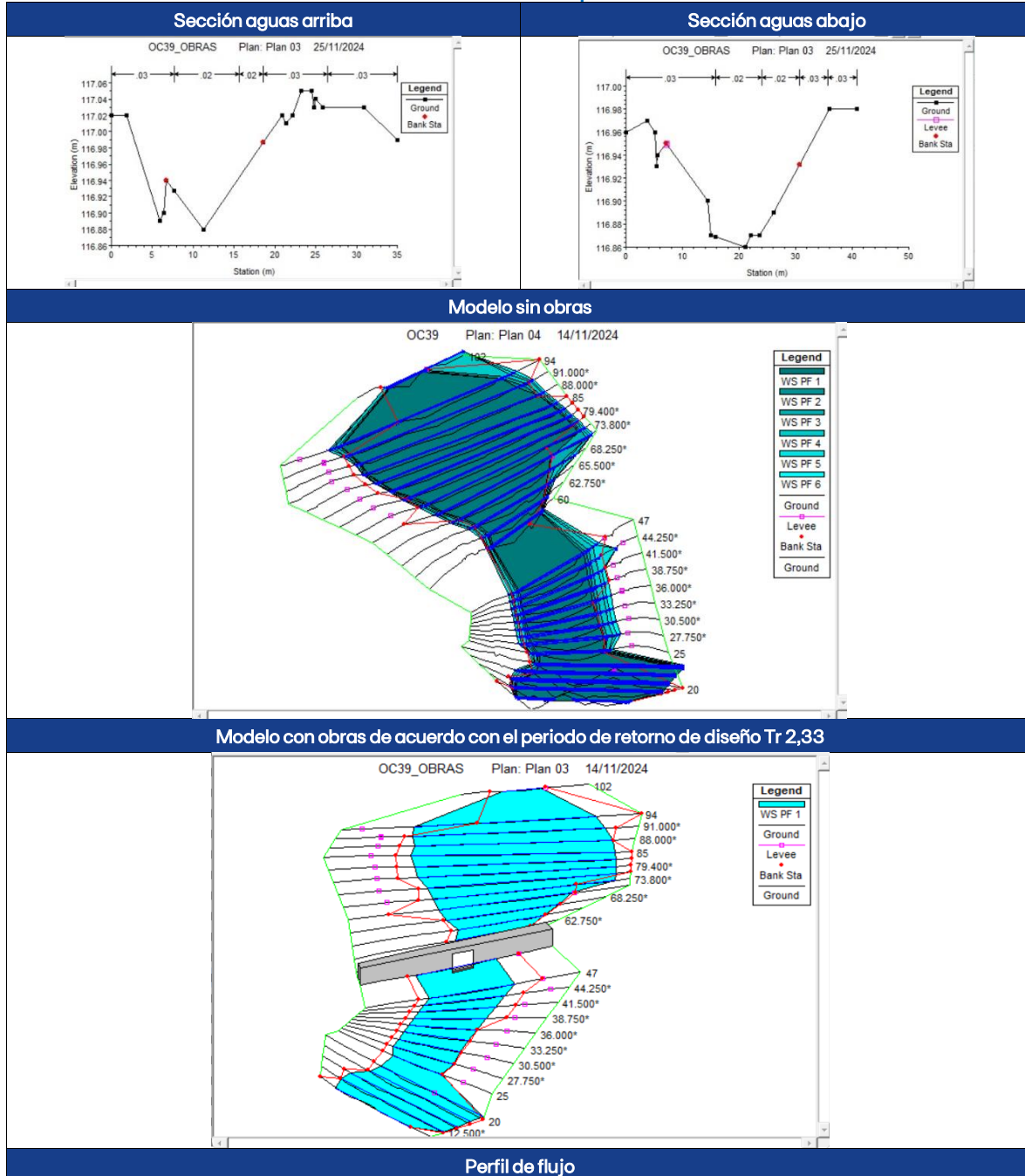
Tabla 7-86 Cálculo de socavación OC_38

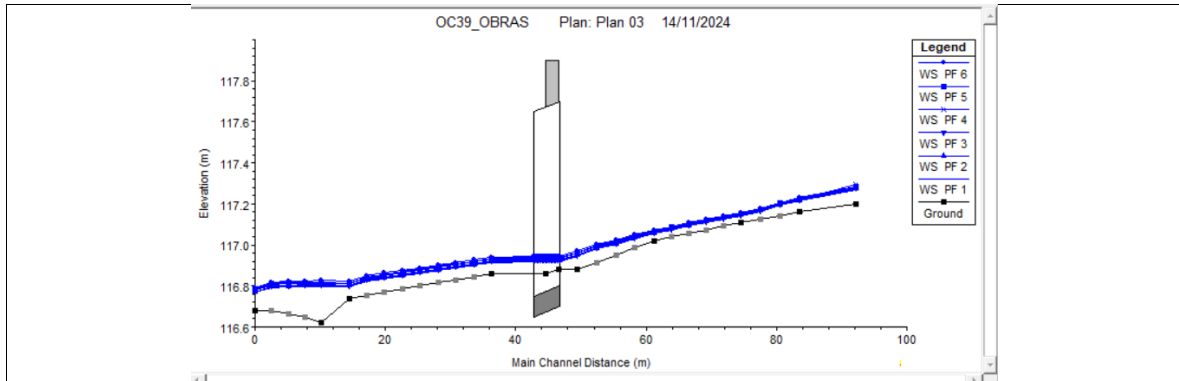


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

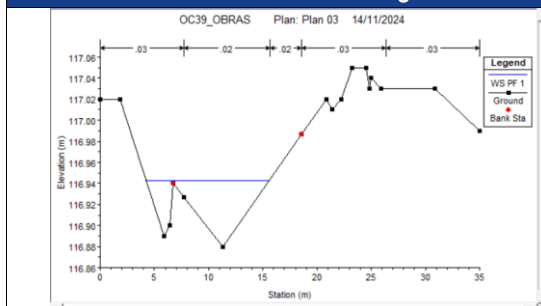
7.4.5.3.37 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_39

Tabla 7-87 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_39

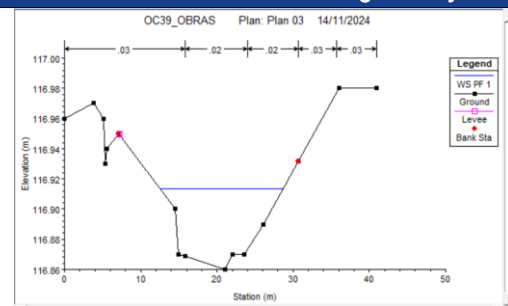




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC39 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	60	PF 1	0.21	116.88	116.96		116.97	0.002891	0.37	0.62	13.47	0.54
Reach 1	60	PF 2	0.24	116.88	116.97		116.97	0.003047	0.39	0.67	13.82	0.57
Reach 1	60	PF 3	0.28	116.88	116.97		116.98	0.003413	0.43	0.72	14.15	0.60
Reach 1	60	PF 4	0.35	116.88	116.98		116.99	0.003421	0.46	0.83	14.97	0.62
Reach 1	60	PF 5	0.40	116.88	116.98		116.99	0.003526	0.49	0.91	15.45	0.63
Reach 1	60	PF 6	0.47	116.88	116.99		117.00	0.003673	0.52	1.00	16.04	0.65
Reach 1	47	PF 1	0.21	116.86	116.91	116.90	116.92	0.004622	0.38	0.55	16.18	0.66
Reach 1	47	PF 2	0.24	116.86	116.92	116.91	116.93	0.004563	0.39	0.61	17.12	0.66
Reach 1	47	PF 3	0.28	116.86	116.92	116.91	116.93	0.004496	0.40	0.69	18.27	0.66
Reach 1	47	PF 4	0.35	116.86	116.93	116.92	116.94	0.004396	0.42	0.83	20.09	0.67
Reach 1	47	PF 5	0.40	116.86	116.93	116.92	116.94	0.004361	0.44	0.92	21.23	0.67
Reach 1	47	PF 6	0.47	116.86	116.94	116.93	116.95	0.004282	0.45	1.04	22.68	0.66

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OBRAS River: OC39 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	60	PF 1	0.21	116.88	116.94	116.94	116.96	0.015375	0.64	0.35	11.32	1.15
Reach 1	60	PF 2	0.24	116.88	116.95	116.95	116.97	0.009660	0.58	0.45	12.16	0.95
Reach 1	60	PF 3	0.28	116.88	116.95	116.95	116.97	0.011507	0.64	0.47	12.33	1.04
Reach 1	60	PF 4	0.35	116.88	116.96	116.96	116.98	0.010947	0.68	0.56	13.01	1.04
Reach 1	60	PF 5	0.40	116.88	116.96	116.96	116.99	0.011914	0.74	0.60	13.28	1.10
Reach 1	60	PF 6	0.47	116.88	116.97	116.97	116.99	0.010137	0.74	0.70	14.06	1.04
Reach 1	54	OC39	Culvert									
Reach 1	47	PF 1	0.21	116.86	116.91	116.90	116.92	0.004622	0.38	0.55	16.18	0.66
Reach 1	47	PF 2	0.24	116.86	116.92	116.91	116.93	0.004563	0.39	0.61	17.12	0.66
Reach 1	47	PF 3	0.28	116.86	116.92	116.91	116.93	0.004496	0.40	0.69	18.27	0.66
Reach 1	47	PF 4	0.35	116.86	116.93	116.92	116.94	0.004396	0.42	0.83	20.09	0.67
Reach 1	47	PF 5	0.40	116.86	116.93	116.92	116.94	0.004361	0.44	0.92	21.23	0.67
Reach 1	47	PF 6	0.47	116.86	116.94	116.93	116.95	0.004282	0.45	1.04	22.68	0.66

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad disminuye de 116,96 m a 116,94 m (-0,02 m) tras la obra, reflejando un ligero descenso manejable que no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de represamiento.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 116,91 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua se reduce de 13,47 m a 11,32 m (-2,15 m), reflejando una concentración del flujo aguas arriba debido a la obra, lo que puede incrementar localmente las velocidades.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 16,18 m, confirmando que la obra no afecta la distribución del flujo aguas abajo.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude aumenta de 0,54 (subcrítico) a 1,32 (supercrítico), lo que indica una transición hacia un flujo más dinámico y rápido aguas arriba, incrementando los esfuerzos cortantes y el riesgo de erosión en esta sección.

Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,66 (subcrítico), reflejando un flujo estable y bien controlado después de la obra.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

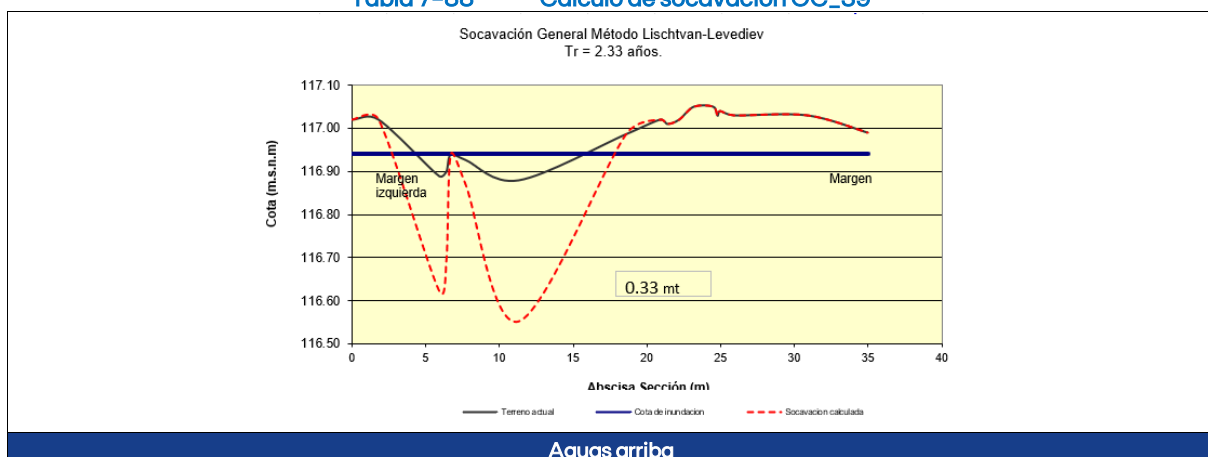
Aguas Arriba:

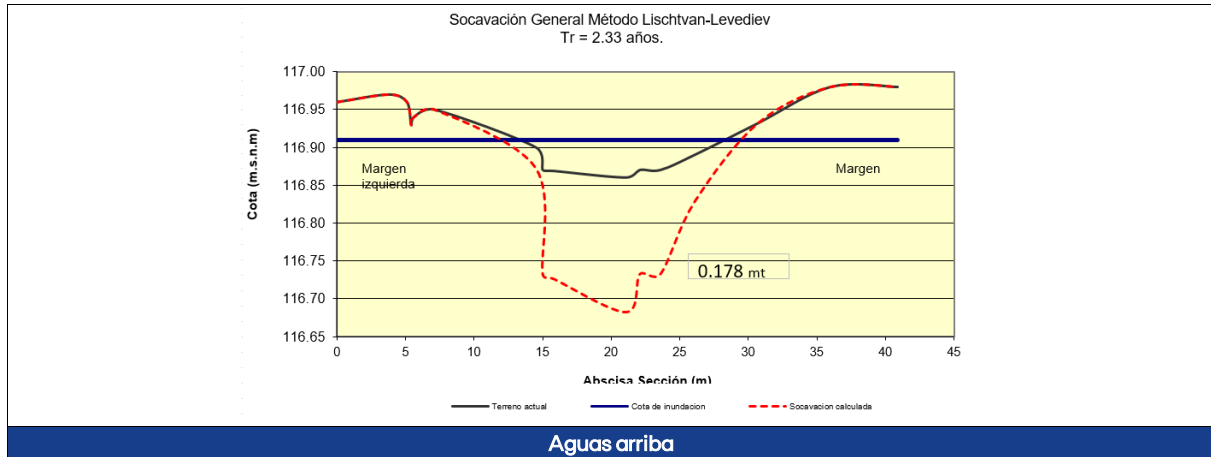
La obra genera una reducción en la profundidad y el ancho de la lámina de agua, acompañada de un incremento significativo en el número de Froude hacia un flujo supercrítico (1,32). Este cambio puede incrementar los esfuerzos cortantes y el riesgo de erosión en el lecho y las orillas, por lo que sería necesario considerar medidas de protección en esta zona.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen estables, con un flujo subcrítico (0,66), sin alteraciones significativas en la profundidad ni en la lámina de agua. Esto demuestra que el flujo se adapta bien tras la obra, garantizando estabilidad hidráulica en esta sección. (Ver **Tabla 7-88**).

Tabla 7-88 Cálculo de socavación OC_39

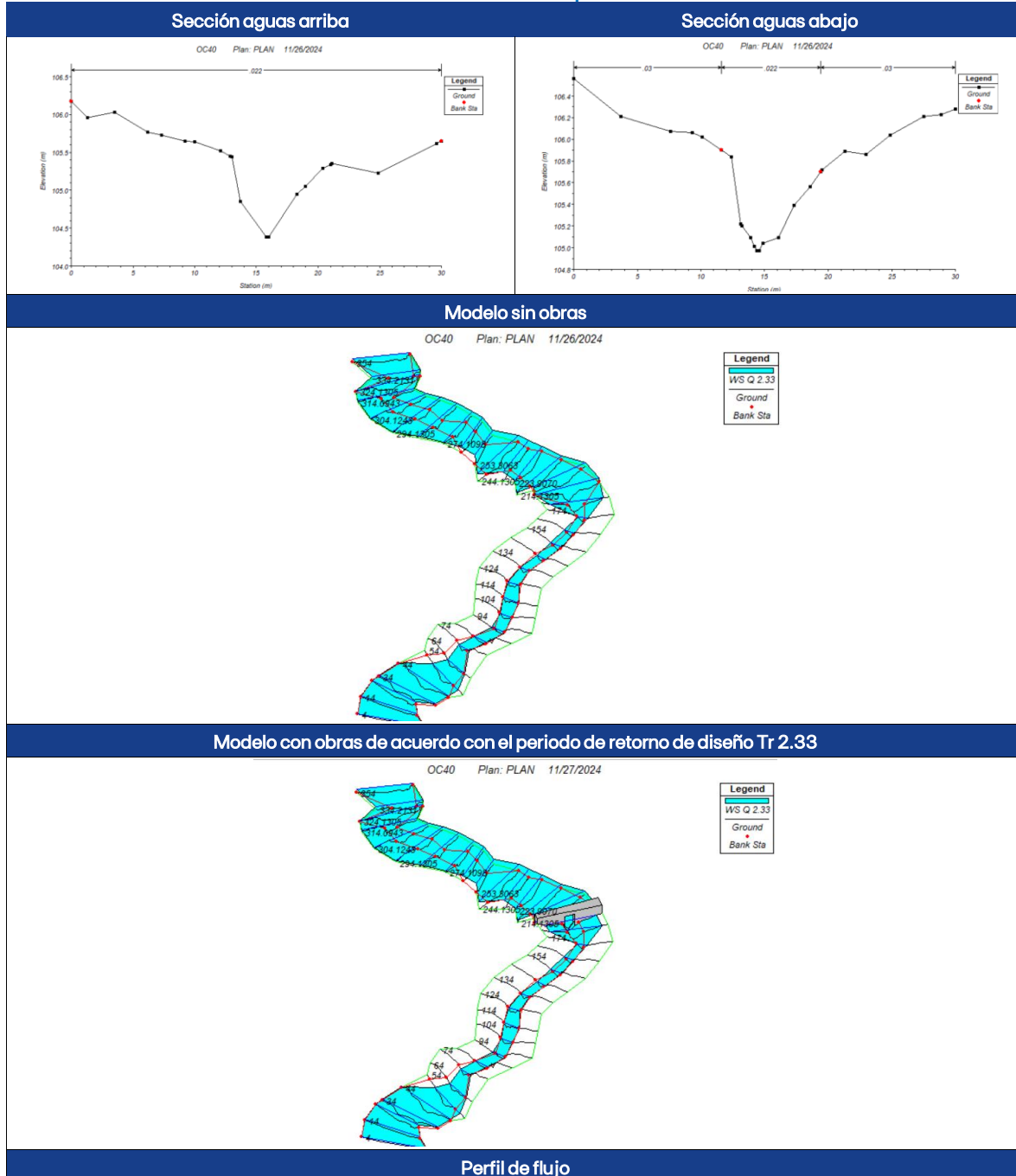


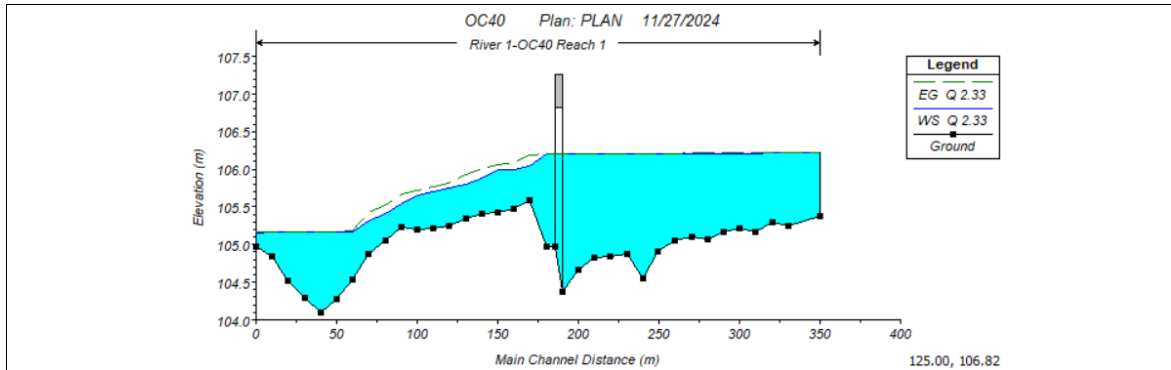


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

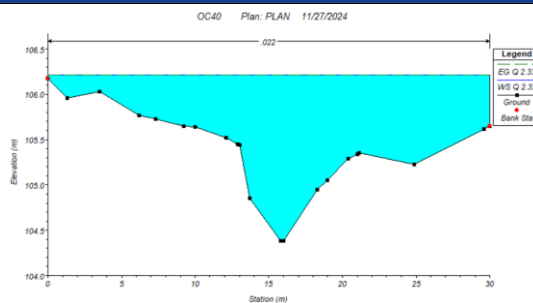
7.4.5.3.38 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_40

Tabla 7-89 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_40

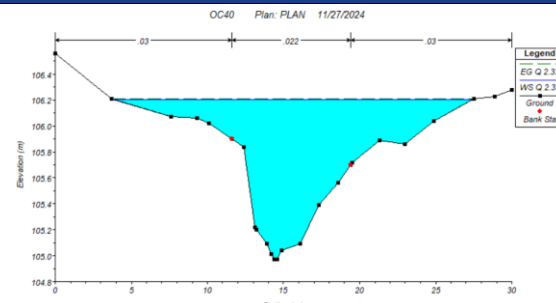




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River 1-OC40 Reach: Reach 1												Reload
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	194.1305	Q 2.33	1.85	104.38	106.21		106.21	0.000004	0.08	23.73	30.00	0.03
Reach 1	194.1305	Q 5	2.19	104.38	106.26		106.26	0.000005	0.09	25.15	30.00	0.03
Reach 1	194.1305	Q 10	2.55	104.38	106.30		106.30	0.000006	0.10	26.49	30.00	0.03
Reach 1	194.1305	Q 25	3.12	104.38	106.36		106.36	0.000007	0.11	28.35	30.00	0.04
Reach 1	194.1305	Q 50	3.63	104.38	106.41		106.41	0.000008	0.12	29.87	30.00	0.04
Reach 1	194.1305	Q 100	4.23	104.38	106.46		106.47	0.000009	0.13	31.43	30.00	0.04
Reach 1	184.1305	Q 2.33	1.85	104.97	106.21		106.21	0.000037	0.24	9.74	23.61	0.08
Reach 1	184.1305	Q 5	2.19	104.97	106.25		106.26	0.000042	0.27	10.92	26.15	0.09
Reach 1	184.1305	Q 10	2.55	104.97	106.30		106.30	0.000045	0.29	12.10	27.22	0.09
Reach 1	184.1305	Q 25	3.12	104.97	106.36		106.36	0.000050	0.32	13.79	27.87	0.10
Reach 1	184.1305	Q 50	3.63	104.97	106.41		106.41	0.000054	0.34	15.21	28.40	0.10
Reach 1	184.1305	Q 100	4.23	104.97	106.46		106.47	0.000058	0.36	16.68	28.94	0.11

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River 1-OC40 Reach: Reach 1												Relo
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	194.1305	Q 2.33	1.85	104.38	106.21	104.87	106.21	0.000004	0.08	23.80	30.00	0.03
Reach 1	194.1305	Q 5	2.19	104.38	106.26	104.91	106.26	0.000005	0.09	25.25	30.00	0.03
Reach 1	194.1305	Q 10	2.55	104.38	106.30	104.94	106.30	0.000005	0.10	26.61	30.00	0.03
Reach 1	194.1305	Q 25	3.12	104.38	106.37	105.00	106.37	0.000007	0.11	28.52	30.00	0.04
Reach 1	194.1305	Q 50	3.63	104.38	106.42	105.04	106.42	0.000007	0.12	30.09	30.00	0.04
Reach 1	194.1305	Q 100	4.23	104.38	106.47	105.08	106.48	0.000009	0.13	31.71	30.00	0.04
Reach 1	193	Bridge										
Reach 1	184.1305	Q 2.33	1.85	104.97	106.21		106.21	0.000037	0.24	9.74	23.61	0.08
Reach 1	184.1305	Q 5	2.19	104.97	106.25		106.26	0.000042	0.27	10.92	26.15	0.09
Reach 1	184.1305	Q 10	2.55	104.97	106.30		106.30	0.000045	0.29	12.10	27.22	0.09
Reach 1	184.1305	Q 25	3.12	104.97	106.36		106.36	0.000050	0.32	13.79	27.87	0.10
Reach 1	184.1305	Q 50	3.63	104.97	106.41		106.41	0.000054	0.34	15.21	28.40	0.10
Reach 1	184.1305	Q 100	4.23	104.97	106.46		106.47	0.000058	0.36	16.68	28.94	0.11

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad disminuye ligeramente de 104,38 m a 104,97 m (-0,59 m) tras la obra. Este cambio es mínimo y no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de represamiento.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 102,21m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 10,17 m a 10,49 m (+0,32 m), reflejando una ligera expansión del flujo aguas arriba, dentro de los parámetros de diseño.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 9.74 m, lo que confirma que la obra no genera alteraciones significativas en la distribución del flujo aguas abajo.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,67 (subcrítico) a 0,59 (subcrítico), indicando un flujo más estable y con menores velocidades aguas arriba.

Aguas abajo: El número de Froude se mantiene constante en 0.03 (subcrítico), lo que refleja un flujo estable después de la obra.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

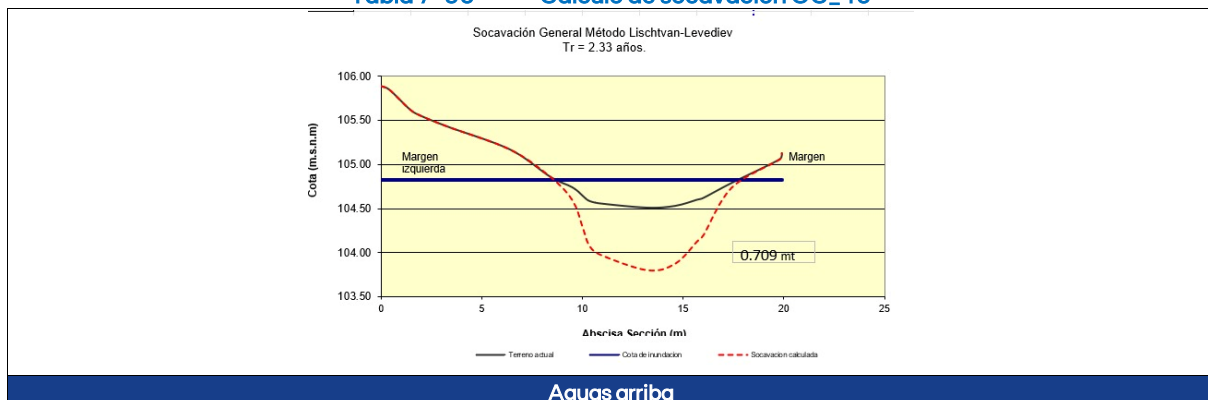
Aguas Arriba:

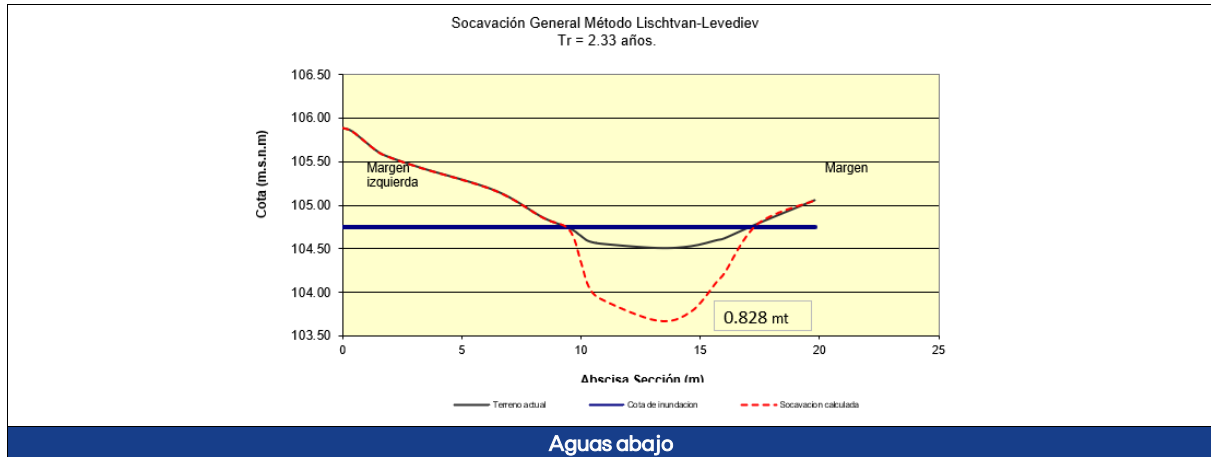
La obra genera una ligera reducción en la profundidad y un pequeño aumento en la lámina de agua, acompañado de una disminución en el número de Froude. Esto estabiliza el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión en esta sección.

Aguas Abajo:

Las condiciones permanecen prácticamente inalteradas en términos de profundidad y ancho de lámina de agua, con un flujo crítico (Froude = 0.08) que, aunque dinámico, es estable y dentro de los parámetros esperados. (Ver **Tabla 7-90**).

Tabla 7-90 Cálculo de socavación OC_40

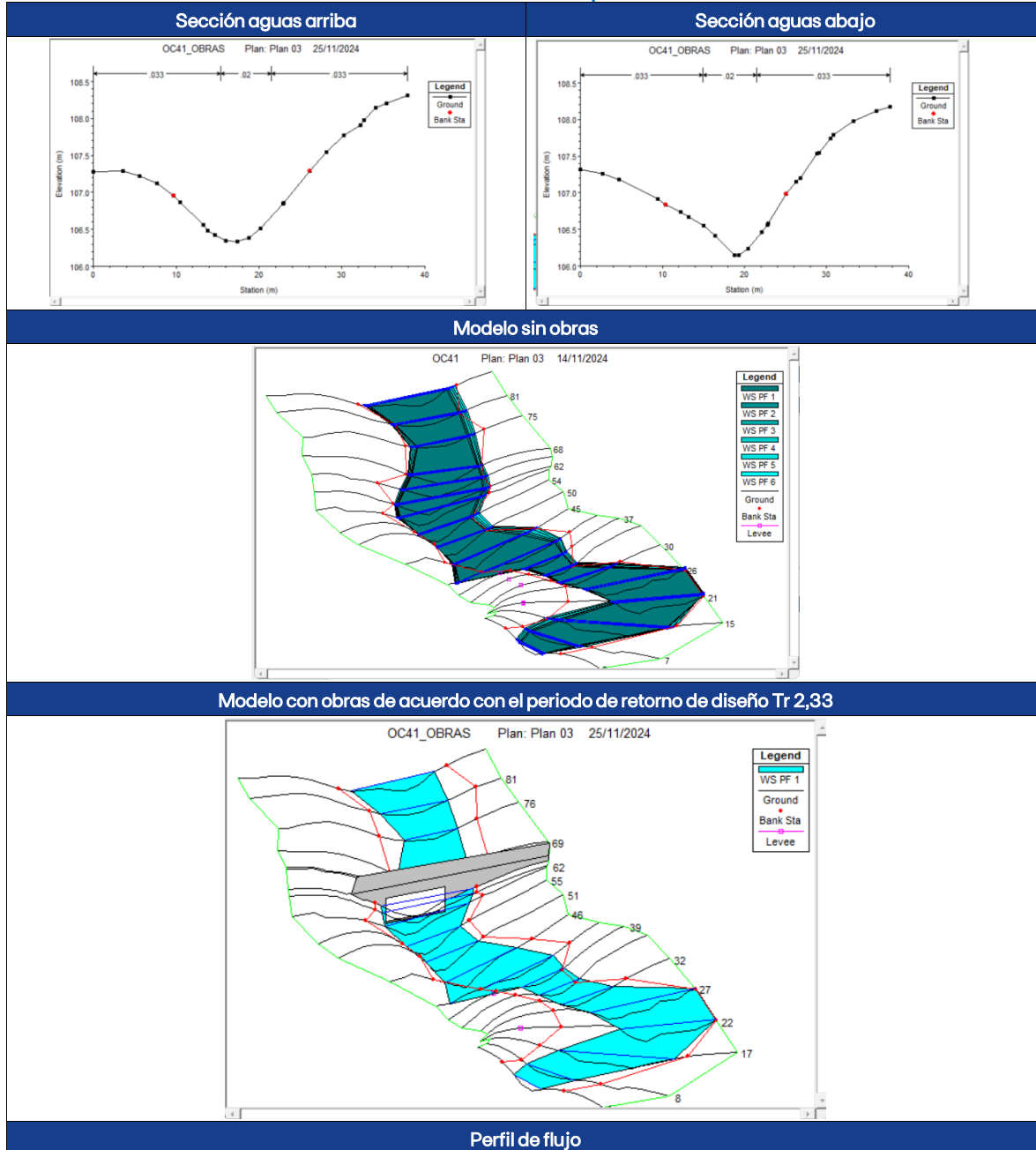


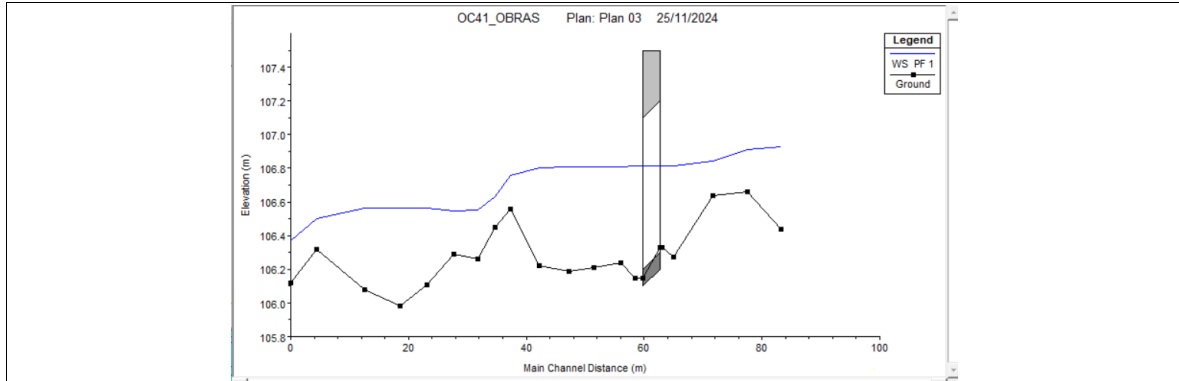


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

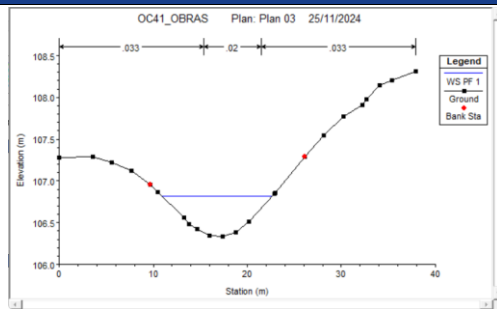
7.4.5.3.39 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_41

Tabla 7-91 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_41

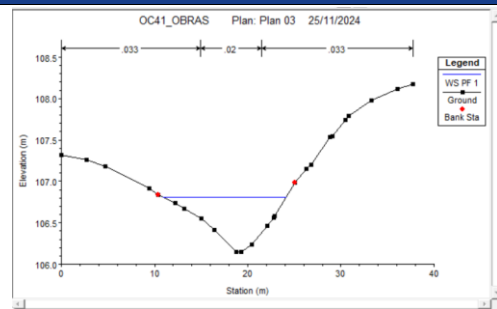




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC41 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	67	PF 1	0.91	106.33	106.81		106.81	0.000144	0.26	3.50	11.58	0.15
Reach 1	67	PF 2	1.07	106.33	106.83		106.83	0.000174	0.29	3.68	11.84	0.17
Reach 1	67	PF 3	1.25	106.33	106.84		106.85	0.000207	0.32	3.86	12.10	0.18
Reach 1	67	PF 4	1.53	106.33	106.86		106.87	0.000258	0.37	4.14	12.48	0.21
Reach 1	67	PF 5	1.78	106.33	106.88		106.89	0.000303	0.41	4.36	12.78	0.22
Reach 1	67	PF 6	2.07	106.33	106.90		106.91	0.000353	0.45	4.61	13.11	0.24
Reach 1	62	PF 1	0.91	106.15	106.81		106.81	0.000062	0.21	4.44	13.27	0.11
Reach 1	62	PF 2	1.07	106.15	106.83		106.83	0.000077	0.23	4.64	13.63	0.13
Reach 1	62	PF 3	1.25	106.15	106.84		106.85	0.000093	0.26	4.86	13.98	0.14
Reach 1	62	PF 4	1.53	106.15	106.87		106.87	0.000119	0.30	5.18	14.39	0.16
Reach 1	62	PF 5	1.78	106.15	106.88		106.89	0.000143	0.33	5.44	14.71	0.17
Reach 1	62	PF 6	2.07	106.15	106.90		106.91	0.000169	0.36	5.73	15.06	0.18

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: CONOBRAS_V2 River: OC41 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	67	PF 1	0.91	106.33	106.93	106.52	106.93	0.000056	0.18	4.95	13.55	0.10
Reach 1	67	PF 2	1.07	106.33	106.99	106.53	106.99	0.000051	0.18	5.79	14.65	0.09
Reach 1	67	PF 3	1.25	106.33	107.06	106.55	107.06	0.000043	0.18	6.94	16.06	0.09
Reach 1	67	PF 4	1.53	106.33	107.19	106.57	107.20	0.000031	0.17	9.26	19.26	0.07
Reach 1	67	PF 5	1.78	106.33	107.33	106.59	107.33	0.000021	0.16	12.30	26.40	0.06
Reach 1	67	PF 6	2.07	106.33	107.50	106.61	107.50	0.000013	0.14	16.98	27.73	0.05
Reach 1	64	OC41	Culvert									
Reach 1	62	PF 1	0.91	106.15	106.81		106.81	0.000062	0.21	4.44	13.27	0.11
Reach 1	62	PF 2	1.07	106.15	106.83		106.83	0.000077	0.23	4.64	13.63	0.13
Reach 1	62	PF 3	1.25	106.15	106.84		106.85	0.000093	0.26	4.86	13.98	0.14
Reach 1	62	PF 4	1.53	106.15	106.87		106.87	0.000119	0.30	5.18	14.39	0.16
Reach 1	62	PF 5	1.78	106.15	106.88		106.89	0.000143	0.33	5.44	14.71	0.17
Reach 1	62	PF 6	2.07	106.15	106.90		106.91	0.000169	0.36	5.73	15.06	0.18

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 106,81 m a 106,93 m (+0,12 m) tras la obra, lo que refleja un respaldo hidráulico leve y controlado, sin generar riesgos de inundación ni afectar significativamente la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 106,81 m, indicando que la obra no altera las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 11,58 m a 13,55 m (+1,97 m), lo que indica una expansión manejable y dentro de los parámetros de diseño, asociada a un flujo más estabilizado.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 13,27 m, confirmando que el flujo aguas abajo no experimenta alteraciones significativas tras la obra.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,15 (subcrítico) a 0,10 (subcrítico), estabilizando aún más el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión aguas arriba.

Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 0,11 (subcrítico), lo que refleja un flujo lento y controlado después de la obra.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

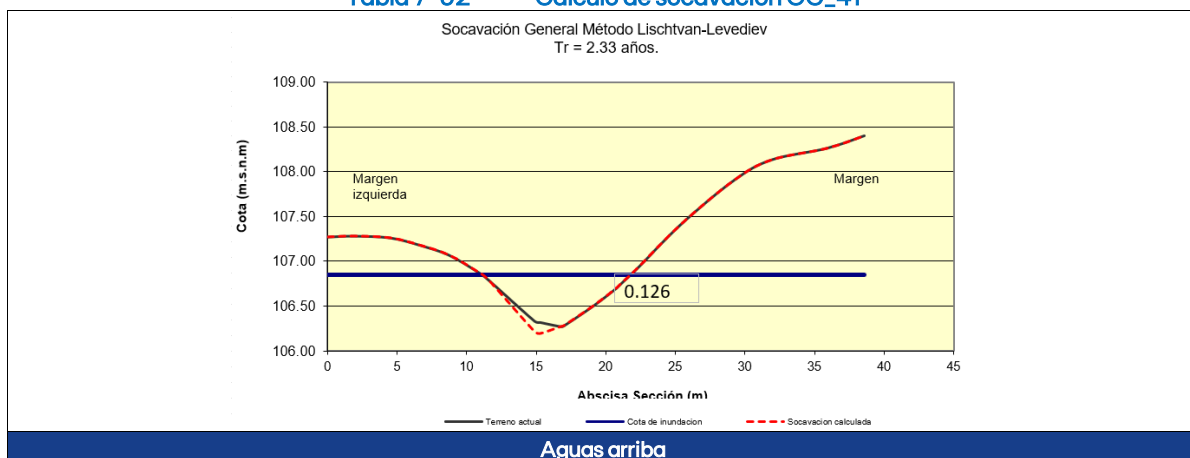
Aguas Arriba:

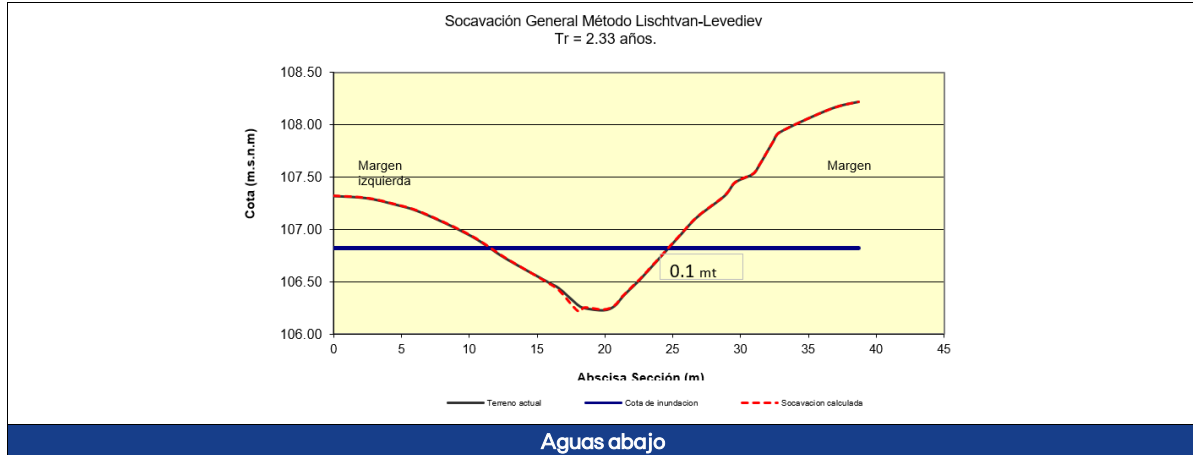
La obra genera un leve incremento en la profundidad y el ancho de la lámina de agua, acompañado de una reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo y minimizan riesgos de erosión, sin comprometer la capacidad hidráulica.

Aguas Abajo:

Las condiciones permanecen constantes en términos de profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude, indicando que la obra no genera impactos negativos aguas abajo. (Ver **Tabla 7-92**).

Tabla 7-92 Cálculo de socavación OC_41



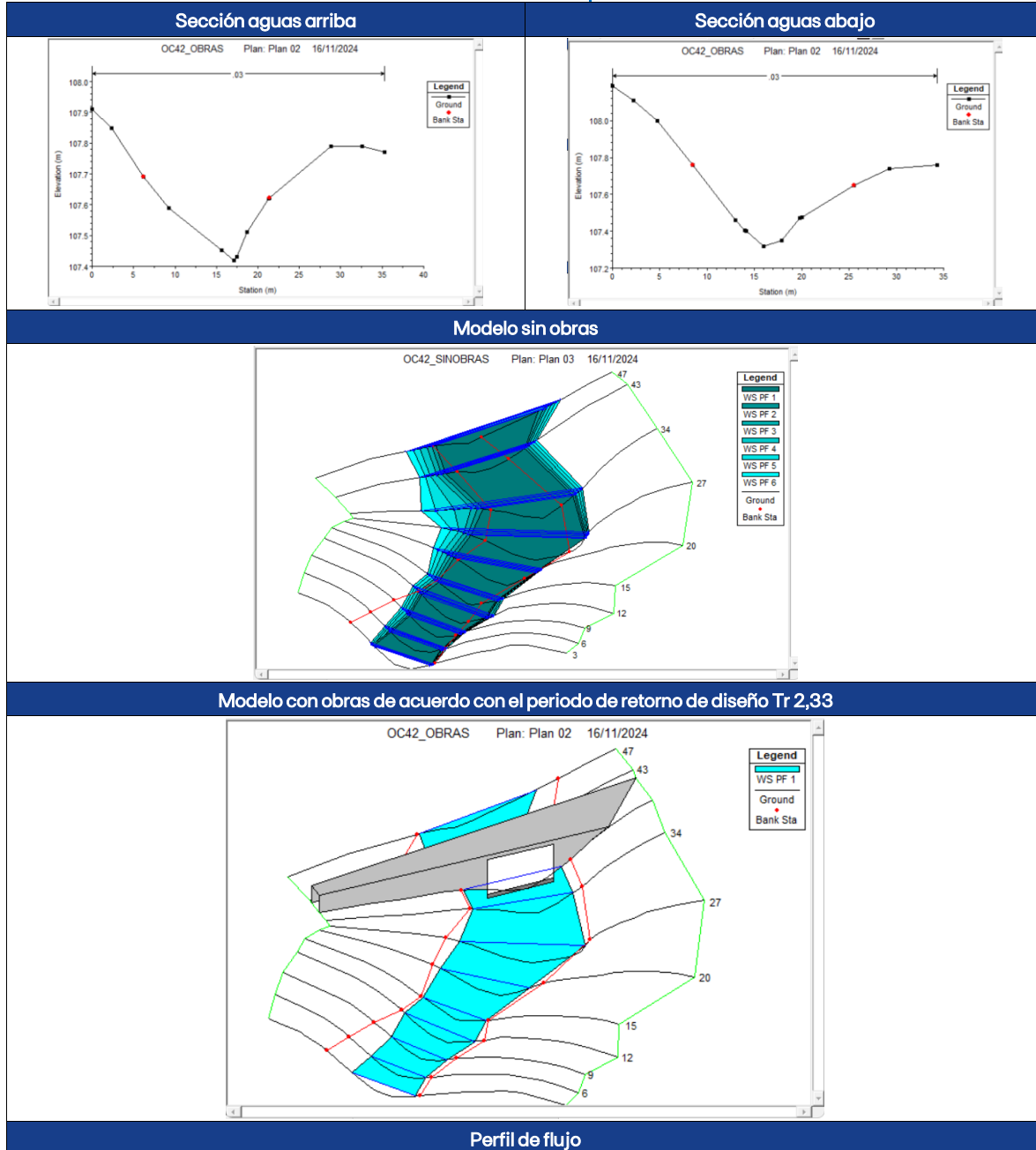


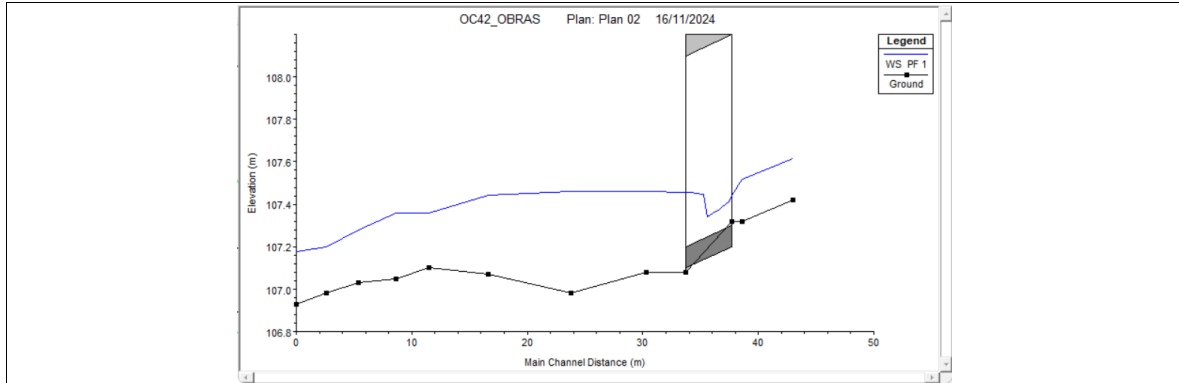
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

Para las condiciones actuales de flujo se proyecta una socavación de 0,36 mt.

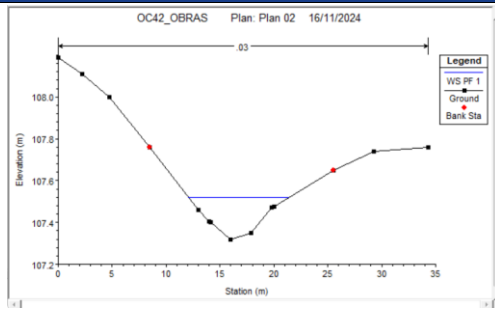
7.4.5.3.40 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_42

Tabla 7-93 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_42

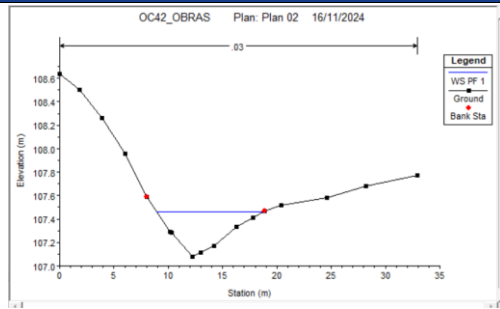




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC42 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	43	PF 1	1.08	107.32	107.52	107.52	107.58	0.014924	1.13	1.02	9.26	0.94
Reach 1	43	PF 2	1.28	107.32	107.54	107.54	107.60	0.014189	1.19	1.18	10.02	0.94
Reach 1	43	PF 3	1.49	107.32	107.55	107.55	107.62	0.012939	1.21	1.37	10.86	0.91
Reach 1	43	PF 4	1.82	107.32	107.58	107.58	107.65	0.012128	1.27	1.63	11.93	0.90
Reach 1	43	PF 5	2.12	107.32	107.60	107.60	107.67	0.011637	1.32	1.86	12.80	0.89
Reach 1	43	PF 6	2.47	107.32	107.62	107.62	107.70	0.011120	1.37	2.13	13.74	0.89
Reach 1	34	PF 1	1.08	107.08	107.46	107.33	107.47	0.002178	0.59	1.90	9.67	0.39
Reach 1	34	PF 2	1.28	107.08	107.48	107.35	107.50	0.002144	0.63	2.15	10.45	0.39
Reach 1	34	PF 3	1.49	107.08	107.51	107.37	107.53	0.002120	0.66	2.40	11.34	0.40
Reach 1	34	PF 4	1.82	107.08	107.54	107.40	107.56	0.002085	0.71	2.82	13.40	0.40
Reach 1	34	PF 5	2.12	107.08	107.57	107.42	107.59	0.002040	0.74	3.23	15.59	0.40
Reach 1	34	PF 6	2.47	107.08	107.60	107.44	107.63	0.001947	0.76	3.75	17.34	0.40

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OBRAS_V2 River: OC42 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	43	PF 1	1.08	107.32	107.57	107.52	107.59	0.006590	0.70	1.53	11.54	0.62
Reach 1	43	PF 2	1.28	107.32	107.60	107.53	107.62	0.005389	0.68	1.89	12.89	0.57
Reach 1	43	PF 3	1.49	107.32	107.63	107.55	107.65	0.004449	0.65	2.28	14.23	0.52
Reach 1	43	PF 4	1.82	107.32	107.67	107.57	107.69	0.003300	0.62	2.92	16.40	0.46
Reach 1	43	PF 5	2.12	107.32	107.82	107.59	107.83	0.000532	0.36	6.36	26.80	0.20
Reach 1	43	PF 6	2.47	107.32	107.87	107.61	107.88	0.000429	0.35	7.63	27.53	0.19
Reach 1	39	OC42	Culvert									
Reach 1	34	PF 1	1.08	107.08	107.46		107.48	0.002504	0.56	1.92	9.72	0.41
Reach 1	34	PF 2	1.28	107.08	107.48		107.50	0.002444	0.59	2.17	10.56	0.41
Reach 1	34	PF 3	1.49	107.08	107.51		107.53	0.002353	0.61	2.44	11.47	0.40
Reach 1	34	PF 4	1.82	107.08	107.54		107.56	0.002284	0.65	2.86	13.64	0.41
Reach 1	34	PF 5	2.12	107.08	107.57		107.59	0.002216	0.68	3.27	15.80	0.41
Reach 1	34	PF 6	2.47	107.08	107.60		107.63	0.002089	0.70	3.79	17.43	0.40

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 107,52 m a 107,57 m (+0,05 m) tras la obra, reflejando un leve respaldo hidráulico que no genera riesgos de inundación ni compromete la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 107,46 m, lo que indica estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 9,26 m a 11,54 m (+2,28 m), mostrando una expansión significativa y manejable asociada a la reducción en la velocidad del flujo aguas arriba.

Aguas abajo: La lámina de agua varía ligeramente de 9,67 m a 9,72 m (+0,05 m), indicando que el flujo aguas abajo se adapta bien tras la obra, sin alteraciones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,94 (casi crítico) a 0,62 (subcrítico), estabilizando el flujo aguas arriba, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

Aguas abajo: El número de Froude aumenta ligeramente de 0,39 (subcrítico) a 0,41 (subcrítico), reflejando un flujo ligeramente más dinámico, pero aún estable.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

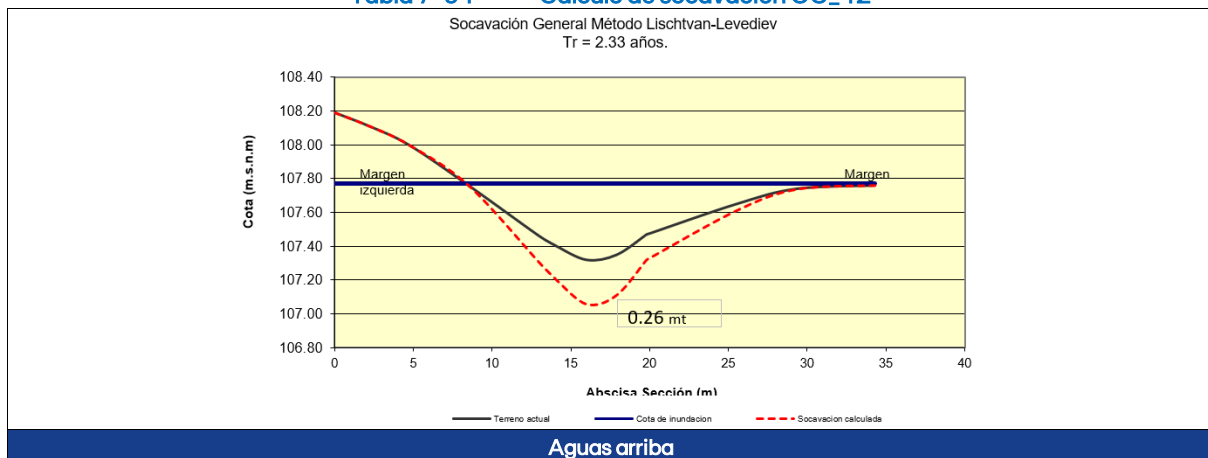
Aguas Arriba:

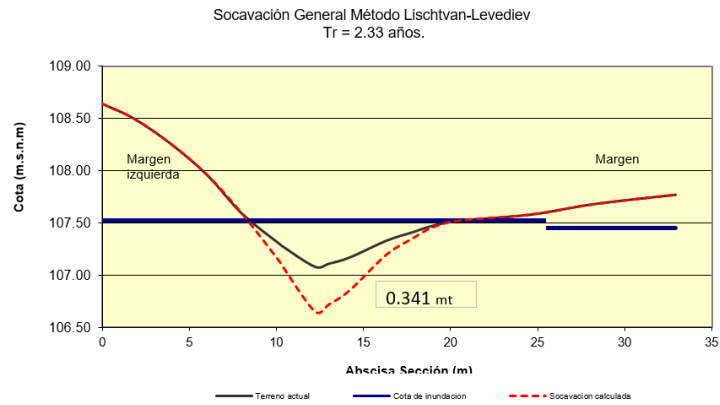
La obra genera un leve incremento en la profundidad y una mayor expansión de la lámina de agua, acompañado de una reducción en el número de Froude. Esto estabiliza el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión o inestabilidad hidráulica.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo presentan cambios mínimos, con una ligera expansión de la lámina de agua y un pequeño aumento en el número de Froude. Esto indica que el flujo se adapta bien a la salida de la estructura sin generar impactos significativos. (Ver **Tabla 7-94**)

Tabla 7-94 Cálculo de socavación OC_42



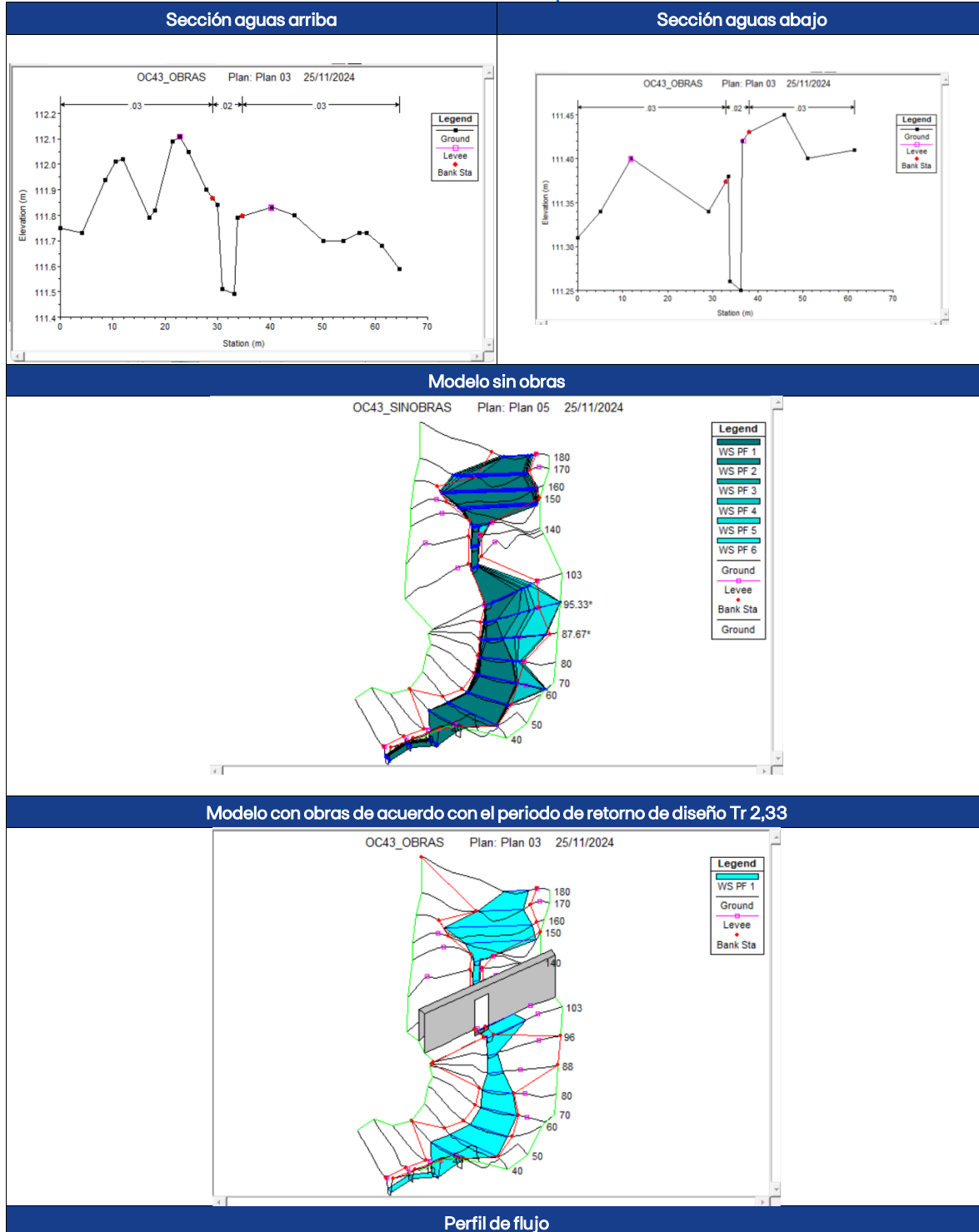


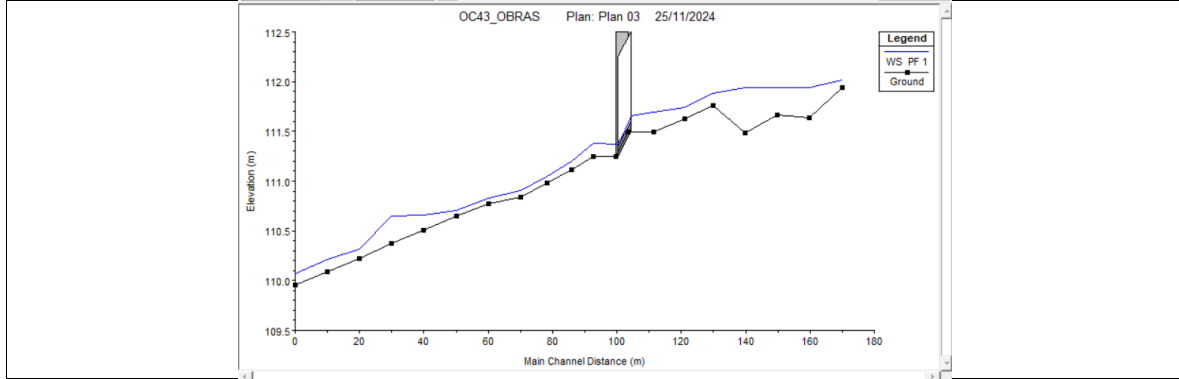
Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

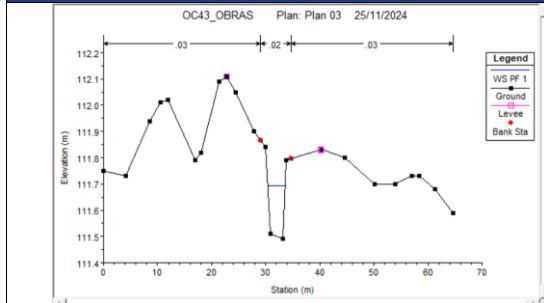
7.4.5.3.41 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_43

Tabla 7-95 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_43

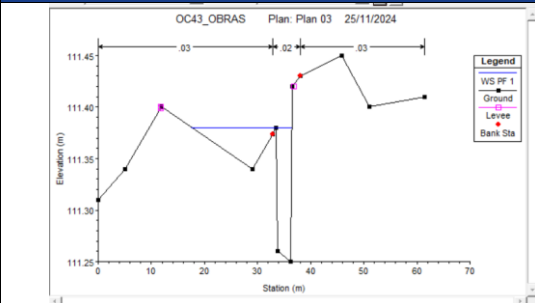




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	122	PF 1	0.26	111.49	111.61	111.61	111.65	0.008688	0.97	0.27	2.80	1.00
Reach 1	122	PF 2	0.31	111.49	111.62	111.62	111.67	0.008823	1.03	0.30	2.85	1.02
Reach 1	122	PF 3	0.36	111.49	111.63	111.63	111.69	0.008497	1.08	0.33	2.91	1.01
Reach 1	122	PF 4	0.44	111.49	111.65	111.65	111.71	0.007791	1.12	0.39	3.00	0.99
Reach 1	122	PF 5	0.51	111.49	111.66	111.66	111.73	0.007723	1.18	0.43	3.07	1.00
Reach 1	122	PF 6	0.60	111.49	111.68	111.68	111.76	0.007584	1.23	0.49	3.15	1.00
Reach 1	103	PF 1	0.26	111.25	111.37	111.37	111.38	0.005345	0.57	0.45	13.91	1.02
Reach 1	103	PF 2	0.31	111.25	111.37	111.37	111.39	0.005922	0.58	0.54	16.19	1.01
Reach 1	103	PF 3	0.36	111.25	111.38	111.38	111.40	0.007520	0.58	0.62	18.08	1.01
Reach 1	103	PF 4	0.44	111.25	111.38	111.38	111.40	0.009073	0.61	0.72	19.84	1.03
Reach 1	103	PF 5	0.51	111.25	111.39	111.39	111.41	0.009684	0.63	0.81	21.10	1.03
Reach 1	103	PF 6	0.60	111.25	111.39	111.39	111.41	0.010392	0.65	0.92	22.54	1.03

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC43_OBRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	122	PF 1	0.26	111.49	111.69	111.61	111.71	0.001074	0.49	0.53	3.22	0.38
Reach 1	122	PF 2	0.31	111.49	111.70	111.62	111.72	0.001290	0.55	0.57	3.27	0.42
Reach 1	122	PF 3	0.36	111.49	111.71	111.63	111.73	0.001502	0.61	0.59	3.31	0.46
Reach 1	122	PF 4	0.44	111.49	111.72	111.65	111.75	0.001831	0.69	0.64	3.37	0.51
Reach 1	122	PF 5	0.51	111.49	111.73	111.66	111.76	0.002123	0.76	0.67	3.41	0.55
Reach 1	122	PF 6	0.60	111.49	111.75	111.68	111.79	0.002321	0.83	0.72	3.49	0.58
Reach 1	112	OC43	Culvert									
Reach 1	103	PF 1	0.26	111.25	111.37	111.37	111.38	0.005345	0.57	0.45	13.91	1.02
Reach 1	103	PF 2	0.31	111.25	111.37	111.37	111.39	0.005922	0.58	0.54	16.19	1.01
Reach 1	103	PF 3	0.36	111.25	111.38	111.38	111.40	0.007520	0.58	0.62	18.08	1.01
Reach 1	103	PF 4	0.44	111.25	111.38	111.38	111.40	0.009073	0.61	0.72	19.84	1.03
Reach 1	103	PF 5	0.51	111.25	111.39	111.39	111.41	0.009684	0.63	0.81	21.10	1.03
Reach 1	103	PF 6	0.60	111.25	111.39	111.39	111.41	0.010392	0.65	0.92	22.54	1.03

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad disminuye de 111,69 m a 111,61 m (-0,08 m) tras la obra, reflejando una leve reducción manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 111,37 m, lo que indica que la obra no genera cambios significativos en esta sección.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 2,80 m a 3,22 m (+0,42 m), mostrando una expansión leve y dentro de los parámetros de diseño, lo que refleja una mayor acumulación del flujo antes de la obra.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 13,91 m, confirmando que la obra no afecta la distribución del flujo aguas abajo.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,38 (subcrítico), estabilizando el flujo y reduciendo velocidades aguas arriba, lo que minimiza riesgos de erosión.

Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), reflejando un flujo dinámico pero estable después de la obra.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

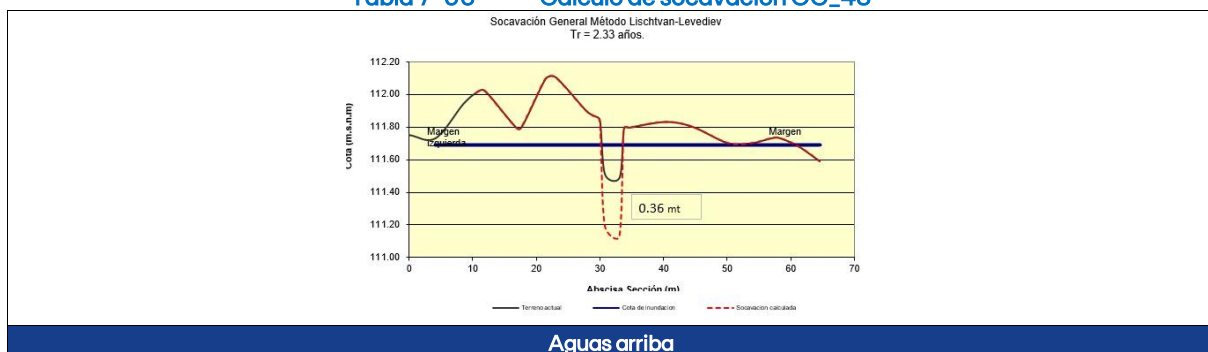
Aguas Arriba:

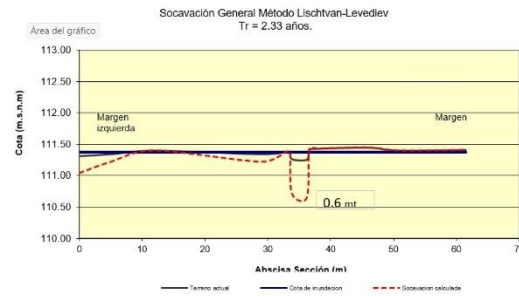
La obra genera una leve disminución en la profundidad, una pequeña expansión de la lámina de agua y un cambio en el régimen del flujo de crítico a subcrítico. Esto estabiliza el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión o inestabilidad hidráulica en esta sección.

Aguas Abajo:

Las condiciones permanecen estables en términos de profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude, demostrando que la obra no genera impactos negativos en la sección aguas abajo. (Ver **Tabla 7-96**)

Tabla 7-96 Cálculo de socavación OC_43



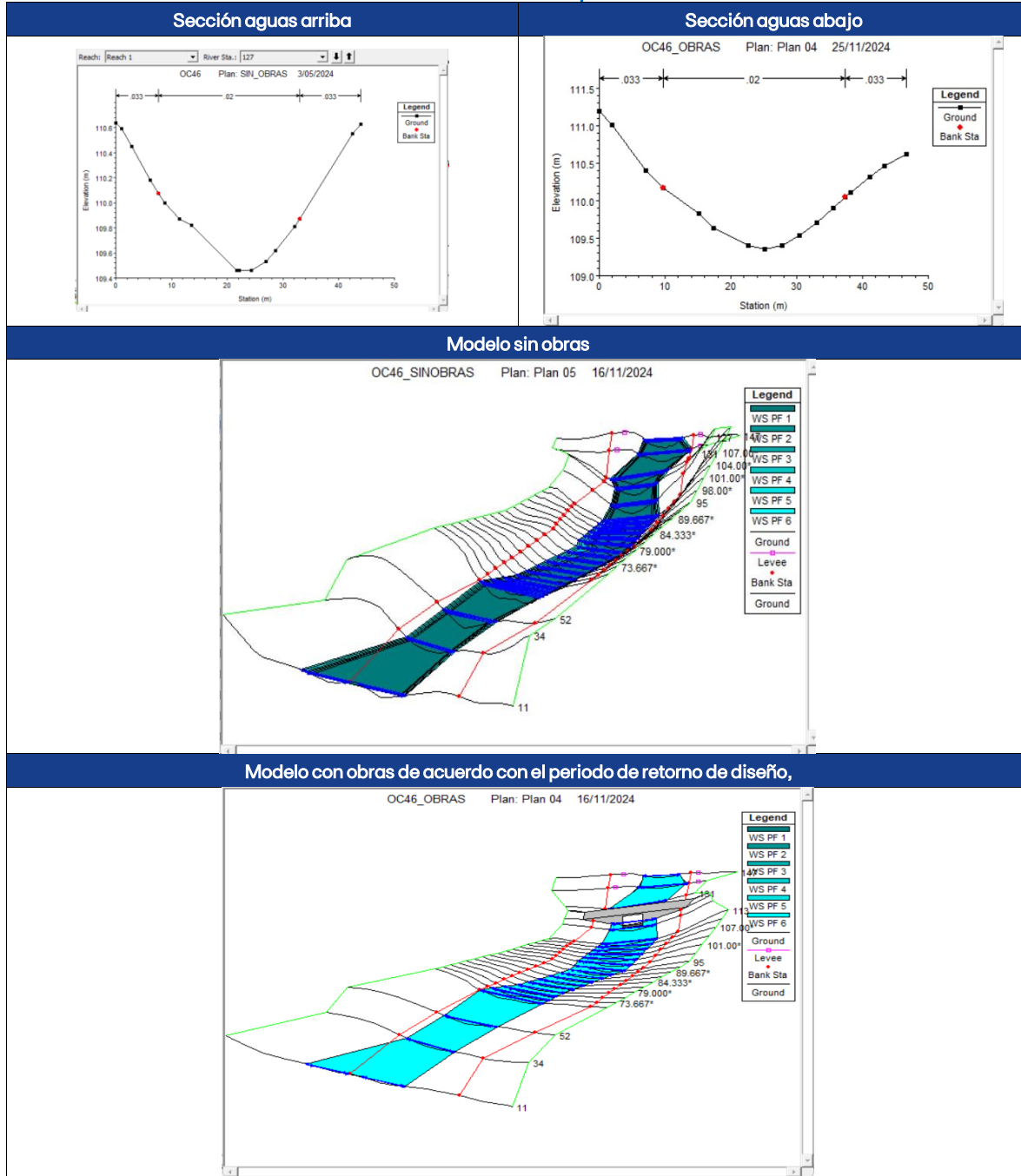


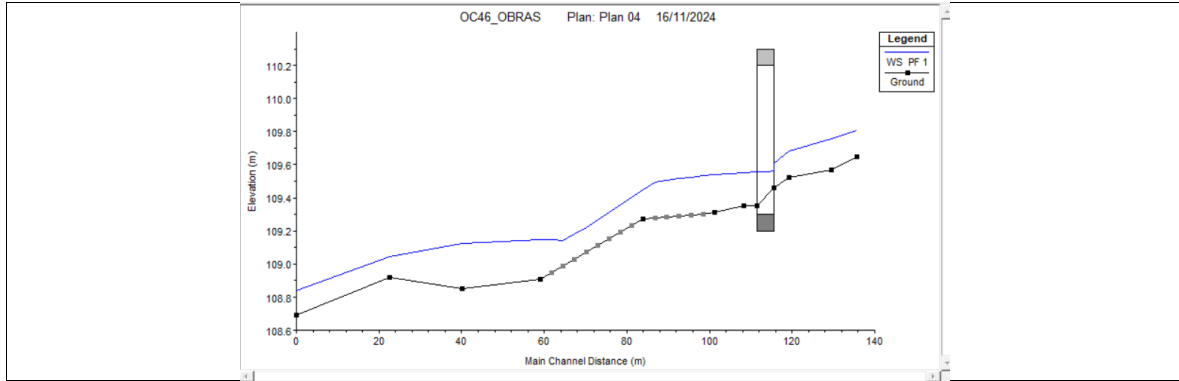
Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

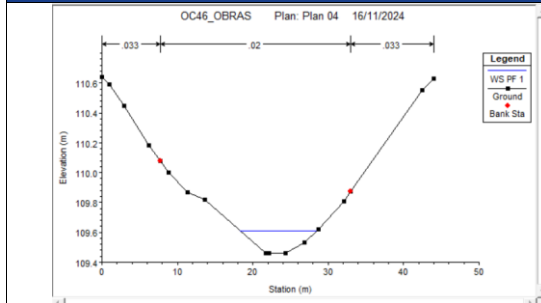
7.4.5.3.42 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_46

Tabla 7-97 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_46

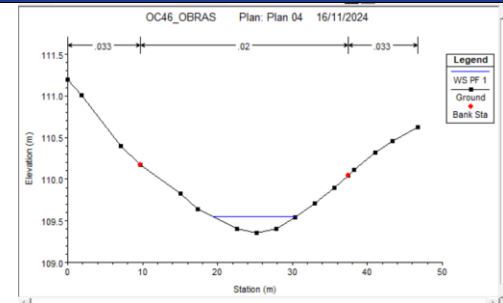




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: OC46-47 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	127	PF 1	0.98	109.46	109.61	109.61	109.66	0.008722	0.99	0.99	10.10	1.01
Reach 1	127	PF 2	1.16	109.46	109.62	109.62	109.68	0.008425	1.03	1.13	10.67	1.01
Reach 1	127	PF 3	1.35	109.46	109.64	109.64	109.69	0.008089	1.06	1.28	11.22	1.00
Reach 1	127	PF 4	1.65	109.46	109.65	109.65	109.72	0.008005	1.11	1.48	11.93	1.01
Reach 1	127	PF 5	1.93	109.46	109.67	109.67	109.74	0.007826	1.15	1.67	12.57	1.01
Reach 1	127	PF 6	2.24	109.46	109.69	109.69	109.76	0.007611	1.19	1.88	13.22	1.01
Reach 1	120	PF 1	0.98	109.35	109.55		109.58	0.003523	0.73	1.35	11.17	0.67
Reach 1	120	PF 2	1.16	109.35	109.57		109.59	0.003389	0.75	1.55	11.79	0.66
Reach 1	120	PF 3	1.35	109.35	109.58		109.61	0.003359	0.78	1.73	12.36	0.67
Reach 1	120	PF 4	1.65	109.35	109.60		109.64	0.003388	0.83	1.99	13.12	0.68
Reach 1	120	PF 5	1.93	109.35	109.62		109.66	0.003446	0.87	2.22	13.74	0.69
Reach 1	120	PF 6	2.24	109.35	109.64		109.68	0.003522	0.91	2.45	14.36	0.71

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: sin River: OC46-47 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	127	PF 1	0.98	109.46	109.69	109.61	109.71	0.001231	0.49	2.00	13.58	0.41
Reach 1	127	PF 2	1.16	109.46	109.73	109.62	109.74	0.000992	0.47	2.45	14.85	0.37
Reach 1	127	PF 3	1.35	109.46	109.76	109.64	109.77	0.000821	0.46	2.94	16.12	0.34
Reach 1	127	PF 4	1.65	109.46	109.80	109.65	109.81	0.000640	0.44	3.73	17.99	0.31
Reach 1	127	PF 5	1.93	109.46	109.84	109.67	109.85	0.000540	0.43	4.50	20.02	0.29
Reach 1	127	PF 6	2.24	109.46	109.89	109.69	109.90	0.000446	0.41	5.40	22.11	0.27
Reach 1	124	O46										
		Culvert										
Reach 1	120	PF 1	0.98	109.35	109.55		109.58	0.003523	0.73	1.35	11.17	0.67
Reach 1	120	PF 2	1.16	109.35	109.57		109.59	0.003389	0.75	1.55	11.79	0.66
Reach 1	120	PF 3	1.35	109.35	109.58		109.61	0.003359	0.78	1.73	12.36	0.67
Reach 1	120	PF 4	1.65	109.35	109.60		109.64	0.003388	0.83	1.99	13.12	0.68
Reach 1	120	PF 5	1.93	109.35	109.62		109.66	0.003446	0.87	2.22	13.74	0.69
Reach 1	120	PF 6	2.24	109.35	109.64		109.68	0.003522	0.91	2.45	14.36	0.71

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad disminuye de 111,69 m a 111,61 m (-0,08 m) tras la obra, reflejando una leve reducción manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 111,37 m, lo que indica que la obra no genera cambios significativos en esta sección.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 2,80 m a 3,22 m (+0,42 m), mostrando una expansión leve y dentro de los parámetros de diseño, lo que refleja una mayor acumulación del flujo antes de la obra.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 13,91 m, confirmando que la obra no afecta la distribución del flujo aguas abajo.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,38 (subcrítico), estabilizando el flujo y reduciendo velocidades aguas arriba, lo que minimiza riesgos de erosión.

Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), reflejando un flujo dinámico pero estable después de la obra.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

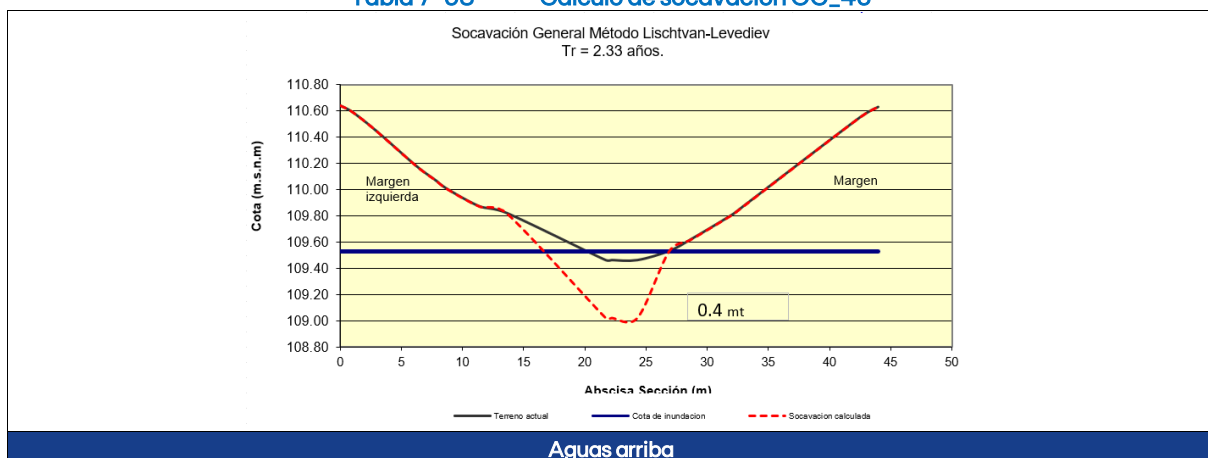
Aguas Arriba:

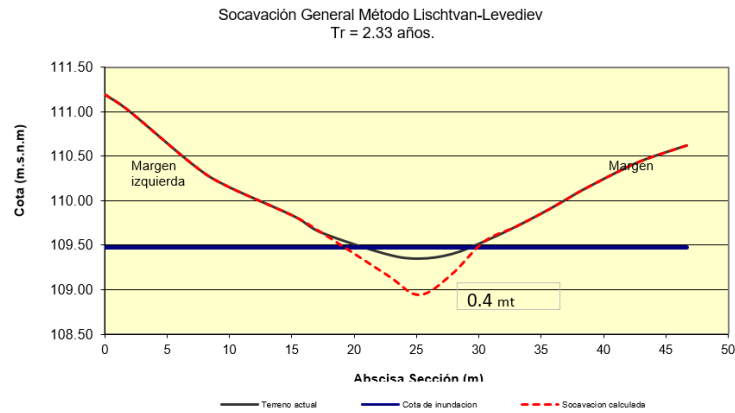
La obra genera una leve disminución en la profundidad, una pequeña expansión de la lámina de agua y un cambio en el régimen del flujo de crítico a subcrítico. Esto estabiliza el flujo, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión o inestabilidad hidráulica en esta sección.

Aguas Abajo:

Las condiciones permanecen estables en términos de profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude, demostrando que la obra no genera impactos negativos en la sección aguas abajo. (Ver **Tabla 7-98**)

Tabla 7-98 Cálculo de socavación OC_46



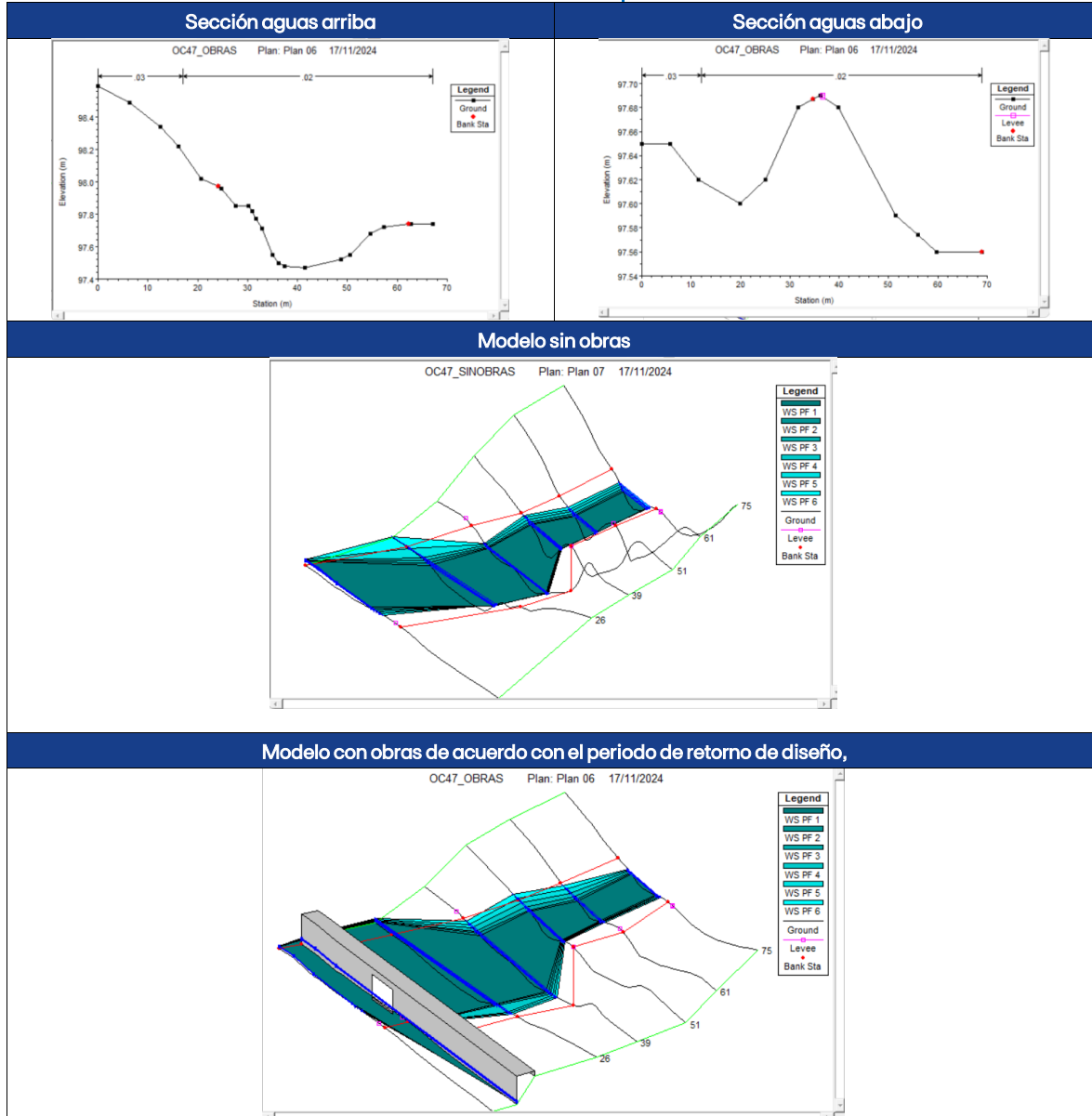


Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

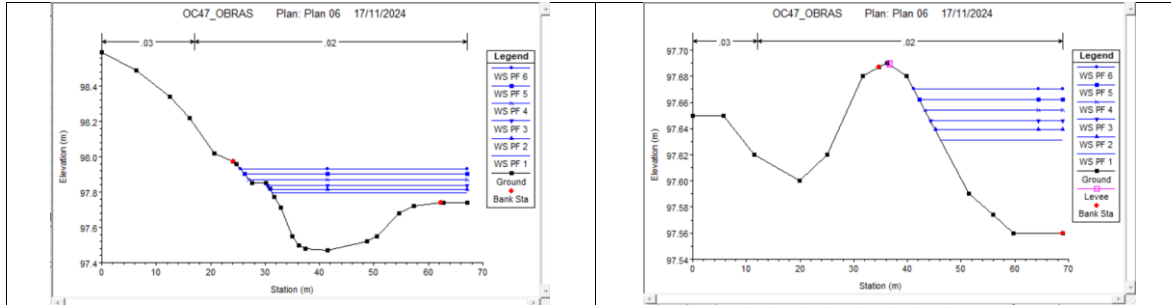
7.4.5.3.43 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_47

Tabla 7-99 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_47



Resultados con obras sección aguas arriba

Resultado con obras sección aguas arriba,



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 07 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	26	PF 1	0.88	97.47	97.68		97.68	0.000364	0.27	3.24	21.39	0.22
Reach 1	26	PF 2	1.04	97.47	97.69		97.70	0.000422	0.30	3.49	22.31	0.24
Reach 1	26	PF 3	1.21	97.47	97.70		97.71	0.000474	0.32	3.75	23.27	0.26
Reach 1	26	PF 4	1.48	97.47	97.72		97.73	0.000554	0.36	4.14	24.66	0.28
Reach 1	26	PF 5	1.73	97.47	97.74		97.74	0.000677	0.38	4.59	29.38	0.30
Reach 1	26	PF 6	2.01	97.47	97.75		97.76	0.000726	0.40	5.01	35.08	0.32
Reach 1	2	PF 1	0.88	97.57	97.63	97.63	97.66	0.008706	0.49	1.24	22.90	0.85
Reach 1	2	PF 2	1.04	97.57	97.64	97.64	97.67	0.007965	0.51	1.44	23.97	0.83
Reach 1	2	PF 3	1.21	97.57	97.65	97.65	97.68	0.008244	0.54	1.58	24.71	0.85
Reach 1	2	PF 4	1.48	97.57	97.66	97.66	97.69	0.007699	0.57	1.86	26.13	0.84
Reach 1	2	PF 5	1.73	97.57	97.66	97.66	97.70	0.007697	0.61	2.07	27.17	0.85
Reach 1	2	PF 6	2.01	97.57	97.67	97.67	97.72	0.007645	0.64	2.31	28.26	0.86

Resultados con obras

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	39	PF 1	0.88	97.63	97.79	97.77	97.80	0.004411	0.56	1.57	22.72	0.68
Reach 1	39	PF 2	1.04	97.63	97.81	97.78	97.82	0.002370	0.48	2.14	24.11	0.52
Reach 1	39	PF 3	1.21	97.63	97.83	97.78	97.84	0.001551	0.44	2.73	25.45	0.43
Reach 1	39	PF 4	1.48	97.63	97.87	97.79	97.88	0.000977	0.41	3.64	27.41	0.36
Reach 1	39	PF 5	1.73	97.63	97.90	97.80	97.91	0.000728	0.39	4.47	29.09	0.32
Reach 1	39	PF 6	2.01	97.63	97.93	97.81	97.94	0.000567	0.37	5.41	31.03	0.28
Reach 1	26	PF 1	0.88	97.47	97.79	97.57	97.79	0.000062	0.14	6.61	35.88	0.10
Reach 1	26	PF 2	1.04	97.47	97.82	97.57	97.82	0.000061	0.14	7.40	36.24	0.10
Reach 1	26	PF 3	1.21	97.47	97.84	97.58	97.84	0.000061	0.15	8.22	36.79	0.10
Reach 1	26	PF 4	1.48	97.47	97.87	97.59	97.87	0.000064	0.16	9.51	40.15	0.10
Reach 1	26	PF 5	1.73	97.47	97.90	97.61	97.90	0.000061	0.17	10.69	40.89	0.10
Reach 1	26	PF 6	2.01	97.47	97.93	97.62	97.93	0.000059	0.17	11.97	41.68	0.10

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad aumenta de 97,68 m a 97,79 m (+0,11 m) tras la obra. Este incremento es leve y manejable, sin generar riesgos de represamiento ni comprometer la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad aumenta de 97,63 m a 97,79 m (+0,16 m), indicando un respaldo hidráulico aguas abajo de la obra, dentro de los parámetros de diseño.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta ligeramente de 21,39 m a 21,72 m (+0,33 m), reflejando una expansión mínima y manejable del flujo.

Aguas abajo: La lámina de agua se expande significativamente de 22,90 m a 35,88 m (+12,98 m), lo que sugiere una redistribución del flujo aguas abajo.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude aumenta de 0,22 (subcrítico) a 0,68 (subcrítico), indicando un flujo más dinámico aguas arriba, aunque aún estable y dentro del régimen subcrítico.

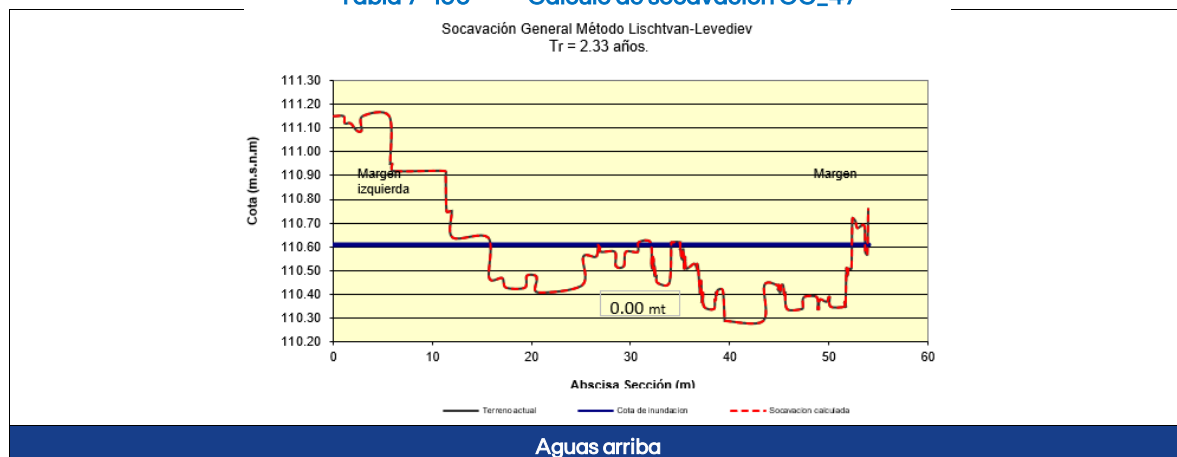
Aguas abajo: El número de Froude disminuye de 0,85 (subcrítico) a 0,10 (subcrítico), reflejando un flujo mucho más lento y estable tras la obra.

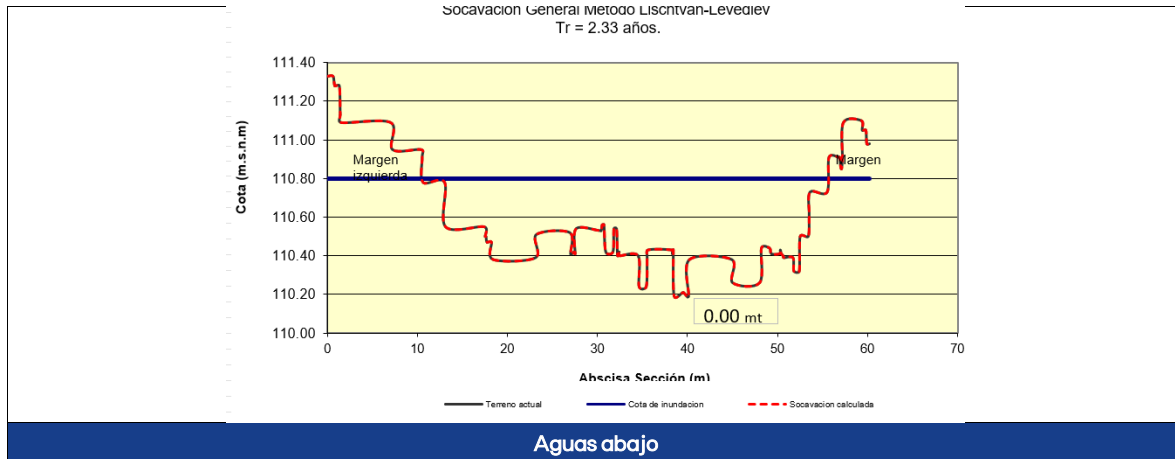
➤ **Conclusión General Evaluada:**

El leve incremento en la profundidad y el ancho de la lámina de agua, junto con el aumento en el número de Froude, sugiere un flujo más dinámico, pero controlado. Esto no genera riesgos inmediatos, aunque el incremento en el número de Froude podría ocasionar mayores esfuerzos cortantes, lo que debe monitorearse para evitar erosión en el lecho. (OC cercana a Jagüey 986).

La obra genera un respaldo hidráulico considerable, con una expansión significativa en el ancho de la lámina de agua y una reducción importante en el número de Froude. Este cambio estabiliza el flujo aguas abajo, minimizando riesgos de erosión y garantizando un flujo más uniforme, aunque podría implicar acumulación de sedimentos por la baja dinámica del flujo. (Ver **Tabla 7-100**).

Tabla 7-100 Cálculo de socavación OC_47



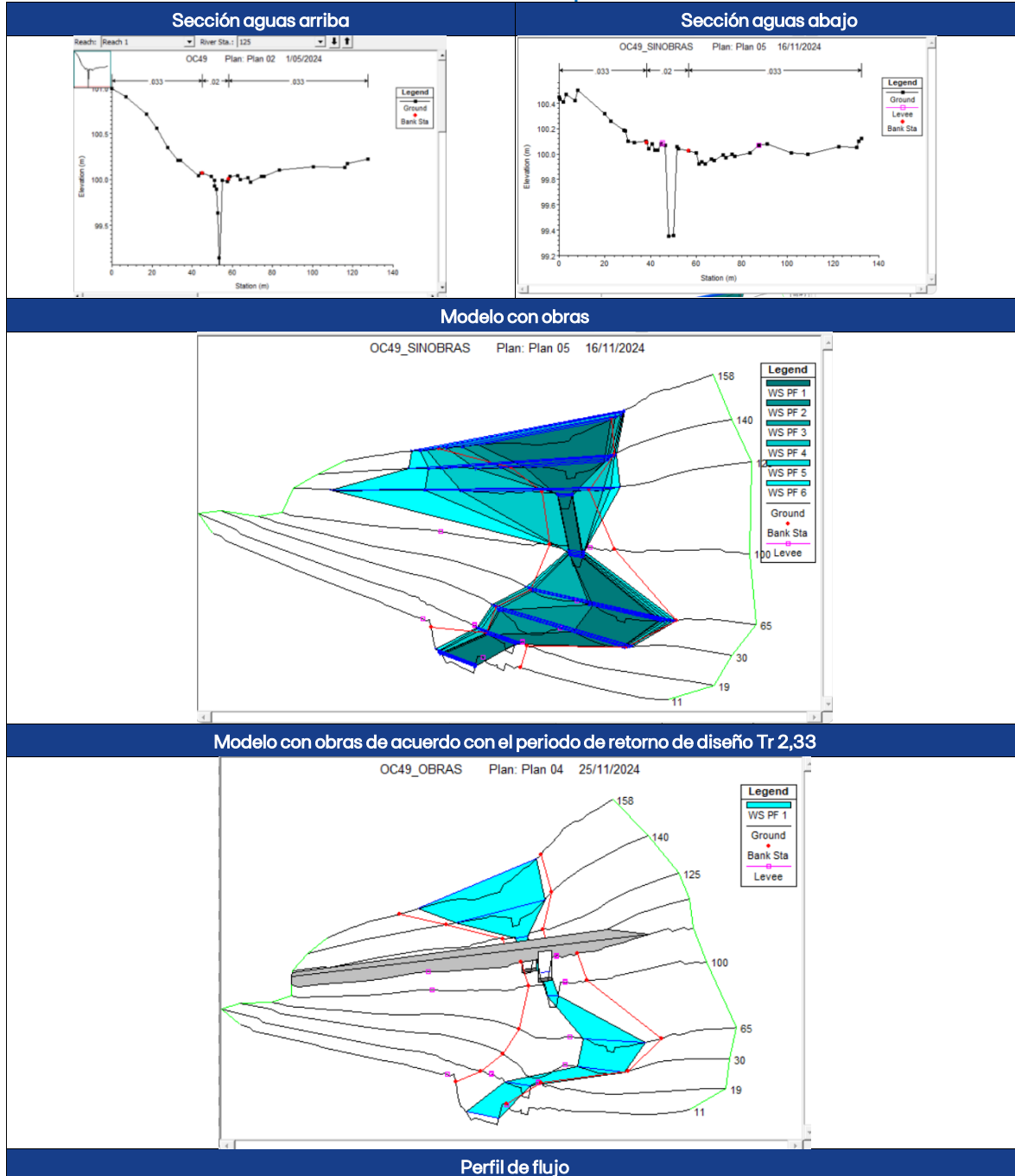


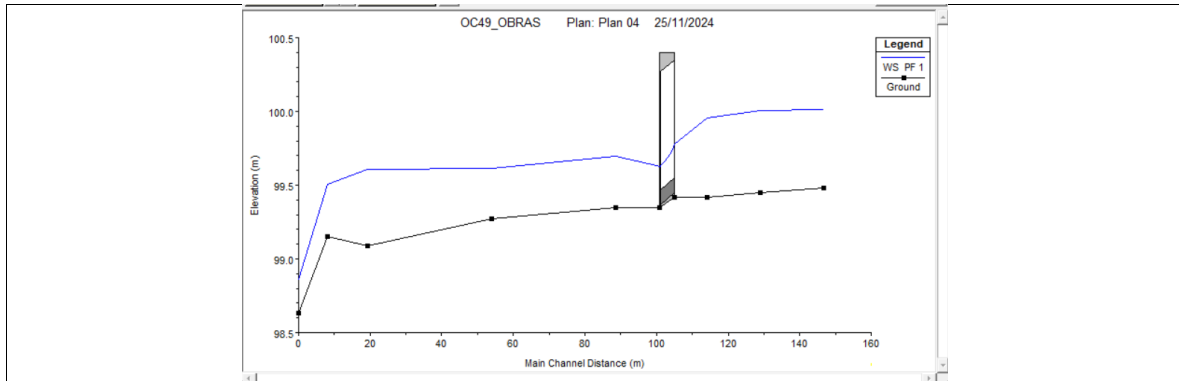
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

Las condiciones actuales de flujo no generan socavación, indica estabilidad en el lecho del río o cuerpo de agua en cuestión.

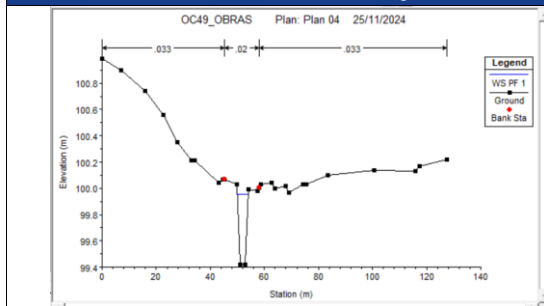
7.4.5.3.44 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_49

Tabla 7-101 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_49

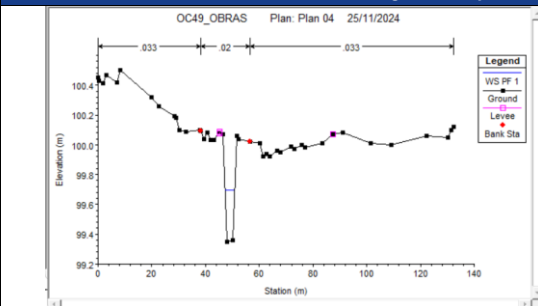




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: OC49 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	125	PF 1	1.58	99.42	99.87	99.77	99.94	0.002671	1.22	1.30	3.81	0.67
Reach 1	125	PF 2	1.87	99.42	99.91	99.81	99.99	0.002719	1.29	1.46	3.98	0.68
Reach 1	125	PF 3	2.18	99.42	99.95	99.84	100.04	0.002734	1.35	1.62	4.14	0.69
Reach 1	125	PF 4	2.66	99.42	100.08	99.90	100.11	0.002737	0.89	3.93	39.46	0.63
Reach 1	125	PF 5	3.10	99.42	100.12	99.93	100.14	0.001710	0.80	5.77	51.84	0.52
Reach 1	125	PF 6	3.61	99.42	100.17	100.08	100.18	0.000987	0.69	9.28	80.71	0.40
Reach 1	100	PF 1	1.58	99.35	99.70	99.70	99.84	0.006396	1.64	0.96	3.50	1.00
Reach 1	100	PF 2	1.87	99.35	99.73	99.73	99.88	0.006250	1.71	1.09	3.65	1.00
Reach 1	100	PF 3	2.18	99.35	99.77	99.77	99.93	0.006269	1.80	1.21	3.79	1.01
Reach 1	100	PF 4	2.66	99.35	99.82	99.82	100.00	0.005993	1.87	1.42	4.00	1.00
Reach 1	100	PF 5	3.10	99.35	99.86	99.86	100.06	0.005846	1.94	1.60	4.18	1.00
Reach 1	100	PF 6	3.61	99.35	99.91	99.91	100.12	0.005656	2.00	1.80	4.37	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC49OBRAS_V2 River: OC49 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	125	PF 1	1.58	99.42	99.95	99.77	100.00	0.001381	0.96	1.64	4.16	0.49
Reach 1	125	PF 2	1.87	99.42	100.00	99.81	100.05	0.002733	0.96	2.00	13.13	0.64
Reach 1	125	PF 3	2.18	99.42	100.08	99.84	100.11	0.001553	0.69	4.26	40.83	0.48
Reach 1	125	PF 4	2.66	99.42	100.18	99.90	100.19	0.000440	0.47	10.17	83.00	0.27
Reach 1	125	PF 5	3.10	99.42	99.93	99.93	100.13	0.006186	1.99	1.56	4.08	1.03
Reach 1	125	PF 6	3.61	99.42	100.16	100.08	100.18	0.001035	0.70	9.07	80.50	0.41
Reach 1	114	OC49	Culvert									
Reach 1	100	PF 1	1.58	99.35	99.70	99.70	99.84	0.006396	1.64	0.96	3.50	1.00
Reach 1	100	PF 2	1.87	99.35	99.73	99.73	99.88	0.006250	1.71	1.09	3.65	1.00
Reach 1	100	PF 3	2.18	99.35	99.77	99.77	99.93	0.006269	1.80	1.21	3.79	1.01
Reach 1	100	PF 4	2.66	99.35	99.82	99.82	100.00	0.005993	1.87	1.42	4.00	1.00
Reach 1	100	PF 5	3.10	99.35	99.86	99.86	100.06	0.005846	1.94	1.60	4.18	1.00
Reach 1	100	PF 6	3.61	99.35	100.05	100.05	100.11	0.003524	1.19	4.55	39.12	0.74

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas arriba: La profundidad disminuye ligeramente de 99,87 m a 99,85 m (-0,02 m), reflejando un cambio mínimo y controlado, sin generar riesgos de represamiento ni comprometer la estabilidad hidráulica.

Aguas abajo: La profundidad permanece constante en 99,70 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas arriba: La lámina de agua aumenta de 3,81 m a 4,16 m (+0,35 m), lo que sugiere una expansión moderada y manejable del flujo, asociada a la reducción en el número de Froude.

Aguas abajo: La lámina de agua permanece constante en 3,50 m, indicando que el flujo aguas abajo no experimenta alteraciones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas arriba: El número de Froude disminuye de 0,67 (subcrítico) a 0,49 (subcrítico), estabilizando el flujo aguas arriba, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

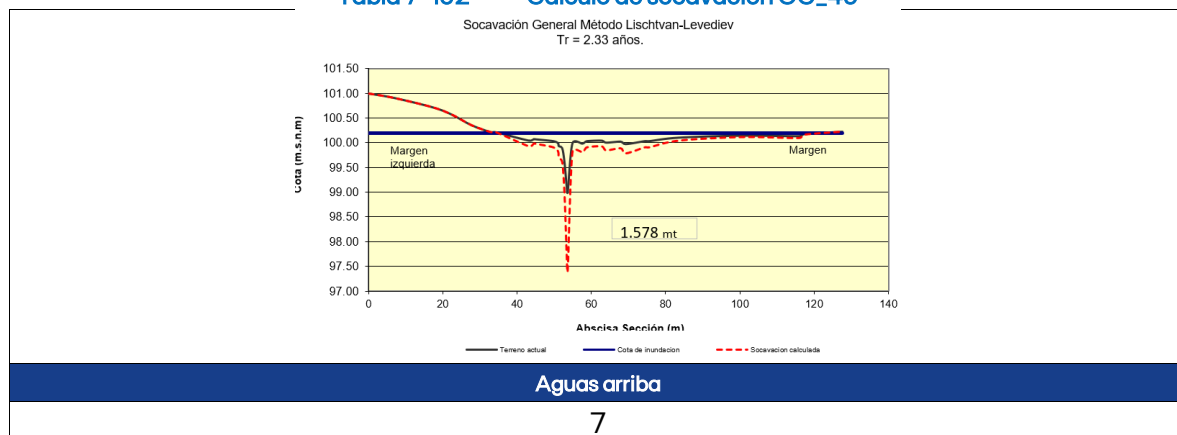
Aguas abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), reflejando un flujo dinámico pero estable después de la obra.

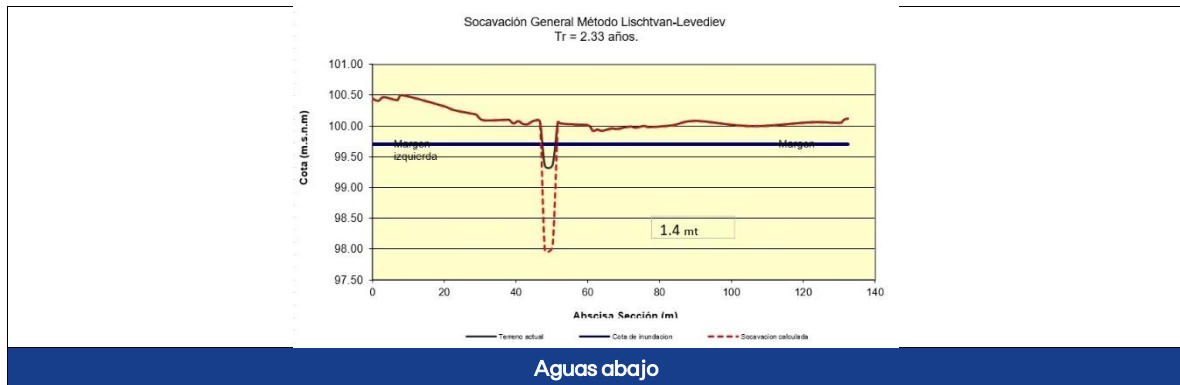
➤ **Conclusión General Evaluada:**

La obra genera una leve reducción en la profundidad, un pequeño aumento en la lámina de agua y una disminución en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba, reducen velocidades y minimizan riesgos de erosión.

Las condiciones aguas abajo permanecen prácticamente inalteradas, con un flujo crítico (Froude = 1,00) que, aunque dinámico, es estable y dentro de los parámetros esperados. (Ver **Tabla 7-102**).

Tabla 7-102 Cálculo de socavación OC_49

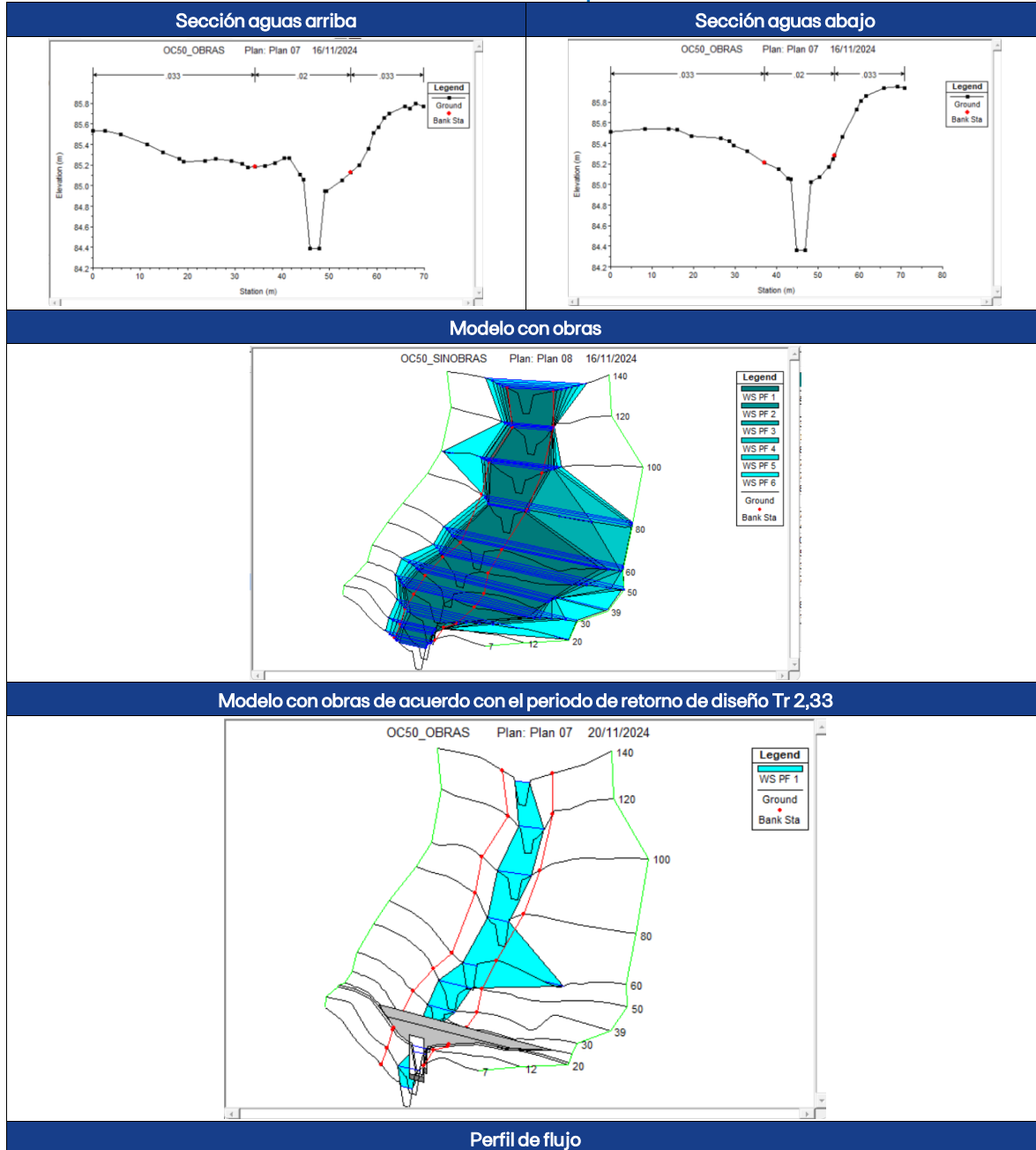


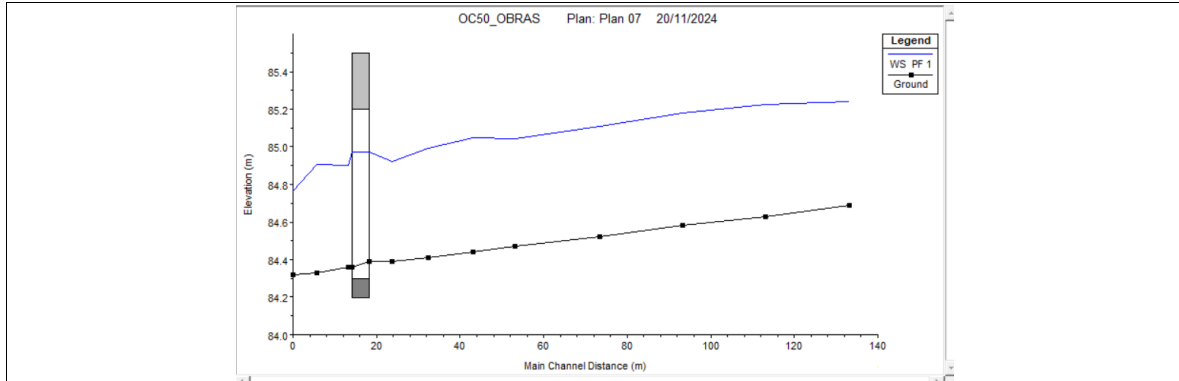


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

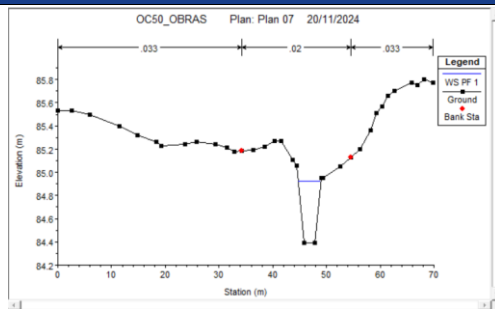
7.4.5.3.45 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_50

Tabla 7-103 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_50

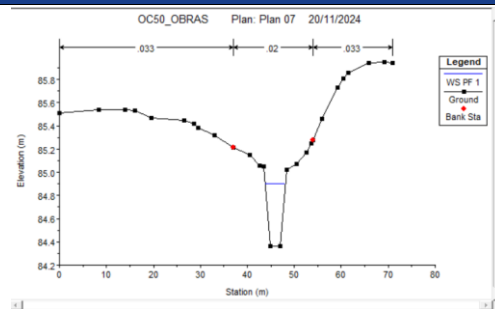




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC50_SINOBRAS River: OC50 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	30	PF 1	2.37	84.39	84.93		85.03	0.002944	1.41	1.68	4.21	0.72
Reach 1	30	PF 2	3.31	84.39	85.08		85.16	0.003439	1.26	2.63	9.04	0.75
Reach 1	30	PF 3	4.39	84.39	85.22	85.07	85.27	0.002499	1.01	4.51	22.08	0.63
Reach 1	30	PF 4	6.22	84.39	85.32	85.17	85.36	0.001689	0.93	8.11	42.93	0.53
Reach 1	30	PF 5	7.96	84.39	85.39		85.43	0.001178	0.90	11.45	46.74	0.46
Reach 1	30	PF 6	10.08	84.39	85.49		85.52	0.000799	0.85	16.07	52.56	0.39
Reach 1	20	PF 1	2.37	84.36	84.90		85.00	0.002910	1.40	1.69	4.24	0.71
Reach 1	20	PF 2	3.31	84.36	84.99		85.12	0.003072	1.57	2.10	4.63	0.75
Reach 1	20	PF 3	4.39	84.36	85.06	84.99	85.22	0.005789	1.79	2.46	7.33	0.99
Reach 1	20	PF 4	6.22	84.36	85.21	85.19	85.32	0.005783	1.52	4.08	15.76	0.96
Reach 1	20	PF 5	7.96	84.36	85.32		85.41	0.002982	1.34	6.13	21.25	0.72
Reach 1	20	PF 6	10.08	84.36	85.42		85.50	0.001890	1.27	8.72	26.94	0.60

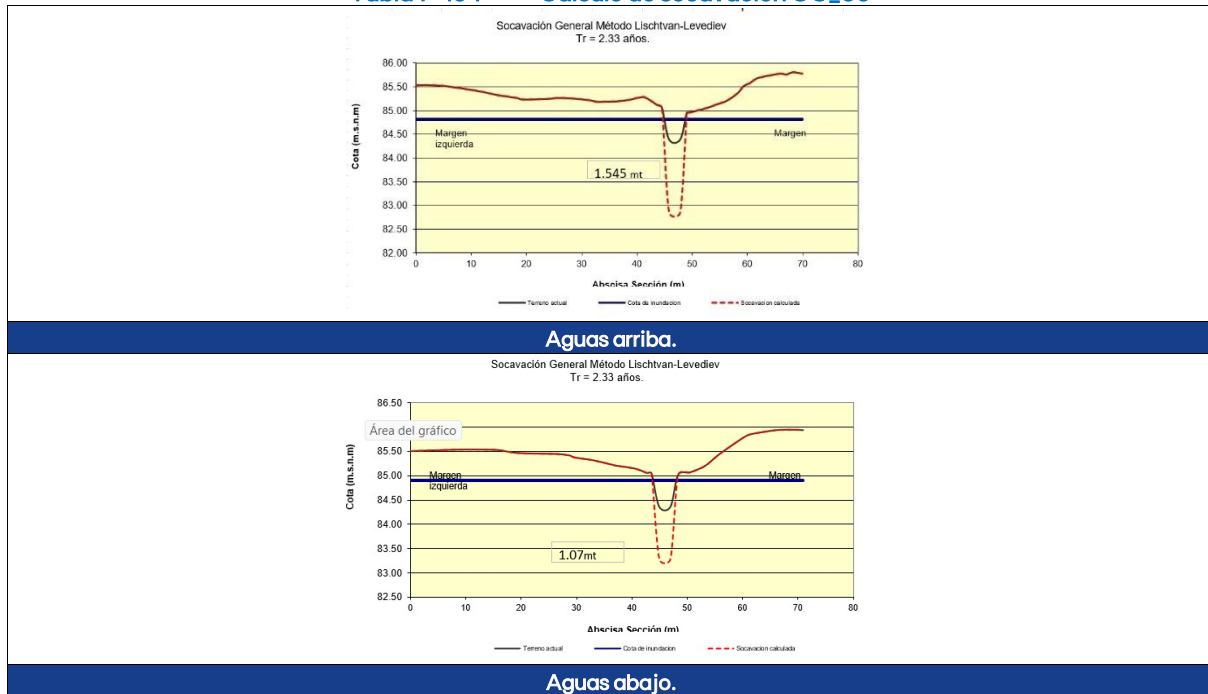
Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 07 River: OC50 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	30	PF 1	2.37	84.39	84.92	84.83	85.03	0.003122	1.44	1.64	4.17	0.73
Reach 1	30	PF 2	3.31	84.39	85.08	84.92	85.16	0.003351	1.24	2.67	9.21	0.74
Reach 1	30	PF 3	4.39	84.39	85.24	85.07	85.28	0.002136	0.94	4.92	27.99	0.58
Reach 1	30	PF 4	6.22	84.39	85.41	85.17	85.43	0.000592	0.66	12.36	47.89	0.33
Reach 1	30	PF 5	7.96	84.39	85.54	85.28	85.56	0.000325	0.59	19.23	59.94	0.26
Reach 1	30	PF 6	10.08	84.39	85.61	85.32	85.63	0.000307	0.62	23.47	60.95	0.25
Reach 1	23	OC50		Culvert								
Reach 1	20	PF 1	2.37	84.36	84.90		85.00	0.002910	1.40	1.69	4.24	0.71
Reach 1	20	PF 2	3.31	84.36	84.99		85.12	0.003072	1.57	2.10	4.63	0.75
Reach 1	20	PF 3	4.39	84.36	85.06	84.98	85.22	0.005791	1.79	2.46	7.34	0.99
Reach 1	20	PF 4	6.22	84.36	85.21	85.19	85.32	0.005783	1.52	4.08	15.76	0.96
Reach 1	20	PF 5	7.96	84.36	85.32		85.41	0.002923	1.33	6.18	21.35	0.72
Reach 1	20	PF 6	10.08	84.36	85.42		85.50	0.001900	1.27	8.70	26.88	0.60

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

Basándonos en los análisis hidráulicos realizados, a continuación, se presenta el cálculo de la socavación general, con la cual podemos identificar las áreas de erosión y sedimentación dentro del tramo donde se proyecta la ocupación de cauce. (Ver **Tabla 7-104**).

Tabla 7-104 Cálculo de socavación OC_50

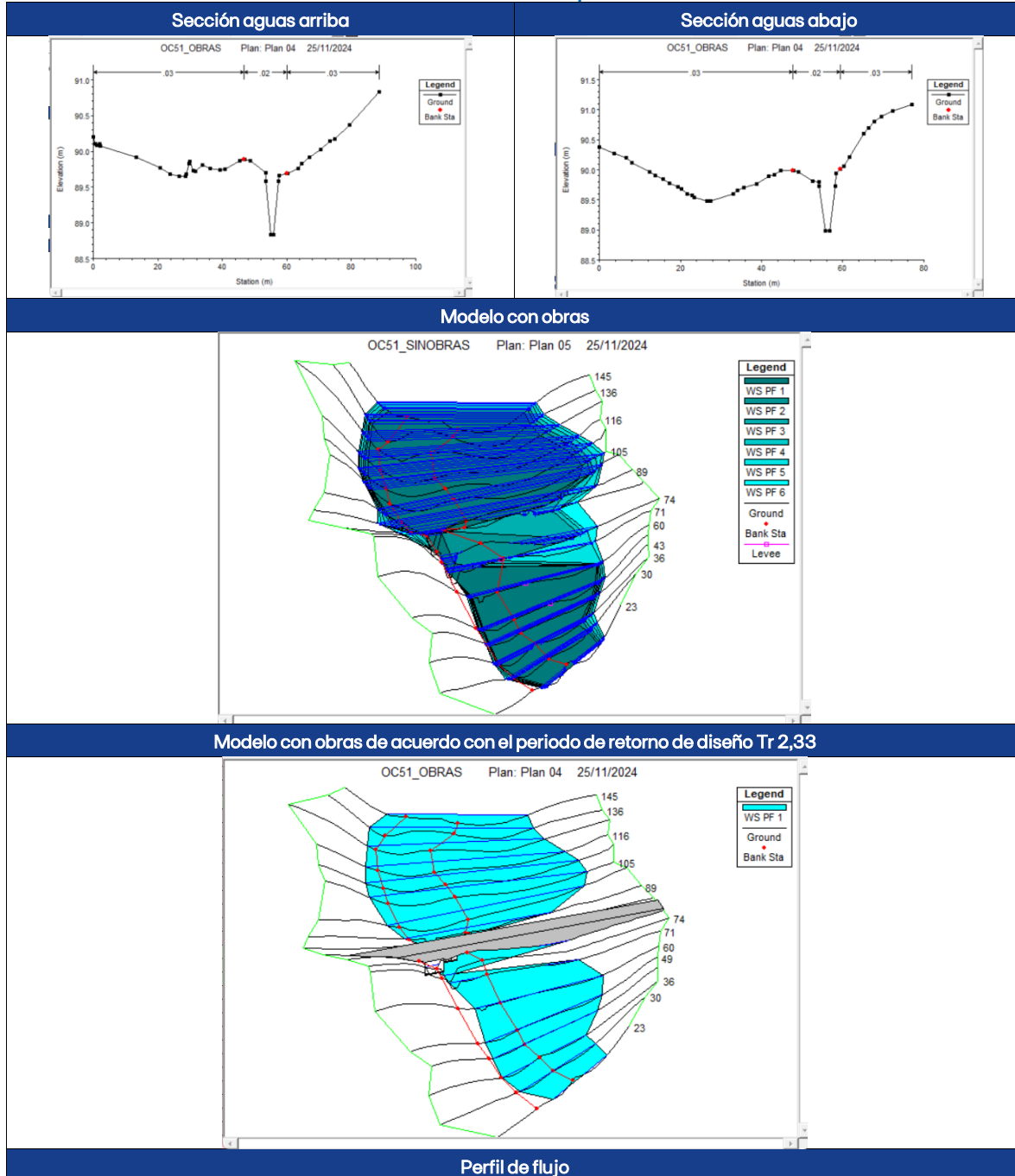


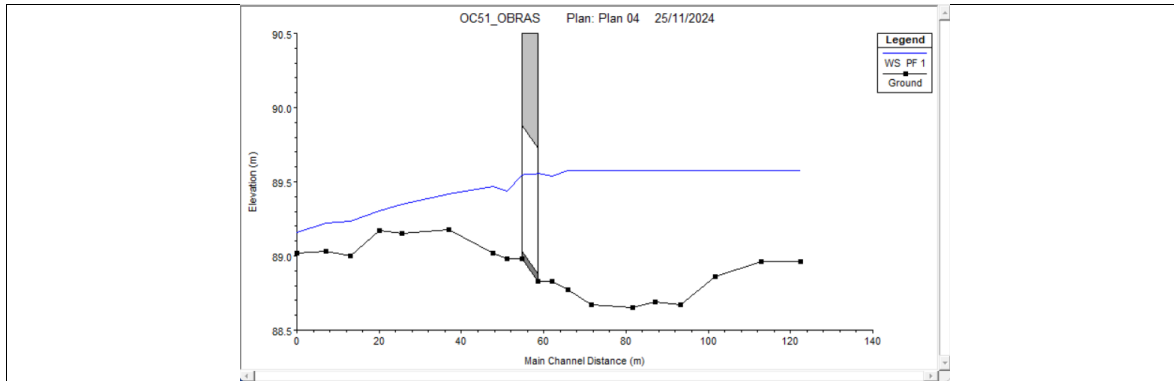
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

Para las condiciones actuales de flujo se proyecta una socavación de 1,07m aguas abajo.

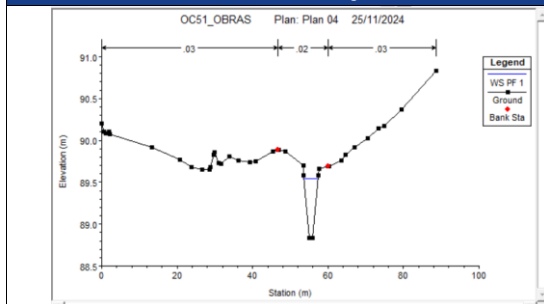
7.4.5.3.46 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_51

Tabla 7-105 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_51

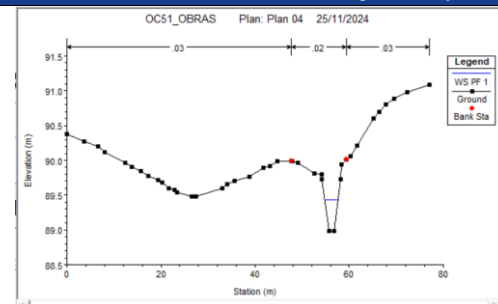




Resultados con obras sección aguas arriba con obras



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: OC51 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	85	PF 1	1.38	88.83	89.56		89.59	0.000735	0.76	1.81	3.93	0.36
Reach 1	85	PF 2	1.92	88.83	89.65		89.69	0.000851	0.90	2.14	4.08	0.39
Reach 1	85	PF 3	2.55	88.83	89.68		89.74	0.001242	1.12	2.37	10.27	0.48
Reach 1	85	PF 4	3.61	88.83	89.70	89.54	89.82	0.002079	1.49	2.71	13.56	0.62
Reach 1	85	PF 5	4.62	88.83	89.72	89.62	89.89	0.002984	1.83	2.98	16.00	0.75
Reach 1	85	PF 6	5.85	88.83	89.84	89.84	89.94	0.001842	1.61	6.38	41.56	0.60
Reach 1	74	PF 1	1.38	88.98	89.45	89.41	89.57	0.004504	1.49	0.93	2.90	0.84
Reach 1	74	PF 2	1.92	88.98	89.55	89.55	89.66	0.003772	1.51	1.53	10.87	0.79
Reach 1	74	PF 3	2.55	88.98	89.63	89.63	89.72	0.003070	1.46	2.56	15.88	0.72
Reach 1	74	PF 4	3.61	88.98	89.68	89.68	89.78	0.003349	1.59	3.57	18.72	0.76
Reach 1	74	PF 5	4.62	88.98	89.72	89.72	89.84	0.003940	1.78	4.25	21.20	0.83
Reach 1	74	PF 6	5.85	88.98	89.81	89.81	89.88	0.003263	1.44	6.52	29.06	0.74

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC51 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	85	PF 1	1.38	88.83	89.54	89.26	89.57	0.000847	0.80	1.72	3.84	0.38
Reach 1	85	PF 2	1.92	88.83	89.63	89.34	89.67	0.000953	0.92	2.08	4.06	0.41
Reach 1	85	PF 3	2.55	88.83	89.68	89.42	89.74	0.001847	1.11	2.38	10.49	0.56
Reach 1	85	PF 4	3.61	88.83	89.77	89.54	89.83	0.002309	1.14	3.95	28.43	0.62
Reach 1	85	PF 5	4.62	88.83	89.88	89.63	89.91	0.001269	0.83	8.41	49.39	0.46
Reach 1	85	PF 6	5.85	88.83	90.02	89.82	90.03	0.000399	0.57	16.50	64.64	0.27
Reach 1	80	51										
Reach 1												
Reach 1												
Reach 1	74	PF 1	1.38	88.98	89.44	89.41	89.56	0.005161	1.57	0.88	2.84	0.90
Reach 1	74	PF 2	1.92	88.98	89.55	89.55	89.66	0.003810	1.51	1.52	10.80	0.79
Reach 1	74	PF 3	2.55	88.98	89.63	89.63	89.72	0.002981	1.44	2.61	15.98	0.71
Reach 1	74	PF 4	3.61	88.98	89.68	89.68	89.79	0.003551	1.63	3.46	18.33	0.79
Reach 1	74	PF 5	4.62	88.98	89.73	89.73	89.84	0.003711	1.73	4.39	21.77	0.81
Reach 1	74	PF 6	5.85	88.98	89.81	89.81	89.88	0.003236	1.48	6.45	28.65	0.74

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad disminuye ligeramente de 89,56 m a 89,54 m (-0,02 m), lo que refleja un cambio mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones significativas en la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad también disminuye ligeramente de 89,45 m a 89,44 m (-0,01 m), indicando que el flujo se mantiene estable y no genera impactos negativos aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua se reduce de 3,93 m a 3,84 m (-0,09 m). Este cambio es menor y dentro de los parámetros esperados, sin alterar la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua disminuye de 2,90 m a 2,84 m (-0,06 m), lo que sugiere un flujo bien distribuido y sin concentraciones significativas aguas abajo.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude aumenta de 0,36 (subcrítico) a 0,38 (subcrítico), indicando un flujo ligeramente más dinámico, pero aún estable, sin riesgos de erosión.

Aguas Abajo: El número de Froude aumenta de 0,84 (subcrítico) a 0,90 (subcrítico/casi crítico), reflejando un flujo más dinámico aguas abajo, pero dentro de condiciones seguras y controladas.

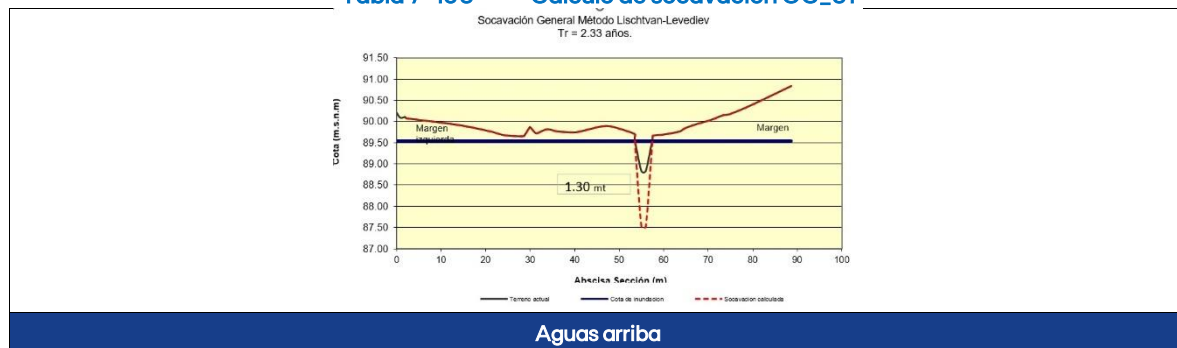
➤ **Conclusión General Evaluada:**

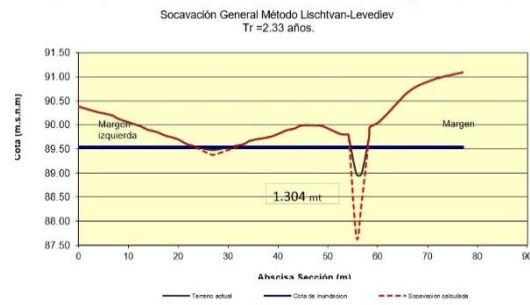
Los cambios observados en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son mínimos y manejables, tanto aguas arriba como aguas abajo, La obra no genera impactos significativos en la dinámica hidráulica ni riesgos de inundación, erosión o inestabilidad.

El leve aumento en el número de Froude aguas abajo refleja un flujo más dinámico, pero aún dentro del régimen subcrítico, lo que asegura estabilidad hidráulica en el sistema.

La obra está correctamente diseñada y garantiza la continuidad del flujo sin alterar las condiciones naturales del cauce. (Ver **Tabla 7-106**).

Tabla 7-106 Cálculo de socavación OC_51



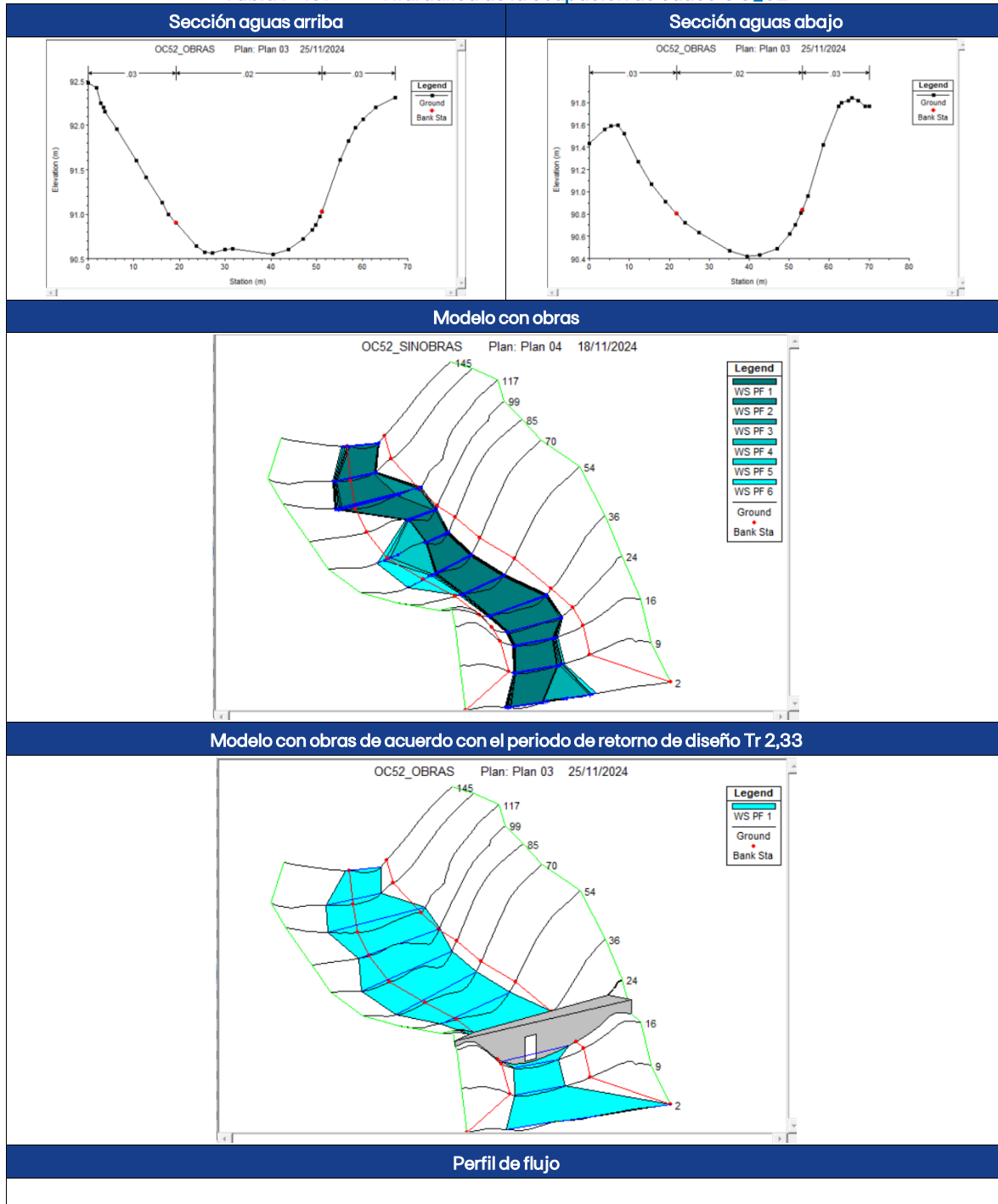


Aguas abajo

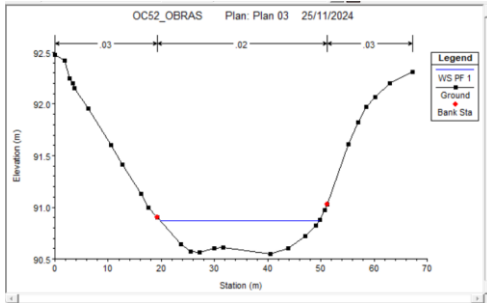
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.5.3.47 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_52

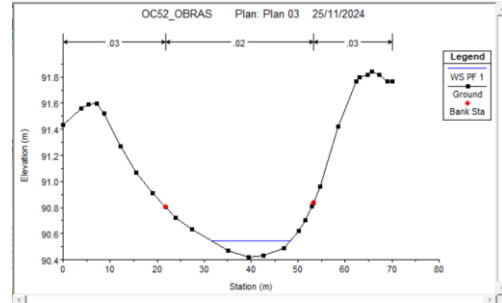
Tabla 7-107 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_52



Resultados con obras sección aguas arriba con obras



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC52_SINOBRAS River: OC52 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	24	PF 1	0.55	90.55	90.62	90.62	90.65	0.011162	0.64	0.86	20.37	1.00
Reach 1	24	PF 2	0.65	90.55	90.63	90.63	90.65	0.010939	0.68	0.96	20.64	1.00
Reach 1	24	PF 3	0.76	90.55	90.63	90.63	90.66	0.010460	0.71	1.08	20.93	1.00
Reach 1	24	PF 4	0.93	90.55	90.64	90.64	90.67	0.010043	0.75	1.24	21.32	1.00
Reach 1	24	PF 5	1.08	90.55	90.65	90.65	90.68	0.009739	0.79	1.37	21.60	1.00
Reach 1	24	PF 6	1.26	90.55	90.66	90.66	90.69	0.009452	0.82	1.53	21.92	1.00
Reach 1	16	PF 1	0.55	90.42	90.51	90.51	90.53	0.010269	0.73	0.76	13.97	1.00
Reach 1	16	PF 2	0.65	90.42	90.51	90.51	90.54	0.010154	0.76	0.85	14.45	1.00
Reach 1	16	PF 3	0.76	90.42	90.52	90.52	90.55	0.009969	0.80	0.95	14.94	1.01
Reach 1	16	PF 4	0.93	90.42	90.53	90.53	90.57	0.009412	0.83	1.12	15.70	1.00
Reach 1	16	PF 5	1.08	90.42	90.54	90.54	90.58	0.009417	0.87	1.24	16.24	1.01
Reach 1	16	PF 6	1.26	90.42	90.55	90.55	90.59	0.009197	0.91	1.39	16.90	1.01

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC52_OBRAS River: OC52 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	24	PF 1	0.55	90.55	90.71	90.62	90.71	0.000282	0.20	2.78	24.32	0.19
Reach 1	24	PF 2	0.65	90.55	90.74	90.63	90.74	0.000212	0.19	3.40	25.31	0.17
Reach 1	24	PF 3	0.76	90.55	90.76	90.63	90.76	0.000166	0.19	4.08	26.25	0.15
Reach 1	24	PF 4	0.93	90.55	90.80	90.64	90.80	0.000126	0.18	5.11	27.62	0.14
Reach 1	24	PF 5	1.08	90.55	90.83	90.65	90.83	0.000104	0.18	6.01	28.72	0.13
Reach 1	24	PF 6	1.26	90.55	90.87	90.66	90.87	0.000087	0.18	7.08	29.89	0.12
Reach 1	21	OC52	Culvert									
Reach 1	16	PF 1	0.55	90.42	90.51	90.51	90.53	0.010269	0.73	0.76	13.97	1.00
Reach 1	16	PF 2	0.65	90.42	90.51	90.51	90.54	0.010154	0.76	0.85	14.45	1.00
Reach 1	16	PF 3	0.76	90.42	90.52	90.52	90.55	0.009969	0.80	0.95	14.94	1.01
Reach 1	16	PF 4	0.93	90.42	90.53	90.53	90.57	0.009412	0.83	1.12	15.70	1.00
Reach 1	16	PF 5	1.08	90.42	90.54	90.54	90.58	0.009417	0.87	1.24	16.24	1.01
Reach 1	16	PF 6	1.26	90.42	90.55	90.55	90.59	0.009197	0.91	1.39	16.90	1.01

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta de 90,62 m a 90,71 m (+0,09 m), reflejando un respaldo hidráulico significativo pero manejable, sin riesgos de inundación en la sección aguas arriba.

Aguas Abajo: La profundidad aumenta de 90,51 m a 90,71 m (+0,20 m), indicando un leve respaldo hidráulico que no compromete la estabilidad del sistema hidráulico aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 20,37 m a 24,32 m (+3,95 m), mostrando una expansión considerable asociada a la transición hacia un régimen más estable. Este cambio es importante, pero controlado dentro de los parámetros de diseño.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 13,97 m, lo que indica que el flujo aguas abajo no experimenta alteraciones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,19 (subcrítico), estabilizando el flujo aguas arriba, reduciendo velocidades y minimizando riesgos de erosión.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), reflejando un flujo dinámico pero estable después de la obra.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

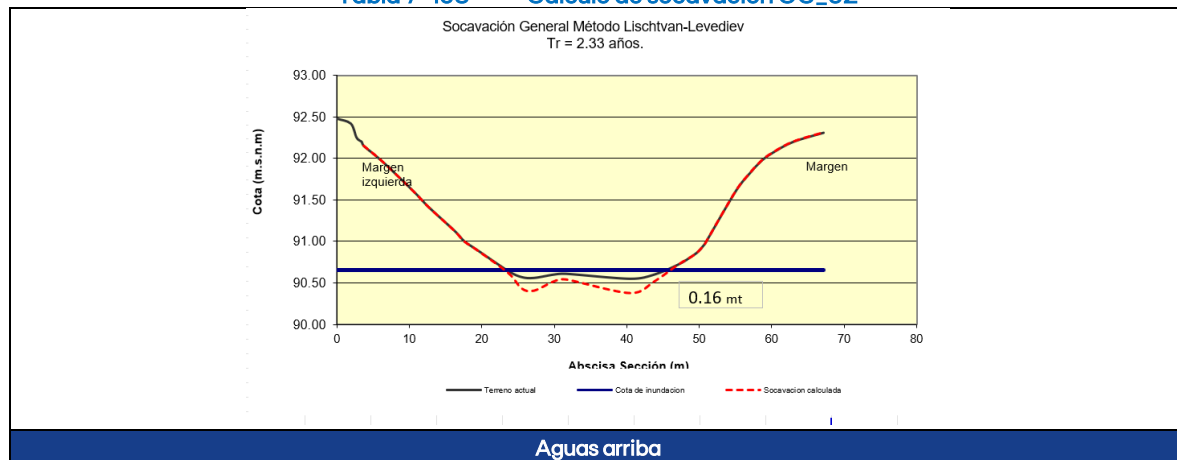
Aguas Arriba:

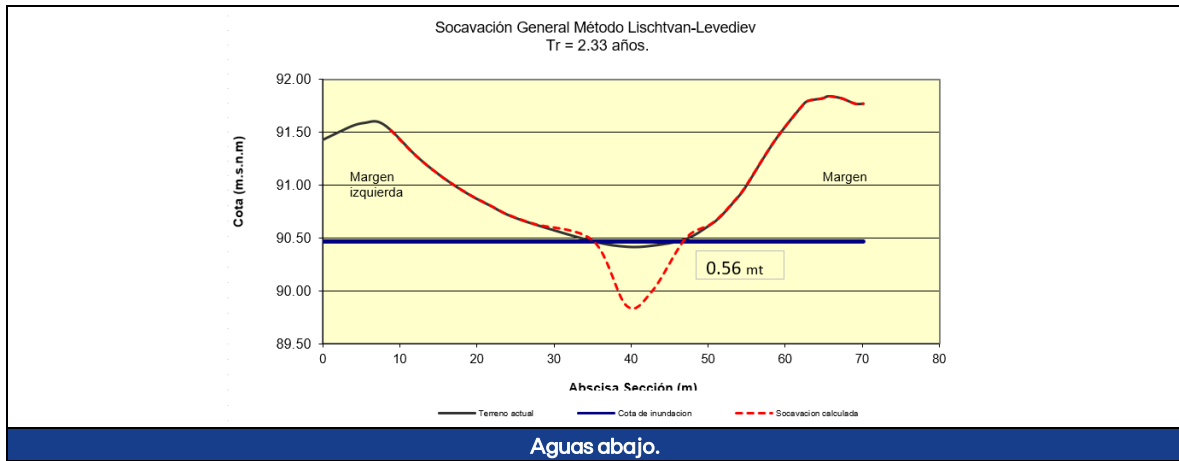
La obra genera un aumento en la profundidad y la lámina de agua, acompañado de una transición de flujo crítico a subcrítico. Este cambio estabiliza el flujo, reduce las velocidades y minimiza riesgos de erosión. Sin embargo, la expansión de la lámina de agua podría requerir monitoreo para garantizar que no se produzca acumulación de sedimentos.

Aguas Abajo:

Aunque la profundidad aumenta ligeramente, la lámina de agua y el número de Froude permanecen constantes, lo que demuestra que la obra no genera impactos negativos significativos en la dinámica del flujo aguas abajo. (Ver **Tabla 7-108**).

Tabla 7-108 Cálculo de socavación OC_52

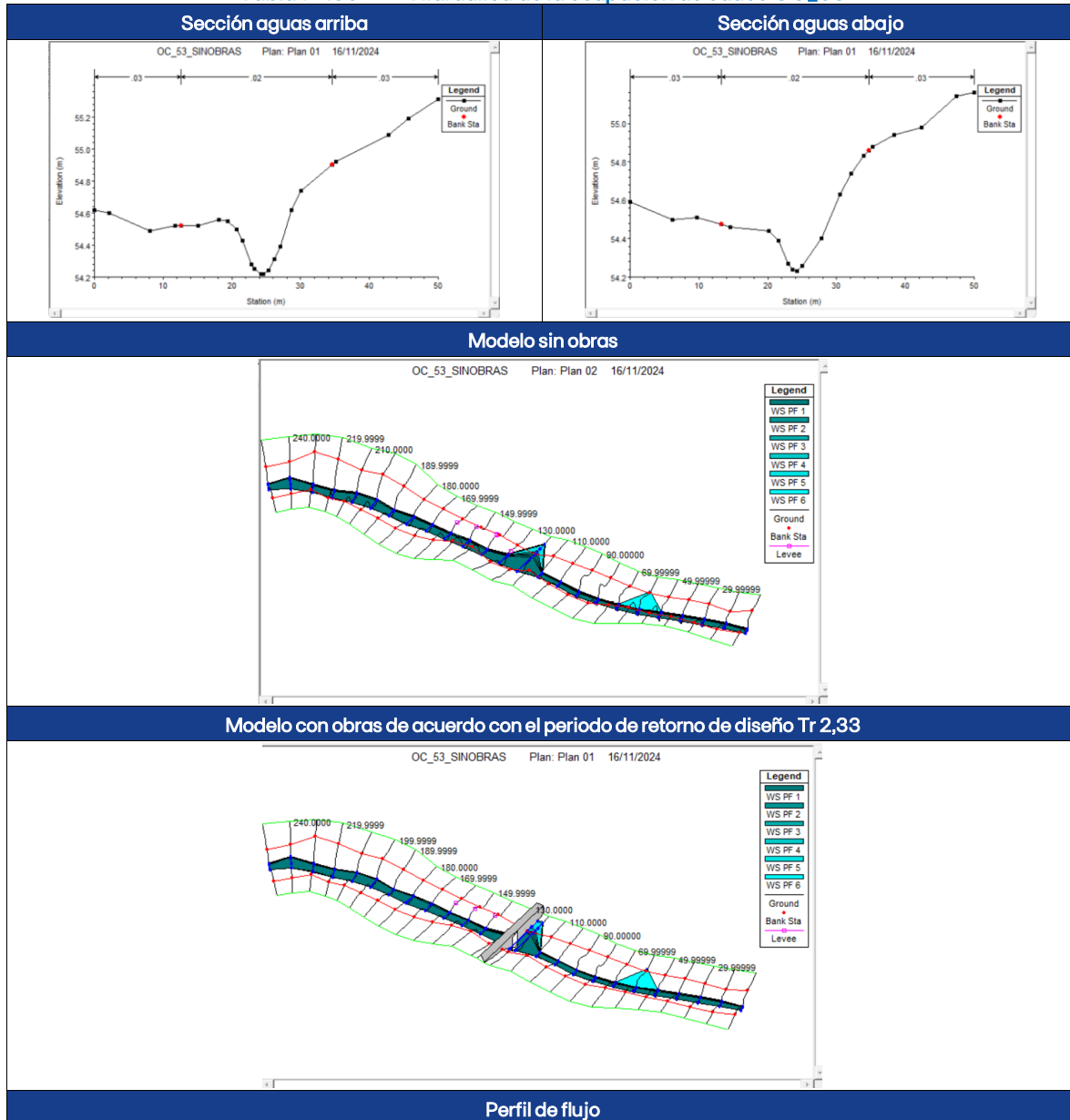


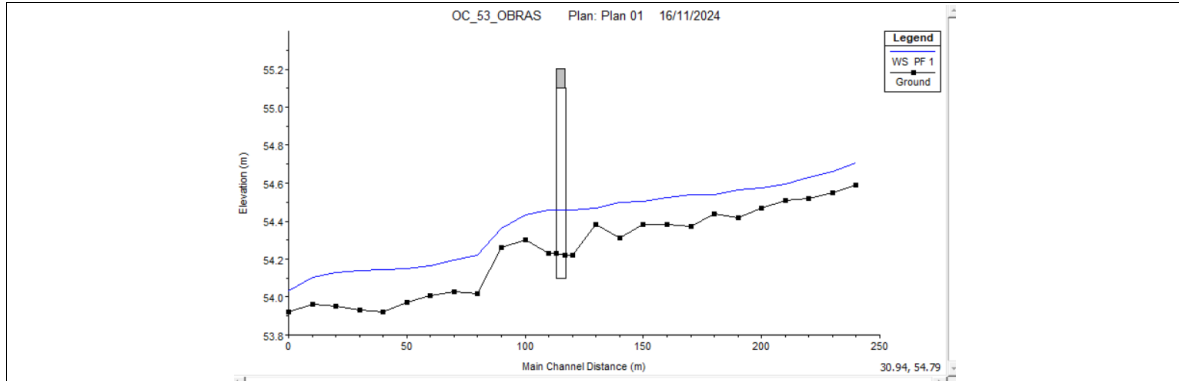


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

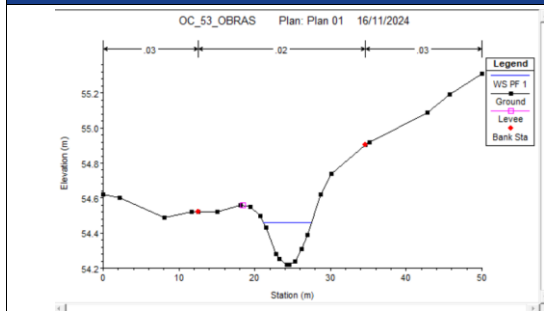
7.4.5.3.48 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_53

Tabla 7-109 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_53

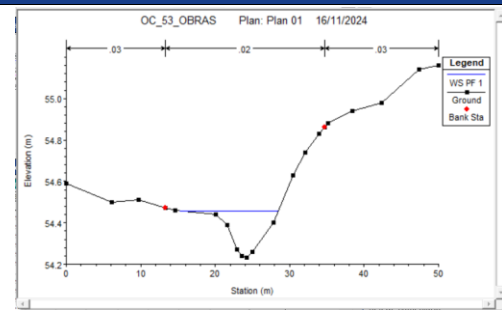




Resultados con obras sección aguas arriba con obras



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: OC53 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	130.0000	PF 1	0.15	54.22	54.46	54.30	54.46	0.000120	0.16	0.96	6.34	0.13
Reach 1	130.0000	PF 2	0.17	54.22	54.47	54.31	54.47	0.000131	0.17	1.02	6.51	0.13
Reach 1	130.0000	PF 3	0.20	54.22	54.48	54.32	54.48	0.000148	0.18	1.10	6.73	0.14
Reach 1	130.0000	PF 4	0.25	54.22	54.50	54.33	54.50	0.000175	0.20	1.22	7.06	0.16
Reach 1	130.0000	PF 5	0.29	54.22	54.51	54.34	54.51	0.000198	0.22	1.31	7.45	0.17
Reach 1	130.0000	PF 6	0.33	54.22	54.52	54.35	54.52	0.000220	0.23	1.40	7.84	0.18
Reach 1	119.9999	PF 1	0.15	54.23	54.46		54.46	0.000208	0.14	1.09	13.18	0.15
Reach 1	119.9999	PF 2	0.17	54.23	54.47		54.47	0.000213	0.14	1.22	14.62	0.15
Reach 1	119.9999	PF 3	0.20	54.23	54.48		54.48	0.000199	0.14	1.40	15.94	0.15
Reach 1	119.9999	PF 4	0.25	54.23	54.50		54.50	0.000174	0.15	1.70	17.87	0.15
Reach 1	119.9999	PF 5	0.29	54.23	54.51		54.51	0.000160	0.15	1.96	23.18	0.14
Reach 1	119.9999	PF 6	0.33	54.23	54.52		54.52	0.000149	0.16	2.25	24.56	0.14

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: OC53 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	130.0000	PF 1	0.15	54.22	54.46	54.30	54.46	0.000119	0.16	0.97	6.35	0.13
Reach 1	130.0000	PF 2	0.17	54.22	54.47	54.31	54.47	0.000130	0.17	1.03	6.52	0.13
Reach 1	130.0000	PF 3	0.20	54.22	54.48	54.32	54.48	0.000146	0.18	1.11	6.76	0.14
Reach 1	130.0000	PF 4	0.25	54.22	54.50	54.33	54.50	0.000169	0.20	1.24	7.10	0.15
Reach 1	130.0000	PF 5	0.29	54.22	54.51	54.34	54.52	0.000191	0.22	1.34	7.55	0.16
Reach 1	130.0000	PF 6	0.33	54.22	54.53	54.35	54.53	0.000209	0.23	1.43	7.97	0.17
Reach 1	125	OC53		Culvert								
Reach 1	119.9999	PF 1	0.15	54.23	54.46		54.46	0.000208	0.14	1.09	13.18	0.15
Reach 1	119.9999	PF 2	0.17	54.23	54.47		54.47	0.000213	0.14	1.22	14.62	0.15
Reach 1	119.9999	PF 3	0.20	54.23	54.48		54.48	0.000199	0.14	1.40	15.94	0.15
Reach 1	119.9999	PF 4	0.25	54.23	54.50		54.50	0.000174	0.15	1.70	17.87	0.15
Reach 1	119.9999	PF 5	0.29	54.23	54.51		54.51	0.000160	0.15	1.96	23.18	0.14
Reach 1	119.9999	PF 6	0.33	54.23	54.52		54.52	0.000149	0.16	2.25	24.56	0.14

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad permanece constante en 54,46 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas de la sección aguas arriba.

Aguas Abajo: La profundidad también se mantiene en 54,46 m, reflejando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta ligeramente de 6,34 m a 6,35 m (+0,01 m). Este cambio es insignificante y dentro de los márgenes esperados, sin afectaciones en la capacidad hidráulica.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 13,18 m, confirmando que el flujo aguas abajo no experimenta concentraciones ni expansiones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude permanece constante en 0,13 (subcrítico), indicando un flujo lento y estable, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

Aguas Abajo: El número de Froude se mantiene en 0,15 (subcrítico), lo que refleja un flujo igualmente controlado y sin cambios relevantes en la dinámica aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

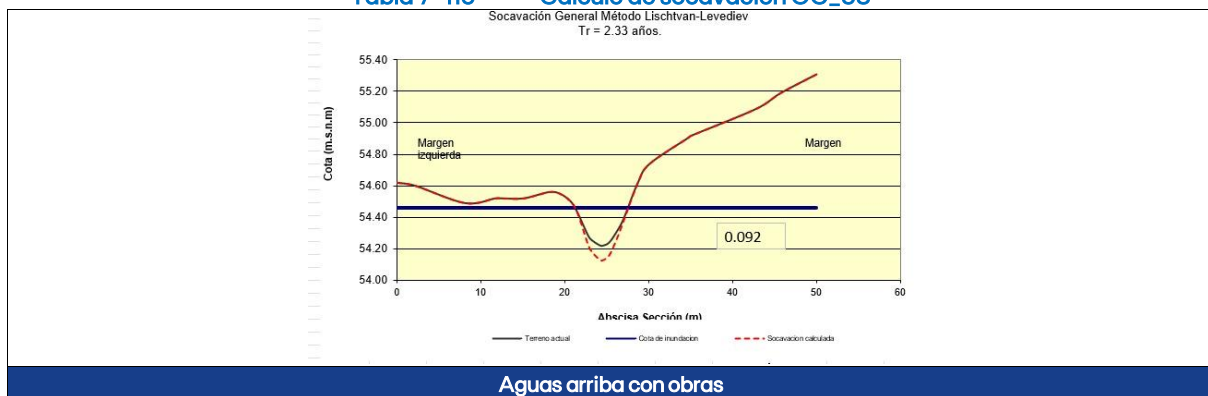
Aguas Arriba:

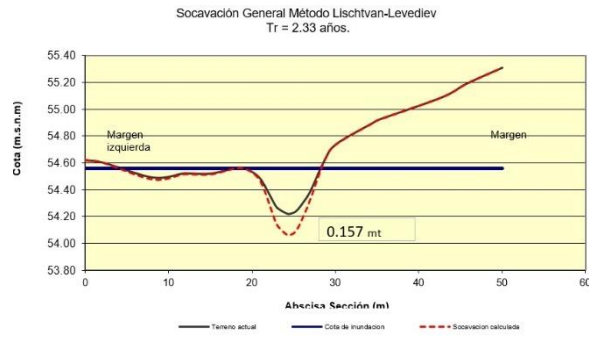
La obra no genera cambios significativos en la profundidad, el ancho de la lámina de agua ni en el número de Froude. Las condiciones hidráulicas aguas arriba se mantienen estables, garantizando un flujo controlado y sin riesgos de erosión o acumulación de sedimentos.

Aguas Abajo:

Las condiciones hidráulicas aguas abajo permanecen inalteradas, con estabilidad en la profundidad, la lámina de agua y el régimen hidráulico. Esto demuestra que la obra no afecta negativamente la dinámica del flujo en esta sección.

Tabla 7-110 Cálculo de socavación OC_53



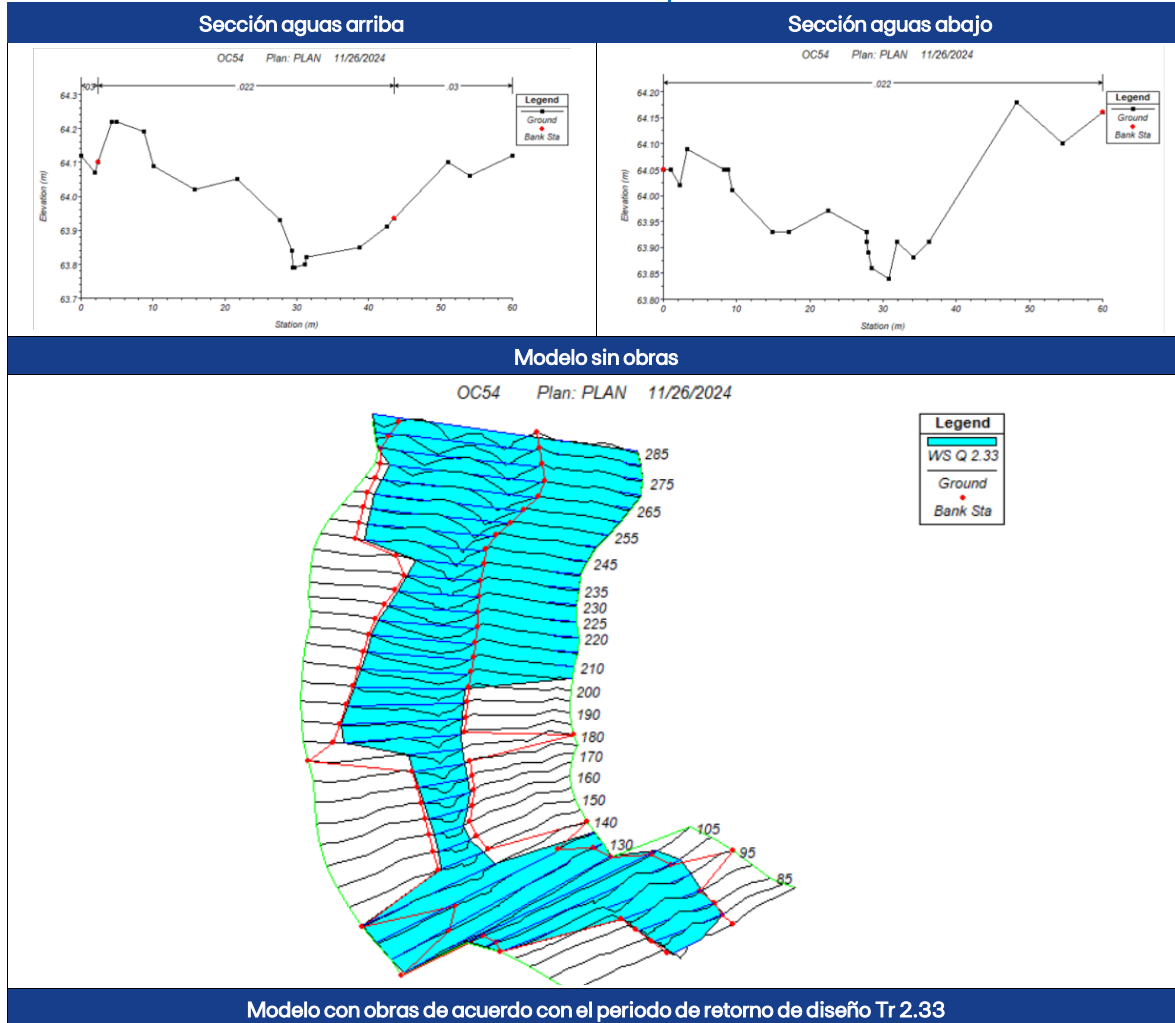


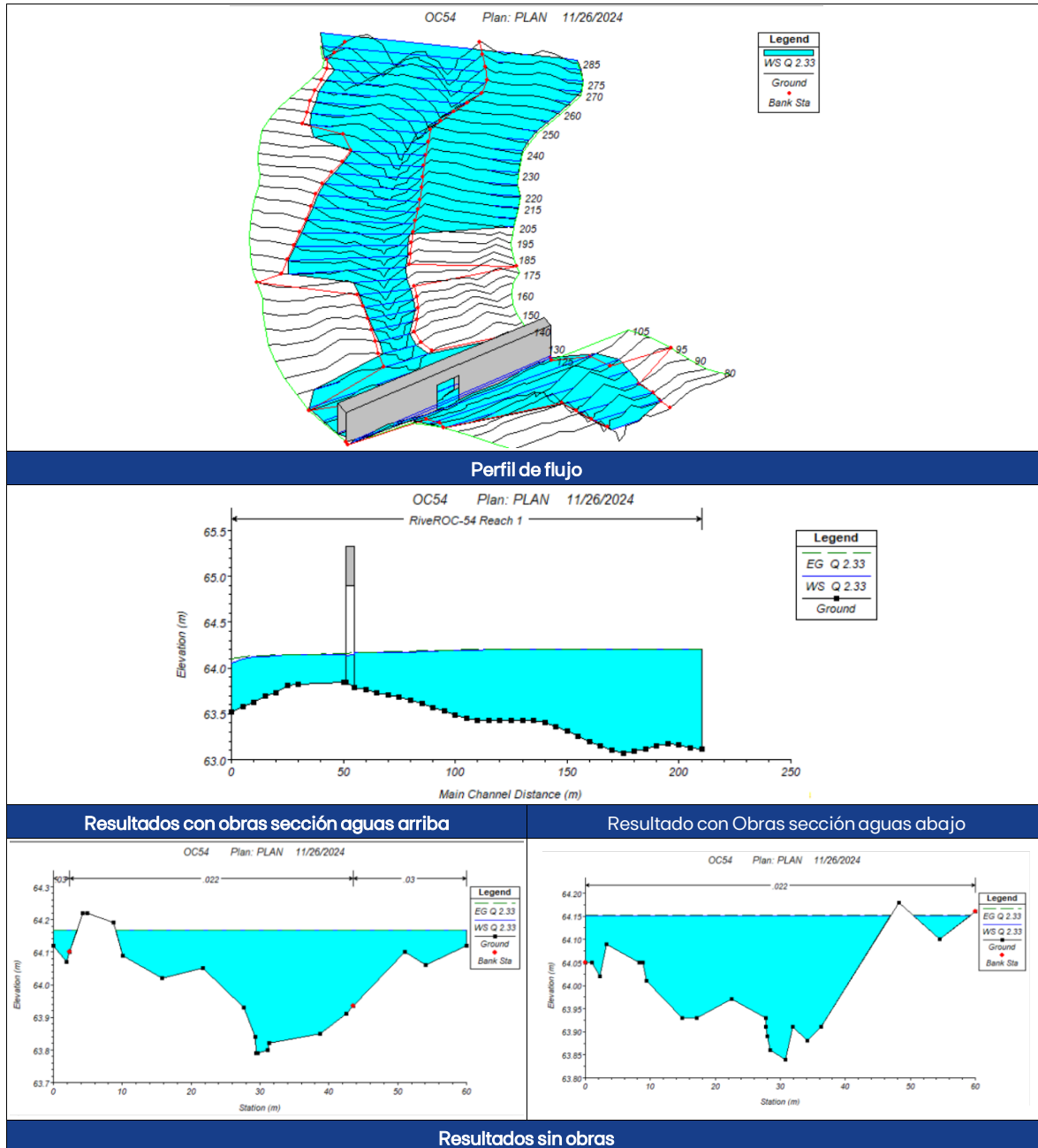
Aguas arriba sin obras

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.5.3.49 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_54

Tabla 7-111 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_54





HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: RiveROC-54 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	130	Q 2.33	1.16	63.79	64.15		64.15	0.000092	0.15	8.74	53.96	0.11
Reach 1	130	Q 5	1.37	63.79	64.18		64.18	0.000087	0.15	10.02	54.67	0.11
Reach 1	130	Q 10	1.60	63.79	64.19		64.19	0.000091	0.16	11.01	55.57	0.11
Reach 1	130	Q 25	1.95	63.79	64.22		64.22	0.000102	0.17	12.49	59.22	0.11
Reach 1	130	Q 50	2.27	63.79	64.24		64.24	0.000103	0.18	13.76	60.00	0.12
Reach 1	130	Q 100	2.65	63.79	64.26		64.26	0.000104	0.20	15.11	60.00	0.12
Reach 1	125	Q 2.33	1.16	63.84	64.15		64.15	0.000118	0.14	8.32	55.61	0.11
Reach 1	125	Q 5	1.37	63.84	64.17		64.18	0.000109	0.14	9.69	59.35	0.11
Reach 1	125	Q 10	1.60	63.84	64.19		64.19	0.000105	0.15	10.77	60.00	0.11
Reach 1	125	Q 25	1.95	63.84	64.22		64.22	0.000101	0.16	12.31	60.00	0.11
Reach 1	125	Q 50	2.27	63.84	64.24		64.24	0.000099	0.17	13.59	60.00	0.11
Reach 1	125	Q 100	2.65	63.84	64.26		64.26	0.000098	0.18	14.94	60.00	0.11

Resultados con obras

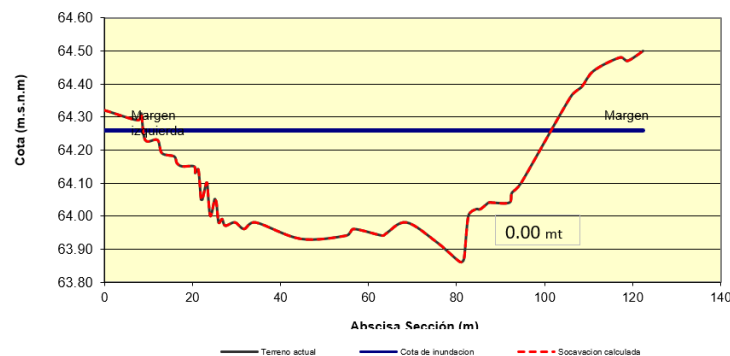
HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: RiveROC-54 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	130	Q 2.33	1.16	63.79	64.17	63.93	64.17	0.000072	0.14	9.54	54.41	0.09
Reach 1	130	Q 5	1.37	63.79	64.19	63.94	64.19	0.000068	0.14	10.97	55.45	0.09
Reach 1	130	Q 10	1.60	63.79	64.21	63.96	64.22	0.000072	0.15	12.21	58.55	0.10
Reach 1	130	Q 25	1.95	63.79	64.25	63.97	64.25	0.000070	0.15	14.14	60.00	0.10
Reach 1	130	Q 50	2.27	63.79	64.27	63.98	64.28	0.000066	0.16	15.79	60.00	0.10
Reach 1	130	Q 100	2.65	63.79	64.30	63.99	64.31	0.000063	0.17	17.65	60.00	0.09
Reach 1	129		Bridge									
Reach 1	125	Q 2.33	1.16	63.84	64.15		64.15	0.000118	0.14	8.32	55.61	0.11
Reach 1	125	Q 5	1.37	63.84	64.17		64.18	0.000109	0.14	9.69	59.35	0.11
Reach 1	125	Q 10	1.60	63.84	64.19		64.19	0.000105	0.15	10.77	60.00	0.11
Reach 1	125	Q 25	1.95	63.84	64.22		64.22	0.000101	0.16	12.31	60.00	0.11
Reach 1	125	Q 50	2.27	63.84	64.24		64.24	0.000099	0.17	13.59	60.00	0.11
Reach 1	125	Q 100	2.65	63.84	64.26		64.26	0.000098	0.18	14.94	60.00	0.11

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

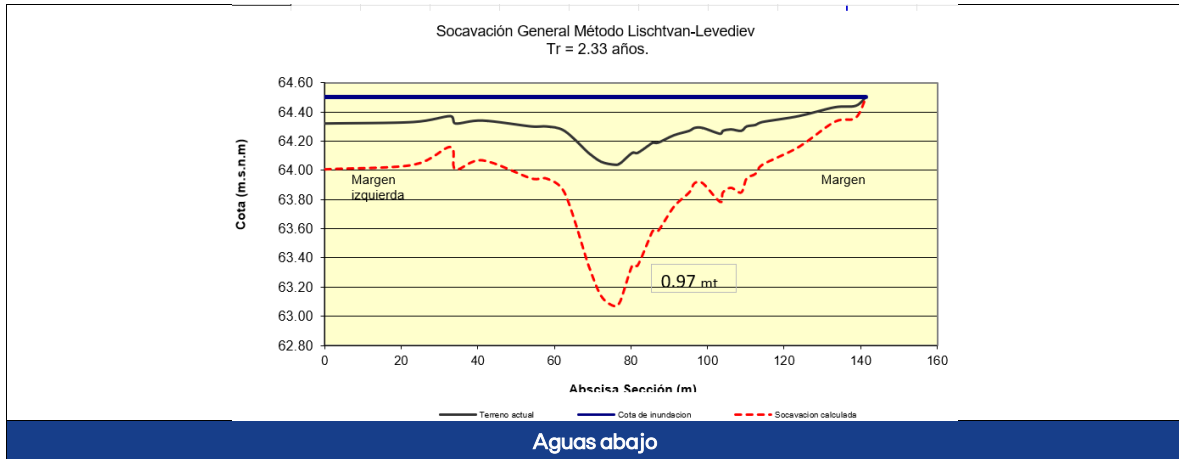
Basándonos en los análisis hidráulicos realizados, a continuación, se presenta el cálculo de la socavación general, con la cual podemos identificar las áreas de erosión y sedimentación dentro del tramo donde se proyecta la ocupación de cauce. (Ver **Tabla 7-112**).

Tabla 7-112 Cálculo de socavación OC_54

Socavación General Método Lischvan-Levediev
Tr = 2.33 años.



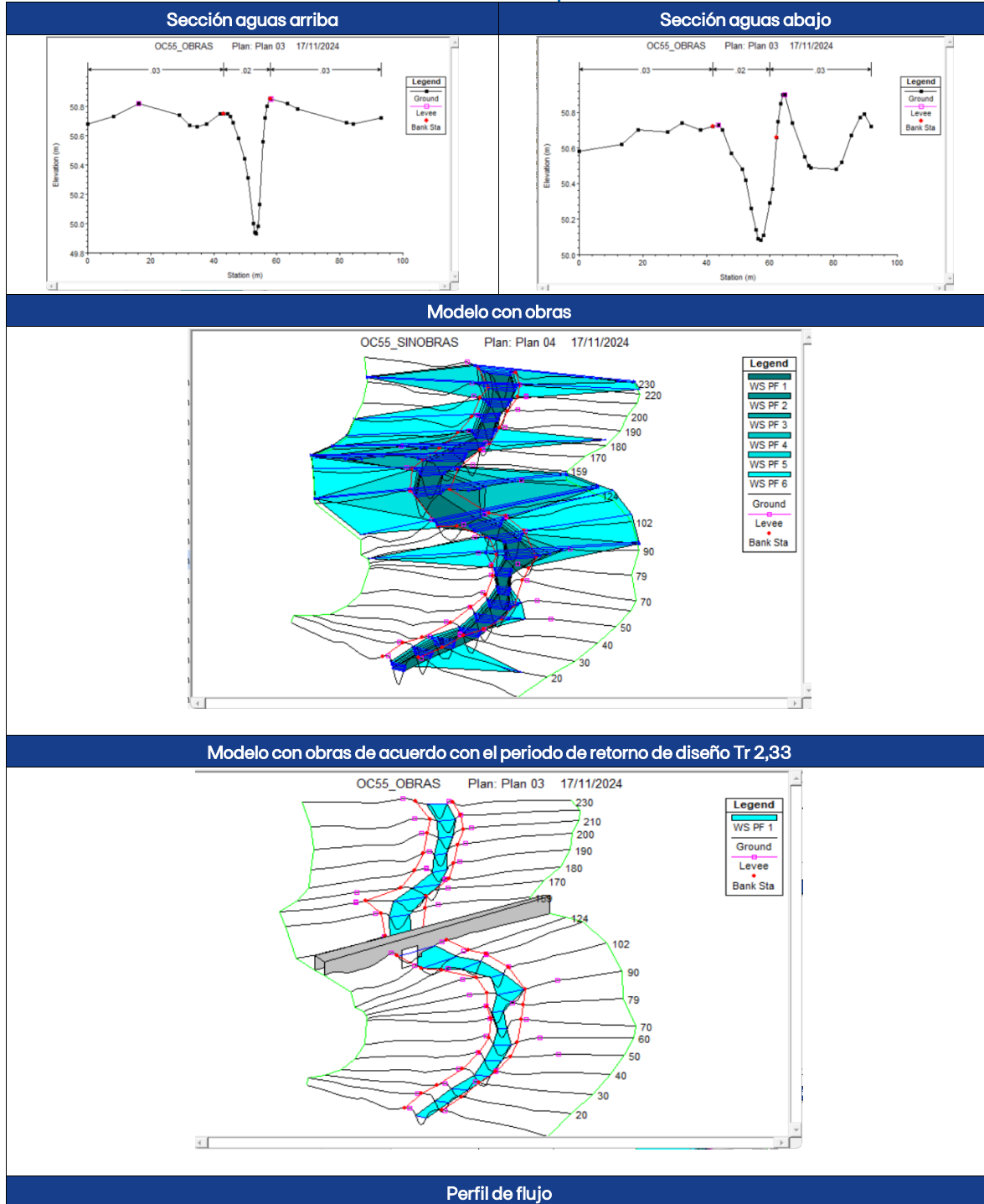
Aguas arriba

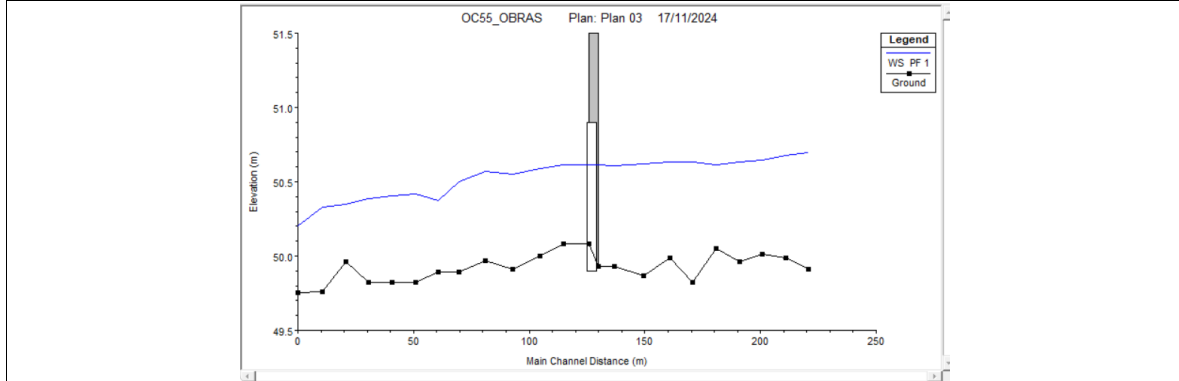


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

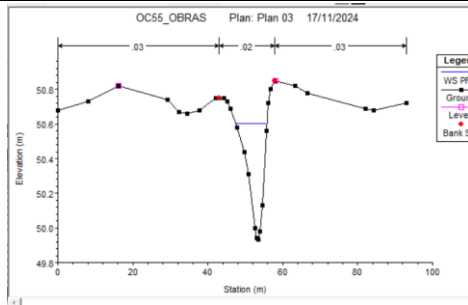
7.4.5.3.50 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_55

Tabla 7-113 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_55

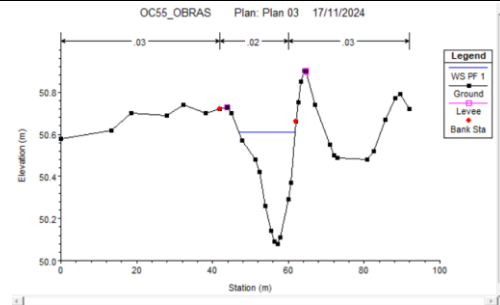




Resultados con obras sección aguas arriba con obras



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	146	PF 1	1.94	49.93	50.62	50.37	50.64	0.000809	0.68	2.87	8.56	0.37
Reach 1	146	PF 2	2.29	49.93	50.67	50.40	50.70	0.000788	0.69	3.36	13.69	0.37
Reach 1	146	PF 3	2.67	49.93	50.72	50.44	50.75	0.000734	0.68	4.31	21.42	0.36
Reach 1	146	PF 4	3.26	49.93	50.80	50.49	50.82	0.000623	0.62	6.59	37.46	0.33
Reach 1	146	PF 5	3.80	49.93	50.86	50.53	50.87	0.000275	0.44	15.27	93.00	0.22
Reach 1	146	PF 6	4.43	49.93	50.90	50.57	50.91	0.000212	0.41	19.04	93.00	0.20
Reach 1	124	PF 1	1.94	50.08	50.61	50.38	50.62	0.000572	0.49	3.98	14.90	0.30
Reach 1	124	PF 2	2.29	50.08	50.67	50.41	50.68	0.000476	0.47	4.83	16.39	0.28
Reach 1	124	PF 3	2.67	50.08	50.72	50.43	50.73	0.000414	0.46	5.76	18.19	0.26
Reach 1	124	PF 4	3.26	50.08	50.80	50.47	50.81	0.000195	0.35	13.12	62.97	0.18
Reach 1	124	PF 5	3.80	50.08	50.86	50.50	50.86	0.000137	0.32	16.78	63.47	0.16
Reach 1	124	PF 6	4.43	50.08	50.90	50.53	50.91	0.000075	0.25	27.40	91.90	0.12

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC55_OBRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	146	PF 1	1.94	49.93	50.65	50.37	50.67	0.000641	0.61	3.17	9.24	0.33
Reach 1	146	PF 2	2.29	49.93	50.72	50.40	50.73	0.000575	0.60	4.13	20.26	0.32
Reach 1	146	PF 3	2.67	49.93	50.78	50.44	50.80	0.000517	0.55	5.89	34.13	0.30
Reach 1	146	PF 4	3.26	49.93	50.88	50.49	50.89	0.000151	0.34	17.14	93.00	0.17
Reach 1	146	PF 5	3.80	49.93	50.96	50.53	50.96	0.000084	0.28	23.85	93.00	0.13
Reach 1	146	PF 6	4.43	49.93	51.02	50.57	51.02	0.000059	0.26	29.84	93.00	0.11
Reach 1	137	OC55	Culvert									
Reach 1	124	PF 1	1.94	50.08	50.61	50.38	50.62	0.000572	0.49	3.98	14.90	0.30
Reach 1	124	PF 2	2.29	50.08	50.67	50.41	50.68	0.000476	0.47	4.83	16.39	0.28
Reach 1	124	PF 3	2.67	50.08	50.72	50.43	50.73	0.000414	0.46	5.76	18.19	0.26
Reach 1	124	PF 4	3.26	50.08	50.80	50.47	50.81	0.000195	0.35	13.12	62.97	0.18
Reach 1	124	PF 5	3.80	50.08	50.86	50.50	50.86	0.000137	0.32	16.78	63.47	0.16
Reach 1	124	PF 6	4.43	50.08	50.90	50.53	50.91	0.000075	0.25	27.40	91.90	0.12

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 50,62 m a 50,65 m (+0,03 m) tras la obra, reflejando un respaldo hidráulico leve y manejable, sin riesgos de inundación ni alteraciones significativas en la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 50,61 m, indicando que la obra no genera alteraciones aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 8,56 m a 9,24 m (+0,68 m), mostrando una expansión moderada y manejable asociada a la estabilización del flujo aguas arriba.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 14,90 m, reflejando que el flujo aguas abajo se mantiene bien distribuido y sin concentraciones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 0,37 (subcrítico) a 0,33 (subcrítico), indicando un flujo más estable y con menor velocidad, lo que minimiza riesgos de erosión aguas arriba.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,30 (subcrítico), reflejando un flujo lento y estable aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

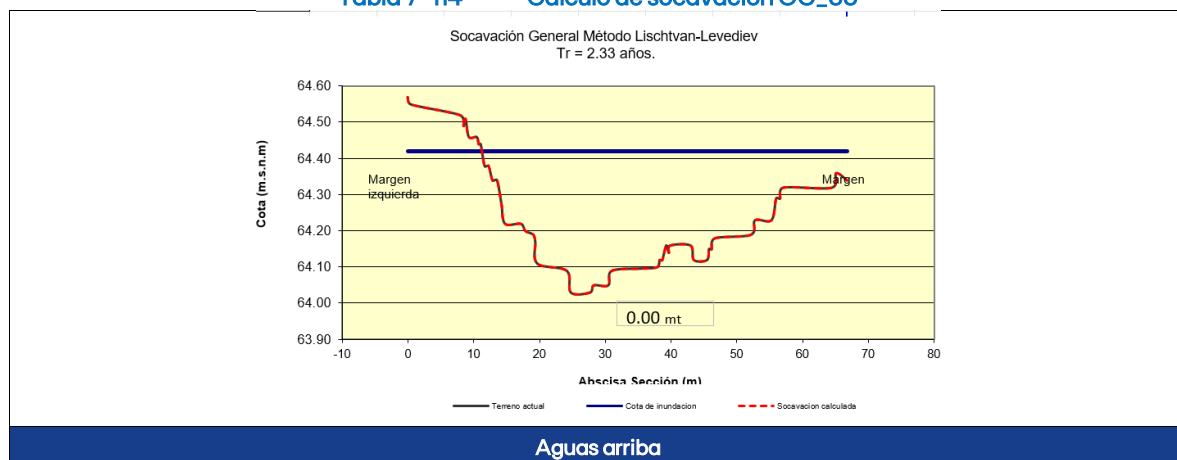
Aguas Arriba:

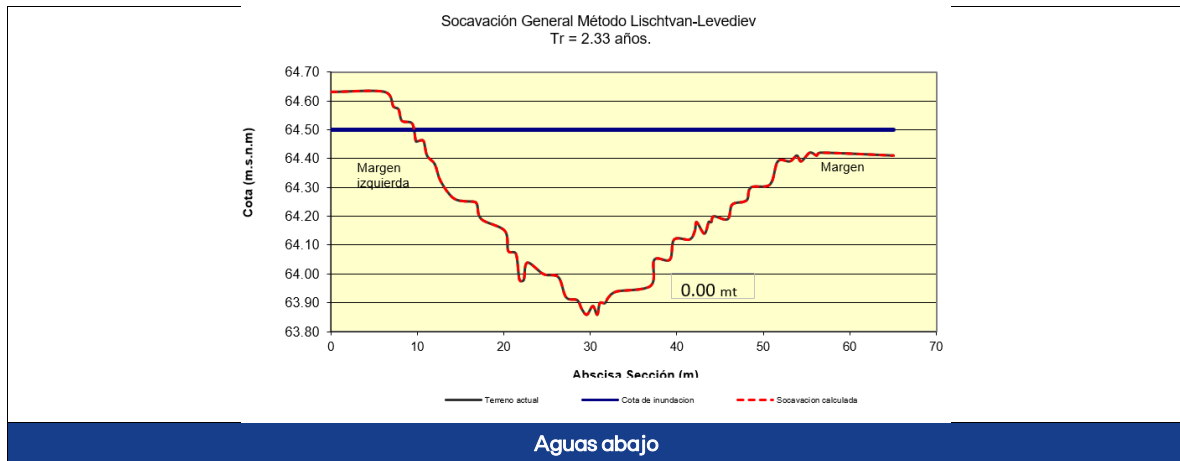
La obra genera un leve incremento en la profundidad y la lámina de agua, acompañado de una disminución en el número de Froude. Esto estabiliza el flujo y reduce las velocidades, minimizando riesgos de erosión en esta sección.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas, con estabilidad en la profundidad, la lámina de agua y el régimen hidráulico. Esto demuestra que la obra no afecta negativamente la dinámica del flujo aguas abajo. (Ver **Tabla 7-114**).

Tabla 7-114 Cálculo de socavación OC_55

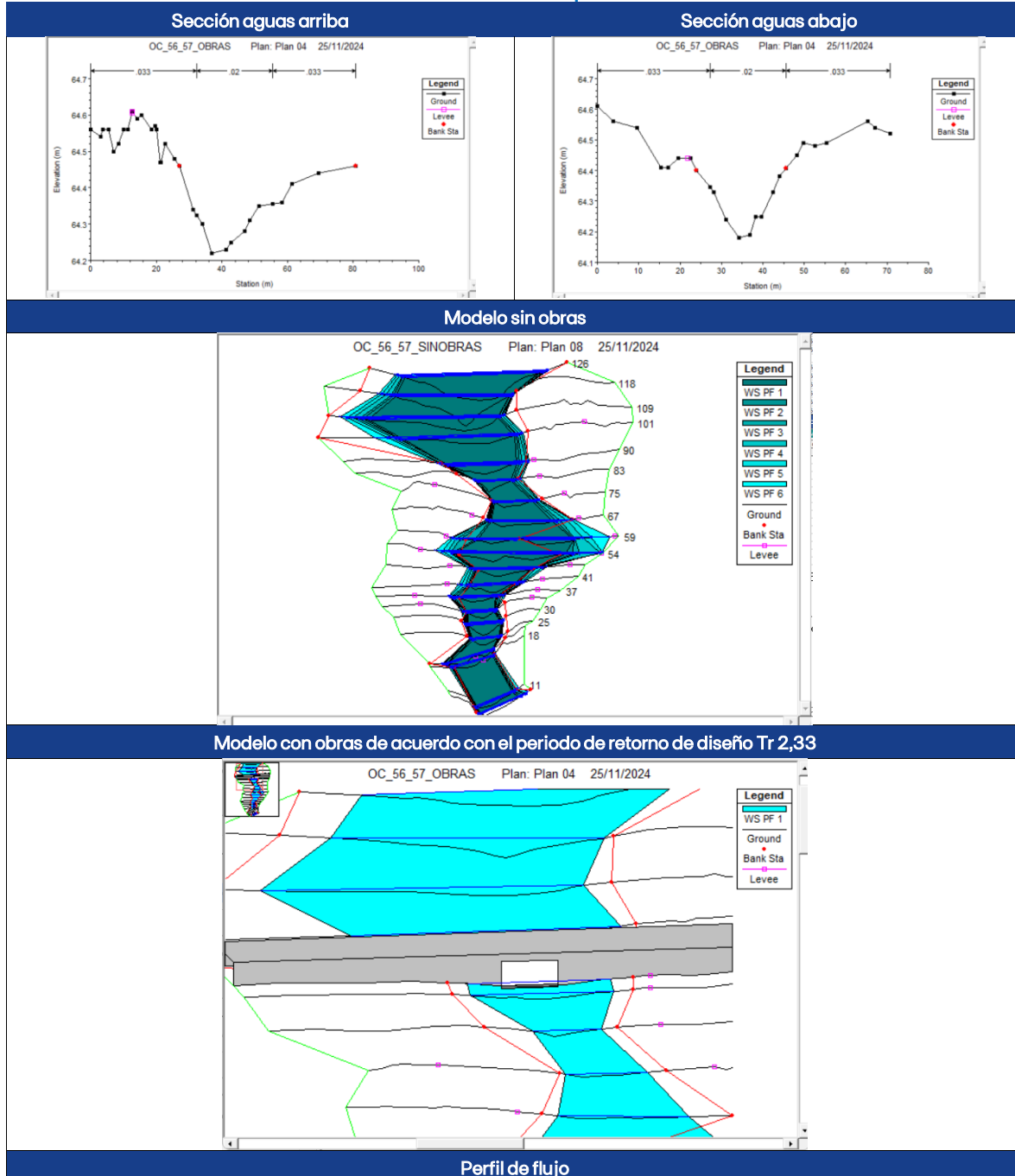


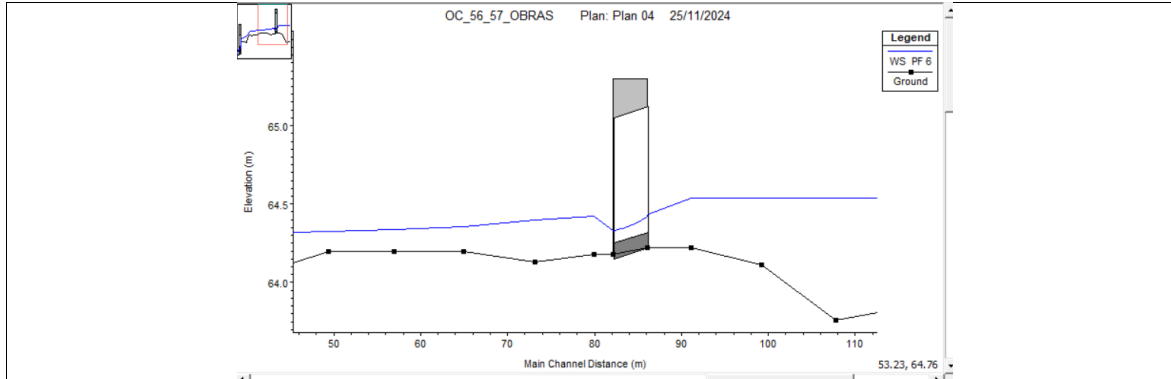


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

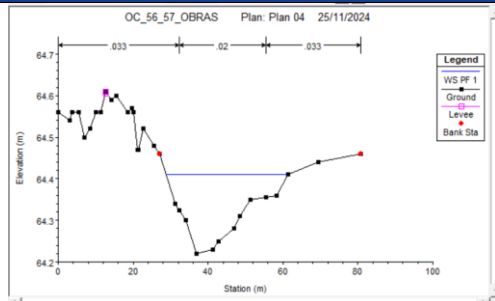
7.4.5.3.51 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_56

Tabla 7-115 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_56

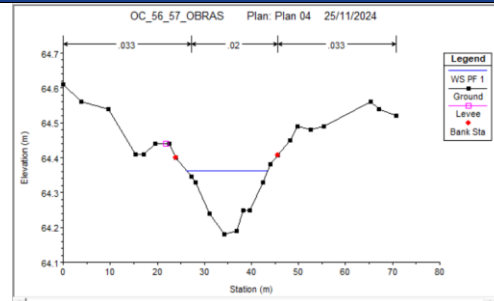




Resultados con obras sección aguas arriba con obras



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 08 River: OC56_57 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	101	PF 1	0.34	64.22	64.37	64.29	64.37	0.000372	0.18	1.94	28.36	0.21
Reach 1	101	PF 2	0.41	64.22	64.38	64.30	64.38	0.000333	0.18	2.29	29.54	0.20
Reach 1	101	PF 3	0.47	64.22	64.39	64.30	64.39	0.000310	0.18	2.58	30.46	0.20
Reach 1	101	PF 4	0.58	64.22	64.40	64.31	64.41	0.000284	0.19	3.09	32.01	0.19
Reach 1	101	PF 5	0.67	64.22	64.42	64.31	64.42	0.000275	0.19	3.47	34.23	0.19
Reach 1	101	PF 6	0.78	64.22	64.43	64.32	64.43	0.000271	0.20	3.92	38.04	0.20
Reach 1	90	PF 1	0.34	64.18	64.36	64.27	64.36	0.000291	0.19	1.76	17.19	0.19
Reach 1	90	PF 2	0.41	64.18	64.37	64.27	64.38	0.000303	0.21	1.98	18.31	0.20
Reach 1	90	PF 3	0.47	64.18	64.38	64.28	64.39	0.000315	0.22	2.16	19.28	0.21
Reach 1	90	PF 4	0.58	64.18	64.40	64.29	64.40	0.000340	0.23	2.48	21.20	0.22
Reach 1	90	PF 5	0.67	64.18	64.41	64.29	64.41	0.000352	0.25	2.73	22.30	0.22
Reach 1	90	PF 6	0.78	64.18	64.42	64.30	64.43	0.000359	0.26	3.00	23.45	0.22

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC56_57 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	101	PF 1	0.34	64.22	64.41	64.29	64.41	0.000081	0.10	3.30	32.66	0.10
Reach 1	101	PF 2	0.41	64.22	64.42	64.30	64.42	0.000084	0.11	3.74	36.63	0.11
Reach 1	101	PF 3	0.47	64.22	64.43	64.30	64.43	0.000085	0.11	4.15	39.87	0.11
Reach 1	101	PF 4	0.58	64.22	64.45	64.31	64.45	0.000085	0.12	4.95	48.92	0.12
Reach 1	101	PF 5	0.67	64.22	64.47	64.31	64.47	0.000083	0.12	5.69	54.15	0.12
Reach 1	101	PF 6	0.78	64.22	64.54	64.32	64.54	0.000028	0.08	10.00	60.46	0.06
Reach 1	94	OC56	Culvert									
Reach 1	90	PF 1	0.34	64.18	64.36	64.27	64.36	0.000291	0.19	1.76	17.19	0.19
Reach 1	90	PF 2	0.41	64.18	64.37	64.27	64.38	0.000303	0.21	1.98	18.31	0.20
Reach 1	90	PF 3	0.47	64.18	64.38	64.28	64.39	0.000315	0.22	2.16	19.28	0.21
Reach 1	90	PF 4	0.58	64.18	64.40	64.29	64.40	0.000340	0.23	2.48	21.20	0.22
Reach 1	90	PF 5	0.67	64.18	64.41	64.29	64.41	0.000352	0.25	2.73	22.30	0.22
Reach 1	90	PF 6	0.78	64.18	64.42	64.30	64.43	0.000359	0.26	3.00	23.45	0.22

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 64,37 m a 64,41 m (+0,04 m) tras la obra. Este incremento es leve y manejable, sin generar riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica aguas arriba.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 64,36 m, lo que refleja que la obra no altera las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 28,36 m a 32,66 m (+4,30 m), mostrando una expansión significativa asociada a la reducción en el número de Froude. Este cambio es controlado, pero podría requerir monitoreo para evitar acumulación de sedimentos.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 17,19 m, indicando que el flujo aguas abajo no experimenta concentraciones ni expansiones significativas tras la obra.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 0,21 (subcrítico) a 0,10 (subcrítico), estabilizando aún más el flujo aguas arriba, con una reducción de velocidad que minimiza riesgos de erosión.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,19 (subcrítico), reflejando un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

Aguas Arriba:

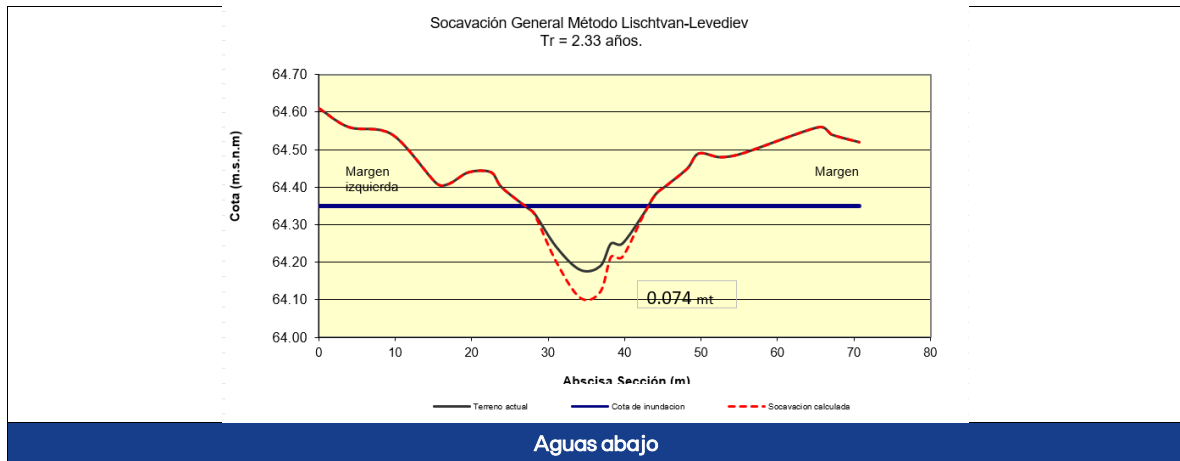
La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión significativa de la lámina de agua, acompañado de una notable disminución en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba, reducen las velocidades y minimizan riesgos de erosión, aunque podrían favorecer la acumulación de sedimentos en esta zona.

Aguas Abajo:

Las condiciones hidráulicas aguas abajo permanecen estables, sin alteraciones en la profundidad, el ancho de la lámina de agua ni el número de Froude. Esto asegura que la obra no afecta negativamente la dinámica del flujo aguas abajo. (Ver **Tabla 7-116**).

Tabla 7-116 Cálculo de socavación OC_56

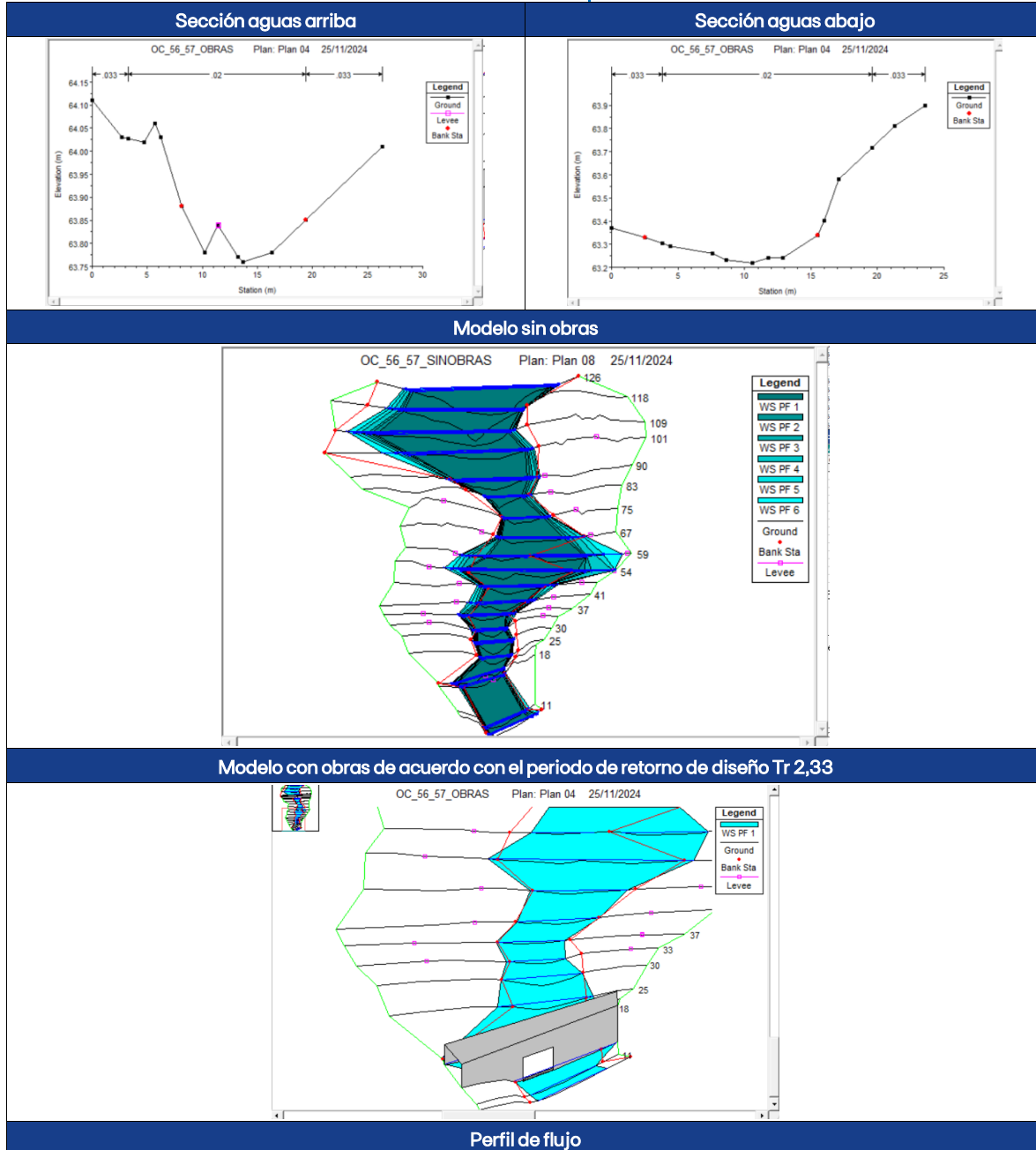


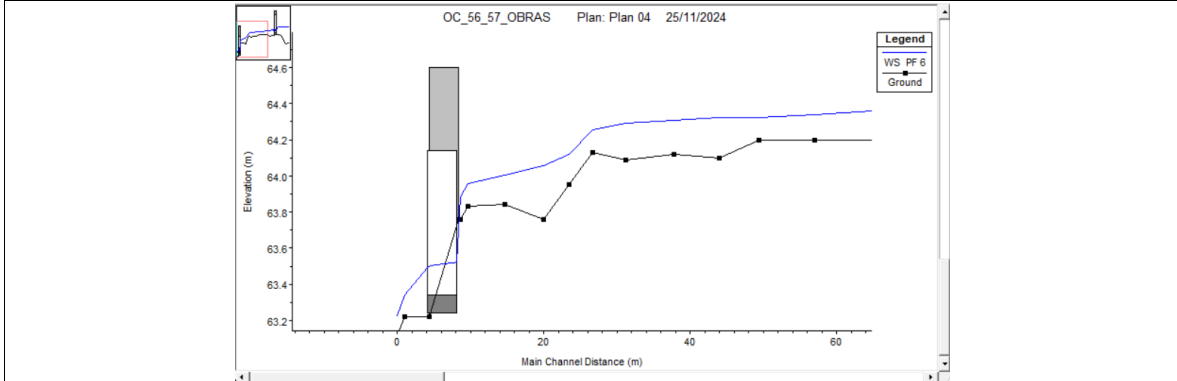


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

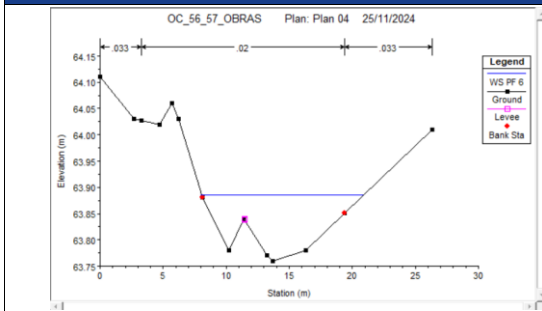
7.4.5.3.52 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_57

Tabla 7-117 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_57

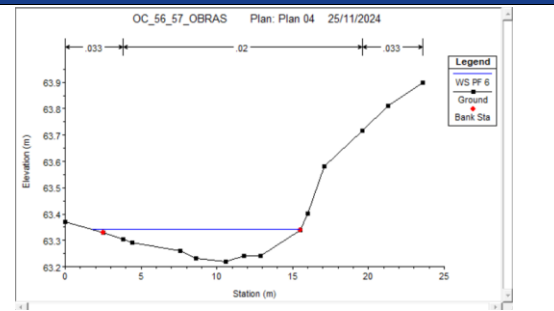




Resultados con obras sección aguas arriba con obras



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 09 River: OC56_57 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	18	PF 1	0.36	63.76	63.85	63.85	63.87	0.010858	0.70	0.52	10.48	1.01
Reach 1	18	PF 2	0.43	63.76	63.85	63.85	63.88	0.010950	0.74	0.58	10.85	1.03
Reach 1	18	PF 3	0.50	63.76	63.86	63.86	63.89	0.009258	0.75	0.67	11.40	0.96
Reach 1	18	PF 4	0.61	63.76	63.87	63.87	63.90	0.009946	0.82	0.75	11.82	1.01
Reach 1	18	PF 5	0.71	63.76	63.88	63.88	63.91	0.009478	0.86	0.84	12.32	1.01
Reach 1	18	PF 6	0.83	63.76	63.89	63.89	63.93	0.008641	0.88	0.96	12.88	0.98
Reach 1	11	PF 1	0.36	63.22	63.30	63.30	63.33	0.010642	0.69	0.52	10.81	1.00
Reach 1	11	PF 2	0.43	63.22	63.31	63.31	63.34	0.010010	0.72	0.60	11.30	1.00
Reach 1	11	PF 3	0.50	63.22	63.32	63.32	63.35	0.009810	0.75	0.67	11.73	1.01
Reach 1	11	PF 4	0.61	63.22	63.33	63.33	63.36	0.009084	0.78	0.78	12.43	1.00
Reach 1	11	PF 5	0.71	63.22	63.33	63.33	63.37	0.009166	0.82	0.86	12.94	1.01
Reach 1	11	PF 6	0.83	63.22	63.34	63.34	63.38	0.008709	0.85	0.98	13.69	0.99

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC56_57 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	18	PF 1	0.36	63.76	64.11	63.85	64.11	0.000014	0.09	5.32	26.22	0.05
Reach 1	18	PF 2	0.43	63.76	64.13	63.85	64.13	0.000015	0.09	5.87	26.30	0.05
Reach 1	18	PF 3	0.50	63.76	64.15	63.86	64.15	0.000016	0.10	6.39	26.30	0.05
Reach 1	18	PF 4	0.61	63.76	64.18	63.87	64.18	0.000017	0.11	7.17	26.30	0.06
Reach 1	18	PF 5	0.71	63.76	64.20	63.88	64.20	0.000018	0.12	7.84	26.30	0.06
Reach 1	18	PF 6	0.83	63.76	64.23	63.89	64.23	0.000019	0.12	8.60	26.30	0.06
Reach 1	15	OC57	Culvert									
Reach 1	11	PF 1	0.36	63.22	63.30	63.30	63.33	0.010642	0.69	0.52	10.81	1.00
Reach 1	11	PF 2	0.43	63.22	63.31	63.31	63.34	0.010010	0.72	0.60	11.30	1.00
Reach 1	11	PF 3	0.50	63.22	63.32	63.32	63.35	0.009810	0.75	0.67	11.73	1.01
Reach 1	11	PF 4	0.61	63.22	63.33	63.33	63.36	0.009084	0.78	0.78	12.43	1.00
Reach 1	11	PF 5	0.71	63.22	63.33	63.33	63.37	0.009166	0.82	0.86	12.94	1.01
Reach 1	11	PF 6	0.83	63.22	63.34	63.34	63.38	0.008709	0.85	0.98	13.69	0.99

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta significativamente de 63,85 m a 64,11 m (+0,26 m) tras la obra, reflejando un respaldo hidráulico considerable asociado al cambio en la dinámica del flujo. Aunque este cambio es notable, se encuentra dentro de los parámetros de diseño y no genera riesgos inmediatos de inundación.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 63,30 m, lo que indica que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua se expande considerablemente de 10,48 m a 26,22 m (+15,74 m), mostrando una redistribución importante del flujo, asociada a la transición hacia un régimen más estable. Este cambio podría favorecer acumulación de sedimentos en esta sección.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 10,81 m, lo que sugiere que el flujo aguas abajo no experimenta concentraciones ni expansiones significativas tras la obra.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye drásticamente de 1,00 (crítico) a 0,05 (subcrítico), estabilizando el flujo y reduciendo drásticamente las velocidades. Este cambio minimiza riesgos de erosión, pero podría favorecer la sedimentación.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), lo que refleja un flujo dinámico pero estable aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

Aguas Arriba:

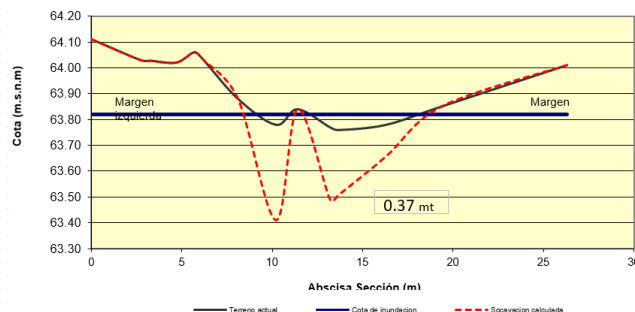
La obra genera un incremento notable en la profundidad y una expansión significativa de la lámina de agua, acompañada de un cambio en el régimen hidráulico de crítico a subcrítico. Estos cambios estabilizan el flujo y reducen las velocidades, minimizando riesgos de erosión. Sin embargo, el aumento en la expansión y la baja dinámica del flujo podrían favorecer la acumulación de sedimentos, lo que requiere monitoreo.

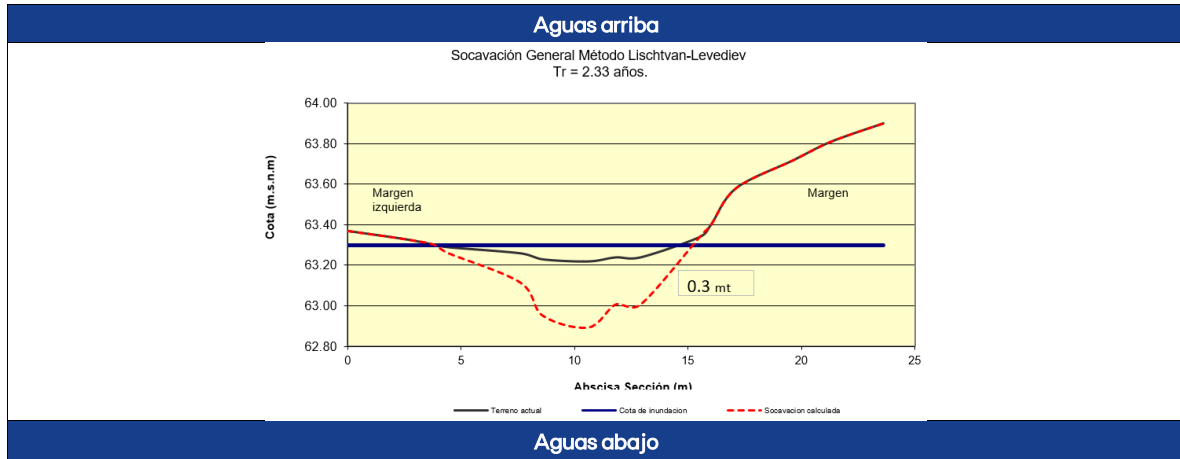
Aguas Abajo:

Las condiciones hidráulicas aguas abajo permanecen estables en términos de profundidad, ancho de la lámina de agua y número de Froude, lo que demuestra que la obra no afecta negativamente la dinámica del flujo en esta sección. (Ver [Tabla 7-118](#)).

Tabla 7-118 Cálculo de socavación OC_57

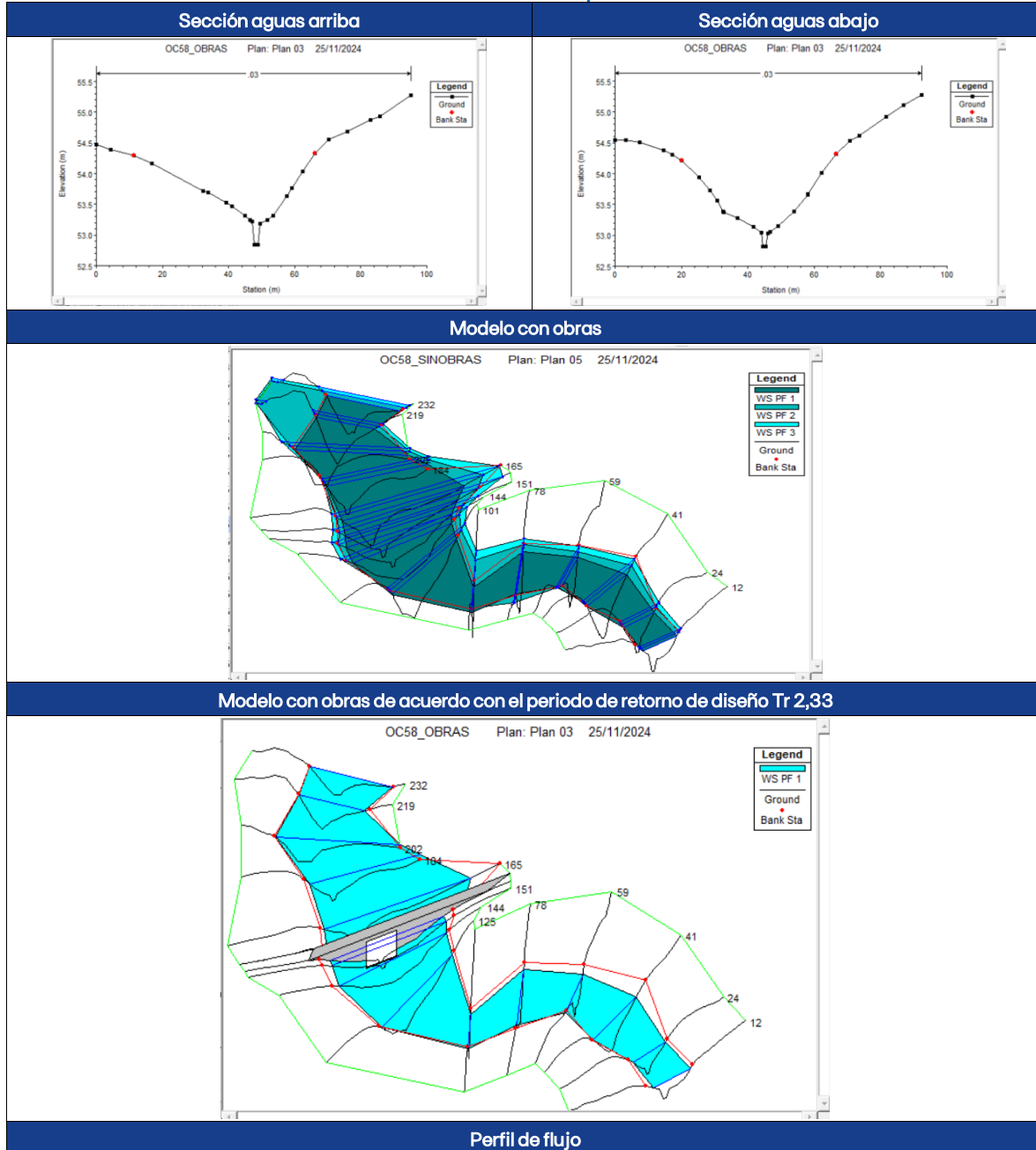
Socavación General Método Lischvan-Levediev
Tr = 2,33 años.



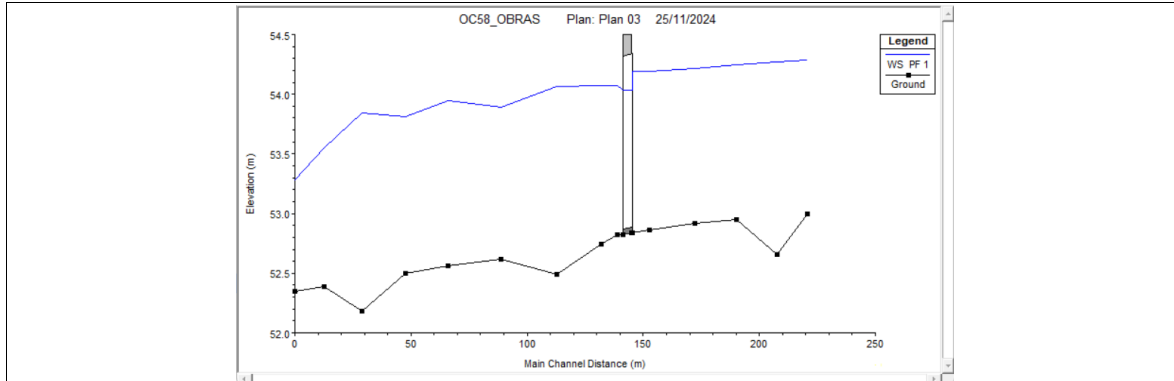


7.4.5.3.53 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_58

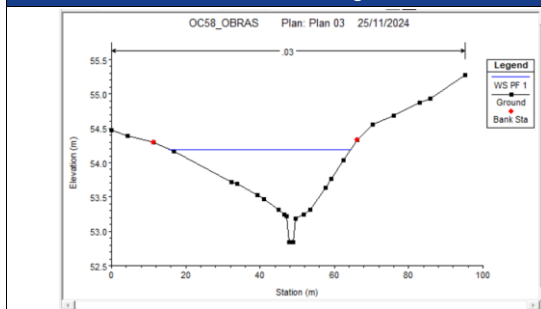
Tabla 7-119 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_58



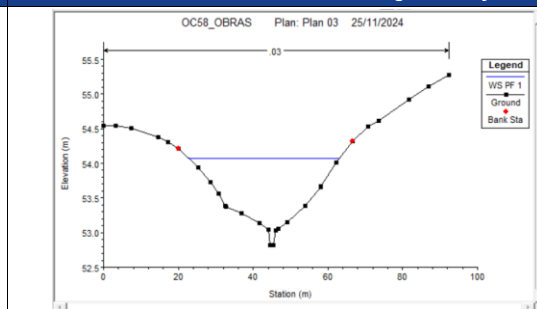
Perfil de flujo



Resultados con obras sección aguas arriba con obras



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC58 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	157	PF 1	16.40	52.90	54.07		54.11	0.001271	0.93	20.13	42.86	0.36
Reach 1	157	PF 2	23.10	52.90	54.27		54.31	0.000904	0.93	29.82	53.29	0.31
Reach 1	157	PF 3	29.60	52.90	54.43		54.46	0.000778	0.96	38.91	65.54	0.30
Reach 1	157	PF 4	40.30	52.90	54.64		54.68	0.000600	0.95	54.02	74.15	0.27
Reach 1	157	PF 5	50.40	52.90	54.81		54.84	0.000521	0.96	66.91	80.64	0.26
Reach 1	157	PF 6	62.40	52.90	54.96		55.00	0.000495	1.00	79.64	86.65	0.25
Reach 1	151	PF 1	16.40	52.89	54.08		54.10	0.000586	0.72	25.20	40.58	0.25
Reach 1	151	PF 2	23.10	52.89	54.28		54.30	0.000518	0.78	33.96	47.69	0.24
Reach 1	151	PF 3	29.60	52.89	54.43		54.46	0.000506	0.84	41.78	56.63	0.25
Reach 1	151	PF 4	40.30	52.89	54.64		54.67	0.000478	0.91	55.90	74.36	0.25
Reach 1	151	PF 5	50.40	52.89	54.81		54.84	0.000438	0.94	68.61	78.70	0.24
Reach 1	151	PF 6	62.40	52.89	54.96		55.00	0.000432	0.99	80.85	82.73	0.24

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC58 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	157	PF 1	16.40	52.90	54.34	53.77	54.36	0.000340	0.60	33.60	58.54	0.19
Reach 1	157	PF 2	23.10	52.90	54.62	53.86	54.63	0.000218	0.57	52.06	72.90	0.16
Reach 1	157	PF 3	29.60	52.90	54.73	53.94	54.74	0.000236	0.62	60.65	77.73	0.17
Reach 1	157	PF 4	40.30	52.90	54.87	54.06	54.89	0.000274	0.72	71.81	82.84	0.19
Reach 1	157	PF 5	50.40	52.90	54.97	54.15	54.99	0.000314	0.80	80.47	86.92	0.20
Reach 1	157	PF 6	62.40	52.90	55.07	54.25	55.10	0.000356	0.89	89.61	89.81	0.22
Reach 1	154	OC59	Culvert									
Reach 1	151	PF 1	16.40	52.89	54.08		54.10	0.000586	0.72	25.20	40.58	0.25
Reach 1	151	PF 2	23.10	52.89	54.28		54.30	0.000518	0.78	33.96	47.69	0.24
Reach 1	151	PF 3	29.60	52.89	54.43		54.46	0.000506	0.84	41.78	56.63	0.25
Reach 1	151	PF 4	40.30	52.89	54.64		54.67	0.000478	0.91	55.90	74.36	0.25
Reach 1	151	PF 5	50.40	52.89	54.81		54.84	0.000438	0.94	68.61	78.70	0.24
Reach 1	151	PF 6	62.40	52.89	54.96		55.00	0.000432	0.99	80.85	82.73	0.24

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta de 54,07 m a 54,34 m (+0,27 m), reflejando un leve respaldo hidráulico que no compromete la estabilidad hidráulica ni genera riesgos de inundación.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 54,08 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 42,86 m a 58,54 m (+0,06 m), lo que refleja una expansión controlada del flujo aguas arriba, dentro de los parámetros de diseño.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 40,58 m, confirmando que el flujo aguas abajo no experimenta alteraciones en la distribución.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 0,36 (subcrítico) a 0,19 (subcrítico), indicando un flujo más dinámico, pero aún estable, sin riesgos significativos de erosión o inestabilidad.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece en rango de 0,24 y 0,25 (subcrítico), reflejando un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

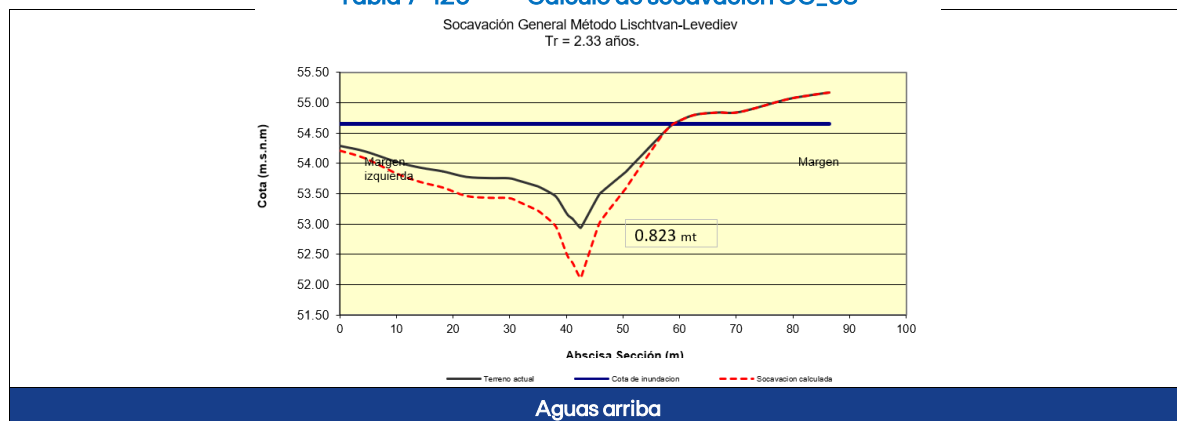
Aguas Arriba:

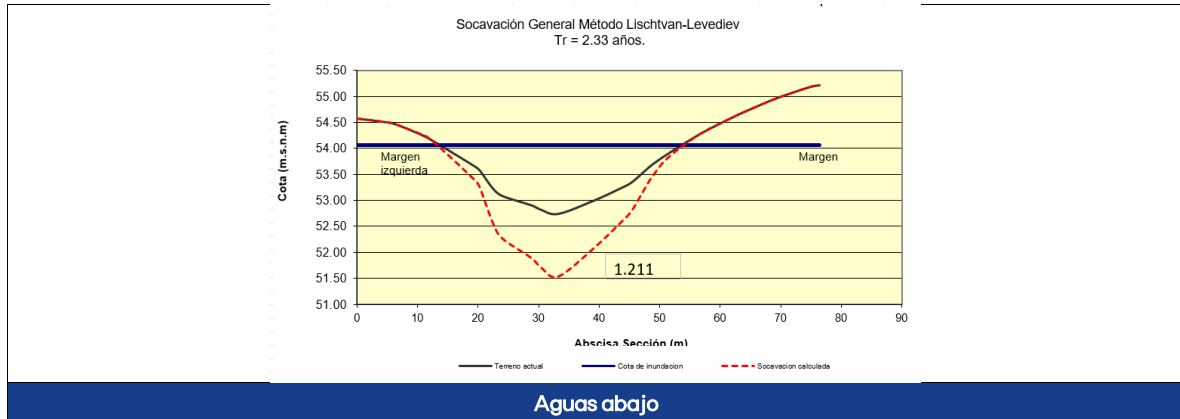
Los cambios en profundidad, ancho de lámina de agua y número de Froude son controlados. La obra genera una ligera estabilización del flujo aguas arriba, sin comprometer la estabilidad del sistema ni generar riesgos de erosión.

Aguas Abajo:

Las condiciones hidráulicas aguas abajo permanecen inalteradas, con estabilidad en la profundidad, la lámina de agua y el número de Froude, lo que asegura que la obra no afecta negativamente la dinámica del flujo. (Ver **Tabla 7-120**).

Tabla 7-120 Cálculo de socavación OC_58

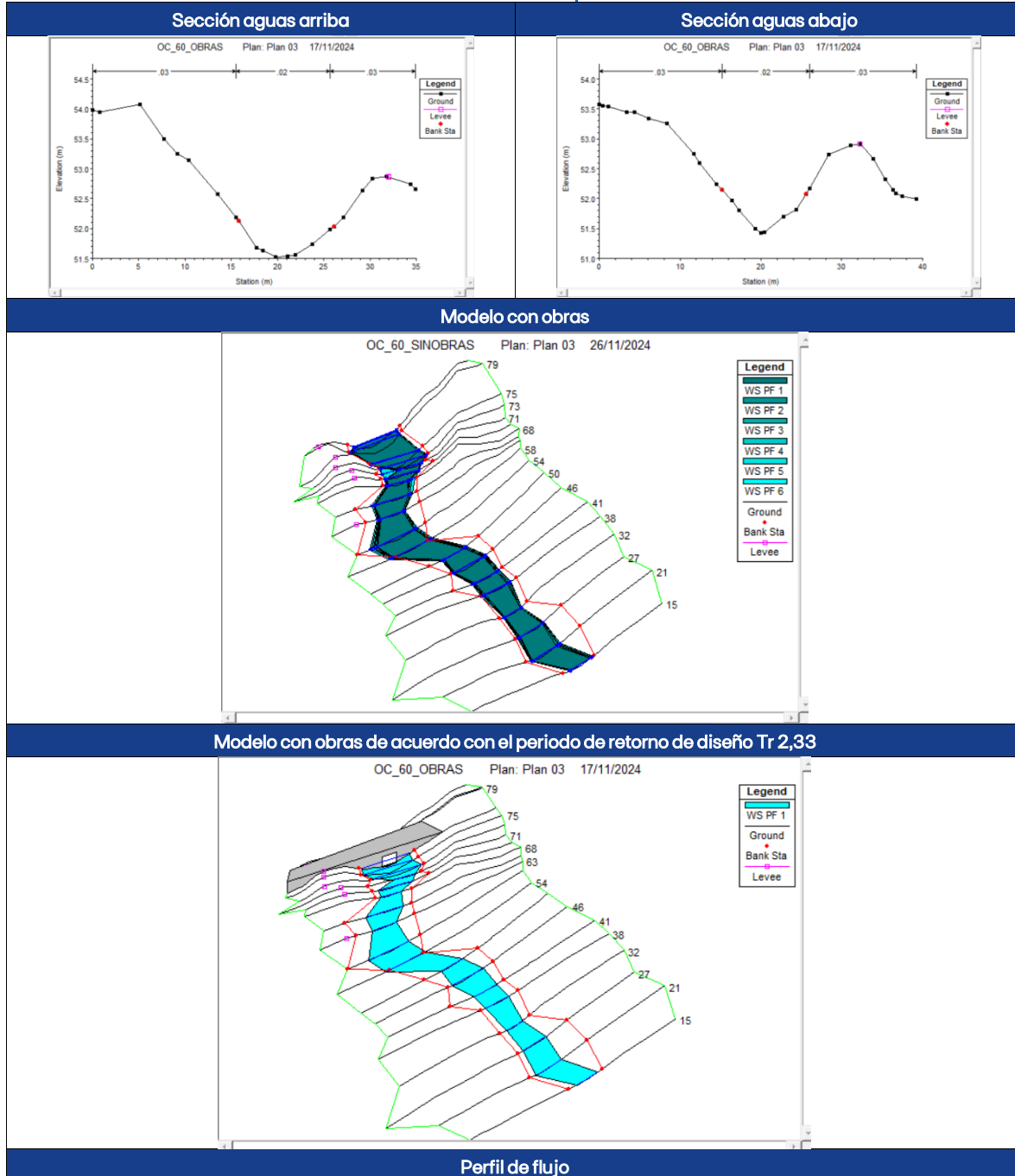


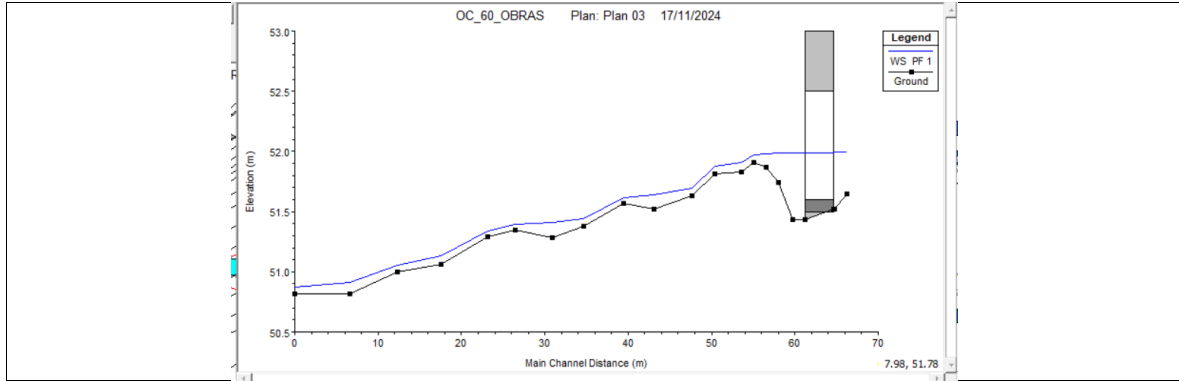


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

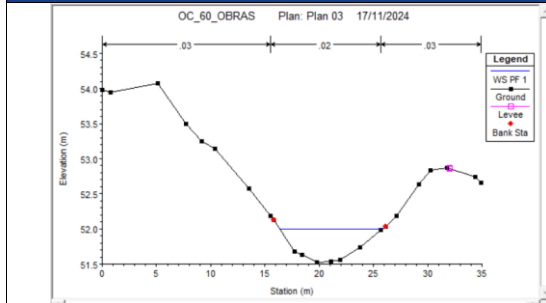
7.4.5.3.54 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_60

Tabla 7-121 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_60

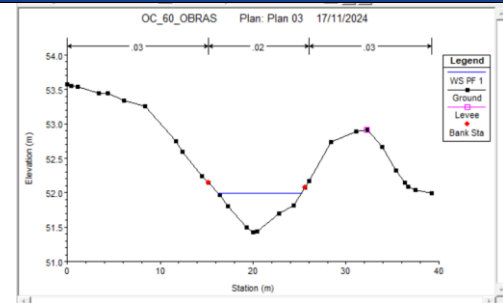




Resultados con obras sección aguas arriba con obras



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: SINOBRAS River: OC60 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	79	PF 1	0.09	51.52	51.99	51.58	51.99	0.000002	0.03	2.88	9.40	0.02
Reach 1	79	PF 2	0.10	51.52	51.99	51.59	51.99	0.000002	0.03	2.92	9.45	0.02
Reach 1	79	PF 3	0.12	51.52	52.00	51.59	52.00	0.000003	0.04	2.98	9.53	0.02
Reach 1	79	PF 4	0.14	51.52	52.01	51.60	52.01	0.000004	0.05	3.04	9.61	0.03
Reach 1	79	PF 5	0.17	51.52	52.02	51.61	52.02	0.000005	0.05	3.14	9.73	0.03
Reach 1	79	PF 6	0.20	51.52	52.02	51.62	52.03	0.000007	0.06	3.21	9.82	0.03
Reach 1	75	PF 1	0.09	51.43	51.99	51.53	51.99	0.000002	0.03	2.82	8.97	0.02
Reach 1	75	PF 2	0.10	51.43	51.99	51.53	51.99	0.000002	0.04	2.85	9.01	0.02
Reach 1	75	PF 3	0.12	51.43	52.00	51.54	52.00	0.000003	0.04	2.91	9.09	0.02
Reach 1	75	PF 4	0.14	51.43	52.01	51.55	52.01	0.000004	0.05	2.97	9.17	0.03
Reach 1	75	PF 5	0.17	51.43	52.02	51.56	52.02	0.000005	0.06	3.07	9.29	0.03
Reach 1	75	PF 6	0.20	51.43	52.02	51.57	52.03	0.000007	0.06	3.13	9.37	0.04

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC60 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	79	PF 1	0.09	51.52	51.99	51.58	51.99	0.000002	0.03	2.89	9.42	0.02
Reach 1	79	PF 2	0.10	51.52	52.00	51.59	52.00	0.000002	0.03	2.93	9.46	0.02
Reach 1	79	PF 3	0.12	51.52	52.00	51.59	52.00	0.000003	0.04	3.00	9.55	0.02
Reach 1	79	PF 4	0.14	51.52	52.01	51.60	52.01	0.000004	0.05	3.06	9.64	0.03
Reach 1	79	PF 5	0.17	51.52	52.02	51.61	52.02	0.000005	0.05	3.17	9.77	0.03
Reach 1	79	PF 6	0.20	51.52	52.03	51.62	52.03	0.000006	0.06	3.25	9.87	0.03
Reach 1	77	OC60	Culvert									
Reach 1	75	PF 1	0.09	51.43	51.99	51.53	51.99	0.000002	0.03	2.82	8.97	0.02
Reach 1	75	PF 2	0.10	51.43	51.99	51.53	51.99	0.000002	0.04	2.85	9.01	0.02
Reach 1	75	PF 3	0.12	51.43	52.00	51.54	52.00	0.000003	0.04	2.91	9.09	0.02
Reach 1	75	PF 4	0.14	51.43	52.01	51.55	52.01	0.000004	0.05	2.97	9.17	0.03
Reach 1	75	PF 5	0.17	51.43	52.02	51.56	52.02	0.000005	0.06	3.06	9.29	0.03
Reach 1	75	PF 6	0.20	51.43	52.02	51.57	52.02	0.000007	0.06	3.13	9.37	0.04

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad permanece constante en 51,99 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas arriba, sin efectos significativos de respaldo ni riesgos de inundación.

Aguas Abajo: La profundidad también permanece constante en 51,99 m, lo que refleja que la obra no altera las condiciones aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta levemente de 9,40 m a 9,42 m (+0,02 m). Este cambio es mínimo y no afecta la capacidad hidráulica ni la dinámica del flujo.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 8,97 m, indicando que no se generan concentraciones ni expansiones significativas tras la obra.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude se mantiene en 0,02 (subcrítico), reflejando un flujo lento y estable, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

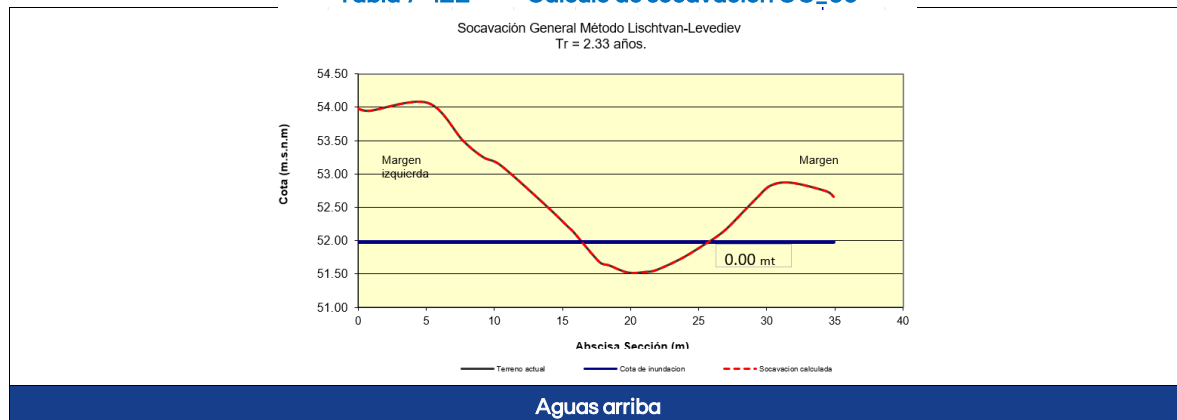
Aguas Abajo: El número de Froude también permanece en 0,02 (subcrítico), indicando un flujo igualmente estable y controlado aguas abajo.

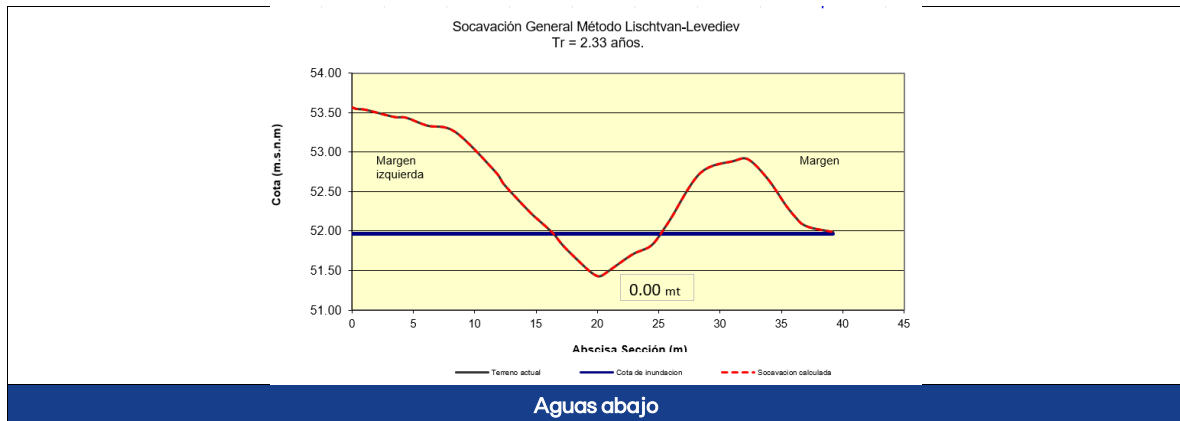
➤ **Conclusión General Evaluada:**

Los cambios en la lámina de agua son insignificantes y no comprometen la estabilidad hidráulica. El flujo permanece estable y controlado, sin riesgos de acumulación de sedimentos ni erosión.

Las condiciones aguas abajo no presentan variaciones en profundidad, lámina de agua ni régimen hidráulico, lo que demuestra que la obra no genera impactos negativos en esta sección. (ver **Tabla 7-122**).

Tabla 7-122 Cálculo de socavación OC_60

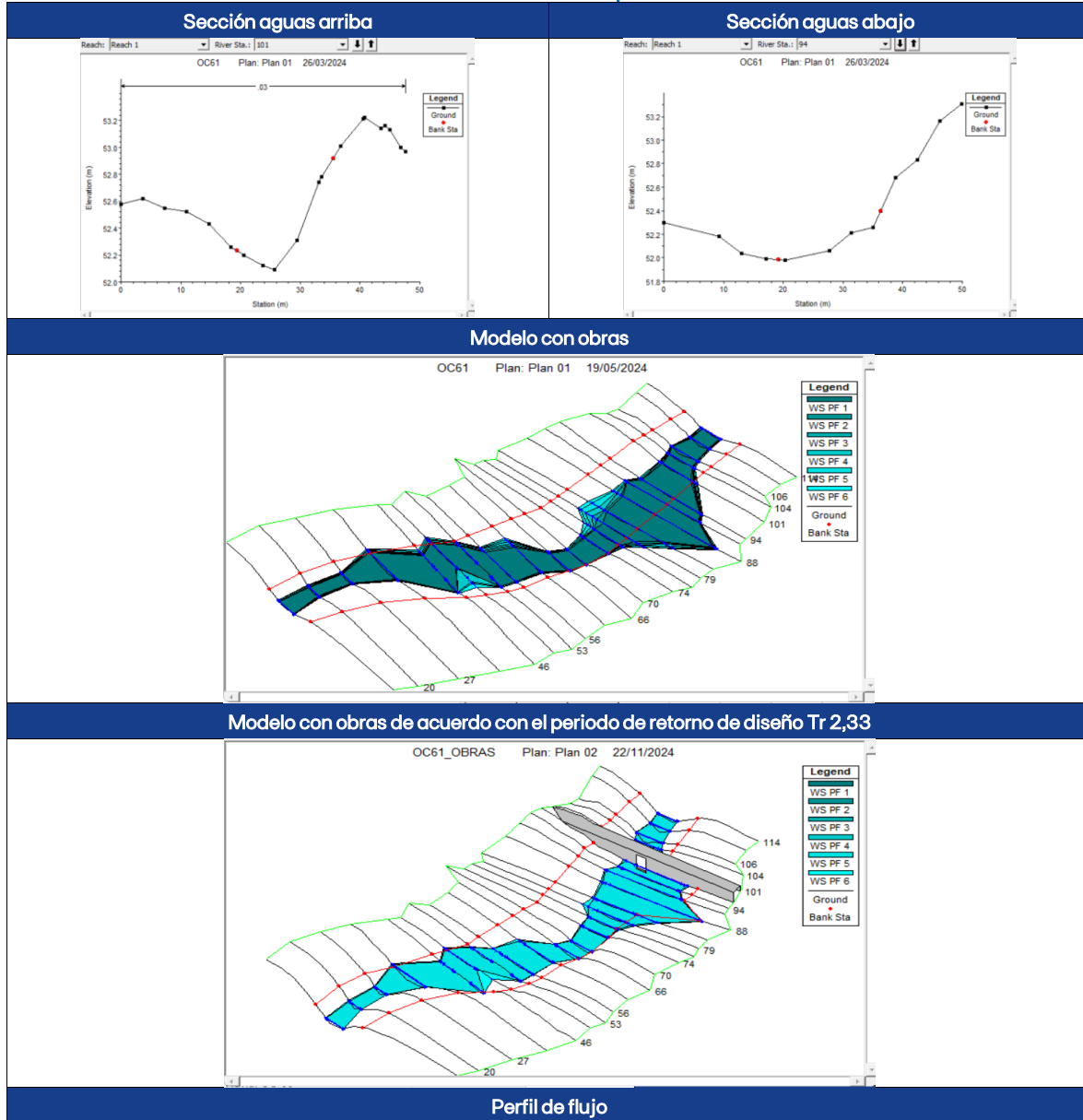


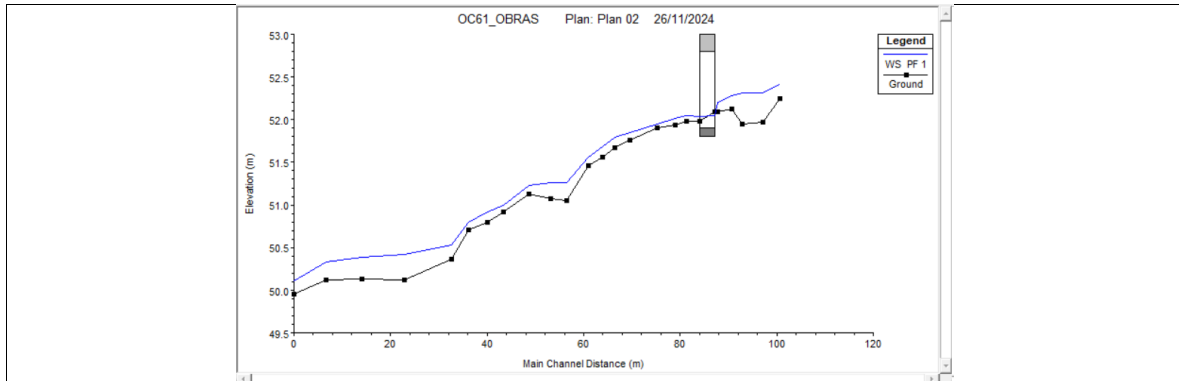


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

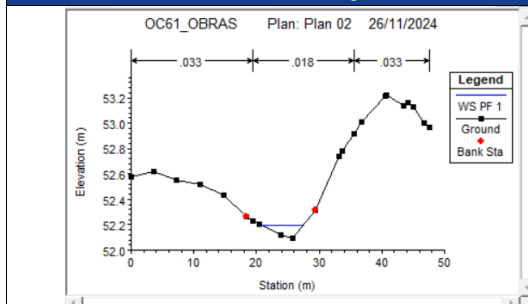
7.4.5.3.55 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_61

Tabla 7-123 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_61

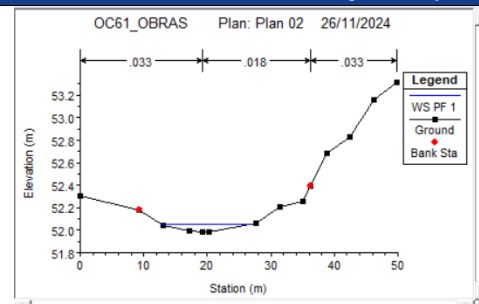




Resultados con obras sección aguas arriba con obras



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: OC61 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	101	PF 1	0.30	52.09	52.20	52.20	52.23	0.008160	0.75	0.40	6.93	1.00
Reach 1	101	PF 2	0.35	52.09	52.21	52.21	52.24	0.007965	0.77	0.45	7.32	1.00
Reach 1	101	PF 3	0.41	52.09	52.21	52.21	52.25	0.007785	0.80	0.51	7.73	1.00
Reach 1	101	PF 4	0.50	52.09	52.22	52.22	52.26	0.007818	0.85	0.59	8.24	1.01
Reach 1	101	PF 5	0.58	52.09	52.23	52.23	52.27	0.007941	0.89	0.65	8.63	1.03
Reach 1	101	PF 6	0.68	52.09	52.24	52.24	52.28	0.007458	0.92	0.74	9.14	1.01
Reach 1	94	PF 1	0.30	51.98	52.05	52.05	52.06	0.011672	0.55	0.55	13.78	0.87
Reach 1	94	PF 2	0.35	51.98	52.05	52.05	52.07	0.015200	0.63	0.56	13.86	1.00
Reach 1	94	PF 3	0.41	51.98	52.05	52.05	52.08	0.014874	0.65	0.63	14.45	1.00
Reach 1	94	PF 4	0.50	51.98	52.06	52.06	52.08	0.014405	0.68	0.73	15.24	1.00
Reach 1	94	PF 5	0.58	51.98	52.06	52.06	52.09	0.014508	0.72	0.80	15.48	1.02
Reach 1	94	PF 6	0.68	51.98	52.07	52.07	52.10	0.013438	0.75	0.91	15.83	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: OC61 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	101	PF 1	0.30	52.09	52.34	52.20	52.34	0.000108	0.17	1.83	12.91	0.14
Reach 1	101	PF 2	0.35	52.09	52.35	52.21	52.35	0.000107	0.18	2.04	13.40	0.14
Reach 1	101	PF 3	0.41	52.09	52.37	52.21	52.37	0.000106	0.19	2.28	13.95	0.14
Reach 1	101	PF 4	0.50	52.09	52.40	52.22	52.40	0.000103	0.20	2.65	14.73	0.14
Reach 1	101	PF 5	0.58	52.09	52.42	52.23	52.42	0.000100	0.21	2.98	15.39	0.14
Reach 1	101	PF 6	0.68	52.09	52.44	52.24	52.45	0.000097	0.22	3.38	16.44	0.14
Reach 1	98	OC61	Culvert									
Reach 1	94	PF 1	0.30	51.98	52.05	52.05	52.06	0.011672	0.55	0.55	13.78	0.87
Reach 1	94	PF 2	0.35	51.98	52.05	52.05	52.07	0.015200	0.63	0.56	13.86	1.00
Reach 1	94	PF 3	0.41	51.98	52.05	52.05	52.08	0.014874	0.65	0.63	14.45	1.00
Reach 1	94	PF 4	0.50	51.98	52.06	52.06	52.08	0.014405	0.68	0.73	15.24	1.00
Reach 1	94	PF 5	0.58	51.98	52.06	52.06	52.09	0.014508	0.72	0.80	15.48	1.02
Reach 1	94	PF 6	0.68	51.98	52.07	52.07	52.10	0.013438	0.75	0.91	15.83	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta de 52,20 m a 52,34 m (+0,14 m) tras la obra. Este incremento es moderado y manejable, asociado al respaldo hidráulico generado por la transición en el régimen de flujo.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 52,05 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo, sin efectos significativos por la obra.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta significativamente de 6,93 m a 12,91 m (+5,98 m), reflejando una expansión notable del flujo antes de la obra. Este cambio es controlado, pero puede requerir monitoreo para evitar acumulación de sedimentos.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 13,78 m, lo que confirma que el flujo aguas abajo no experimenta alteraciones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,14 (subcrítico), estabilizando el flujo y reduciendo las velocidades, minimizando riesgos de erosión aguas arriba.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece en 0,87 (subcrítico), indicando un flujo más dinámico pero aún estable aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

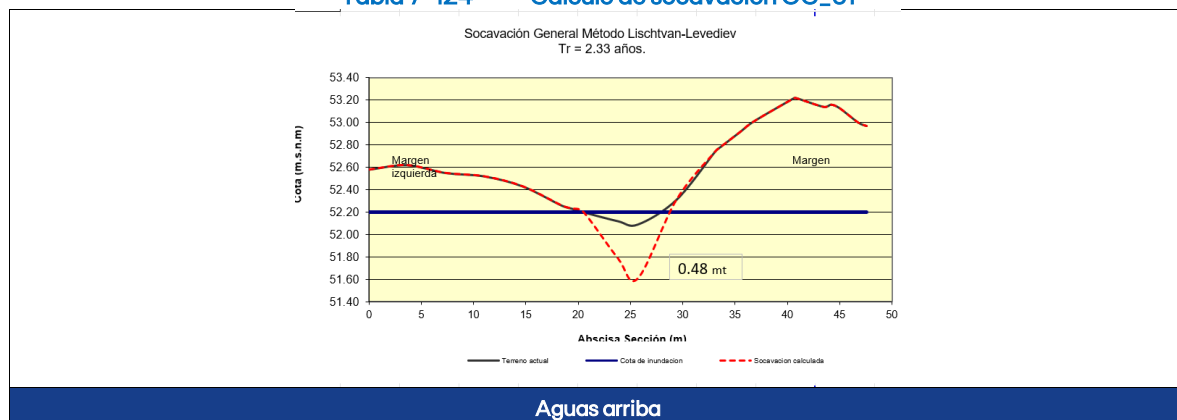
Aguas Arriba:

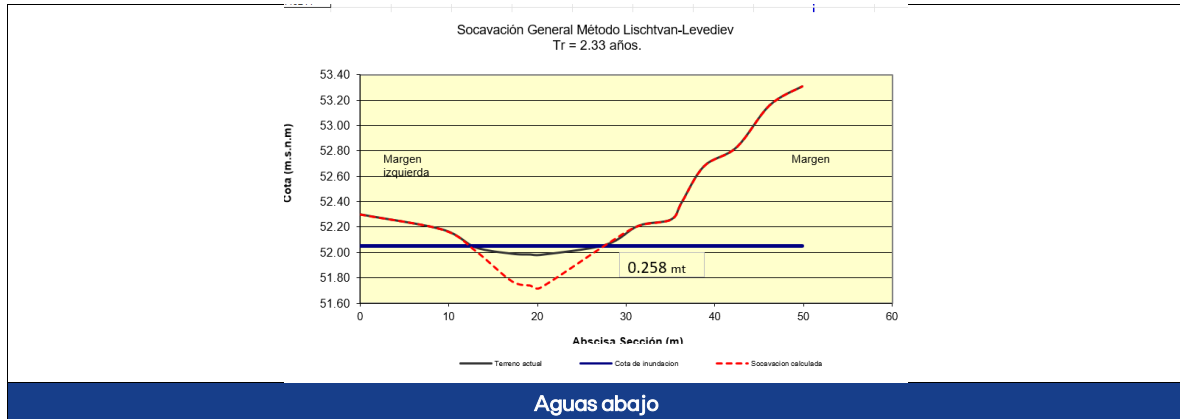
La obra genera un incremento en la profundidad y una expansión significativa de la lámina de agua, acompañada de una transición de flujo crítico a subcrítico. Esto estabiliza el flujo, reduce las velocidades y minimiza riesgos de erosión. Sin embargo, el aumento en la lámina de agua podría favorecer la acumulación de sedimentos, lo que requiere monitoreo.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen estables en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude. Esto asegura que la obra no afecta negativamente la dinámica del flujo en esta sección. (Ver **Tabla 7-124**).

Tabla 7-124 Cálculo de socavación OC_61

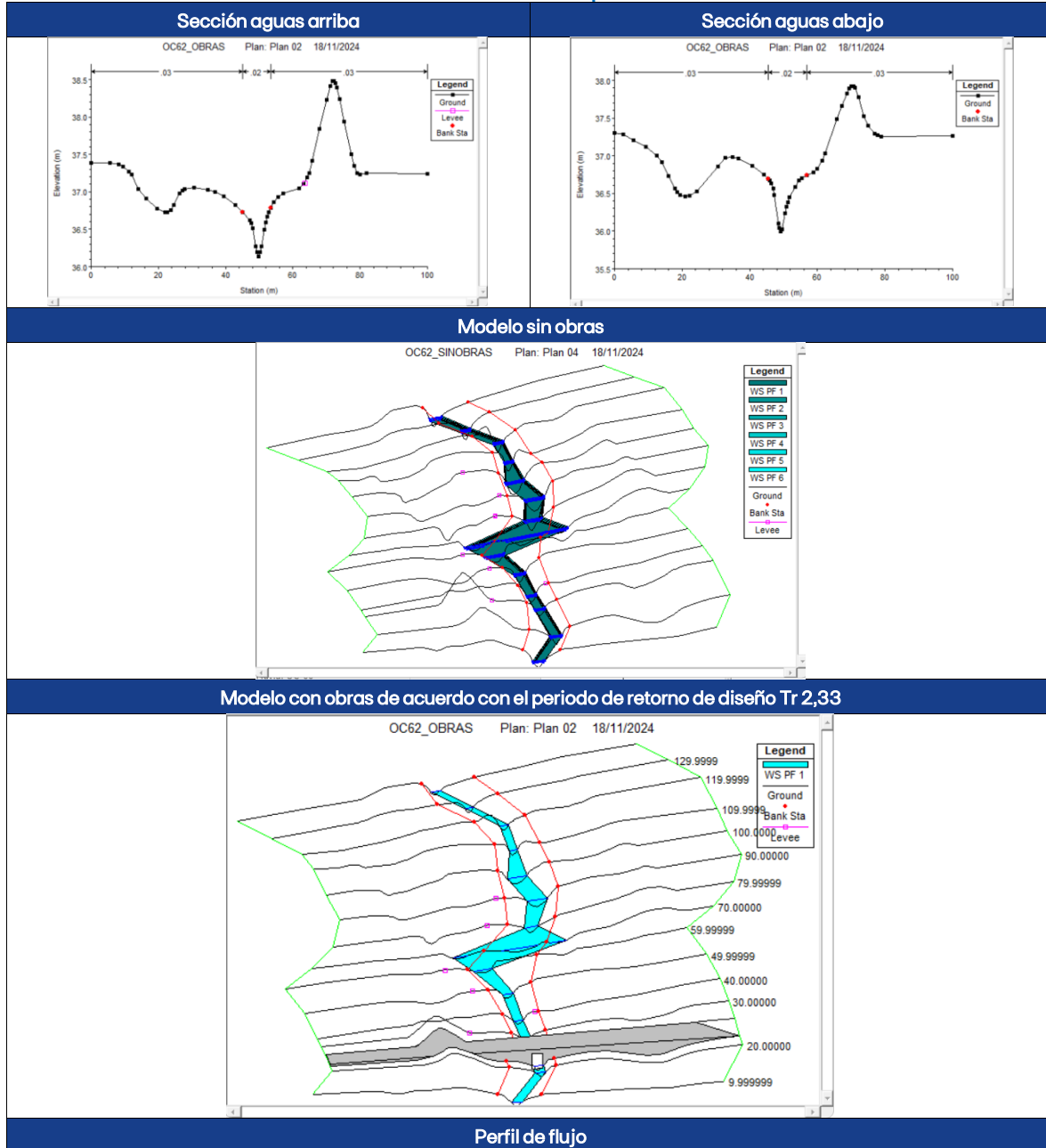


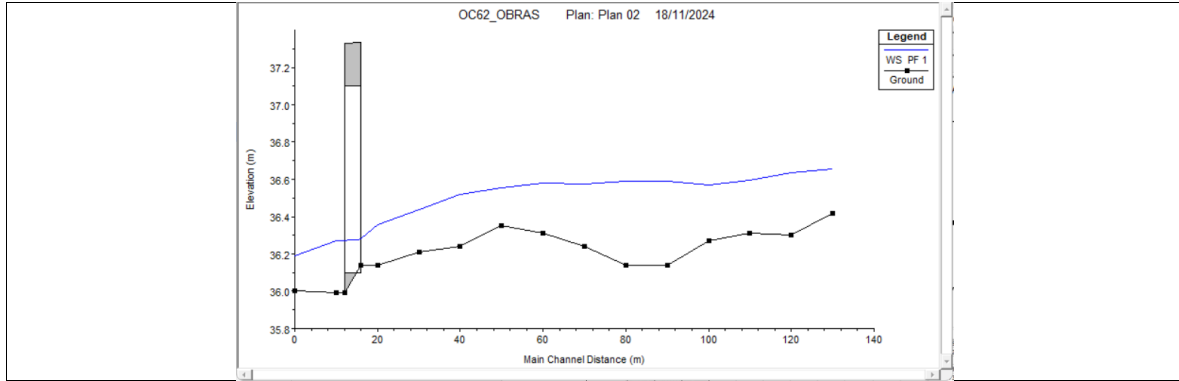


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

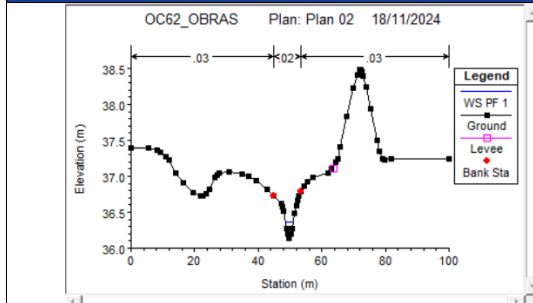
7.4.5.3.56 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_62

Tabla 7-125 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_62

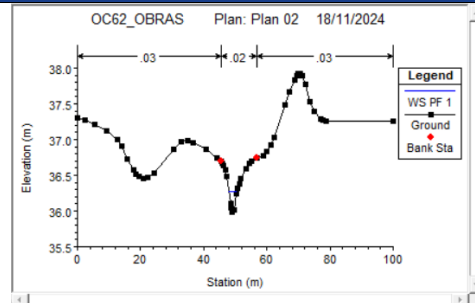




Resultados con obras sección aguas arriba con obras



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC62_SINOBAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	30.00000	PF 1	0.35	36.14	36.36	36.36	36.43	0.008036	1.14	0.31	2.36	1.01
Reach 1	30.00000	PF 2	0.42	36.14	36.38	36.38	36.45	0.007885	1.19	0.35	2.50	1.01
Reach 1	30.00000	PF 3	0.48	36.14	36.39	36.39	36.47	0.007723	1.22	0.39	2.61	1.01
Reach 1	30.00000	PF 4	0.59	36.14	36.42	36.42	36.50	0.007387	1.27	0.46	2.80	1.00
Reach 1	30.00000	PF 5	0.69	36.14	36.44	36.44	36.53	0.007264	1.32	0.52	2.96	1.00
Reach 1	30.00000	PF 6	0.80	36.14	36.46	36.46	36.56	0.007013	1.36	0.59	3.12	1.00
Reach 1	20.00000	PF 1	0.35	35.99	36.27	36.22	36.31	0.003416	0.85	0.41	2.58	0.68
Reach 1	20.00000	PF 2	0.42	35.99	36.29	36.24	36.33	0.003601	0.90	0.46	2.73	0.70
Reach 1	20.00000	PF 3	0.48	35.99	36.30	36.26	36.35	0.003759	0.95	0.51	2.85	0.72
Reach 1	20.00000	PF 4	0.59	35.99	36.33	36.28	36.38	0.004011	1.02	0.58	3.06	0.75
Reach 1	20.00000	PF 5	0.69	35.99	36.35	36.31	36.41	0.004259	1.08	0.64	3.25	0.78
Reach 1	20.00000	PF 6	0.80	35.99	36.37	36.33	36.43	0.004416	1.13	0.71	3.45	0.80

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC62_OBRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	30.00000	PF 1	0.35	36.14	36.48	36.36	36.49	0.001106	0.55	0.63	3.22	0.40
Reach 1	30.00000	PF 2	0.42	36.14	36.51	36.38	36.52	0.001074	0.57	0.73	3.46	0.40
Reach 1	30.00000	PF 3	0.48	36.14	36.53	36.39	36.55	0.001053	0.58	0.82	3.72	0.40
Reach 1	30.00000	PF 4	0.59	36.14	36.57	36.42	36.59	0.000986	0.59	0.99	4.19	0.39
Reach 1	30.00000	PF 5	0.69	36.14	36.61	36.44	36.63	0.000958	0.59	1.16	4.81	0.38
Reach 1	30.00000	PF 6	0.80	36.14	36.65	36.46	36.67	0.000943	0.58	1.38	5.81	0.38
Reach 1	25	OC62										
Reach 1	20.00000	PF 1	0.35	35.99	36.27	36.22	36.31	0.003416	0.85	0.41	2.58	0.68
Reach 1	20.00000	PF 2	0.42	35.99	36.29	36.24	36.33	0.003601	0.90	0.46	2.73	0.70
Reach 1	20.00000	PF 3	0.48	35.99	36.30	36.26	36.35	0.003759	0.95	0.51	2.85	0.72
Reach 1	20.00000	PF 4	0.59	35.99	36.33	36.28	36.38	0.004011	1.02	0.58	3.06	0.75
Reach 1	20.00000	PF 5	0.69	35.99	36.35	36.31	36.41	0.004261	1.08	0.64	3.25	0.78
Reach 1	20.00000	PF 6	0.80	35.99	36.37	36.33	36.43	0.004425	1.13	0.71	3.45	0.80

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta de 36,36 m a 36,48 m (+0,12 m) tras la obra, lo que refleja un respaldo hidráulico leve y manejable, sin riesgos significativos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 36,27 m, lo que indica que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 2,36 m a 3,22 m (+0,86 m), mostrando una expansión moderada del flujo antes de la obra. Este cambio estabiliza el flujo aguas arriba y no afecta la capacidad hidráulica.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 2,58 m, reflejando que el flujo aguas abajo no experimenta concentraciones ni expansiones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,40 (subcrítico), estabilizando el flujo y reduciendo las velocidades aguas arriba, minimizando riesgos de erosión.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,68 (subcrítico), indicando un flujo estable y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

Aguas Arriba:

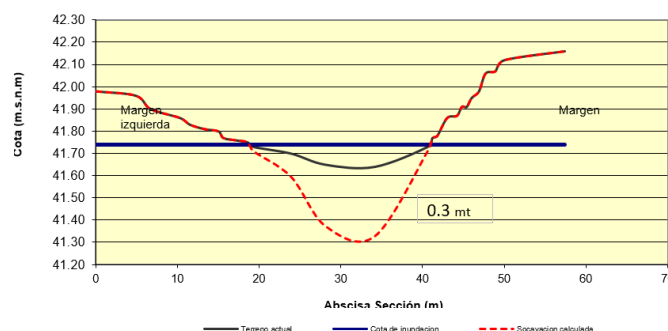
La obra genera un leve incremento en la profundidad y el ancho de la lámina de agua, acompañado de una transición de flujo crítico a subcrítico. Esto estabiliza el flujo aguas arriba, reduciendo las velocidades y minimizando riesgos de erosión o inestabilidad hidráulica.

Aguas Abajo:

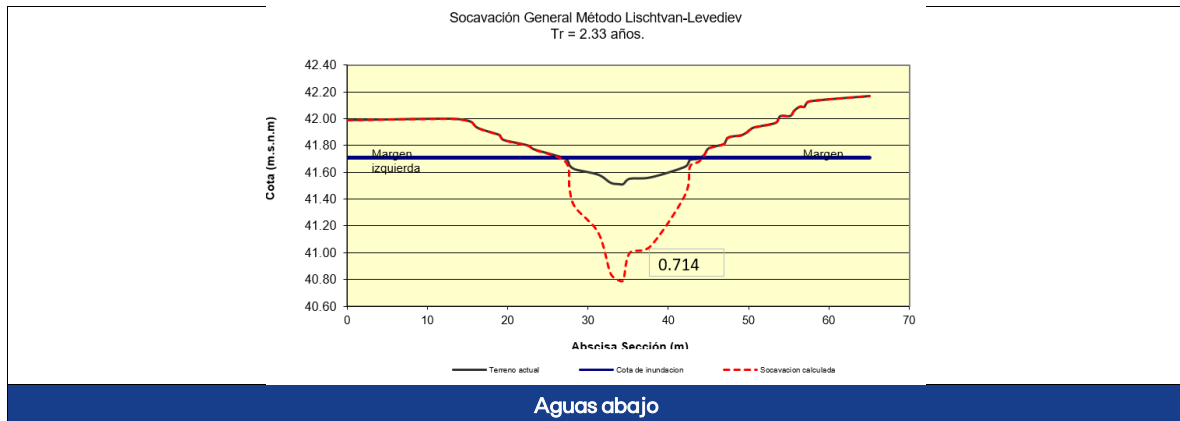
Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas, con estabilidad en la profundidad, la lámina de agua y el régimen hidráulico, lo que asegura que la obra no afecta negativamente la dinámica del flujo. (Ver **Tabla 7-126**).

Tabla 7-126 Cálculo de socavación OC_62

Socavación General Método Lischvan-Levediev
Tr = 2,33 años.



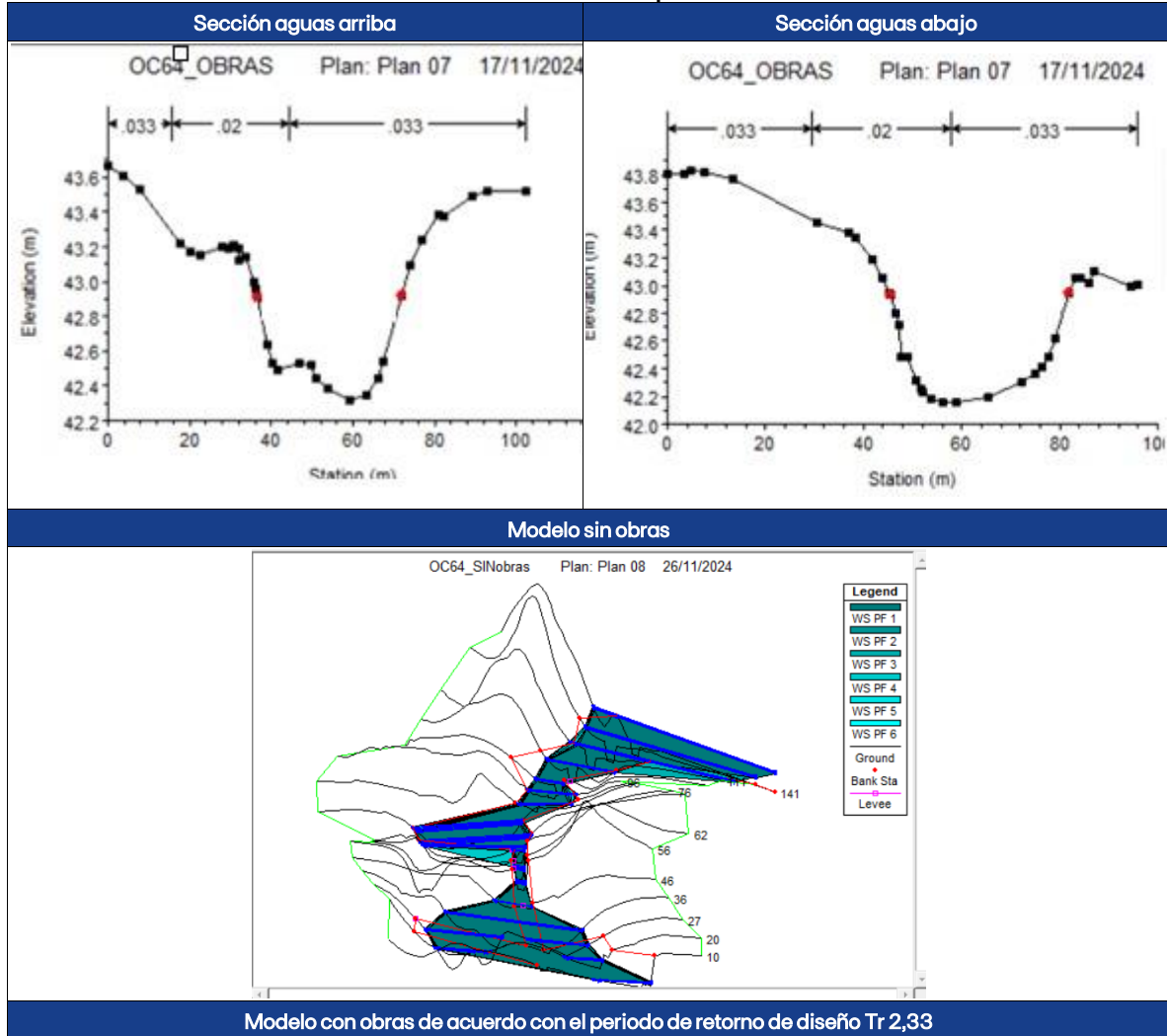
Aguas arriba

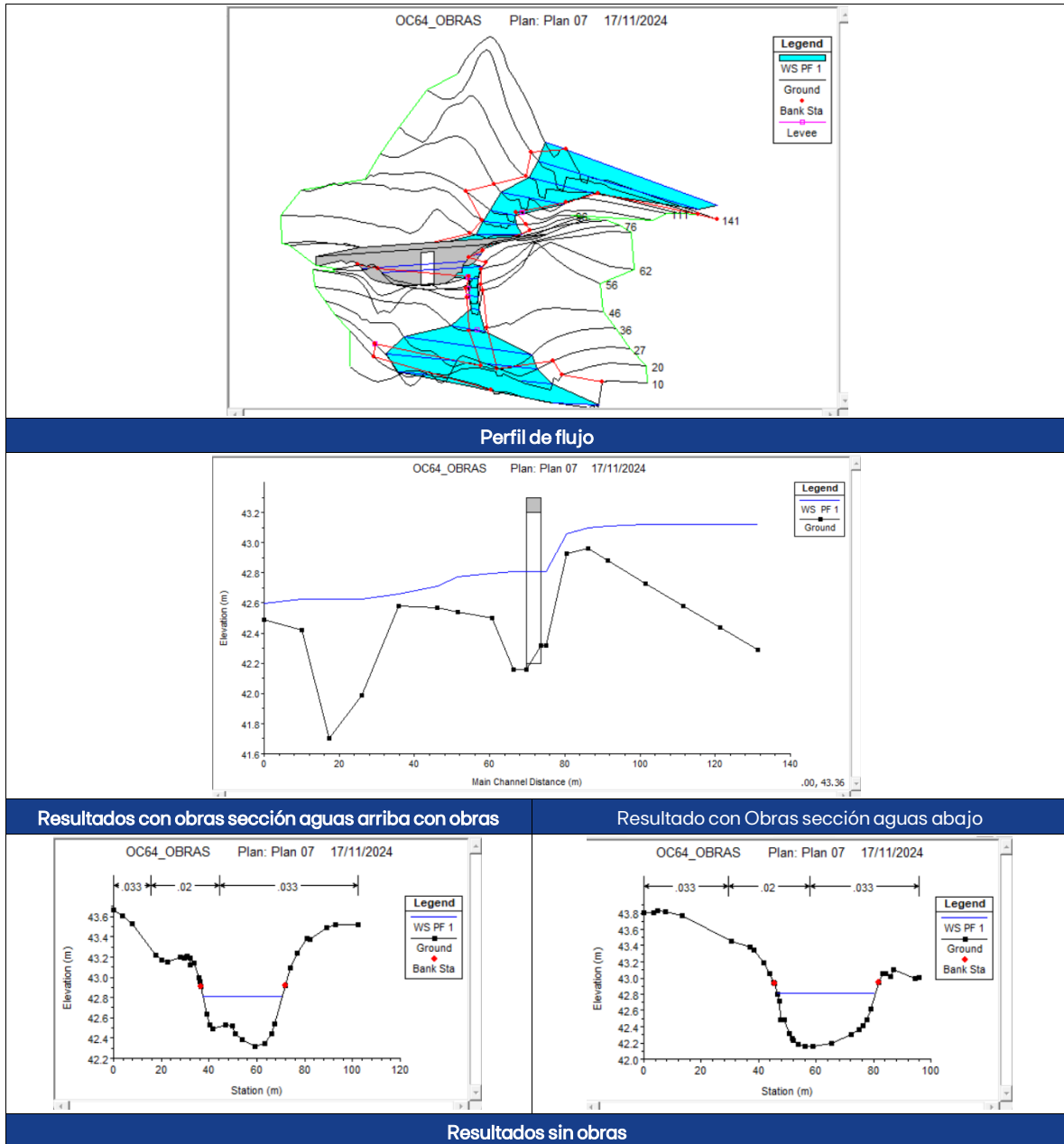


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.5.3.57 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_64

Tabla 7-127 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_64





HEC-RAS Plan: Plan 09 River: OC64 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	85	PF 1	0.38	42.32	42.81		42.81	0.000005	0.03	11.10	33.00	0.02
Reach 1	85	PF 2	0.45	42.32	42.83		42.83	0.000005	0.04	11.89	33.48	0.02
Reach 1	85	PF 3	0.52	42.32	42.85		42.85	0.000006	0.04	12.64	33.93	0.02
Reach 1	85	PF 4	0.64	42.32	42.88		42.88	0.000007	0.05	13.49	34.44	0.02
Reach 1	85	PF 5	0.75	42.32	42.91		42.91	0.000008	0.05	14.49	35.02	0.03
Reach 1	85	PF 6	0.87	42.32	42.94		42.94	0.000008	0.06	15.51	35.64	0.03
Reach 1	76	PF 1	0.38	42.16	42.81		42.81	0.000001	0.02	17.16	34.02	0.01
Reach 1	76	PF 2	0.45	42.16	42.83		42.83	0.000001	0.03	17.98	34.44	0.01
Reach 1	76	PF 3	0.52	42.16	42.85		42.85	0.000001	0.03	18.74	34.82	0.01
Reach 1	76	PF 4	0.64	42.16	42.88		42.88	0.000002	0.03	19.61	35.26	0.01
Reach 1	76	PF 5	0.75	42.16	42.91		42.91	0.000002	0.04	20.63	35.76	0.02
Reach 1	76	PF 6	0.87	42.16	42.94		42.94	0.000002	0.04	21.68	36.27	0.02

Resultados con obras												
HEC-RAS Plan: Plan 07 River: OC64 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	85	PF 1	0.38	42.32	42.82	42.40	42.82	0.000004	0.03	11.34	33.14	0.02
Reach 1	85	PF 2	0.45	42.32	42.84	42.40	42.84	0.000005	0.04	12.21	33.67	0.02
Reach 1	85	PF 3	0.52	42.32	42.87	42.41	42.87	0.000005	0.04	13.03	34.16	0.02
Reach 1	85	PF 4	0.64	42.32	42.90	42.42	42.90	0.000006	0.05	14.04	34.76	0.02
Reach 1	85	PF 5	0.75	42.32	42.93	42.43	42.93	0.000007	0.05	15.18	35.43	0.02
Reach 1	85	PF 6	0.87	42.32	42.96	42.44	42.96	0.000007	0.05	16.38	36.17	0.02
Reach 1	80	OC64		Culvert								
Reach 1	76	PF 1	0.38	42.16	42.81		42.81	0.000001	0.02	17.16	34.02	0.01
Reach 1	76	PF 2	0.45	42.16	42.83		42.83	0.000001	0.03	17.98	34.44	0.01
Reach 1	76	PF 3	0.52	42.16	42.85		42.85	0.000001	0.03	18.74	34.82	0.01
Reach 1	76	PF 4	0.64	42.16	42.88		42.88	0.000002	0.03	19.61	35.26	0.01
Reach 1	76	PF 5	0.75	42.16	42.91		42.91	0.000002	0.04	20.63	35.76	0.02
Reach 1	76	PF 6	0.87	42.16	42.94		42.94	0.000002	0.04	21.68	36.27	0.02

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 42,81 m a 42,82 m (+0,01 m), reflejando un cambio mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica,

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 42,81 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 30,14 m a 34,02 m (+3,88 m), mostrando una expansión moderada y manejable del flujo, dentro de los parámetros de diseño. Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 34,02 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 0,02 (subcrítico) a 0,01 (subcrítico), indicando un flujo extremadamente lento y estable, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,01 (subcrítico), lo que confirma un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

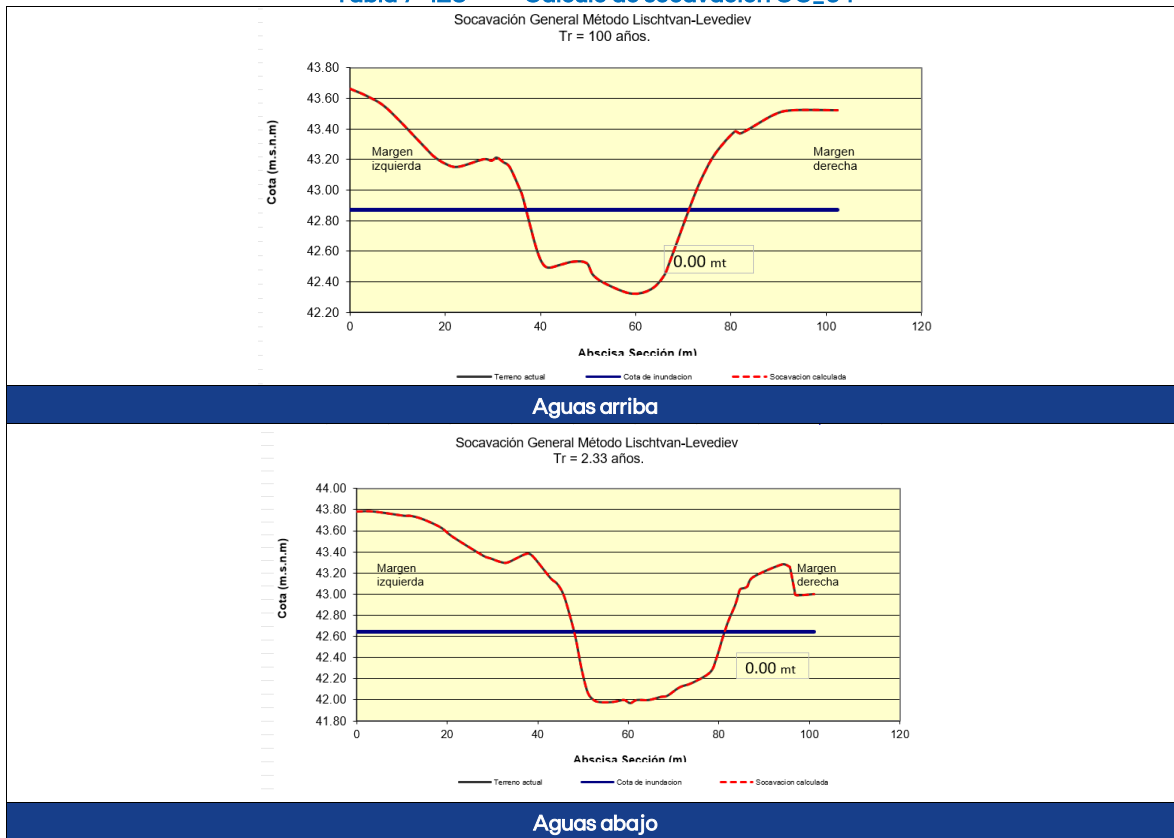
Aguas Arriba:

La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección. (Ver **Tabla 7-128**).

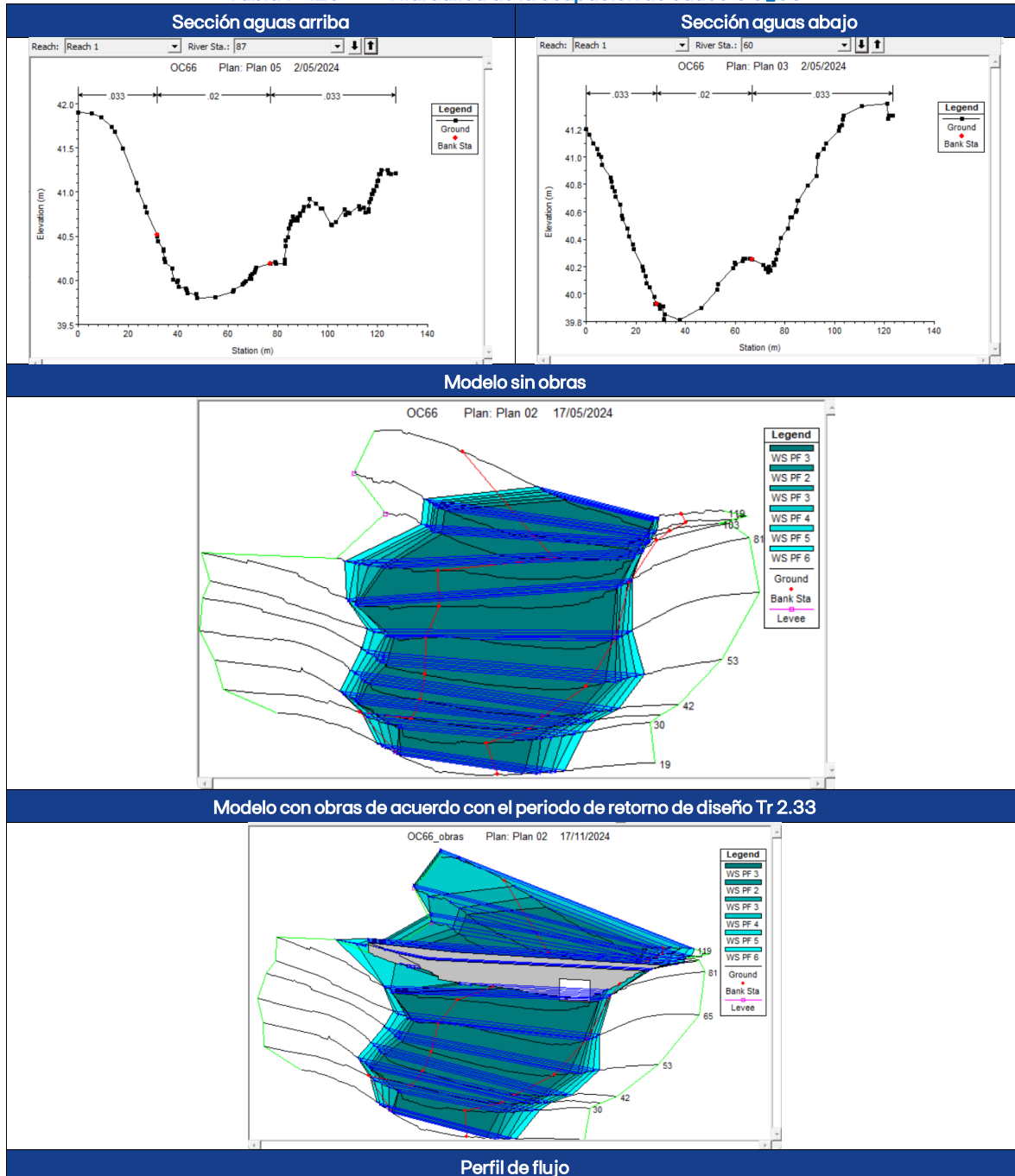
Tabla 7-128 Cálculo de socavación OC_64

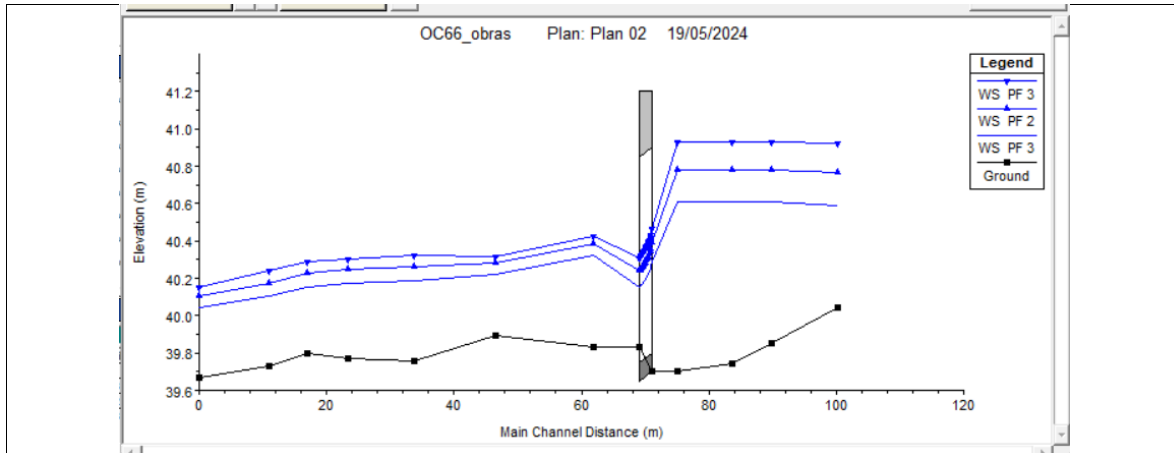


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

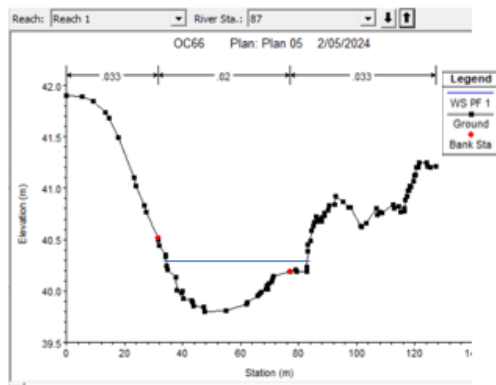
7.4.5.3.58 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_66

Tabla 7-129 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_66

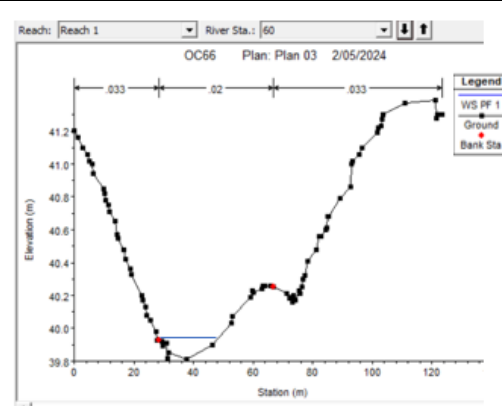




Sección aguas arriba



Sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: OC66 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	81	PF 3	9.40	39.83	40.32		40.34	0.000531	0.63	16.32	59.57	0.34
Reach 1	81	PF 2	12.80	39.83	40.38		40.41	0.000576	0.73	19.76	59.93	0.36
Reach 1	81	PF 3	16.00	39.83	40.43		40.46	0.000639	0.81	22.39	60.79	0.39
Reach 1	81	PF 4	21.40	39.83	40.49		40.53	0.000713	0.92	26.47	62.31	0.42
Reach 1	81	PF 5	26.30	39.83	40.55		40.60	0.000741	1.01	30.03	64.62	0.44
Reach 1	81	PF 6	32.10	39.83	40.63		40.68	0.000683	1.06	35.19	65.54	0.43
Reach 1	65	PF 3	9.40	39.89	40.22	40.22	40.32	0.002362	1.43	6.68	35.88	1.01
Reach 1	65	PF 2	12.80	39.89	40.28	40.28	40.38	0.002219	1.42	9.45	49.72	0.98
Reach 1	65	PF 3	16.00	39.89	40.32	40.32	40.43	0.002196	1.53	11.17	52.97	1.00
Reach 1	65	PF 4	21.40	39.89	40.36	40.36	40.51	0.002078	1.68	13.79	54.03	1.00
Reach 1	65	PF 5	26.30	39.89	40.46		40.58	0.001221	1.55	18.91	57.83	0.80
Reach 1	65	PF 6	32.10	39.89	40.56		40.66	0.000817	1.48	24.80	60.26	0.68

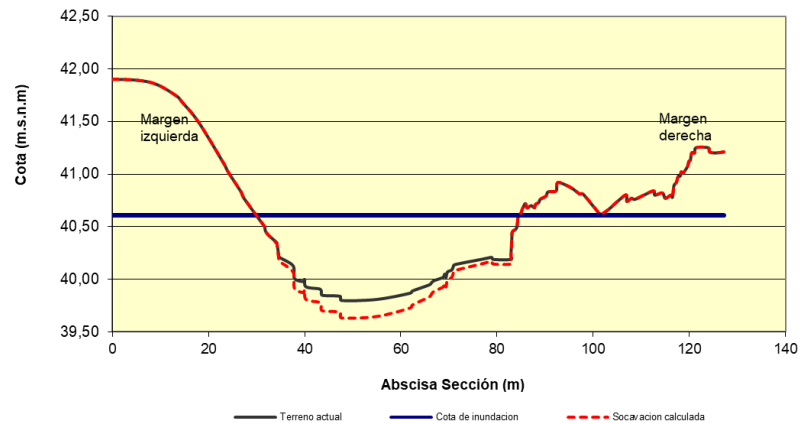
Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: OC66 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	93.96876	PF 3	9.40	39.70	40.64	39.99	40.64	0.000015	0.26	40.52	67.77	0.10
Reach 1	93.96876	PF 2	12.80	39.70	40.83	40.04	40.84	0.000013	0.28	54.09	72.15	0.09
Reach 1	93.96876	PF 3	16.00	39.70	41.00	40.08	41.00	0.000011	0.29	66.27	75.31	0.09
Reach 1	93.96876	PF 4	21.40	39.70	41.23	40.15	41.23	0.000010	0.31	84.22	82.13	0.09
Reach 1	93.96876	PF 5	26.30	39.70	41.30	40.20	41.30	0.000012	0.36	90.08	84.34	0.10
Reach 1	93.96876	PF 6	32.10	39.70	41.36	40.25	41.37	0.000016	0.42	95.75	86.76	0.11
Reach 1	89	OC66	Culvert									
Reach 1	81	PF 3	9.40	39.83	40.32		40.34	0.000531	0.63	16.32	59.57	0.34
Reach 1	81	PF 2	12.80	39.83	40.38		40.41	0.000576	0.73	19.76	59.93	0.36
Reach 1	81	PF 3	16.00	39.83	40.43		40.46	0.000639	0.81	22.39	60.79	0.39
Reach 1	81	PF 4	21.40	39.83	40.49		40.53	0.000713	0.92	26.47	62.31	0.42
Reach 1	81	PF 5	26.30	39.83	40.55		40.60	0.000741	1.01	30.03	64.62	0.44
Reach 1	81	PF 6	32.10	39.83	40.63		40.68	0.000682	1.06	35.21	65.55	0.43

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

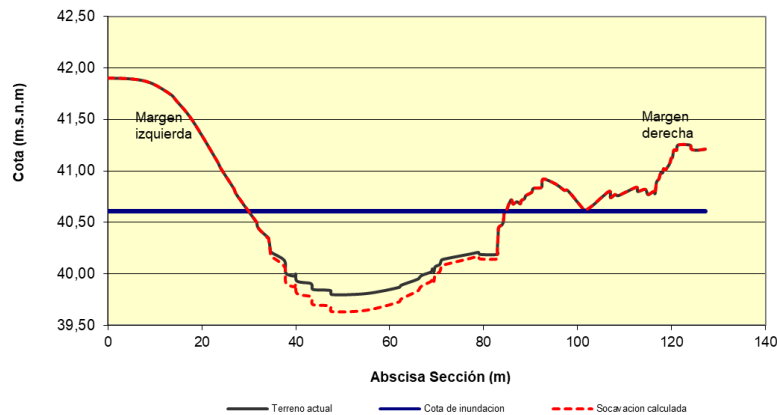
Tabla 7-130 Cálculo de socavación OC_66

Socavación General Método Lischtnvan-Levediev
Tr = 2.33 años.



Aguas arriba

Socavación General Método Lischtnvan-Levediev
Tr = 2.33 años.

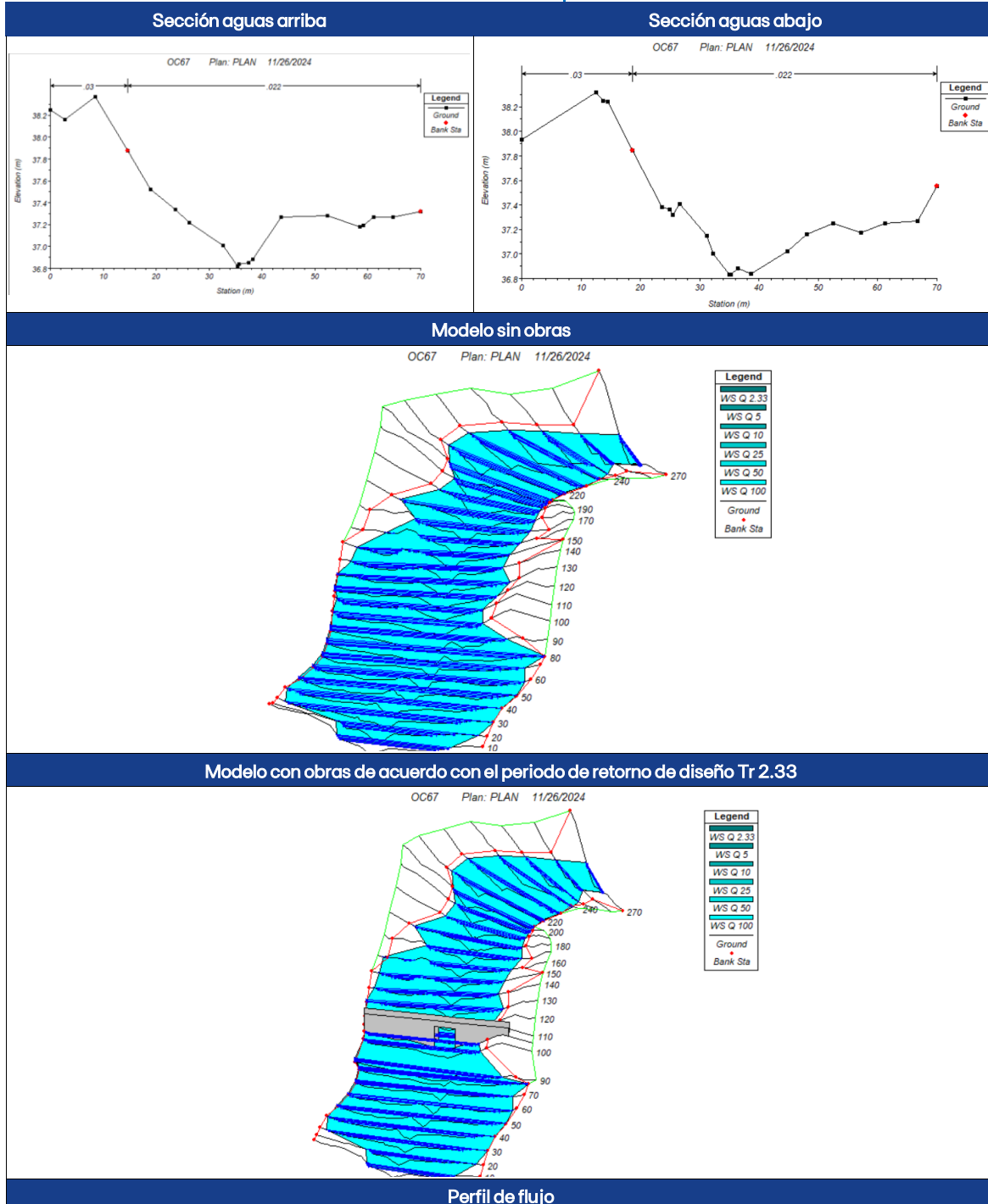


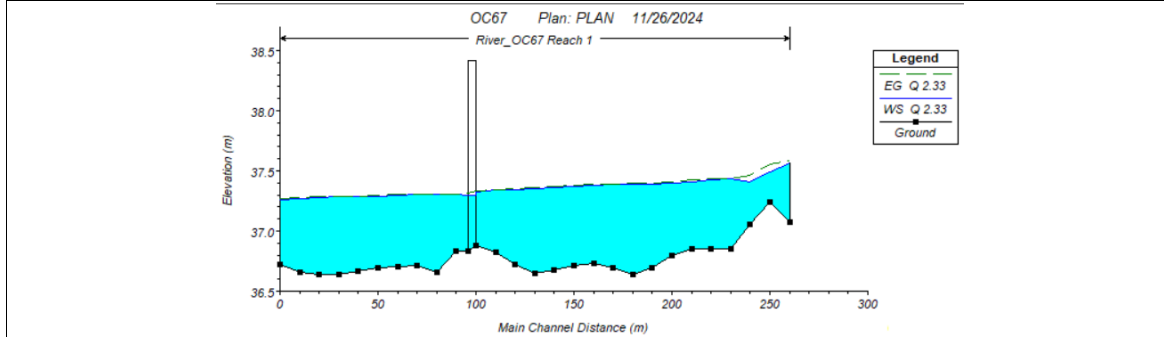
Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

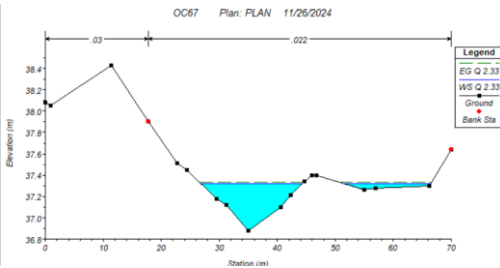
7.4.5.3.59 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_67

Tabla 7-131 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_67

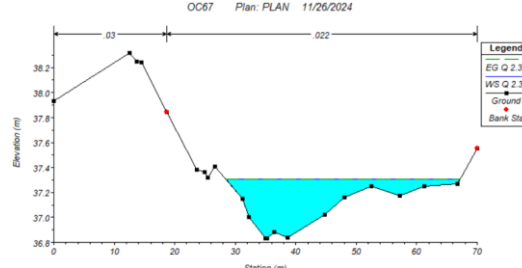




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River_OC67 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	100	Q 2.33	2.27	36.83	37.30		37.31	0.000368	0.30	7.67	38.71	0.21
Reach 1	100	Q 5	3.16	36.83	37.35		37.35	0.000386	0.34	9.40	40.66	0.22
Reach 1	100	Q 10	4.19	36.83	37.39		37.40	0.000420	0.37	11.21	44.09	0.24
Reach 1	100	Q 25	5.94	36.83	37.45		37.46	0.000422	0.42	14.05	46.06	0.24
Reach 1	100	Q 50	7.61	36.83	37.51		37.52	0.000421	0.46	16.48	47.21	0.25
Reach 1	100	Q 100	9.63	36.83	37.56		37.57	0.000421	0.50	19.16	48.32	0.25
Reach 1	90	Q 2.33	2.27	36.66	37.31		37.31	0.000046	0.14	15.79	49.82	0.08
Reach 1	90	Q 5	3.16	36.66	37.35		37.35	0.000059	0.18	17.99	50.28	0.09
Reach 1	90	Q 10	4.19	36.66	37.39		37.39	0.000074	0.21	20.17	51.70	0.11
Reach 1	90	Q 25	5.94	36.66	37.46		37.46	0.000095	0.25	23.57	54.87	0.12
Reach 1	90	Q 50	7.61	36.66	37.51		37.51	0.000109	0.29	26.47	55.87	0.13
Reach 1	90	Q 100	9.63	36.66	37.56		37.57	0.000123	0.32	29.66	56.94	0.14

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River_OC67 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	110	Q 2.33	2.27	36.88	37.32	37.18	37.33	0.001824	0.51	4.42	32.48	0.44
Reach 1	110	Q 5	3.16	36.88	37.37	37.22	37.39	0.001362	0.50	6.29	38.28	0.40
Reach 1	110	Q 10	4.19	36.88	37.42	37.30	37.44	0.001052	0.50	8.41	42.72	0.36
Reach 1	110	Q 25	5.94	36.88	37.50	37.34	37.51	0.000757	0.51	11.73	45.46	0.32
Reach 1	110	Q 50	7.61	36.88	37.56	37.37	37.58	0.000615	0.52	14.69	47.12	0.30
Reach 1	110	Q 100	9.63	36.88	37.63	37.40	37.65	0.000520	0.53	18.04	48.77	0.28
Reach 1	101	Bridge										
Reach 1	100	Q 2.33	2.27	36.83	37.30		37.31	0.000368	0.30	7.67	38.71	0.21
Reach 1	100	Q 5	3.16	36.83	37.35		37.35	0.000386	0.34	9.40	40.66	0.22
Reach 1	100	Q 10	4.19	36.83	37.39		37.40	0.000420	0.37	11.21	44.09	0.24
Reach 1	100	Q 25	5.94	36.83	37.45		37.46	0.000422	0.42	14.05	46.06	0.24
Reach 1	100	Q 50	7.61	36.83	37.51		37.52	0.000421	0.46	16.48	47.21	0.25
Reach 1	100	Q 100	9.63	36.83	37.56		37.57	0.000421	0.50	19.16	48.32	0.25

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 37,30 m a 37,22 m (+0,02 m), reflejando un cambio mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 37,30 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 36,83 m a 36,88 m (+3,5 m), mostrando una expansión moderada y manejable del flujo, dentro de los parámetros de diseño, Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 36.83 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 0,02 (subcrítico) a 0,01 (subcrítico), indicando un flujo extremadamente lento y estable, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,01 (subcrítico), lo que confirma un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

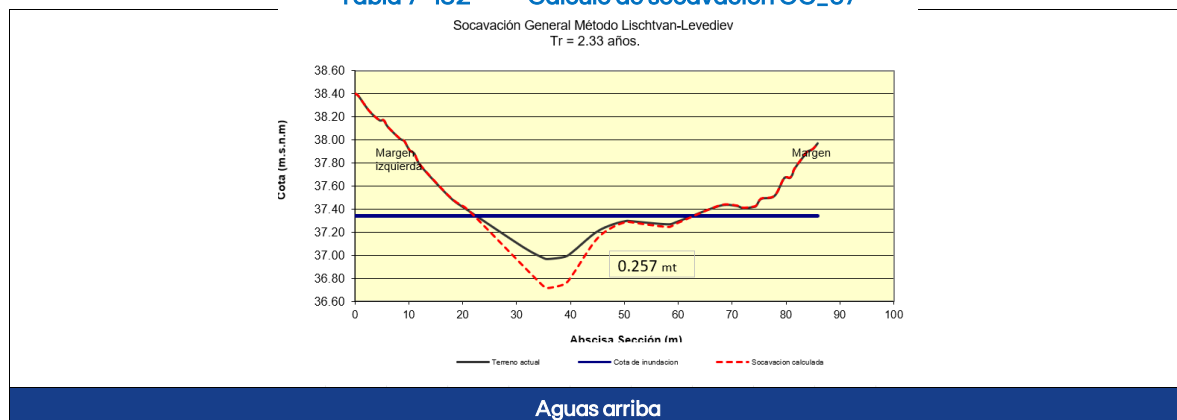
Aguas Arriba:

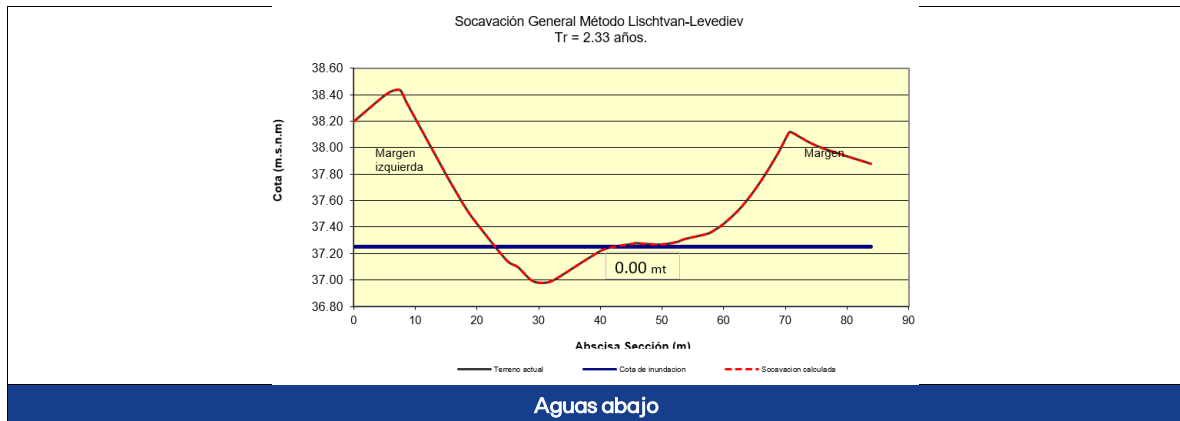
La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección. (Ver [Tabla 7-132](#)).

Tabla 7-132 Cálculo de socavación OC_67

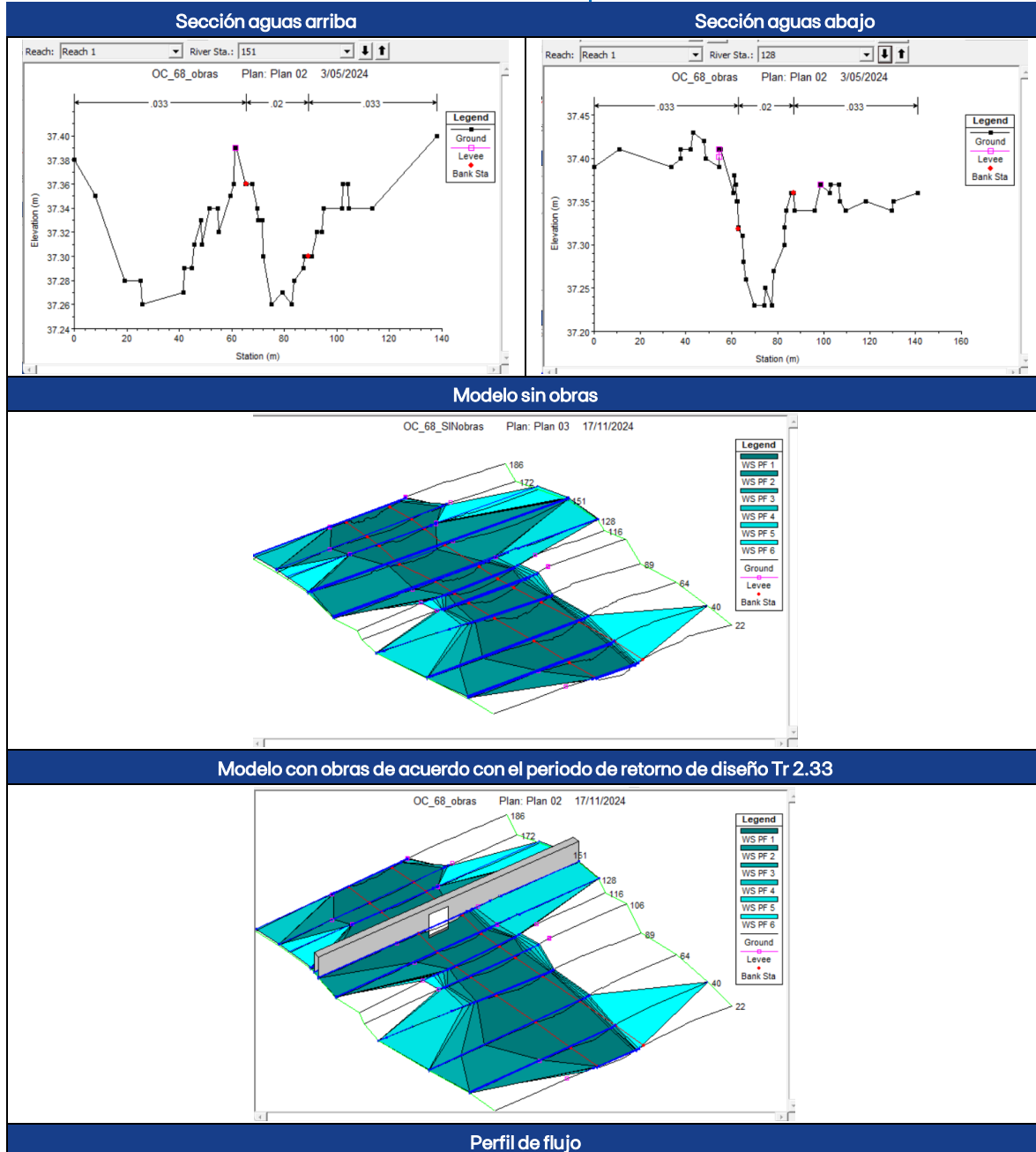


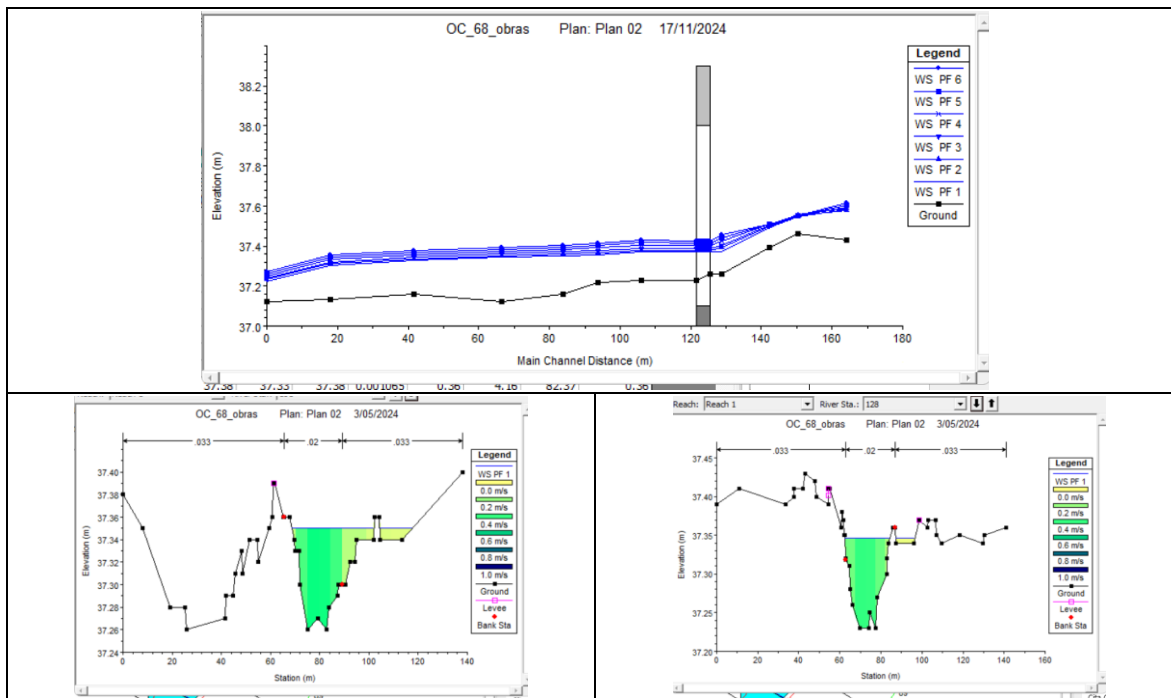


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.5.3.60 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_68

Tabla 7-133 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_68





Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: SINOBRAS River: OC68 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	151	PF 1	0.91	37.26	37.34	37.34	37.37	0.010969	0.78	1.26	25.15	1.04
Reach 1	151	PF 2	1.07	37.26	37.39	37.35	37.40	0.000276	0.18	9.85	136.18	0.18
Reach 1	151	PF 3	1.25	37.26	37.40	37.36	37.41	0.000255	0.18	11.22	138.20	0.18
Reach 1	151	PF 4	1.53	37.26	37.42	37.37	37.42	0.000238	0.19	13.08	138.20	0.17
Reach 1	151	PF 5	1.78	37.26	37.43	37.37	37.43	0.000230	0.20	14.57	138.20	0.17
Reach 1	151	PF 6	2.07	37.26	37.44	37.38	37.44	0.000222	0.21	16.20	138.20	0.17
Reach 1	128	PF 1	0.91	37.23	37.37	37.32	37.38	0.001368	0.39	2.61	37.86	0.40
Reach 1	128	PF 2	1.07	37.23	37.38	37.33	37.38	0.001065	0.36	4.16	82.37	0.36
Reach 1	128	PF 3	1.25	37.23	37.39	37.33	37.40	0.000934	0.36	5.04	83.62	0.34
Reach 1	128	PF 4	1.53	37.23	37.40	37.35	37.41	0.000812	0.37	6.28	85.25	0.32
Reach 1	128	PF 5	1.78	37.23	37.42	37.36	37.42	0.000706	0.36	8.11	135.28	0.31
Reach 1	128	PF 6	2.07	37.23	37.43	37.37	37.43	0.000619	0.36	9.87	140.57	0.29

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: OC68 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	151	PF 1	0.91	37.26	37.37	37.34	37.38	0.002118	0.42	2.94	63.01	0.48
Reach 1	151	PF 2	1.07	37.26	37.39	37.35	37.39	0.000316	0.19	9.40	134.83	0.19
Reach 1	151	PF 3	1.25	37.26	37.40	37.36	37.41	0.000263	0.19	11.10	138.20	0.18
Reach 1	151	PF 4	1.53	37.26	37.42	37.37	37.42	0.000203	0.18	13.76	138.20	0.16
Reach 1	151	PF 5	1.78	37.26	37.44	37.37	37.44	0.000171	0.18	16.01	138.20	0.15
Reach 1	151	PF 6	2.07	37.26	37.46	37.38	37.46	0.000144	0.18	18.56	138.20	0.14
Reach 1	145	OC68	Culvert									
Reach 1	128	PF 1	0.91	37.23	37.37	37.32	37.38	0.001368	0.39	2.61	37.86	0.40
Reach 1	128	PF 2	1.07	37.23	37.38	37.33	37.38	0.001065	0.36	4.16	82.37	0.36
Reach 1	128	PF 3	1.25	37.23	37.39	37.33	37.40	0.000934	0.36	5.04	83.62	0.34
Reach 1	128	PF 4	1.53	37.23	37.40	37.35	37.41	0.000812	0.37	6.28	85.25	0.32
Reach 1	128	PF 5	1.78	37.23	37.42	37.36	37.42	0.000706	0.36	8.11	135.28	0.31
Reach 1	128	PF 6	2.07	37.23	37.43	37.37	37.43	0.000619	0.36	9.87	140.57	0.29

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 37,26 m a 37,23 m (+0,03 m), reflejando un cambio mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 37,23 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 25,15 m a 37,86 m (+12.7 m), mostrando una expansión moderada y manejable del flujo, dentro de los parámetros de diseño, Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 37,23 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 1,04 (supercrítico) a 0,48 (subcrítico), indicando un flujo extremadamente lento y estable, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,40 (subcrítico), lo que confirma un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

Aguas Arriba:

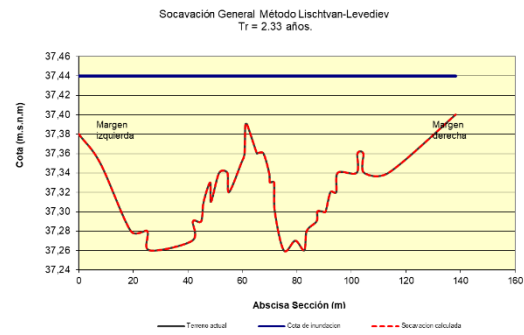
La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección.

Tabla 7-134 Cálculo de socavación OC_68

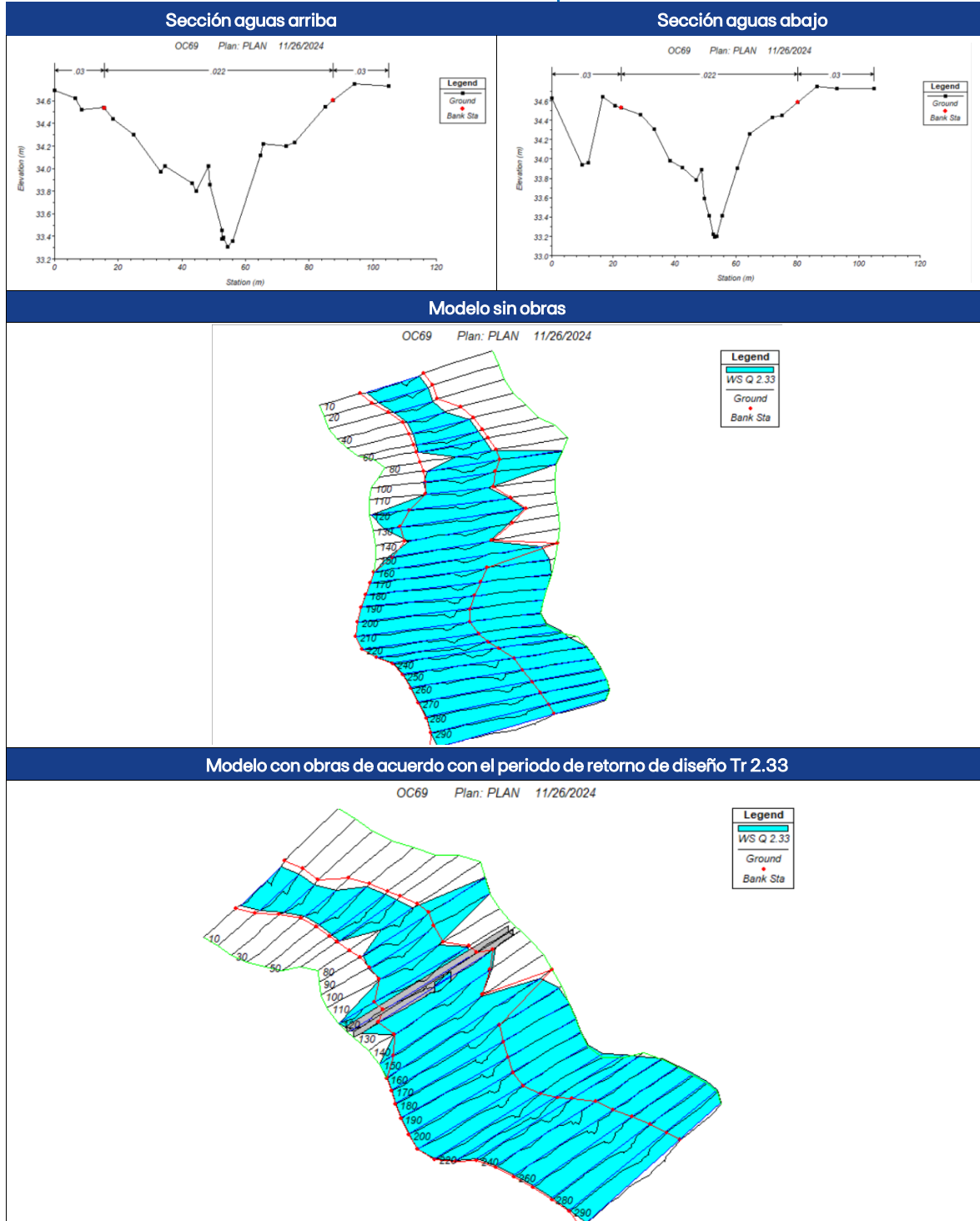




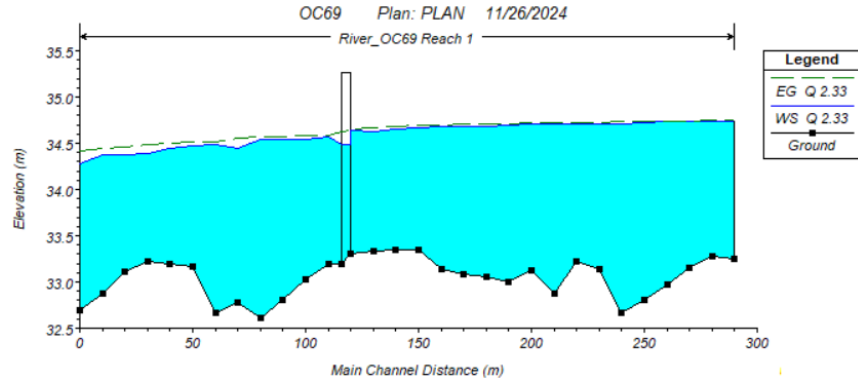
Aguas abajo

7.4.5.3.61 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_69

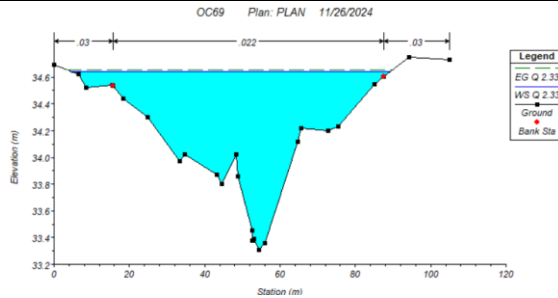
Tabla 7-135 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_69



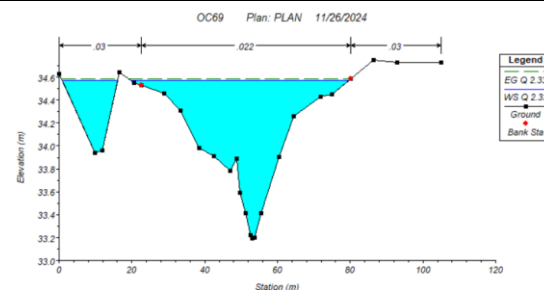
Perfil de flujo



Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con Obras sección aguas abajo



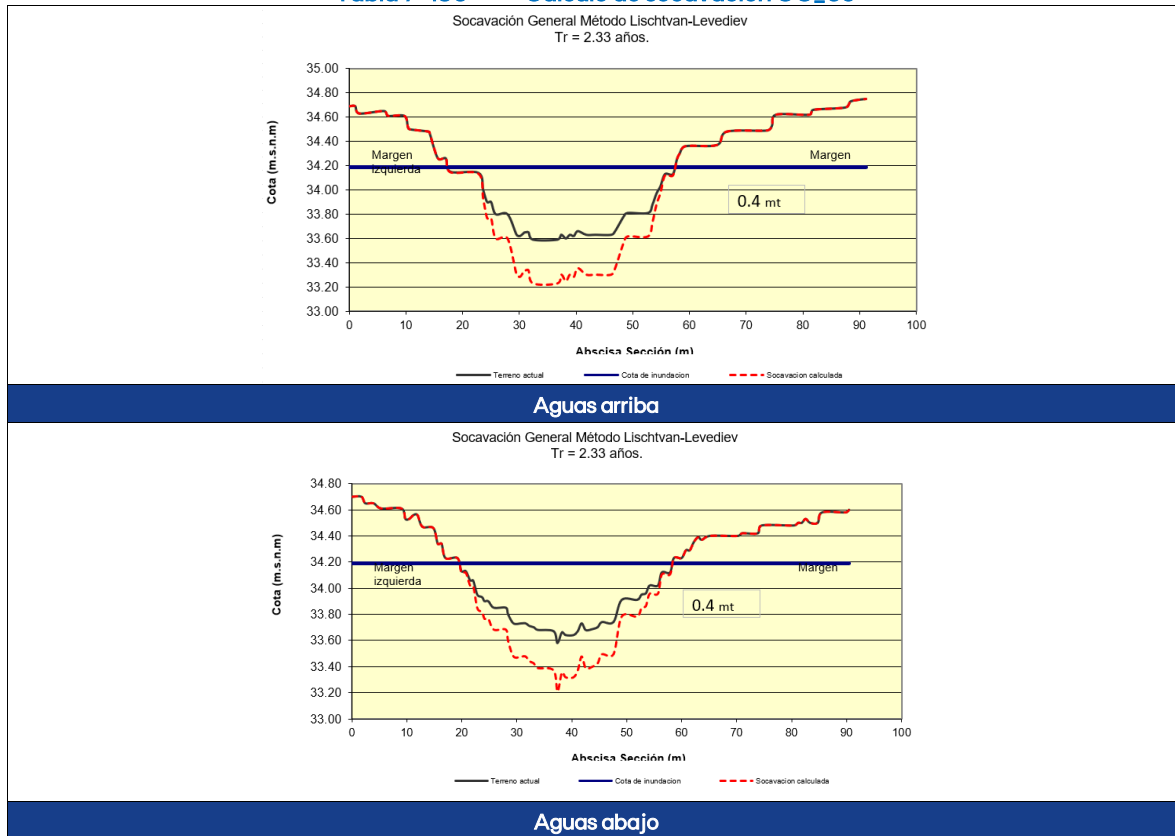
Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River_OC69 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	130	Q 2.33	17.88	33.31	34.58		34.59	0.000289	0.49	36.56	79.21	0.22
Reach 1	130	Q 5	24.09	33.31	34.71		34.72	0.000249	0.53	47.38	92.26	0.21
Reach 1	130	Q 10	31.09	33.31	34.81		34.83	0.000240	0.57	58.00	105.00	0.21
Reach 1	130	Q 25	42.75	33.31	34.96		34.98	0.000228	0.63	73.97	105.00	0.21
Reach 1	130	Q 50	53.66	33.31	35.09		35.11	0.000224	0.68	86.85	105.00	0.22
Reach 1	130	Q 100	66.77	33.31	35.21		35.24	0.000227	0.74	99.86	105.00	0.22
Reach 1	120	Q 2.33	17.88	33.19	34.57		34.59	0.000439	0.58	32.91	75.23	0.27
Reach 1	120	Q 5	24.09	33.19	34.70		34.72	0.000362	0.62	43.19	84.51	0.25
Reach 1	120	Q 10	31.09	33.19	34.80		34.82	0.000336	0.66	53.54	105.00	0.25
Reach 1	120	Q 25	42.75	33.19	34.96		34.98	0.000305	0.72	69.55	105.00	0.25
Reach 1	120	Q 50	53.66	33.19	35.08		35.10	0.000291	0.77	82.45	105.00	0.25
Reach 1	120	Q 100	66.77	33.19	35.20		35.23	0.000289	0.83	95.46	105.00	0.25

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River_OC69 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	130	Q 2.33	17.88	33.31	34.64	34.10	34.65	0.000195	0.44	41.89	85.25	0.18
Reach 1	130	Q 5	24.09	33.31	34.81	34.17	34.82	0.000143	0.44	58.11	105.00	0.16
Reach 1	130	Q 10	31.09	33.31	34.99	34.27	35.00	0.000109	0.45	76.56	105.00	0.15
Reach 1	130	Q 25	42.75	33.31	35.34	34.36	35.34	0.000063	0.42	113.17	105.00	0.12
Reach 1	130	Q 50	53.66	33.31	35.60	34.43	35.61	0.000050	0.43	141.26	105.00	0.11
Reach 1	130	Q 100	66.77	33.31	36.01	34.50	36.02	0.000033	0.41	184.34	105.00	0.09
Reach 1	129		Bridge									
Reach 1	120	Q 2.33	17.88	33.19	34.57		34.59	0.000439	0.58	32.91	75.23	0.27
Reach 1	120	Q 5	24.09	33.19	34.70		34.72	0.000362	0.62	43.19	84.51	0.25
Reach 1	120	Q 10	31.09	33.19	34.80		34.82	0.000336	0.66	53.54	105.00	0.25
Reach 1	120	Q 25	42.75	33.19	34.96		34.98	0.000305	0.72	69.55	105.00	0.25
Reach 1	120	Q 50	53.66	33.19	35.08		35.10	0.000291	0.77	82.45	105.00	0.25
Reach 1	120	Q 100	66.77	33.19	35.20		35.23	0.000289	0.83	95.46	105.00	0.25

Tabla 7-136 Cálculo de socavación OC_69



➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 34,58 m a 34,64 m (+0,06m), reflejando un cambio mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: a profundidad permanece constante en 33,31 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 79,21 m a 85,25 m (+6,04 m), mostrando una expansión moderada del flujo, dentro de los parámetros de diseño, Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 33,19 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 0,22 (subcrítico) a 0,21 (subcrítico), indicando un flujo extremadamente lento y estable, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,01 (subcrítico), lo que confirma un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

Aguas Arriba:

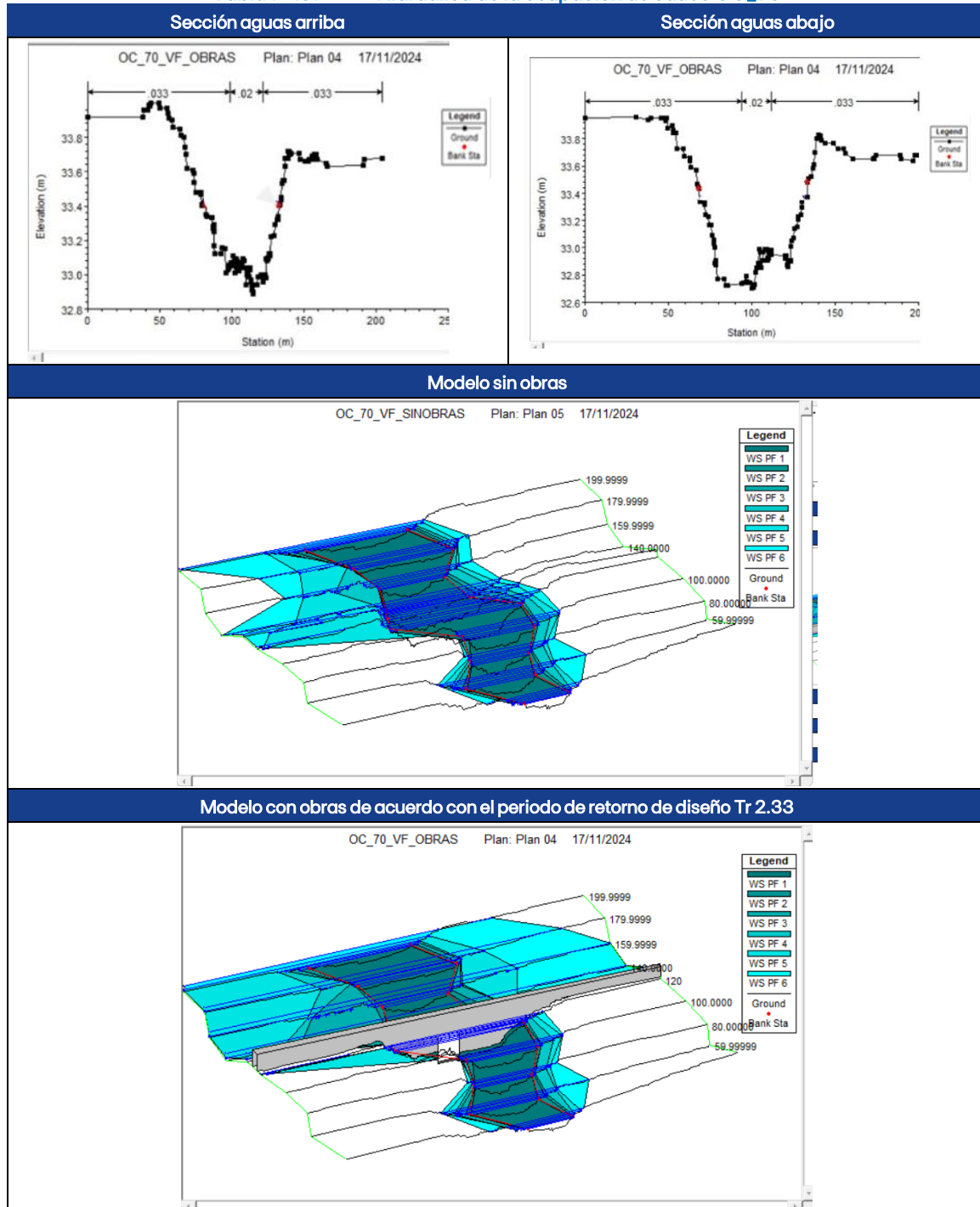
La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

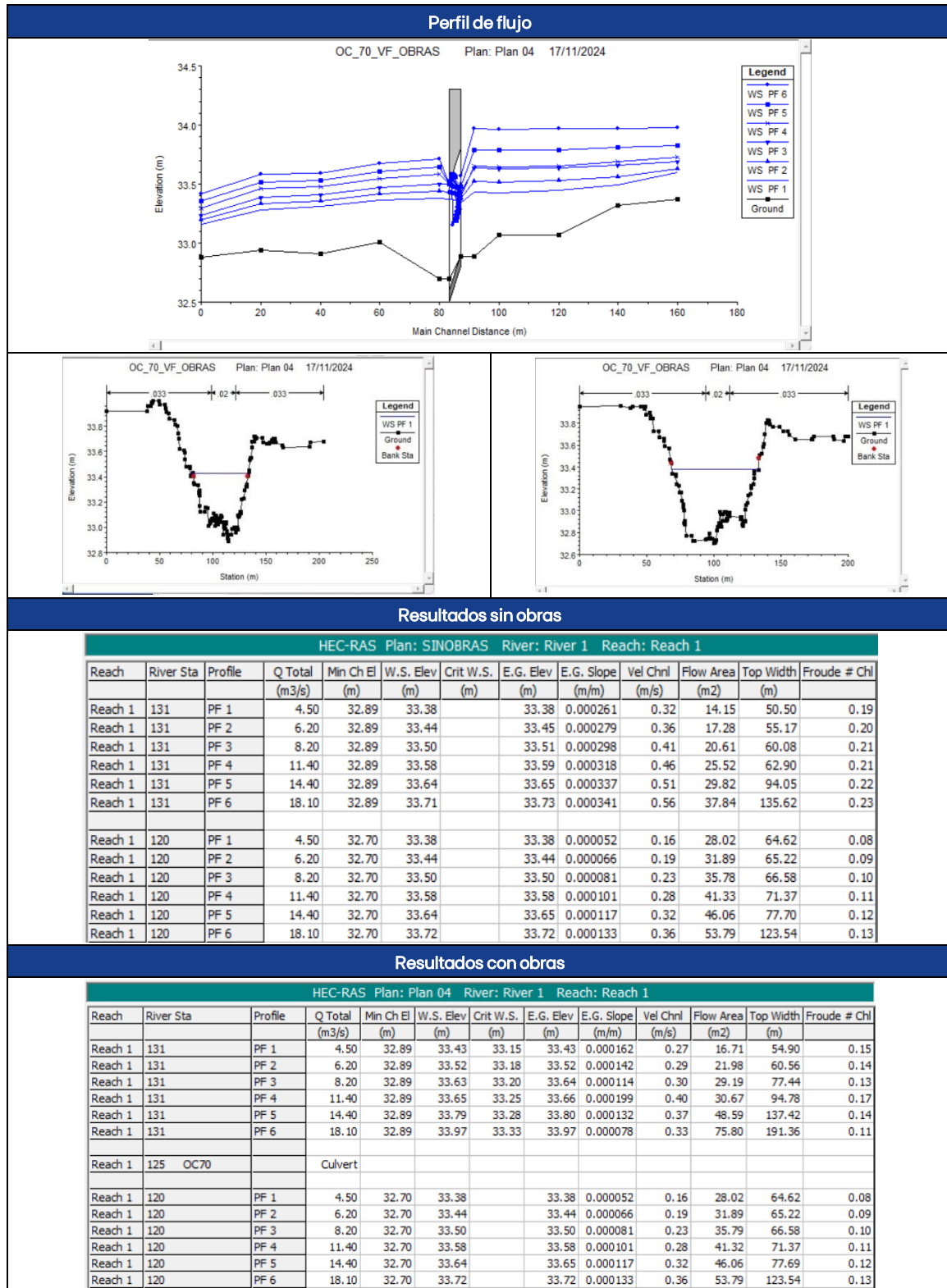
Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección.

7.4.5.3.62 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_70

Tabla 7-137 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_70





	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 33,38 m a 33,43 m (+0,05m), reflejando un cambio mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 32,89 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 50,50 m a 54,90 m (+4,4 m), mostrando una expansión moderada del flujo, dentro de los parámetros de diseño, Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo La lámina de agua permanece constante en 32,70 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude permanece estable en de 0,08 (subcrítico), indicando un flujo extremadamente lento y estable, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,01 (subcrítico), lo que confirma un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

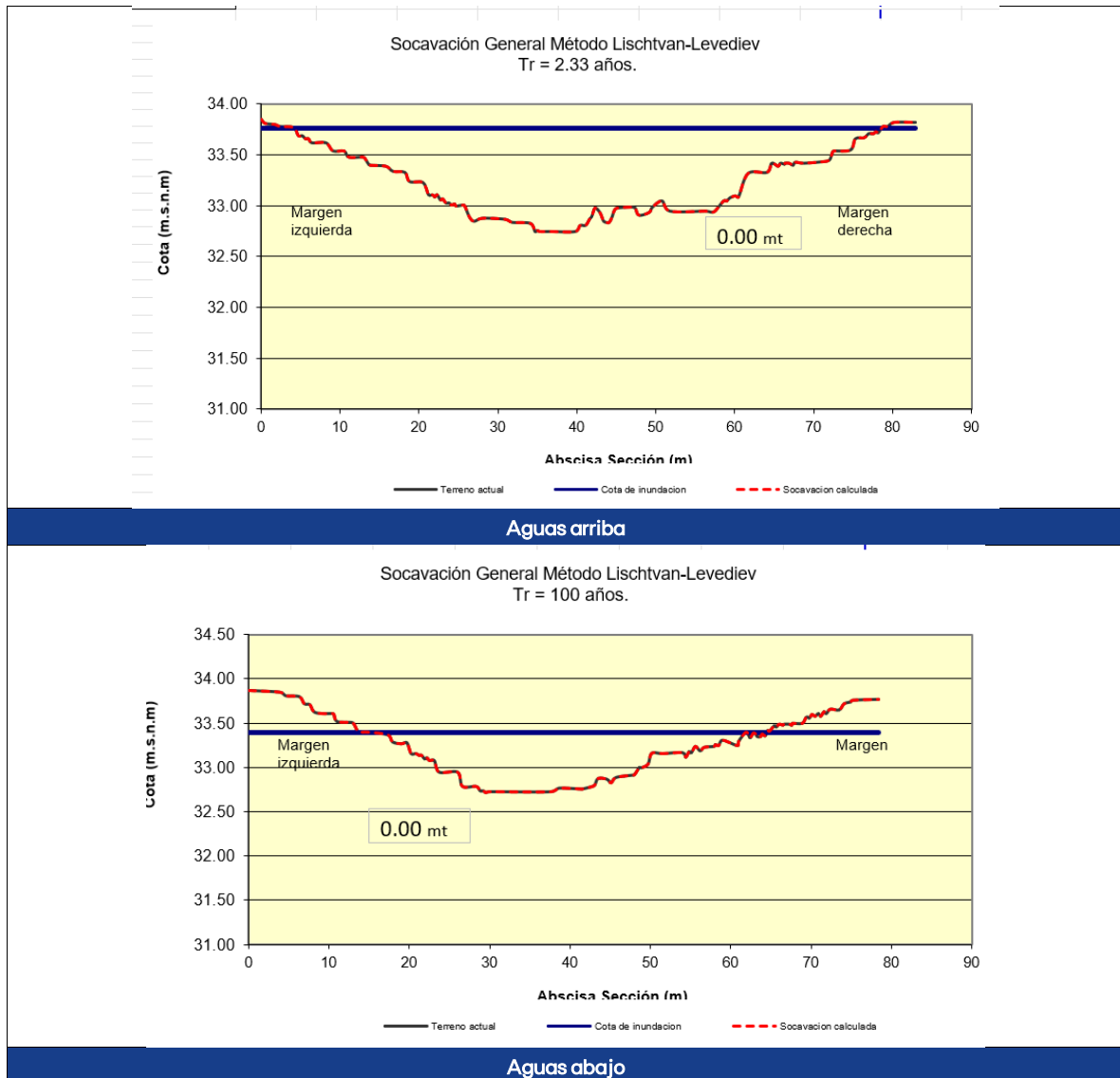
Aguas Arriba:

La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

Aguas Abajo:

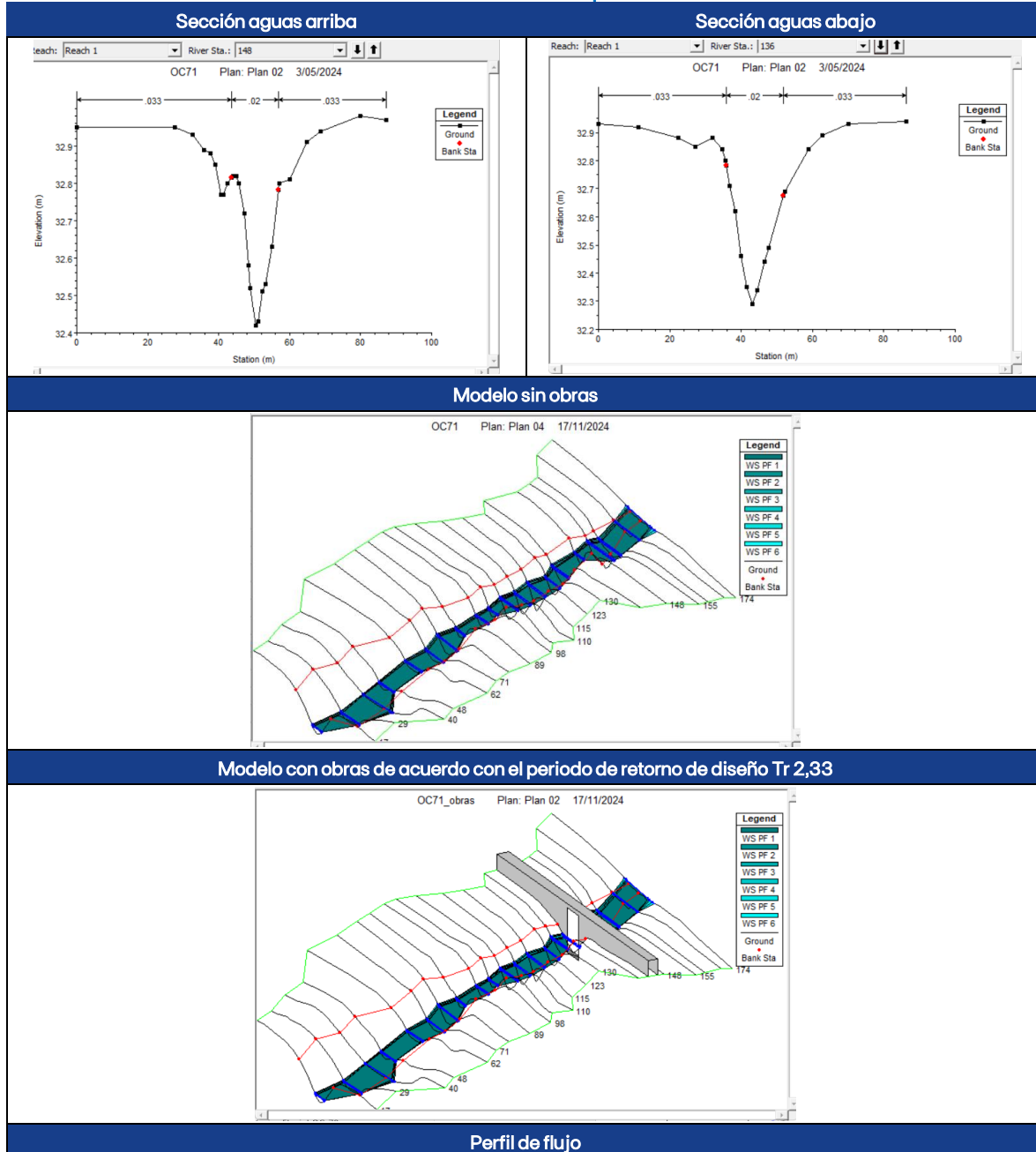
Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección.

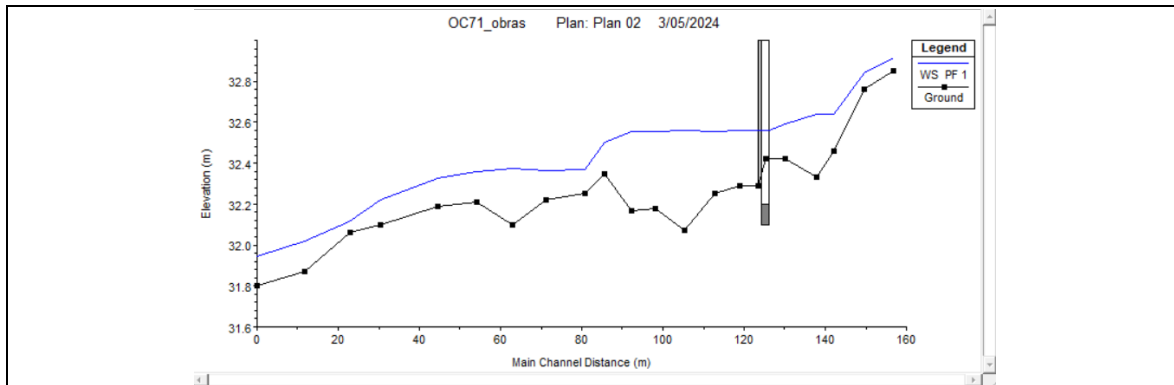
Tabla 7-138 Cálculo de socavación OC_70



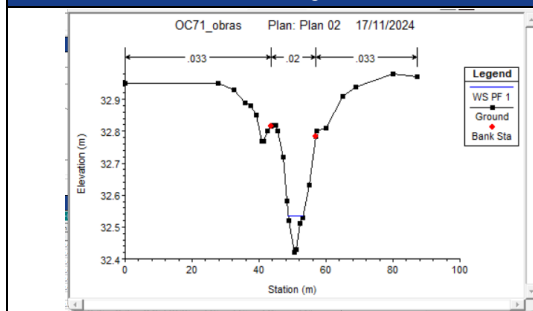
7.4.5.3.63 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_71

Tabla 7-139 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_71

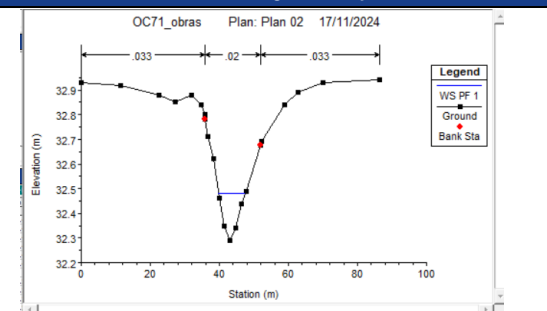




Resultados aguas arriba



Resultados aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC71 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	148	PF 1	0.20	32.42	32.54	32.54	32.57	0.009998	0.76	0.26	4.47	1.00
Reach 1	148	PF 2	0.24	32.42	32.54	32.54	32.58	0.009719	0.79	0.30	4.73	1.00
Reach 1	148	PF 3	0.28	32.42	32.55	32.55	32.59	0.009889	0.83	0.34	4.94	1.01
Reach 1	148	PF 4	0.34	32.42	32.56	32.56	32.60	0.009503	0.86	0.39	5.27	1.01
Reach 1	148	PF 5	0.40	32.42	32.57	32.57	32.61	0.009337	0.90	0.45	5.56	1.01
Reach 1	148	PF 6	0.46	32.42	32.58	32.58	32.62	0.008967	0.92	0.50	5.84	1.00
Reach 1	136	PF 1	0.20	32.29	32.48	32.39	32.49	0.000456	0.24	0.84	7.94	0.23
Reach 1	136	PF 2	0.24	32.29	32.49	32.40	32.50	0.000488	0.26	0.94	8.35	0.24
Reach 1	136	PF 3	0.28	32.29	32.51	32.41	32.51	0.000510	0.27	1.03	8.70	0.25
Reach 1	136	PF 4	0.34	32.29	32.52	32.42	32.52	0.000537	0.29	1.16	9.18	0.26
Reach 1	136	PF 5	0.40	32.29	32.53	32.43	32.54	0.000557	0.31	1.29	9.62	0.27
Reach 1	136	PF 6	0.46	32.29	32.55	32.44	32.55	0.000573	0.32	1.42	10.02	0.28

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: OC71 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	148	PF 1	0.20	32.42	32.56	32.54	32.57	0.003982	0.54	0.37	5.12	0.65
Reach 1	148	PF 2	0.24	32.42	32.56	32.54	32.58	0.004853	0.62	0.39	5.25	0.72
Reach 1	148	PF 3	0.28	32.42	32.57	32.55	32.59	0.005819	0.69	0.41	5.35	0.79
Reach 1	148	PF 4	0.34	32.42	32.57	32.56	32.60	0.007063	0.78	0.44	5.52	0.88
Reach 1	148	PF 5	0.40	32.42	32.58	32.57	32.61	0.008188	0.86	0.47	5.67	0.95
Reach 1	148	PF 6	0.46	32.42	32.58	32.58	32.62	0.008800	0.91	0.50	5.86	0.99
Reach 1	141	OC71	Culvert									
Reach 1	136	PF 1	0.20	32.29	32.48		32.49	0.000456	0.24	0.84	7.94	0.23
Reach 1	136	PF 2	0.24	32.29	32.49		32.50	0.000488	0.26	0.94	8.35	0.24
Reach 1	136	PF 3	0.28	32.29	32.51		32.51	0.000510	0.27	1.03	8.70	0.25
Reach 1	136	PF 4	0.34	32.29	32.52		32.52	0.000537	0.29	1.16	9.18	0.26
Reach 1	136	PF 5	0.40	32.29	32.53		32.54	0.000557	0.31	1.29	9.62	0.27
Reach 1	136	PF 6	0.46	32.29	32.55		32.55	0.000573	0.32	1.42	10.02	0.28

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 32,54 m a 32,56 m (+0,02 m) tras la obra, reflejando un respaldo hidráulico mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones significativas a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 32,48 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 4,47 m a 5,12 m (+0,65 m), mostrando una expansión moderada y controlada del flujo antes de la obra, dentro de los parámetros de diseño.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 7,94 m, reflejando que el flujo aguas abajo no experimenta concentraciones ni expansiones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,65 (subcrítico), estabilizando el flujo y reduciendo las velocidades, minimizando riesgos de erosión aguas arriba.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,23 (subcrítico), indicando un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

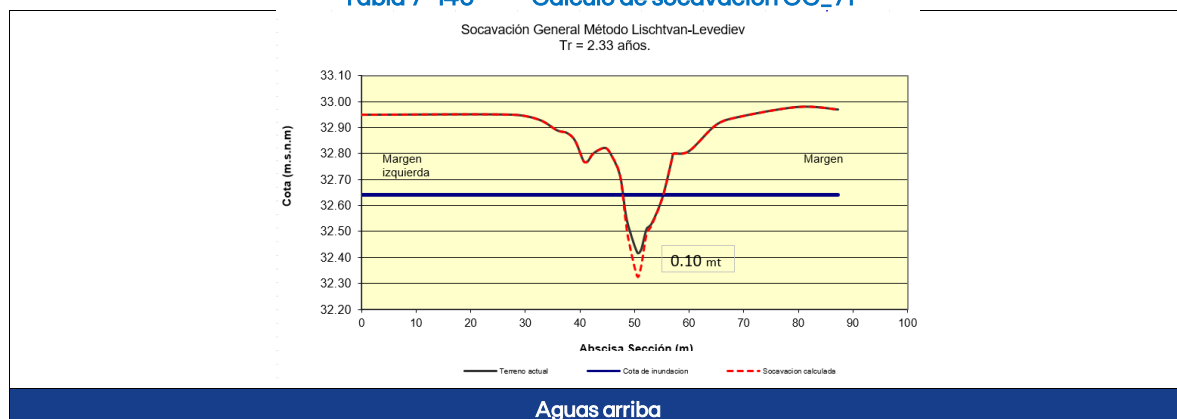
Aguas Arriba:

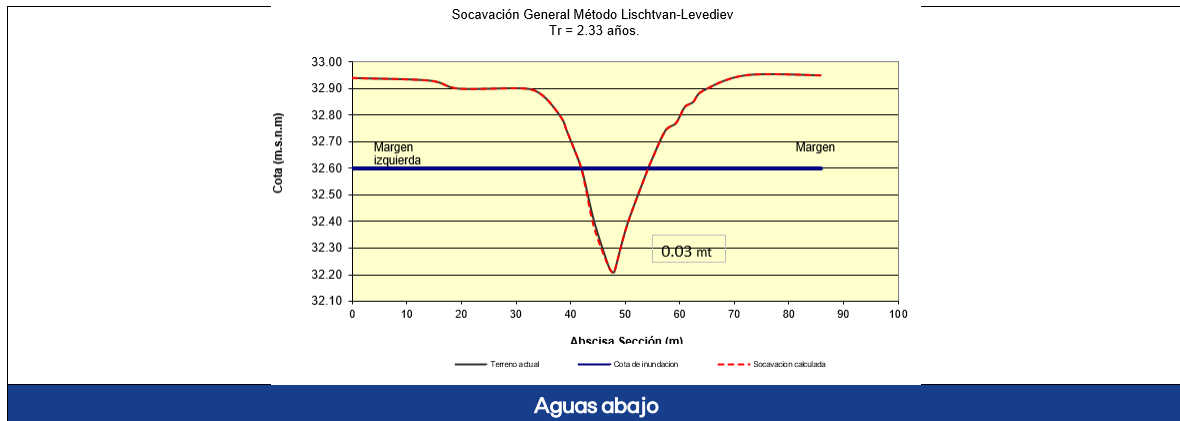
La obra genera un leve incremento en la profundidad y el ancho de la lámina de agua, acompañado de una transición de flujo crítico a subcrítico. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba, reducen las velocidades y minimizan los riesgos de erosión o inestabilidad hidráulica.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen completamente estables en términos de profundidad, ancho de la lámina de agua y régimen hidráulico, lo que demuestra que la obra no afecta la dinámica del flujo en esta sección. (Ver **Tabla 7-140**).

Tabla 7-140 Cálculo de socavación OC_71

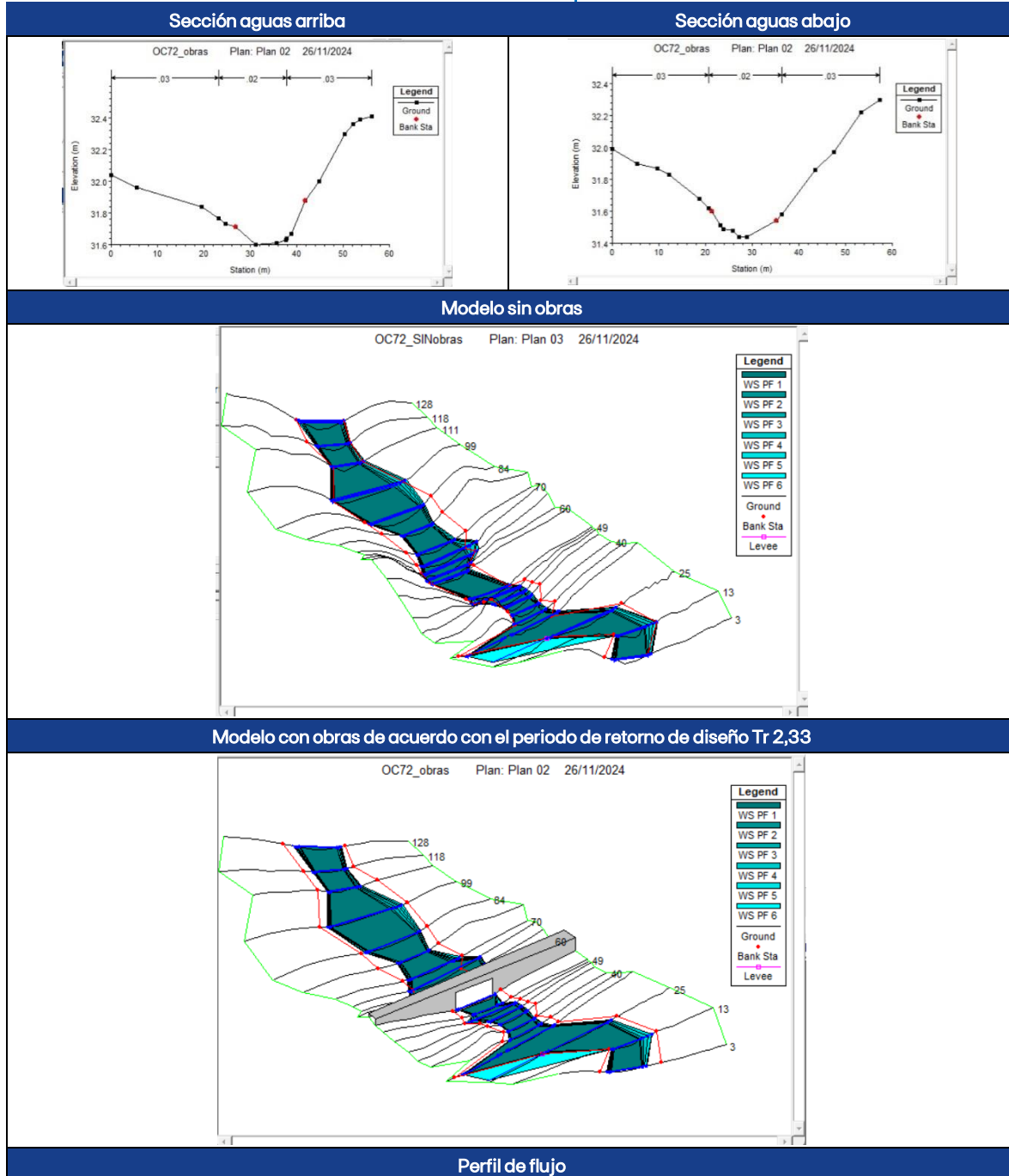


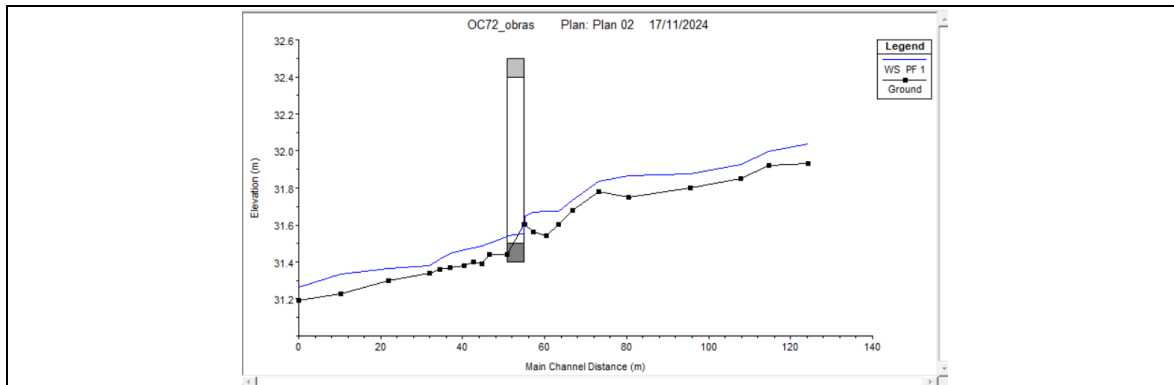


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

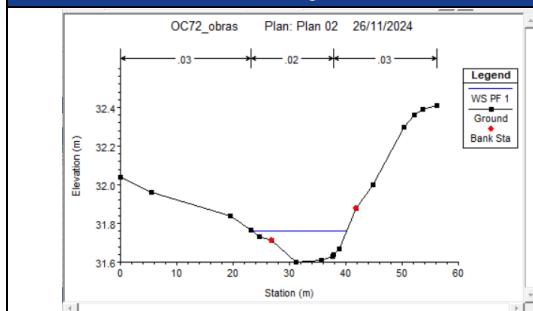
7.4.5.3.64 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_72

Tabla 7-141 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_72

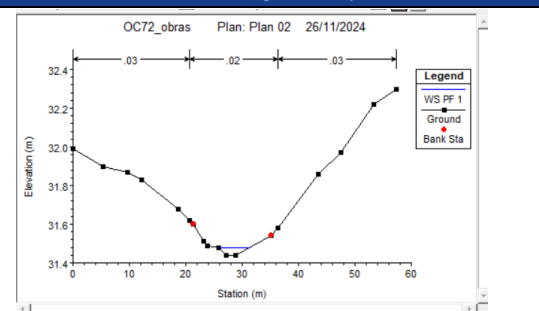




Resultados aguas arriba



Resultados aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC72 River: OC72 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	58	PF 1	0.18	31.60	31.66		31.67	0.014140	0.48	0.38	9.46	0.75
Reach 1	58	PF 2	0.21	31.60	31.66	31.65	31.67	0.017830	0.55	0.39	9.53	0.84
Reach 1	58	PF 3	0.25	31.60	31.66	31.66	31.68	0.021624	0.62	0.41	9.68	0.93
Reach 1	58	PF 4	0.30	31.60	31.66	31.66	31.69	0.023256	0.67	0.45	9.98	0.98
Reach 1	58	PF 5	0.35	31.60	31.67	31.67	31.69	0.022621	0.70	0.51	10.35	0.98
Reach 1	58	PF 6	0.41	31.60	31.68	31.68	31.70	0.021637	0.73	0.57	10.68	0.97
Reach 1	49	PF 1	0.18	31.44	31.50	31.50	31.52	0.022355	0.54	0.34	9.54	0.91
Reach 1	49	PF 2	0.21	31.44	31.51		31.52	0.017258	0.51	0.41	10.22	0.82
Reach 1	49	PF 3	0.25	31.44	31.52		31.53	0.014036	0.50	0.50	10.91	0.75
Reach 1	49	PF 4	0.30	31.44	31.53		31.54	0.011722	0.50	0.60	11.69	0.70
Reach 1	49	PF 5	0.35	31.44	31.54		31.55	0.010208	0.50	0.70	12.41	0.67
Reach 1	49	PF 6	0.41	31.44	31.55		31.56	0.008896	0.50	0.82	12.94	0.63

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: OC72 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	58	PF 1	0.18	31.60	31.67	31.65	31.68	0.002776	0.36	0.50	10.31	0.52
Reach 1	58	PF 2	0.21	31.60	31.67	31.65	31.68	0.003004	0.39	0.54	10.53	0.54
Reach 1	58	PF 3	0.25	31.60	31.68	31.66	31.69	0.003227	0.42	0.60	10.80	0.57
Reach 1	58	PF 4	0.30	31.60	31.68	31.66	31.69	0.003418	0.45	0.66	11.12	0.59
Reach 1	58	PF 5	0.35	31.60	31.74	31.67	31.74	0.000524	0.25	1.41	15.63	0.25
Reach 1	58	PF 6	0.41	31.60	31.75	31.68	31.75	0.000529	0.27	1.57	16.25	0.26
Reach 1	55	oc72										
Reach 1	49	PF 1	0.18	31.44	31.50	31.50	31.52	0.012267	0.58	0.31	9.30	1.00
Reach 1	49	PF 2	0.21	31.44	31.51	31.51	31.52	0.011815	0.60	0.35	9.70	1.00
Reach 1	49	PF 3	0.25	31.44	31.51	31.51	31.53	0.011453	0.62	0.40	10.16	1.00
Reach 1	49	PF 4	0.30	31.44	31.52	31.52	31.54	0.011056	0.65	0.46	10.64	1.00
Reach 1	49	PF 5	0.35	31.44	31.52	31.52	31.54	0.010787	0.67	0.52	11.08	1.00
Reach 1	49	PF 6	0.41	31.44	31.53	31.53	31.55	0.010518	0.70	0.58	11.57	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 31,66 m a 31,67 m (+0,01 m) tras la obra, reflejando un respaldo hidráulico mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones significativas a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 31,50 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 4,47 m a 5,12 m (+0,65 m), mostrando una expansión moderada y controlada del flujo antes de la obra, dentro de los parámetros de diseño.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 7,94 m, reflejando que el flujo aguas abajo no experimenta concentraciones ni expansiones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 1,00 (crítico) a 0,60 (subcrítico), estabilizando el flujo y reduciendo las velocidades, minimizando riesgos de erosión aguas arriba.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,23 (subcrítico), indicando un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

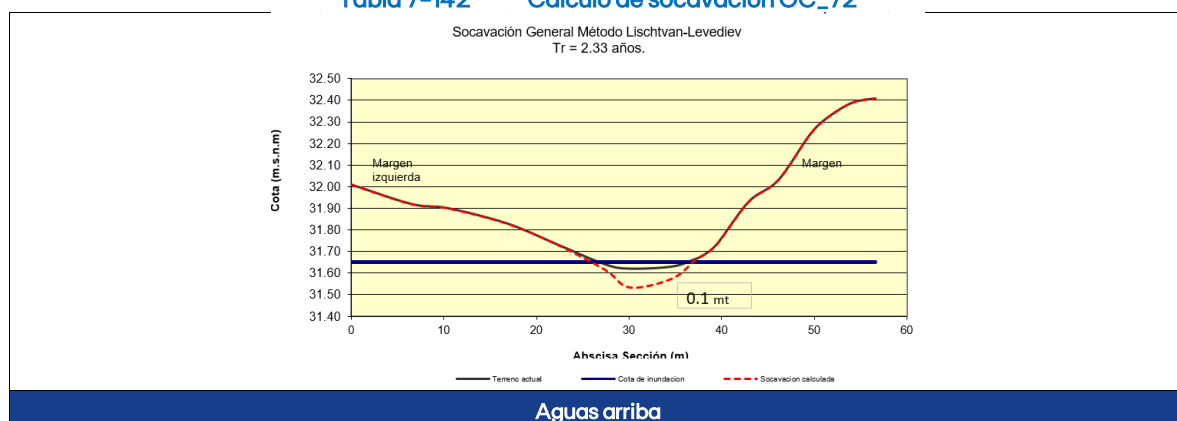
Aguas Arriba:

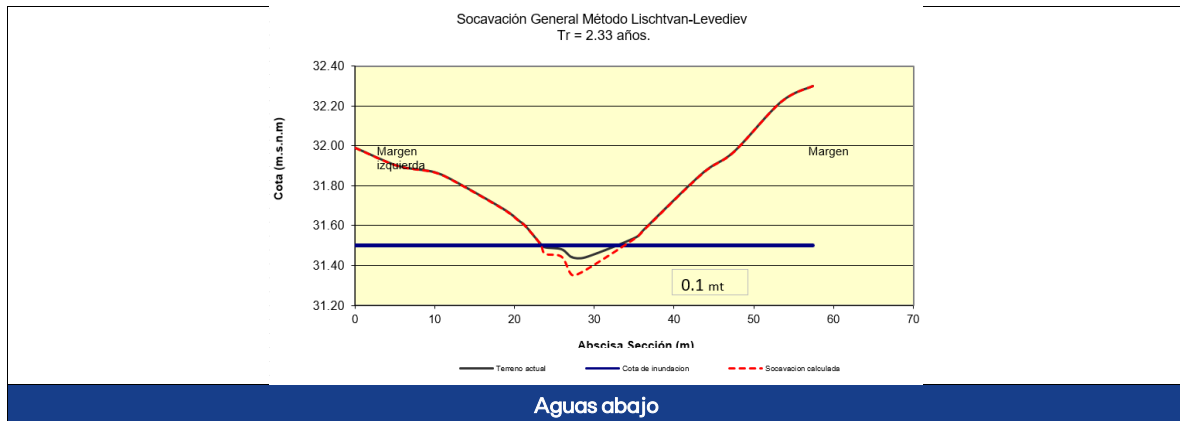
La obra genera un leve incremento en la profundidad y el ancho de la lámina de agua, acompañado de una transición de flujo crítico a subcrítico. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba, reducen las velocidades y minimizan los riesgos de erosión o inestabilidad hidráulica.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen completamente estables en términos de profundidad, ancho de la lámina de agua y régimen hidráulico, lo que demuestra que la obra no afecta la dinámica del flujo en esta sección. (Ver **Tabla 7-142**)

Tabla 7-142 Cálculo de socavación OC_72

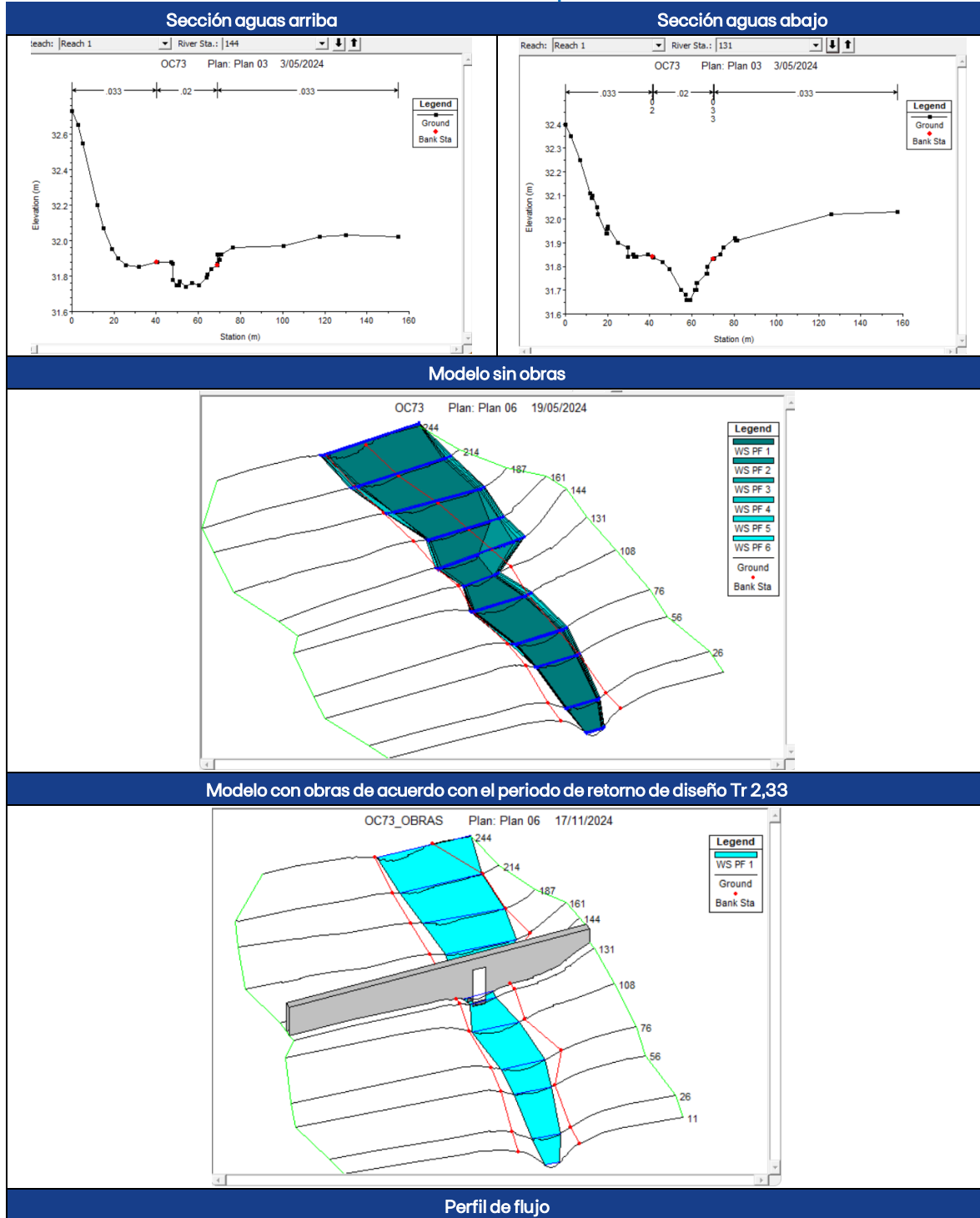


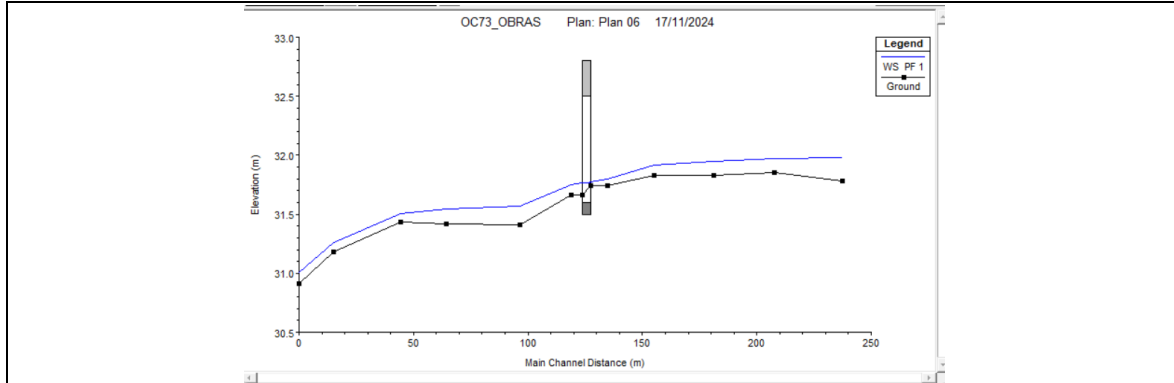


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

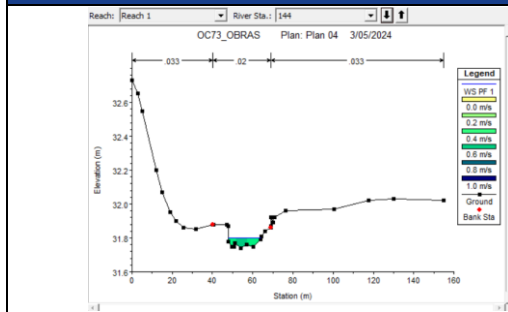
7.4.5.3.65 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_73

Tabla 7-143 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_73

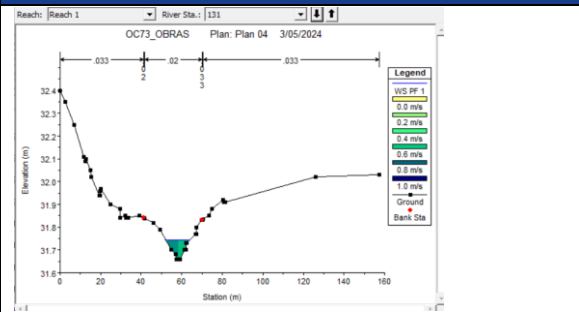




Resultados aguas arriba



Resultados aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: SINOBRAS River: River 1 Reach: Reach 1											
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
Reach 1	144	PF 1	0.46	31.74	31.83		31.84	0.001926	0.37	1.25	0.45
Reach 1	144	PF 2	0.54	31.74	31.84		31.85	0.001927	0.39	1.39	0.45
Reach 1	144	PF 3	0.63	31.74	31.85		31.86	0.002033	0.41	1.53	0.47
Reach 1	144	PF 4	0.77	31.74	31.86		31.87	0.002086	0.43	1.82	0.48
Reach 1	144	PF 5	0.90	31.74	31.87		31.88	0.002100	0.46	2.06	0.49
Reach 1	144	PF 6	1.05	31.74	31.88		31.89	0.002365	0.45	2.62	0.51
Reach 1	131	PF 1	0.46	31.66	31.75	31.75	31.78	0.011356	0.71	0.65	1.03
Reach 1	131	PF 2	0.54	31.66	31.76	31.76	31.79	0.010443	0.71	0.76	1.00
Reach 1	131	PF 3	0.63	31.66	31.77	31.77	31.79	0.010406	0.73	0.86	1.00
Reach 1	131	PF 4	0.77	31.66	31.78	31.78	31.81	0.009922	0.76	1.01	0.99
Reach 1	131	PF 5	0.90	31.66	31.78	31.78	31.81	0.010108	0.80	1.12	1.02
Reach 1	131	PF 6	1.05	31.66	31.79	31.79	31.83	0.009369	0.83	1.27	0.99

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 06 River: River 1 Reach: Reach 1											
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
Reach 1	144	PF 1	0.46	31.74	31.80	31.80	31.82	0.012354	0.67	0.69	1.05
Reach 1	144	PF 2	0.54	31.74	31.81	31.81	31.83	0.010728	0.68	0.79	1.00
Reach 1	144	PF 3	0.63	31.74	31.81	31.81	31.84	0.010550	0.72	0.88	1.00
Reach 1	144	PF 4	0.77	31.74	31.82	31.82	31.85	0.010040	0.76	1.02	1.00
Reach 1	144	PF 5	0.90	31.74	31.83	31.83	31.86	0.009761	0.79	1.14	1.00
Reach 1	144	PF 6	1.05	31.74	31.84	31.84	31.87	0.009483	0.83	1.27	1.00
Reach 1	136	OC73									
Reach 1	131	PF 1	0.46	31.66	31.75	31.75	31.78	0.011356	0.71	0.65	1.03
Reach 1	131	PF 2	0.54	31.66	31.76	31.76	31.79	0.010443	0.71	0.76	1.00
Reach 1	131	PF 3	0.63	31.66	31.77	31.77	31.79	0.010406	0.73	0.86	1.00
Reach 1	131	PF 4	0.77	31.66	31.78	31.78	31.81	0.009922	0.76	1.01	0.99
Reach 1	131	PF 5	0.90	31.66	31.78	31.78	31.81	0.010108	0.80	1.12	1.02
Reach 1	131	PF 6	1.05	31.66	31.79	31.79	31.83	0.009369	0.83	1.27	0.99

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad disminuye ligeramente de 31,83 m a 31,80 m (-0,03 m), reflejando un leve descenso manejable y sin riesgos de represamiento. Este cambio está asociado a un incremento en la velocidad del flujo aguas arriba.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 31,75 m, indicando estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua disminuye de 18,05 m a 16,32 m (-1,73 m), mostrando una ligera concentración del flujo aguas arriba, lo que puede estar relacionado con el aumento en el número de Froude.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 13,34 m, lo que refleja que la obra no genera concentraciones ni expansiones significativas en esta sección.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude aumenta de 0,45 (subcrítico) a 1,00 (crítico), lo que indica una transición hacia un flujo más dinámico aguas arriba, con mayor energía y riesgo potencial de erosión.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), reflejando un flujo dinámico pero controlado, aunque con mayores niveles de energía.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

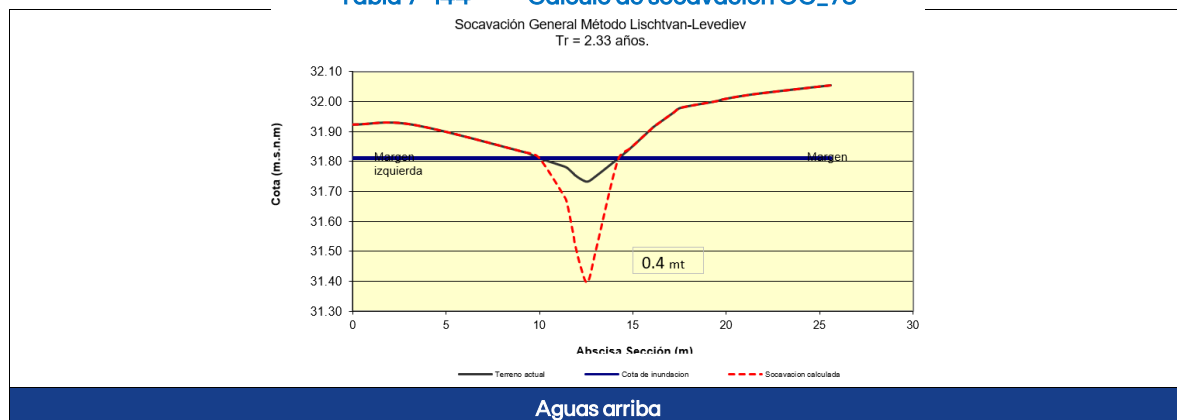
Aguas Arriba:

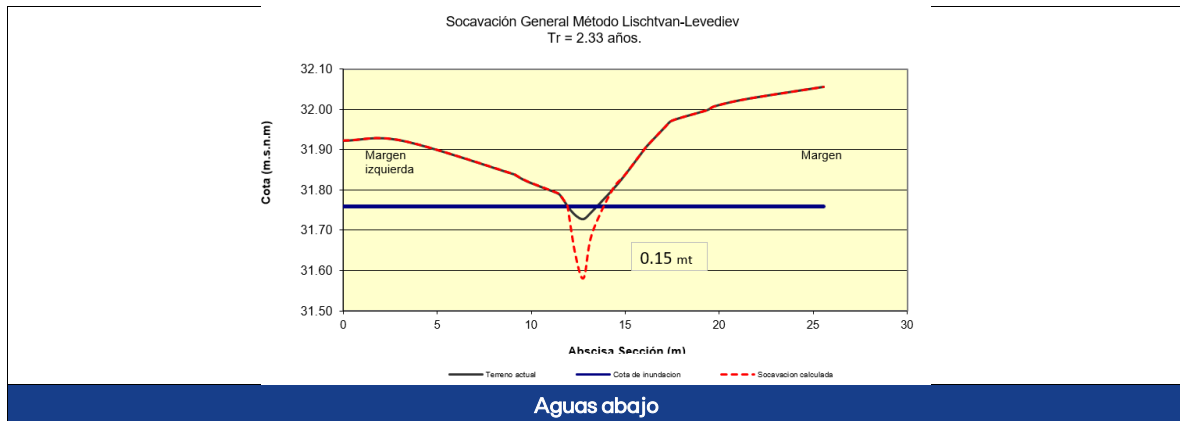
Los cambios en la profundidad y la lámina de agua, junto con el aumento en el número de Froude hacia régimen crítico, reflejan un flujo más dinámico y concentrado. Aunque estos cambios son manejables, el incremento en la energía del flujo podría incrementar los riesgos de erosión en el lecho y las orillas.

Aguas Abajo:

Las condiciones hidráulicas aguas abajo permanecen estables en términos de profundidad, lámina de agua y régimen crítico. Esto asegura que la obra no genera impactos significativos, pero el flujo crítico podría requerir monitoreo para evitar problemas locales de erosión. (Ver **Tabla 7-144**).

Tabla 7-144 Cálculo de socavación OC_73

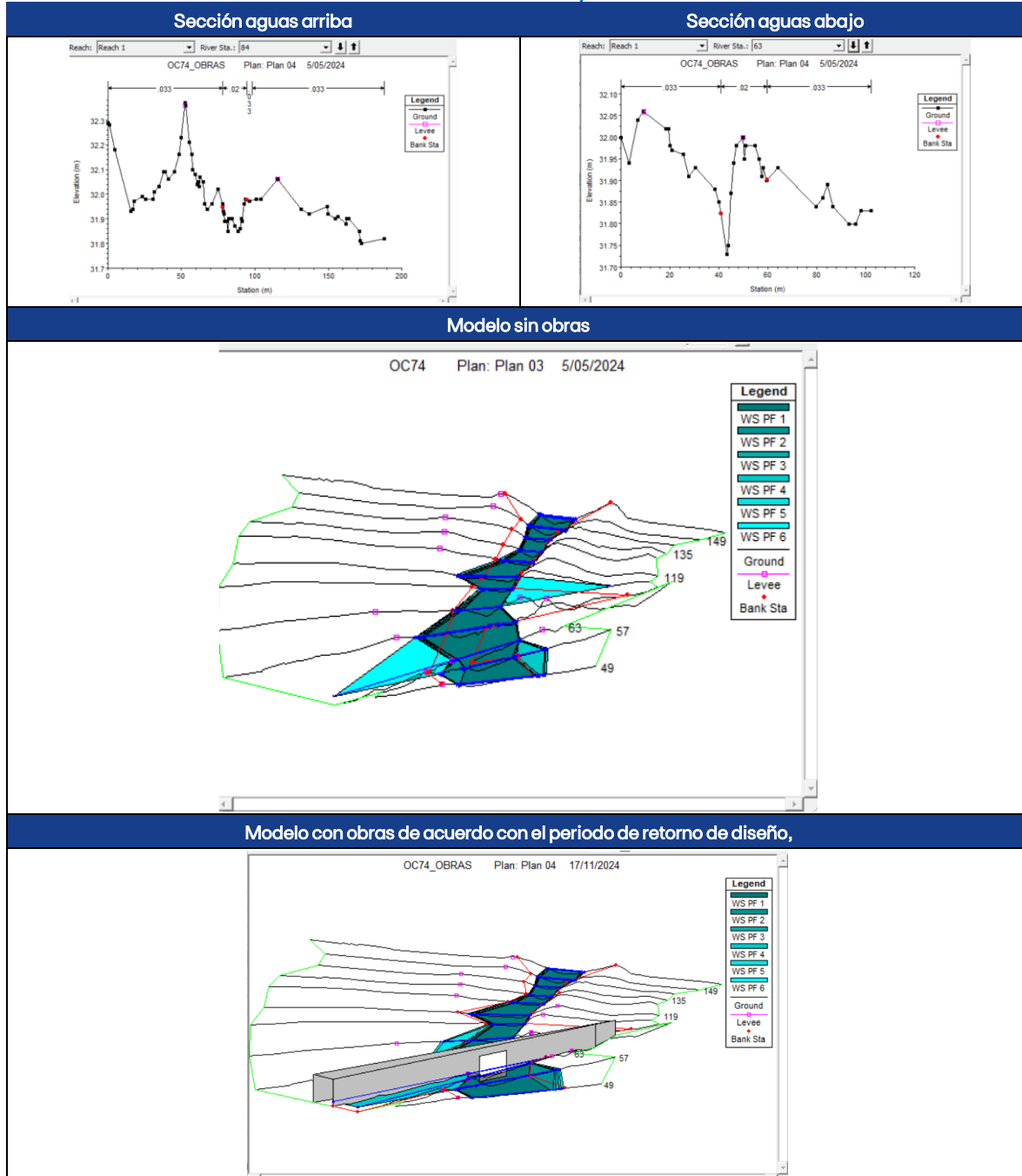


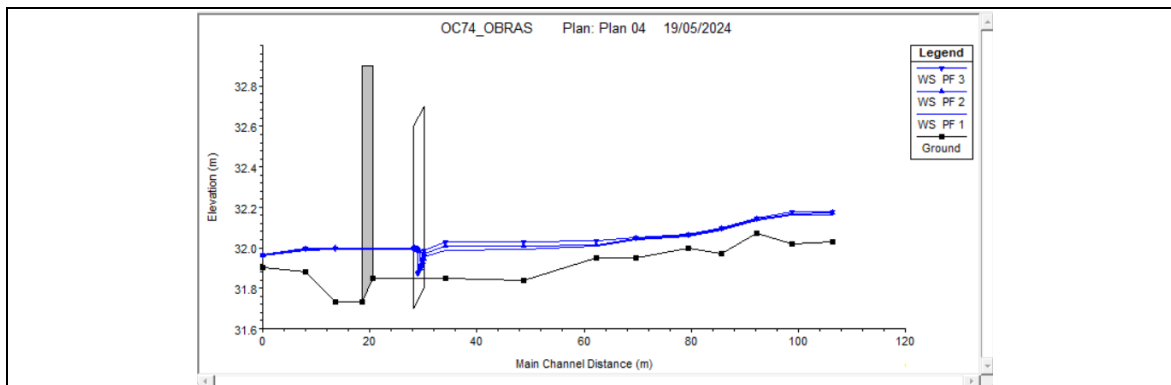


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

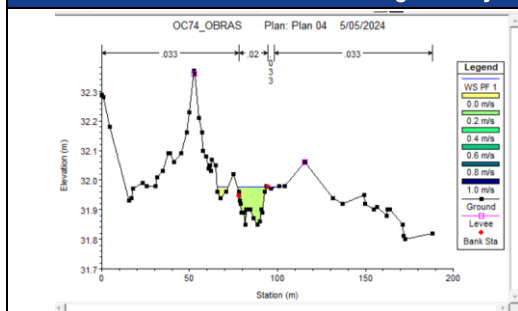
7.4.5.3.66 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_74

Tabla 7-145 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_74

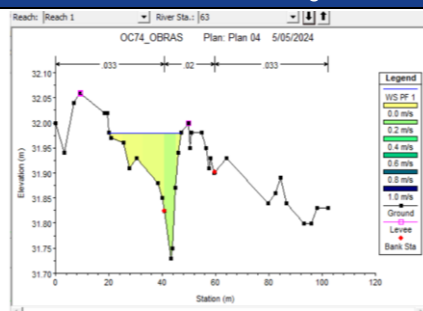




Resultados sin obras sección aguas abajo



Resultado con obras sección aguas arriba,



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: SINOBAS_OC74 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	84	PF 1	0.21	31.85	31.99	31.91	31.99	0.000145	0.13	2.01	37.08	0.13
Reach 1	84	PF 2	0.25	31.85	32.00	31.91	32.00	0.000170	0.14	2.19	38.41	0.14
Reach 1	84	PF 3	0.29	31.85	32.00	31.92	32.00	0.000193	0.15	2.36	39.64	0.15
Reach 1	84	PF 4	0.35	31.85	32.00	31.92	32.00	0.000271	0.18	2.40	39.90	0.18
Reach 1	84	PF 5	0.41	31.85	32.01	31.93	32.01	0.000310	0.20	2.60	41.28	0.19
Reach 1	84	PF 6	0.48	31.85	32.01	31.94	32.02	0.000346	0.22	2.84	42.89	0.21
Reach 1	63	PF 1	0.21	31.73	31.99	31.84	31.99	0.000107	0.13	2.45	28.74	0.12
Reach 1	63	PF 2	0.25	31.73	31.99	31.85	31.99	0.000140	0.15	2.57	29.37	0.13
Reach 1	63	PF 3	0.29	31.73	32.00	31.86	32.00	0.000174	0.16	2.68	29.93	0.15
Reach 1	63	PF 4	0.35	31.73	32.00	31.87	32.00	0.000022	0.04	9.32	82.68	0.05
Reach 1	63	PF 5	0.41	31.73	32.01	31.88	32.01	0.000026	0.05	9.73	82.74	0.05
Reach 1	63	PF 6	0.48	31.73	32.01	31.90	32.01	0.000031	0.06	10.21	82.81	0.06

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	84	PF 1	0.23	31.85	32.00	31.91	32.00	0.000152	0.12	2.13	38.01	0.15
Reach 1	84	PF 2	0.27	31.85	32.00	31.92	32.00	0.000176	0.13	2.31	39.26	0.16
Reach 1	84	PF 3	0.32	31.85	32.00	31.92	32.01	0.000207	0.14	2.49	40.58	0.17
Reach 1	84	PF 4	0.39	31.85	32.01	31.93	32.01	0.000235	0.15	2.81	42.66	0.18
Reach 1	84	PF 5	0.45	31.85	32.02	31.93	32.02	0.000248	0.16	3.10	44.57	0.19
Reach 1	84	PF 6	0.53	31.85	32.03	31.94	32.03	0.000260	0.17	3.49	46.00	0.19
Reach 1	69	oc74										
Reach 1	63	PF 1	0.23	31.73	31.99	31.85	31.99	0.000122	0.09	2.53	29.18	0.10
Reach 1	63	PF 2	0.27	31.73	32.00	31.86	32.00	0.000156	0.10	2.64	29.71	0.11
Reach 1	63	PF 3	0.32	31.73	32.00	31.87	32.00	0.000203	0.12	2.74	30.21	0.12
Reach 1	63	PF 4	0.39	31.73	32.01	31.88	32.01	0.000025	0.04	9.60	82.72	0.04
Reach 1	63	PF 5	0.45	31.73	32.01	31.89	32.01	0.000029	0.04	10.03	82.79	0.04
Reach 1	63	PF 6	0.53	31.73	32.02	31.90	32.02	0.000034	0.05	10.51	82.86	0.05

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 31,99 m a 32,00 m (+0,01 m), reflejando un leve respaldo hidráulico manejable, sin riesgos significativos para la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 31,99 m, lo que indica estabilidad en las condiciones hidráulicas aguas abajo tras la obra.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 37,08 m a 38,01 m (+0,93 m), mostrando una expansión mínima y controlada del flujo antes de la obra, dentro de los parámetros de diseño.

Aguas Abajo: La lámina de agua aumenta de 28,74 m a 29,10 m (+0,36 m), reflejando un flujo ligeramente más distribuido aguas abajo, sin afectaciones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude aumenta ligeramente de 0,13 (subcrítico) a 0,15 (subcrítico), indicando un flujo más dinámico pero aún estable, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas aguas arriba.

Aguas Abajo: El número de Froude disminuye de 0,12 (subcrítico) a 0,10 (subcrítico), lo que refleja un flujo más lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

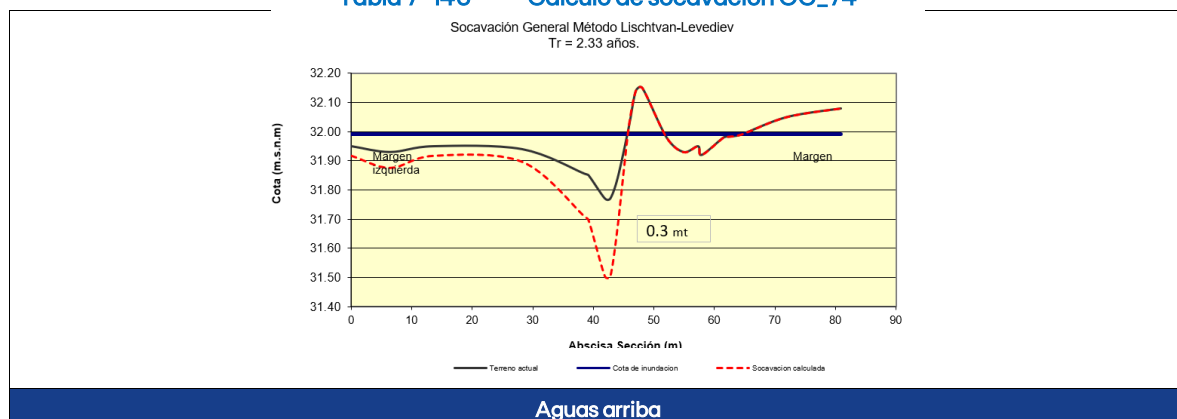
Aguas Arriba:

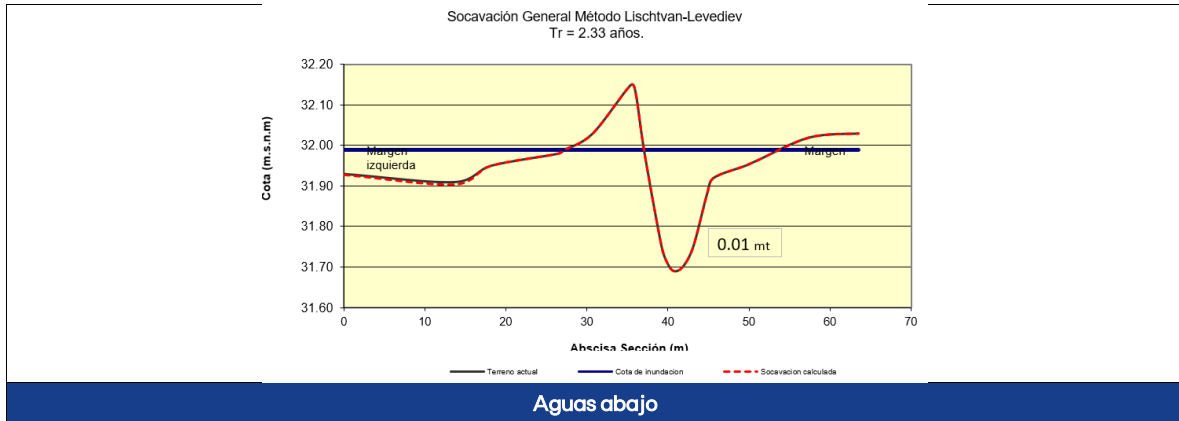
La obra genera un leve incremento en la profundidad y en el ancho de la lámina de agua, acompañado de un ligero aumento en el número de Froude. Estos cambios son mínimos, manejables y no generan riesgos de erosión ni afectaciones significativas en esta sección.

Aguas Abajo:

Los cambios en la lámina de agua y la disminución en el número de Froude reflejan un flujo más distribuido y lento aguas abajo. Esto asegura que la obra no altera la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta zona. (Ver **Tabla 7-146**).

Tabla 7-146 Cálculo de socavación OC_74

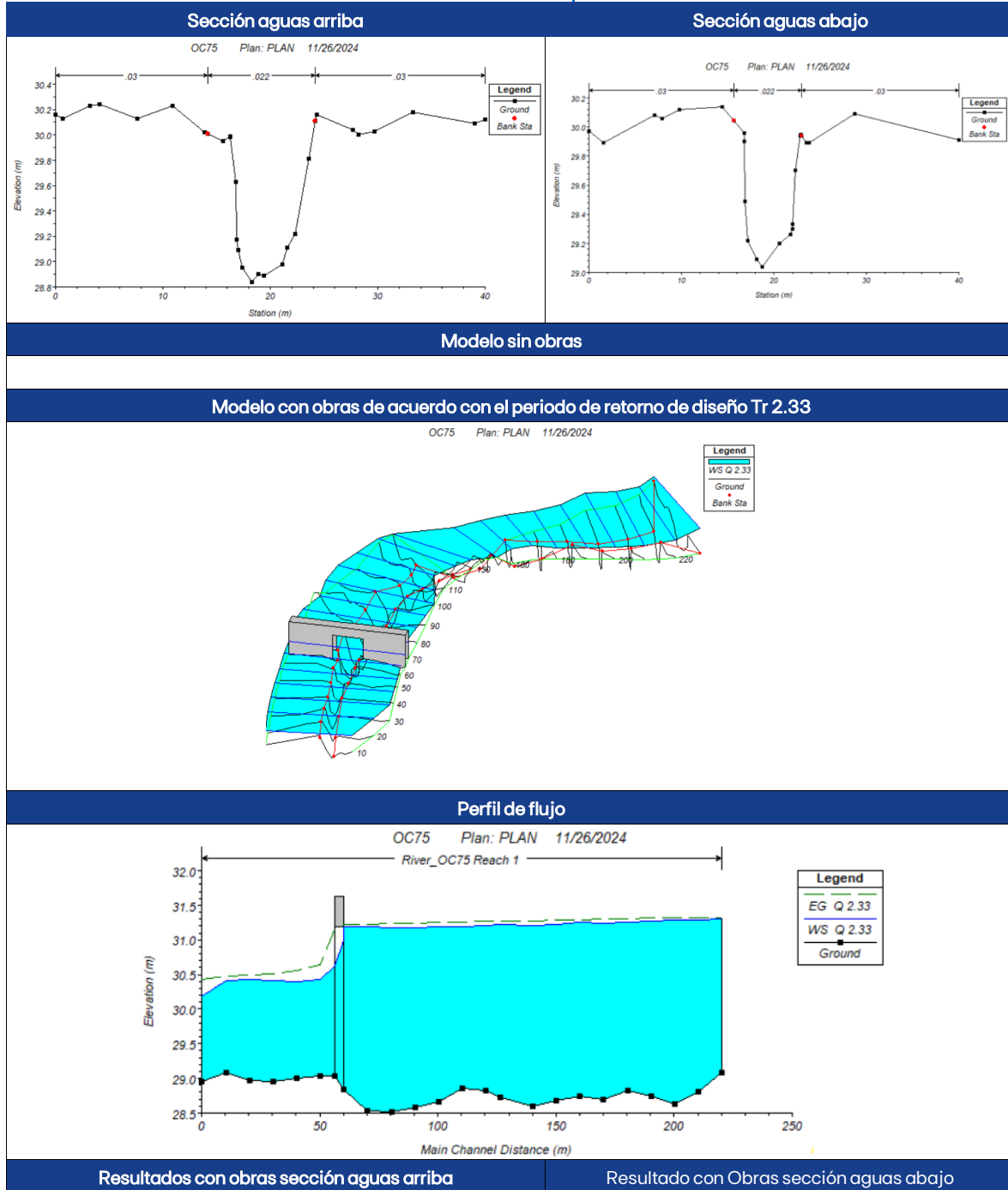


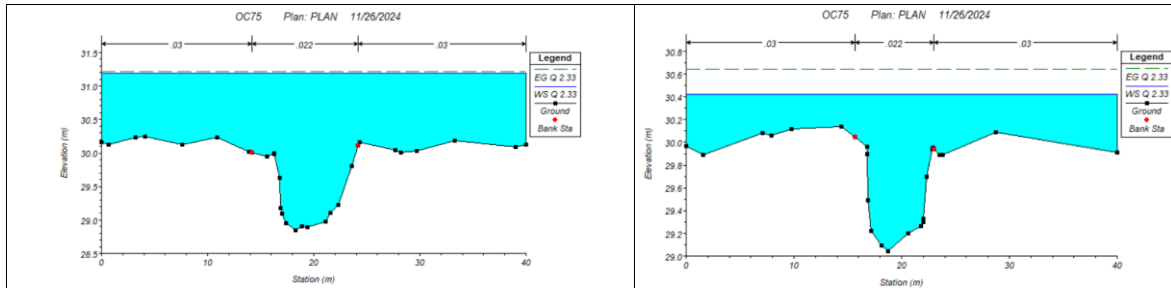


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.5.3.67 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_75

Tabla 7-147 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_75





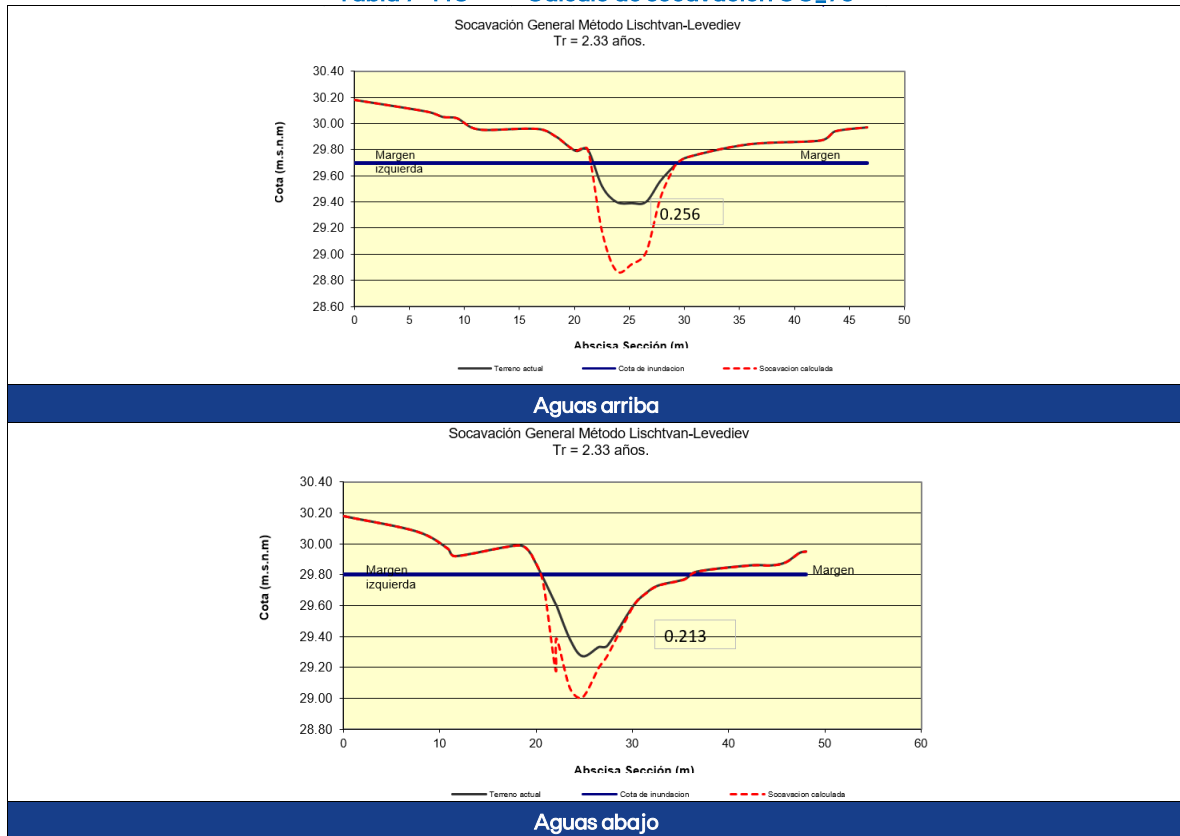
Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River_OC75 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	70	Q 2.33	33.55	28.84	30.45	30.44	30.68	0.002740	2.40	20.25	40.00	0.73
Reach 1	70	Q 5	45.74	28.84	30.56	30.56	30.84	0.003046	2.70	24.87	40.00	0.79
Reach 1	70	Q 10	59.57	28.84	30.73		31.01	0.002665	2.76	31.78	40.00	0.75
Reach 1	70	Q 25	82.79	28.84	31.01		31.28	0.002192	2.83	42.75	40.00	0.70
Reach 1	70	Q 50	104.61	28.84	31.24		31.52	0.001947	2.91	52.02	40.00	0.68
Reach 1	70	Q 100	130.96	28.84	31.50		31.79	0.001759	3.01	62.35	40.00	0.66
Reach 1	60	Q 2.33	33.55	29.04	30.42	30.42	30.64	0.003452	2.57	20.86	40.00	0.80
Reach 1	60	Q 5	45.74	29.04	30.54	30.53	30.80	0.003589	2.82	25.66	40.00	0.83
Reach 1	60	Q 10	59.57	29.04	30.74		30.97	0.002790	2.75	33.45	40.00	0.75
Reach 1	60	Q 25	82.79	29.04	31.01		31.25	0.002264	2.81	44.47	40.00	0.70
Reach 1	60	Q 50	104.61	29.04	31.25		31.49	0.002008	2.89	53.75	40.00	0.67
Reach 1	60	Q 100	130.96	29.04	31.50		31.77	0.001816	2.99	64.09	40.00	0.66

Resultados con obras

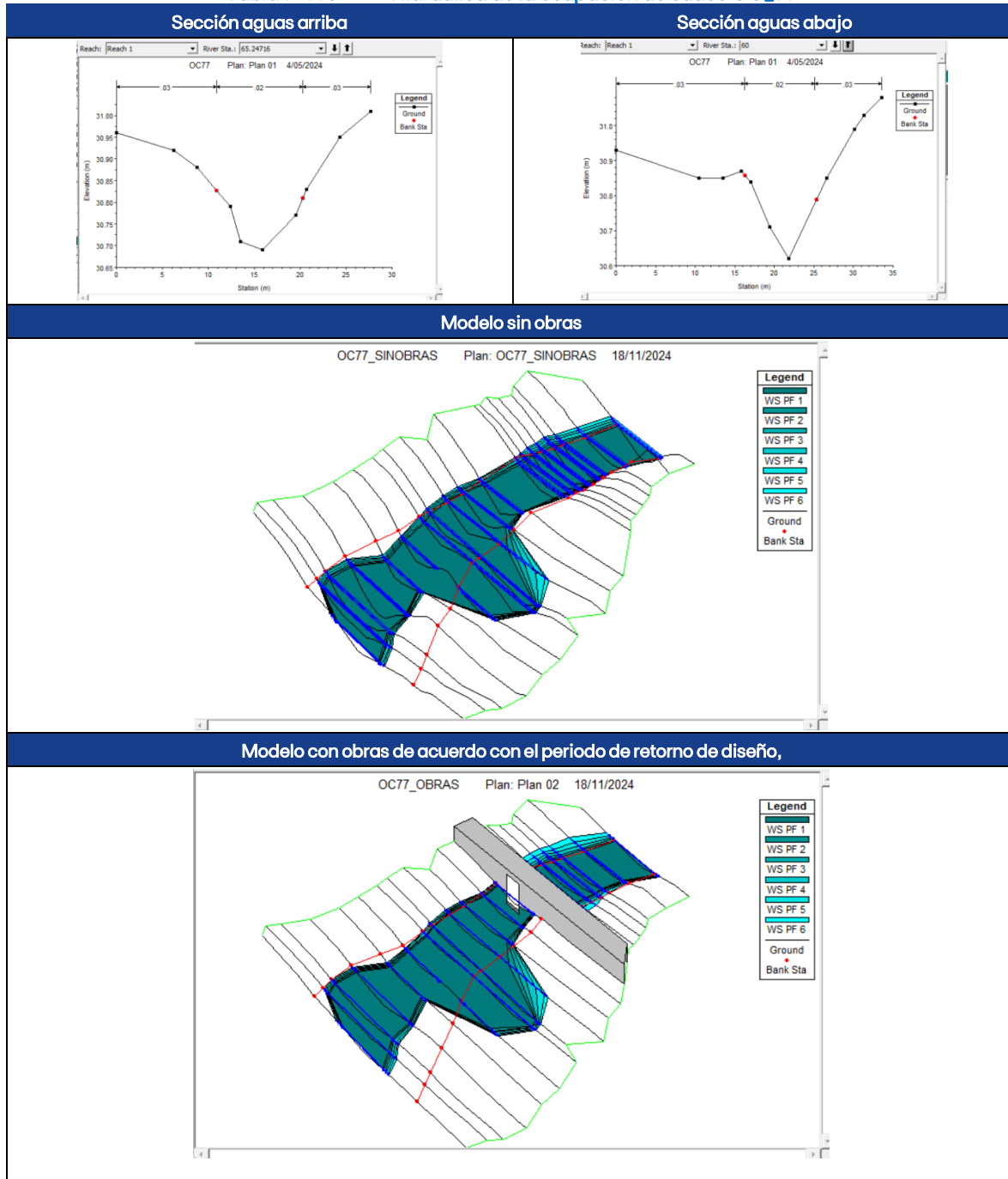
HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River_OC75 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	70	Q 2.33	33.55	28.84	31.19	30.44	31.22	0.000226	0.97	49.97	40.00	0.23
Reach 1	70	Q 5	45.74	28.84	31.58	30.56	31.62	0.000182	0.99	65.81	40.00	0.21
Reach 1	70	Q 10	59.57	28.84	31.99	30.68	32.03	0.000156	1.03	82.12	40.00	0.20
Reach 1	70	Q 25	82.79	28.84	32.46	30.84	32.50	0.000160	1.16	100.66	40.00	0.21
Reach 1	70	Q 50	104.61	28.84	32.63	30.98	32.69	0.000208	1.37	107.51	40.00	0.24
Reach 1	70	Q 100	130.96	28.84	32.81	31.13	32.90	0.000265	1.61	114.96	40.00	0.28
Reach 1	69		Bridge									
Reach 1	60	Q 2.33	33.55	29.04	30.42	30.42	30.64	0.003452	2.57	20.86	40.00	0.80
Reach 1	60	Q 5	45.74	29.04	30.54	30.53	30.80	0.003589	2.82	25.66	40.00	0.83
Reach 1	60	Q 10	59.57	29.04	30.74		30.97	0.002790	2.75	33.45	40.00	0.75
Reach 1	60	Q 25	82.79	29.04	31.01		31.25	0.002264	2.81	44.47	40.00	0.70
Reach 1	60	Q 50	104.61	29.04	31.25		31.49	0.002008	2.89	53.75	40.00	0.67
Reach 1	60	Q 100	130.96	29.04	31.50		31.77	0.001816	2.99	64.09	40.00	0.66

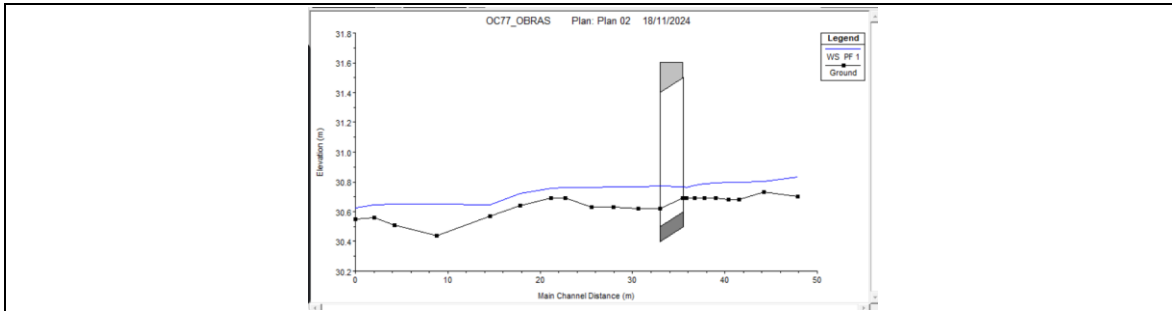
Tabla 7-148 Cálculo de socavación OC_75



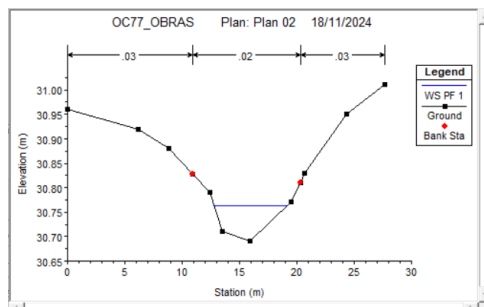
7.4.5.3.68 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_77

Tabla 7-149 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_77

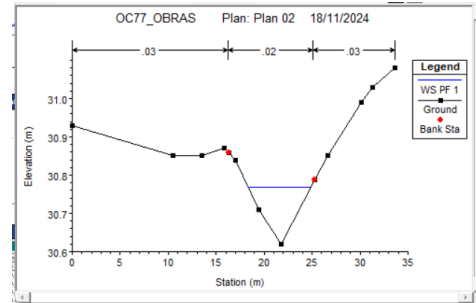




Resultados sin obras sección aguas abajo



Resultado con obras sección aguas arriba,



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC77_SINOBRAS River: OC77 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	65.24716	PF 1	0.19	30.69	30.78		30.79	0.004404	0.48	0.39	7.10	0.65
Reach 1	65.24716	PF 2	0.23	30.69	30.79		30.80	0.004279	0.51	0.45	7.38	0.66
Reach 1	65.24716	PF 3	0.27	30.69	30.79		30.81	0.004256	0.53	0.51	7.72	0.66
Reach 1	65.24716	PF 4	0.33	30.69	30.80		30.82	0.004335	0.56	0.59	8.31	0.68
Reach 1	65.24716	PF 5	0.38	30.69	30.81		30.83	0.004374	0.58	0.65	8.75	0.68
Reach 1	65.24716	PF 6	0.44	30.69	30.82		30.84	0.004367	0.61	0.72	9.23	0.69
Reach 1	60	PF 1	0.19	30.62	30.77		30.78	0.001715	0.38	0.51	6.55	0.43
Reach 1	60	PF 2	0.23	30.62	30.77		30.78	0.002000	0.42	0.55	6.82	0.47
Reach 1	60	PF 3	0.27	30.62	30.78		30.79	0.002237	0.46	0.59	7.05	0.50
Reach 1	60	PF 4	0.33	30.62	30.79		30.80	0.002540	0.51	0.65	7.37	0.55
Reach 1	60	PF 5	0.38	30.62	30.79		30.81	0.002783	0.55	0.69	7.60	0.57
Reach 1	60	PF 6	0.44	30.62	30.80		30.82	0.003098	0.60	0.74	7.83	0.61

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: OC77 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	65.24716	PF 1	0.19	30.69	30.76	30.76	30.78	0.011141	0.67	0.29	6.37	1.00
Reach 1	65.24716	PF 2	0.23	30.69	30.77	30.77	30.79	0.011819	0.72	0.32	6.69	1.05
Reach 1	65.24716	PF 3	0.27	30.69	30.78	30.78	30.80	0.010343	0.72	0.37	7.01	1.00
Reach 1	65.24716	PF 4	0.33	30.69	30.78	30.78	30.81	0.010110	0.76	0.43	7.28	1.00
Reach 1	65.24716	PF 5	0.38	30.69	30.79	30.79	30.82	0.009703	0.79	0.48	7.52	0.99
Reach 1	65.24716	PF 6	0.44	30.69	30.80	30.80	30.83	0.009754	0.82	0.54	7.94	1.01
Reach 1	63	OC77	Culvert									
Reach 1	60	PF 1	0.19	30.62	30.77		30.78	0.001715	0.38	0.51	6.55	0.43
Reach 1	60	PF 2	0.23	30.62	30.77		30.78	0.002000	0.42	0.55	6.82	0.47
Reach 1	60	PF 3	0.27	30.62	30.78		30.79	0.002237	0.46	0.59	7.05	0.50
Reach 1	60	PF 4	0.33	30.62	30.79		30.80	0.002540	0.51	0.65	7.37	0.55
Reach 1	60	PF 5	0.38	30.62	30.79		30.81	0.002783	0.55	0.69	7.60	0.57
Reach 1	60	PF 6	0.44	30.62	30.80		30.82	0.003098	0.60	0.74	7.83	0.61

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

A partir de los análisis hidráulicos, a continuación, se presenta el cálculo de socavación general.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

Conclusión General

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad disminuye ligeramente de 30,78 m a 30,76 m (-0,02 m) tras la obra, reflejando un cambio mínimo asociado al aumento en la dinámica del flujo aguas arriba. Este cambio no representa riesgos significativos para la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 30,77 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua disminuye de 7,10 m a 6,37 m (-0,73 m), mostrando una leve concentración del flujo debido al aumento en el número de Froude.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 6,55 m, reflejando que el flujo aguas abajo se adapta bien tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude aumenta de 0,65 (subcrítico) a 1,00 (crítico), indicando un flujo más dinámico y con mayor energía. Este cambio, aunque manejable, podría incrementar los riesgos de erosión en el lecho y las orillas aguas arriba.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 0,43 (subcrítico), reflejando un flujo más lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

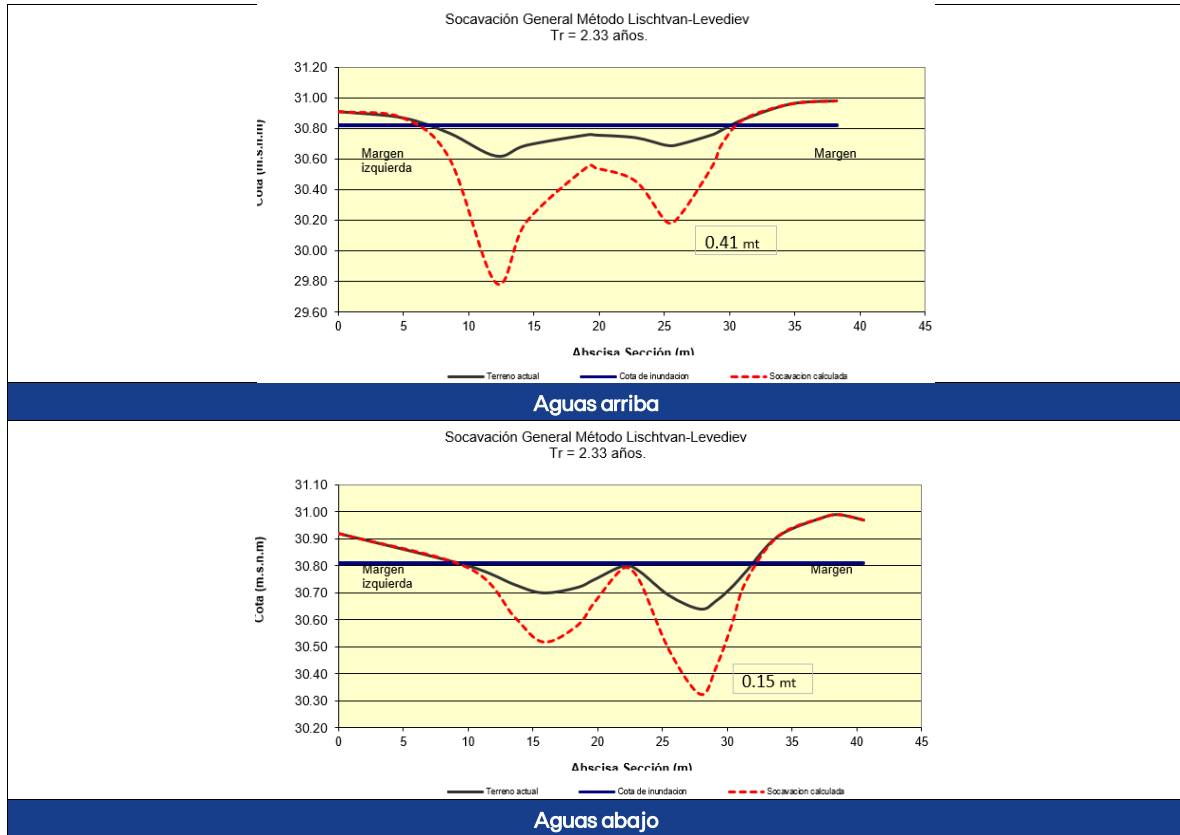
Aguas Arriba:

La obra genera una disminución en la profundidad y la lámina de agua, acompañada de un cambio en el régimen hidráulico hacia flujo crítico. Este aumento en la energía del flujo podría incrementar los riesgos de erosión local en el lecho y las orillas, por lo que se recomienda monitorear esta zona.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen estables, con una profundidad, lámina de agua y régimen hidráulico prácticamente inalterados. Esto asegura que la obra no genera impactos significativos en esta sección. (ver **Tabla 7-150**).

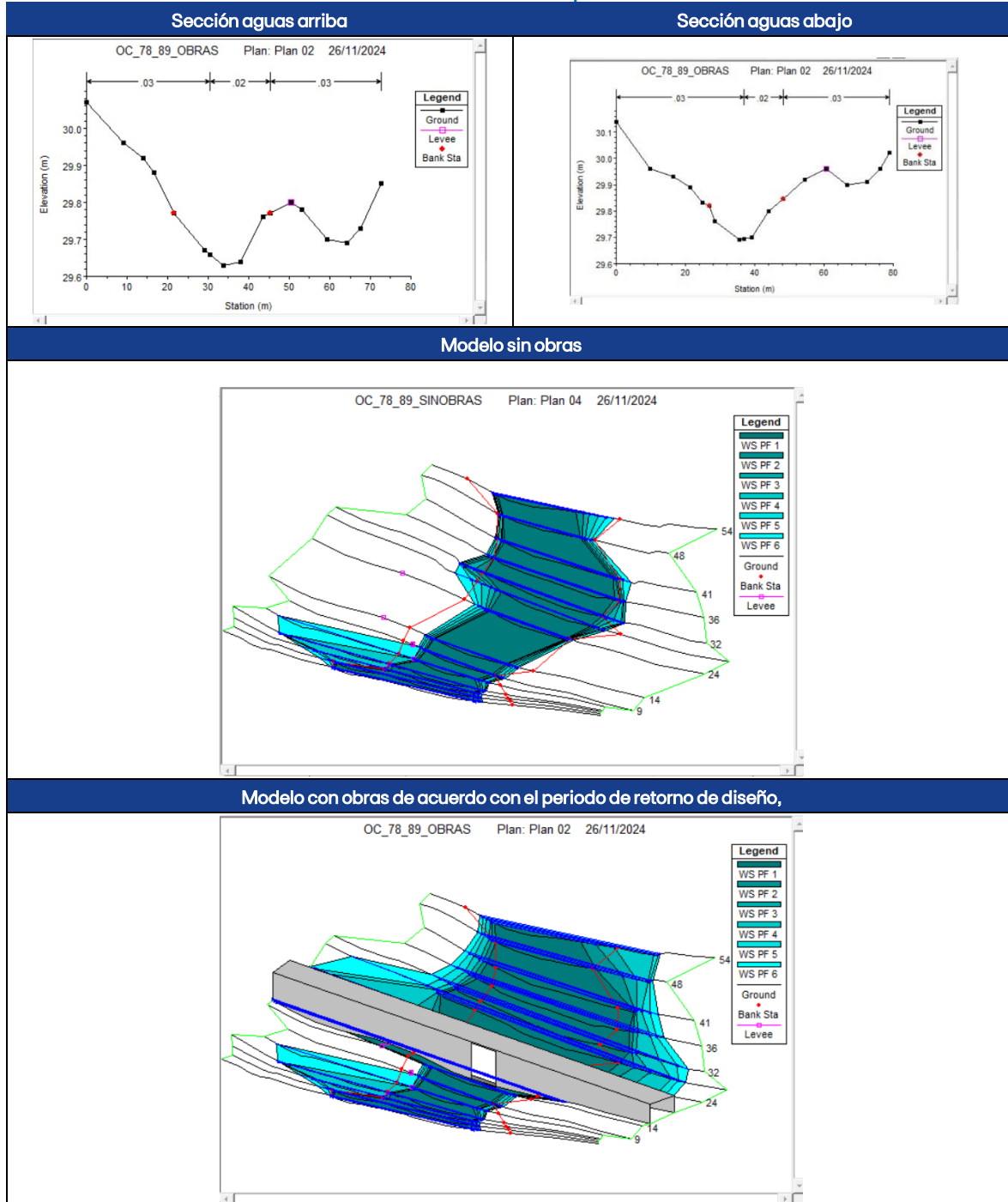
Tabla 7-150 **Cálculo de socavación OC_77**

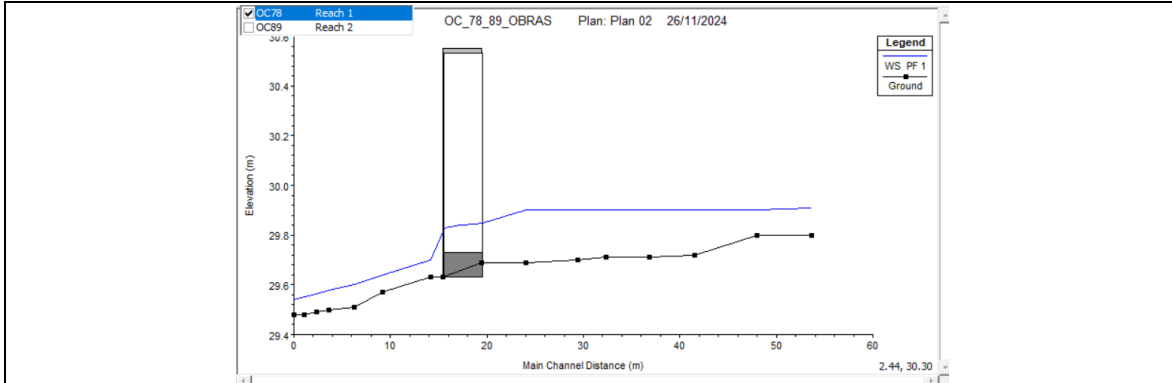


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

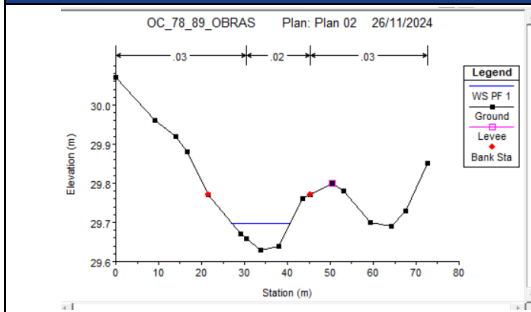
7.4.5.3.69 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_78

Tabla 7-151 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_78

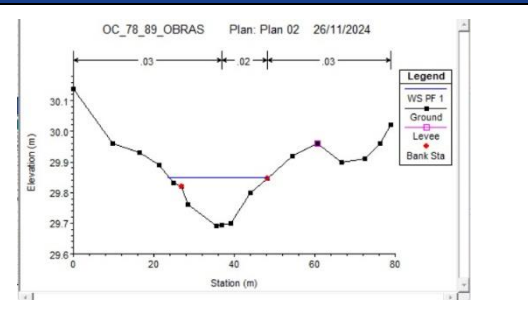




Resultados sin obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC78 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	24	PF 1	0.40	29.69	29.78	29.76	29.79	0.005343	0.44	0.90	15.33	0.58
Reach 1	24	PF 2	0.47	29.69	29.79	29.77	29.80	0.005331	0.47	1.01	15.84	0.59
Reach 1	24	PF 3	0.55	29.69	29.80	29.77	29.81	0.005458	0.49	1.11	16.33	0.60
Reach 1	24	PF 4	0.68	29.69	29.81	29.78	29.82	0.005581	0.53	1.29	17.36	0.62
Reach 1	24	PF 5	0.79	29.69	29.81	29.79	29.83	0.005668	0.55	1.43	18.25	0.63
Reach 1	24	PF 6	0.92	29.69	29.82	29.80	29.84	0.005750	0.58	1.59	19.81	0.64
Reach 1	14	PF 1	0.40	29.63	29.70	29.70	29.72	0.010930	0.66	0.60	13.74	1.01
Reach 1	14	PF 2	0.47	29.63	29.70	29.70	29.73	0.010575	0.69	0.69	14.48	1.01
Reach 1	14	PF 3	0.55	29.63	29.71	29.71	29.74	0.010437	0.71	0.77	15.22	1.01
Reach 1	14	PF 4	0.68	29.63	29.72	29.72	29.75	0.010195	0.74	0.92	16.32	1.00
Reach 1	14	PF 5	0.79	29.63	29.73	29.73	29.76	0.010115	0.77	1.03	17.15	1.00
Reach 1	14	PF 6	0.92	29.63	29.73	29.73	29.77	0.010068	0.80	1.16	18.04	1.01

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: OC78 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	24	PF 1	0.40	29.69	29.85	29.76	29.85	0.000452	0.19	2.20	24.79	0.19
Reach 1	24	PF 2	0.47	29.69	29.87	29.77	29.87	0.000334	0.18	2.71	27.62	0.17
Reach 1	24	PF 3	0.55	29.69	29.89	29.77	29.89	0.000256	0.18	3.32	30.72	0.15
Reach 1	24	PF 4	0.68	29.69	29.92	29.78	29.92	0.000183	0.17	4.43	37.58	0.13
Reach 1	24	PF 5	0.79	29.69	29.95	29.79	29.95	0.000146	0.17	5.51	46.70	0.12
Reach 1	24	PF 6	0.92	29.69	29.98	29.80	29.98	0.000102	0.16	7.88	68.33	0.10
Reach 1	17	OC78	Culvert									
Reach 1	14	PF 1	0.40	29.63	29.70	29.70	29.72	0.010930	0.66	0.60	13.74	1.01
Reach 1	14	PF 2	0.47	29.63	29.70	29.70	29.73	0.010575	0.69	0.69	14.48	1.01
Reach 1	14	PF 3	0.55	29.63	29.71	29.71	29.74	0.010437	0.71	0.77	15.22	1.01
Reach 1	14	PF 4	0.68	29.63	29.72	29.72	29.75	0.010195	0.74	0.92	16.32	1.00
Reach 1	14	PF 5	0.79	29.63	29.73	29.73	29.76	0.010115	0.77	1.03	17.15	1.00
Reach 1	14	PF 6	0.92	29.63	29.73	29.73	29.77	0.010068	0.80	1.16	18.04	1.01

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta de 29,78 m a 29,85 m (+0,07 m) tras la obra, reflejando un respaldo hidráulico moderado. Este incremento es manejable y no representa riesgos de inundación ni compromete la estabilidad hidráulica aguas arriba.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 29,70 m, lo que indica que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta significativamente de 15,33 m a 24,79 m (+9,46 m), mostrando una expansión considerable del flujo.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 13,74 m, reflejando que el flujo aguas abajo no experimenta concentraciones ni expansiones significativas tras la obra.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 0,58 (subcrítico) a 0,19 (subcrítico), indicando una transición hacia un flujo más lento y estable, con menor energía cinética y un menor riesgo de erosión aguas arriba.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante en 1,00 (crítico), reflejando un flujo dinámico pero controlado aguas abajo, con mayores niveles de energía.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

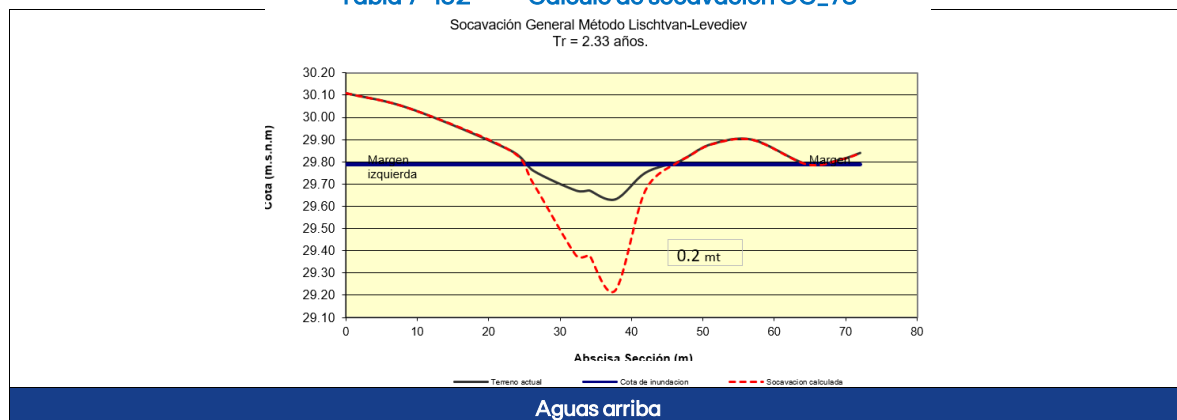
Aguas Arriba:

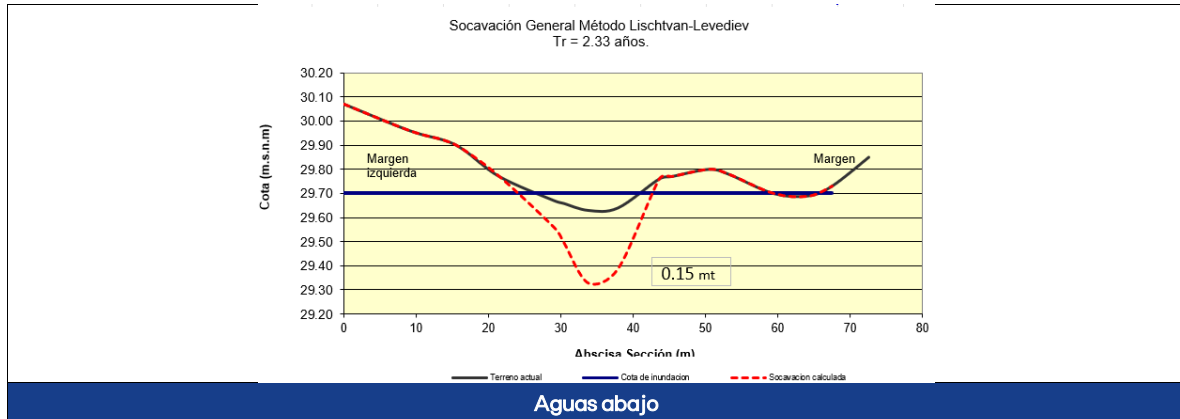
La obra genera un incremento en la profundidad y una expansión significativa en la lámina de agua, acompañado de una reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba, reducen las velocidades y minimizan riesgos de erosión. Sin embargo, la expansión de la lámina se debe a las características y topografía de la zona.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen completamente estables en términos de profundidad, lámina de agua y régimen hidráulico crítico. Esto asegura que la obra no afecta negativamente la dinámica del flujo en esta sección. (Ver **Tabla 7-152**).

Tabla 7-152 Cálculo de socavación OC_78

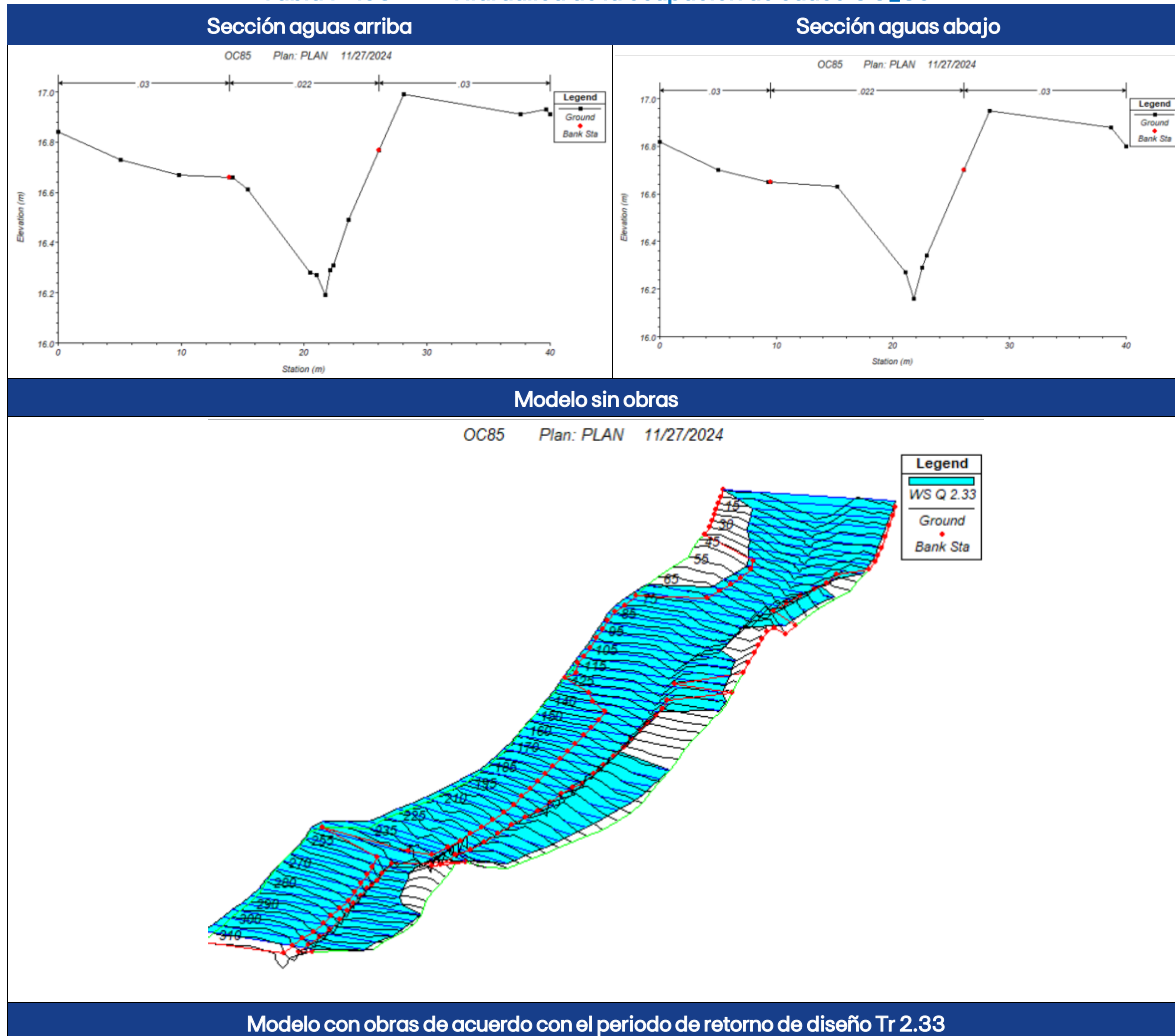


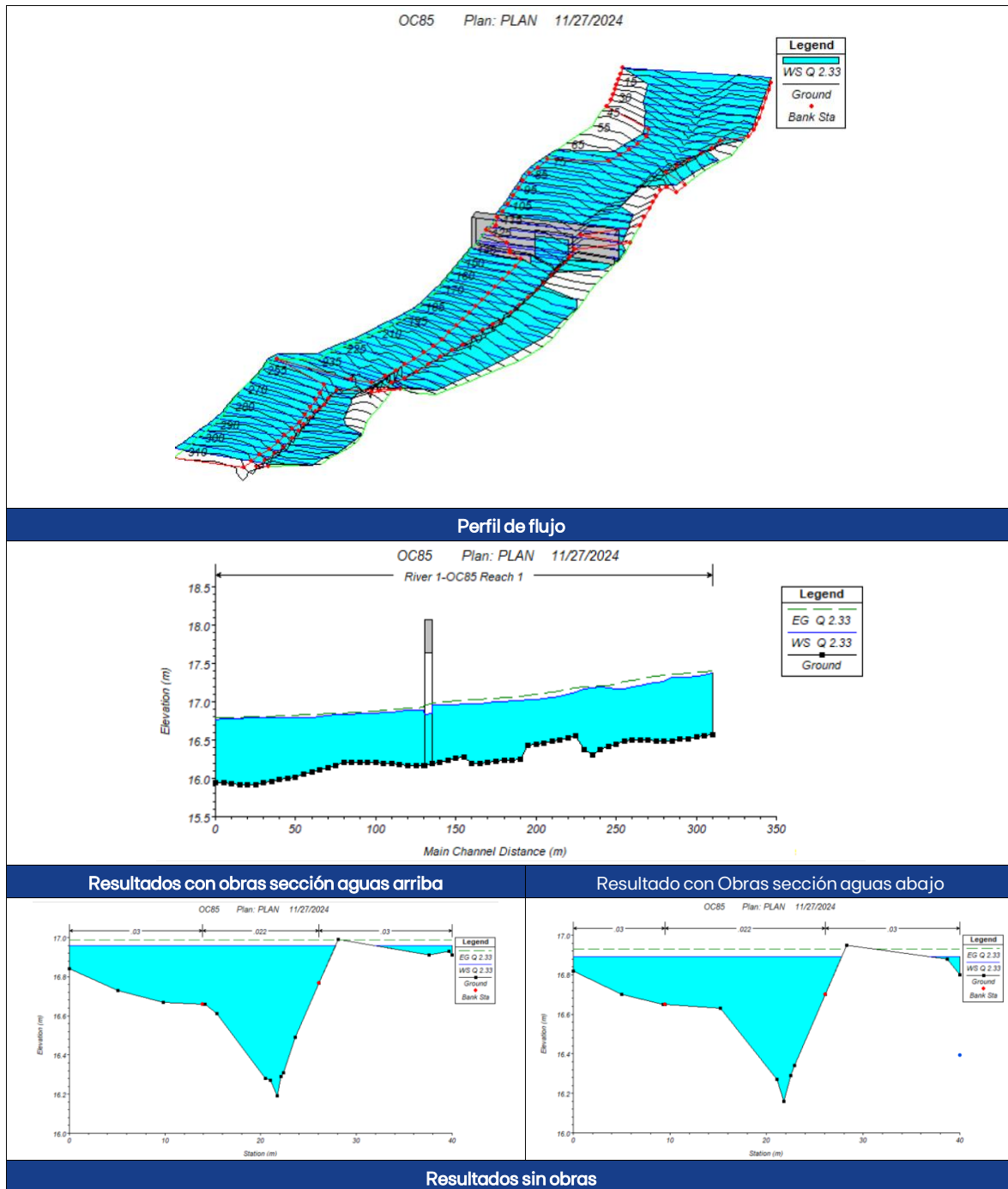


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.5.3.70 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_85

Tabla 7-153 **Hidráulica de la ocupación de cauce OC_85**





HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River 1-OC85 Reach: Reach 1												Relo
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	140	Q 2.33	6.40	16.19	16.89		16.94	0.001719	1.05	7.56	27.22	0.52
Reach 1	140	Q 5	8.69	16.19	16.96		17.01	0.001749	1.17	9.55	35.70	0.54
Reach 1	140	Q 10	11.27	16.19	17.02		17.08	0.001737	1.26	11.98	40.00	0.55
Reach 1	140	Q 25	15.58	16.19	17.11		17.18	0.001645	1.36	15.72	40.00	0.54
Reach 1	140	Q 50	19.62	16.19	17.19		17.27	0.001571	1.44	18.85	40.00	0.54
Reach 1	140	Q 100	24.49	16.19	17.28		17.36	0.001518	1.52	22.23	40.00	0.54
Reach 1	135	Q 2.33	6.40	16.16	16.89		16.93	0.001378	0.89	8.29	30.88	0.46
Reach 1	135	Q 5	8.69	16.16	16.96		17.00	0.001382	0.99	10.66	40.00	0.47
Reach 1	135	Q 10	11.27	16.16	17.02		17.07	0.001344	1.07	13.22	40.00	0.48
Reach 1	135	Q 25	15.58	16.16	17.12		17.17	0.001297	1.17	16.95	40.00	0.48
Reach 1	135	Q 50	19.62	16.16	17.19		17.26	0.001261	1.25	20.07	40.00	0.48
Reach 1	135	Q 100	24.49	16.16	17.28		17.35	0.001238	1.34	23.43	40.00	0.49

HEC-RAS Plan: RUN_CAUDALES River: River 1-OC85 Reach: Reach 1												Relo
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	140	Q 2.33	6.40	16.19	16.96	16.78	16.99	0.000937	0.86	9.60	35.89	0.39
Reach 1	140	Q 5	8.69	16.19	17.08	16.85	17.11	0.000647	0.83	14.40	40.00	0.34
Reach 1	140	Q 10	11.27	16.19	17.21	16.90	17.23	0.000474	0.80	19.46	40.00	0.30
Reach 1	140	Q 25	15.58	16.19	17.39	16.99	17.42	0.000346	0.80	26.95	40.00	0.27
Reach 1	140	Q 50	19.62	16.19	17.55	17.05	17.58	0.000287	0.81	33.32	40.00	0.25
Reach 1	140	Q 100	24.49	16.19	17.73	17.11	17.75	0.000245	0.83	40.41	40.00	0.24
Reach 1	139	Bridge										
Reach 1	135	Q 2.33	6.40	16.16	16.89		16.93	0.001378	0.89	8.29	30.88	0.46
Reach 1	135	Q 5	8.69	16.16	16.96		17.00	0.001382	0.99	10.66	40.00	0.47
Reach 1	135	Q 10	11.27	16.16	17.02		17.07	0.001344	1.07	13.22	40.00	0.48
Reach 1	135	Q 25	15.58	16.16	17.12		17.17	0.001297	1.17	16.95	40.00	0.48
Reach 1	135	Q 50	19.62	16.16	17.19		17.26	0.001261	1.25	20.07	40.00	0.48
Reach 1	135	Q 100	24.49	16.16	17.28		17.35	0.001239	1.34	23.43	40.00	0.49

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 16,89 m a 16,96 m (+0,07m), reflejando un cambio mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 16,16 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 22,27 m a 35,89 m (+12,7 m), mostrando una expansión moderada del flujo, dentro de los parámetros de diseño, Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 16,16 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 0,52 a 0,39 (subcrítico), indicando un flujo extremadamente lento y estable, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece varía de 0,46 a 0,49 (subcrítico), lo que confirma un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ Conclusión General Evaluada:

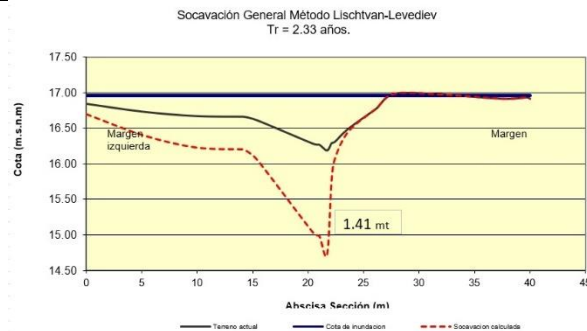
Aguas Arriba:

La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

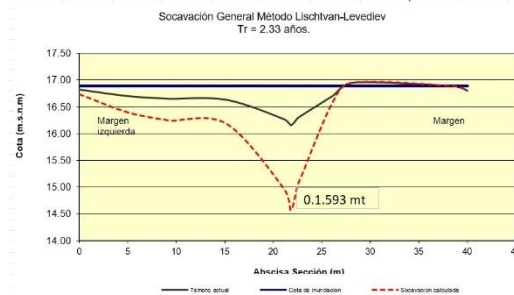
Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección.

Tabla 7-154 Cálculo de socavación OC_85



Aguas arriba

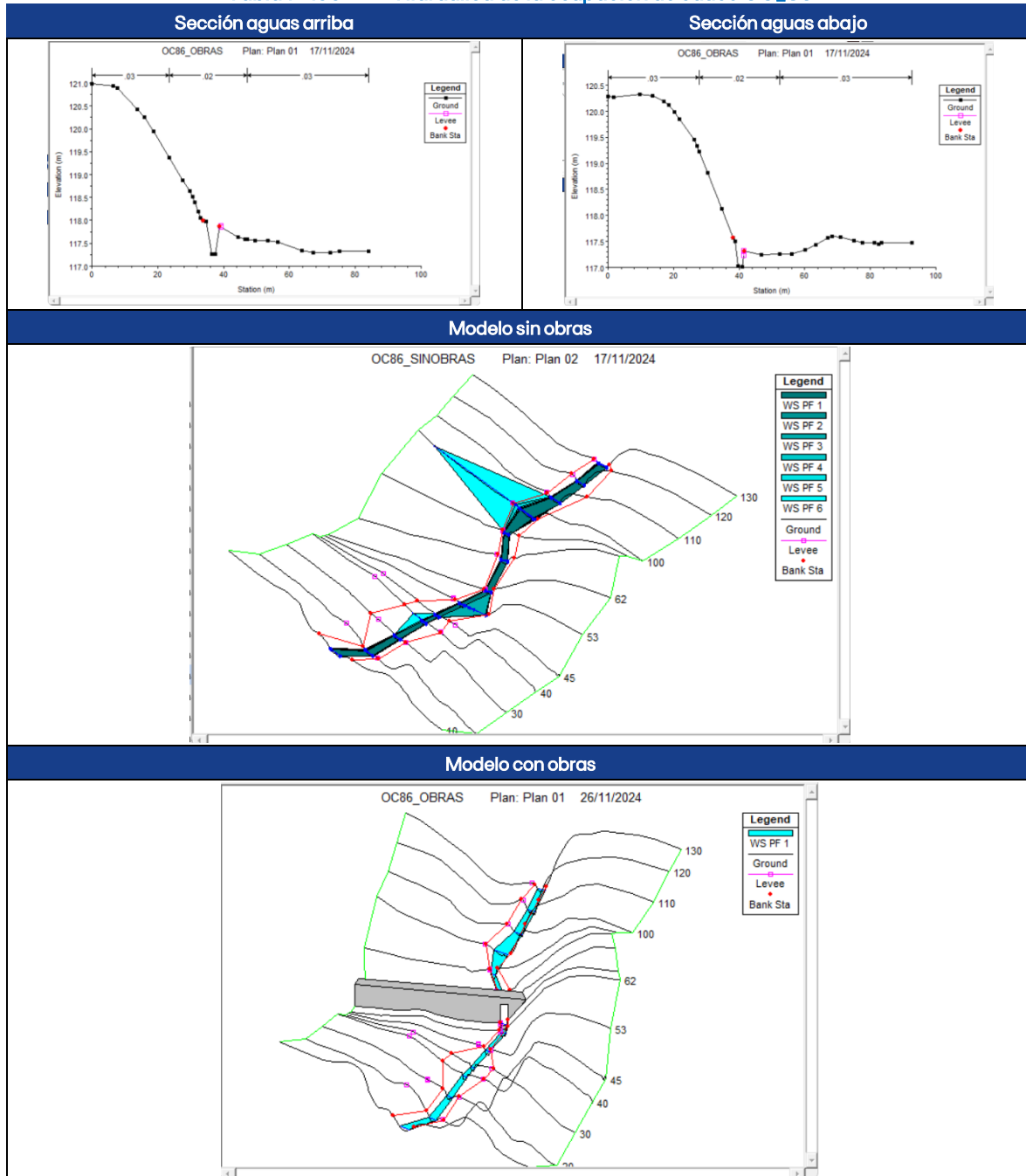


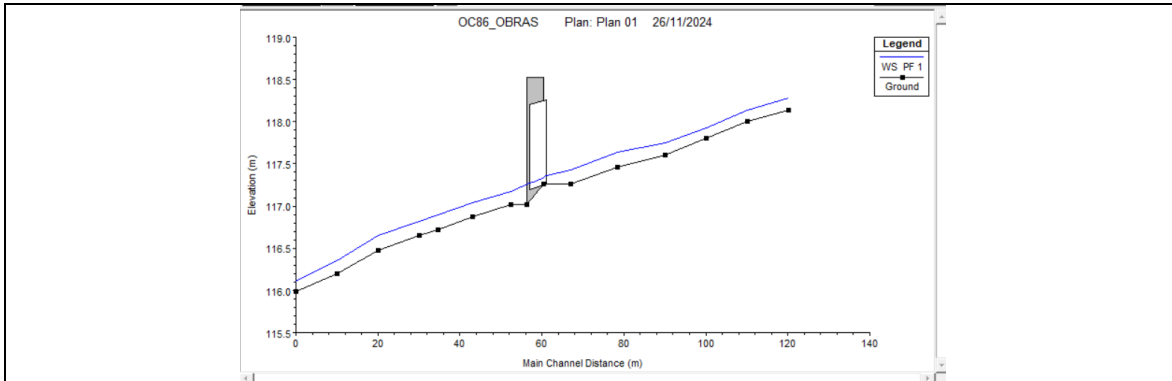
Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

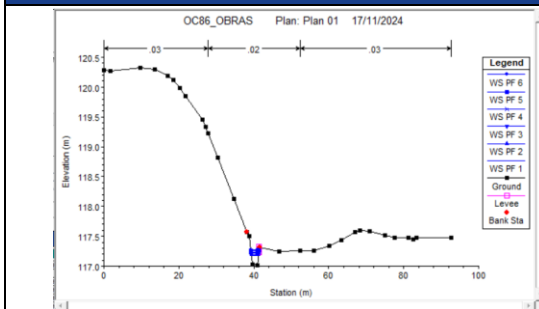
7.4.5.3.71 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_86

Tabla 7-155 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_86

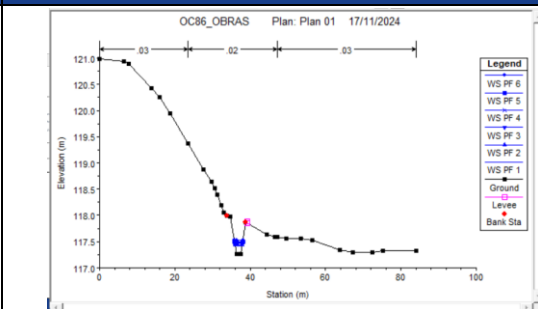




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	77	PF 1	0.26	117.26	117.42	117.42	117.49	0.008384	1.13	0.23	1.82	1.01
Reach 1	77	PF 2	0.31	117.26	117.44	117.44	117.51	0.008025	1.17	0.26	1.91	1.00
Reach 1	77	PF 3	0.36	117.26	117.46	117.46	117.53	0.007729	1.21	0.30	1.98	1.00
Reach 1	77	PF 4	0.44	117.26	117.48	117.48	117.56	0.007692	1.28	0.34	2.09	1.01
Reach 1	77	PF 5	0.52	117.26	117.50	117.50	117.59	0.007418	1.33	0.39	2.19	1.00
Reach 1	77	PF 6	0.60	117.26	117.52	117.52	117.62	0.007197	1.37	0.44	2.29	1.00
Reach 1	62	PF 1	0.26	117.02	117.18	117.18	117.24	0.008333	1.12	0.23	1.84	1.01
Reach 1	62	PF 2	0.31	117.02	117.19	117.19	117.27	0.008145	1.17	0.26	1.91	1.01
Reach 1	62	PF 3	0.36	117.02	117.21	117.21	117.29	0.007950	1.22	0.30	1.98	1.01
Reach 1	62	PF 4	0.44	117.02	117.23	117.23	117.32	0.007781	1.29	0.34	2.06	1.01
Reach 1	62	PF 5	0.52	117.02	117.26	117.26	117.35	0.007379	1.34	0.39	2.11	1.00
Reach 1	62	PF 6	0.60	117.02	117.28	117.28	117.37	0.007315	1.40	0.43	2.15	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: CONOBRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	77	PF 1	0.26	117.26	117.48	117.42	117.51	0.002767	0.76	0.34	2.08	0.60
Reach 1	77	PF 2	0.31	117.26	117.50	117.44	117.53	0.002746	0.80	0.39	2.18	0.61
Reach 1	77	PF 3	0.36	117.26	117.52	117.46	117.56	0.002685	0.83	0.43	2.28	0.61
Reach 1	77	PF 4	0.44	117.26	117.55	117.48	117.59	0.002545	0.86	0.51	2.43	0.60
Reach 1	77	PF 5	0.52	117.26	117.59	117.50	117.63	0.002389	0.88	0.59	2.57	0.59
Reach 1	77	PF 6	0.60	117.26	117.62	117.52	117.66	0.002235	0.90	0.67	2.71	0.58
Reach 1	68	OC86	Culvert									
Reach 1	62	PF 1	0.26	117.02	117.18	117.18	117.24	0.008333	1.12	0.23	1.84	1.01
Reach 1	62	PF 2	0.31	117.02	117.19	117.19	117.27	0.008145	1.17	0.26	1.91	1.01
Reach 1	62	PF 3	0.36	117.02	117.21	117.21	117.29	0.007950	1.22	0.30	1.98	1.01
Reach 1	62	PF 4	0.44	117.02	117.23	117.23	117.32	0.007781	1.29	0.34	2.06	1.01
Reach 1	62	PF 5	0.52	117.02	117.26	117.26	117.35	0.007379	1.34	0.39	2.11	1.00
Reach 1	62	PF 6	0.60	117.02	117.28	117.28	117.37	0.007315	1.40	0.43	2.15	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 117,46 m a 117,48 m (+0,02m), reflejando un cambio mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 117,26 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 1,82m a 2,08 m (+0,26 m), mostrando una expansión moderada del flujo, dentro de los parámetros de diseño, Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 117,02 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 1,01 (supercrítico) a 0,60 (subcrítico), indicando una disminución en la velocidad de flujo, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante 1.00 (crítico), lo que confirma un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

➤ **Conclusión General Evaluada:**

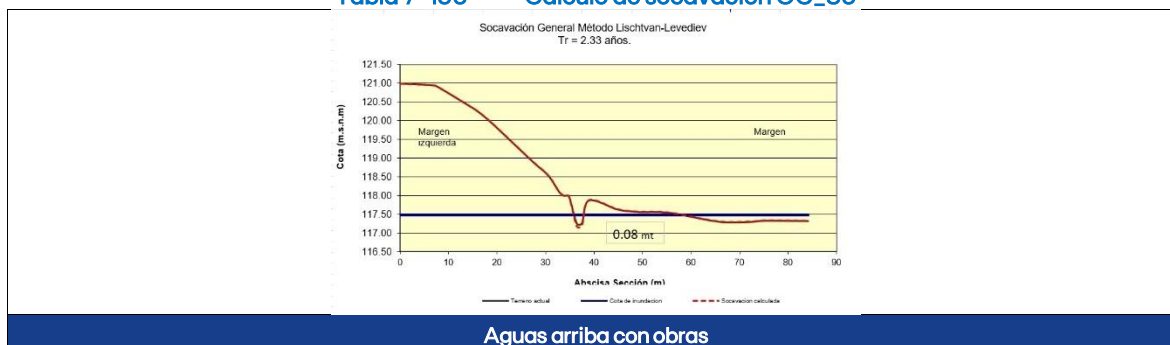
Aguas Arriba:

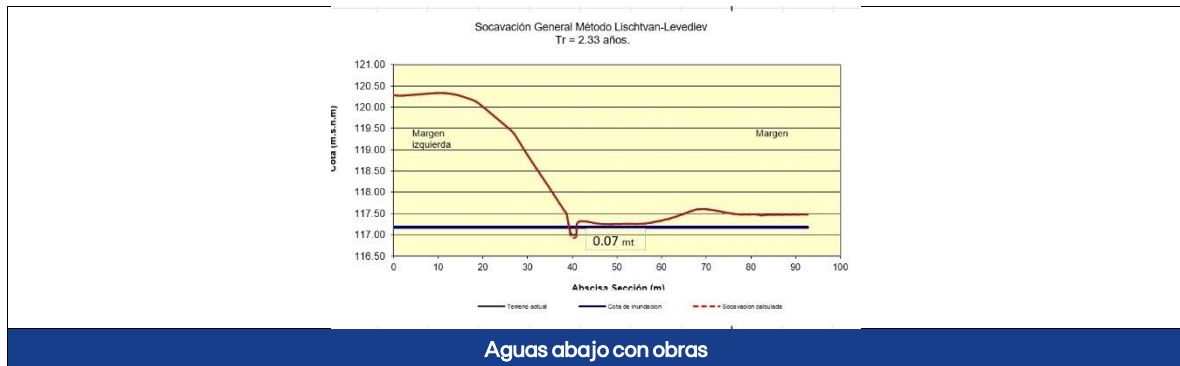
La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

Aguas Abajo:

Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección.

Tabla 7-156 Cálculo de socavación OC_86

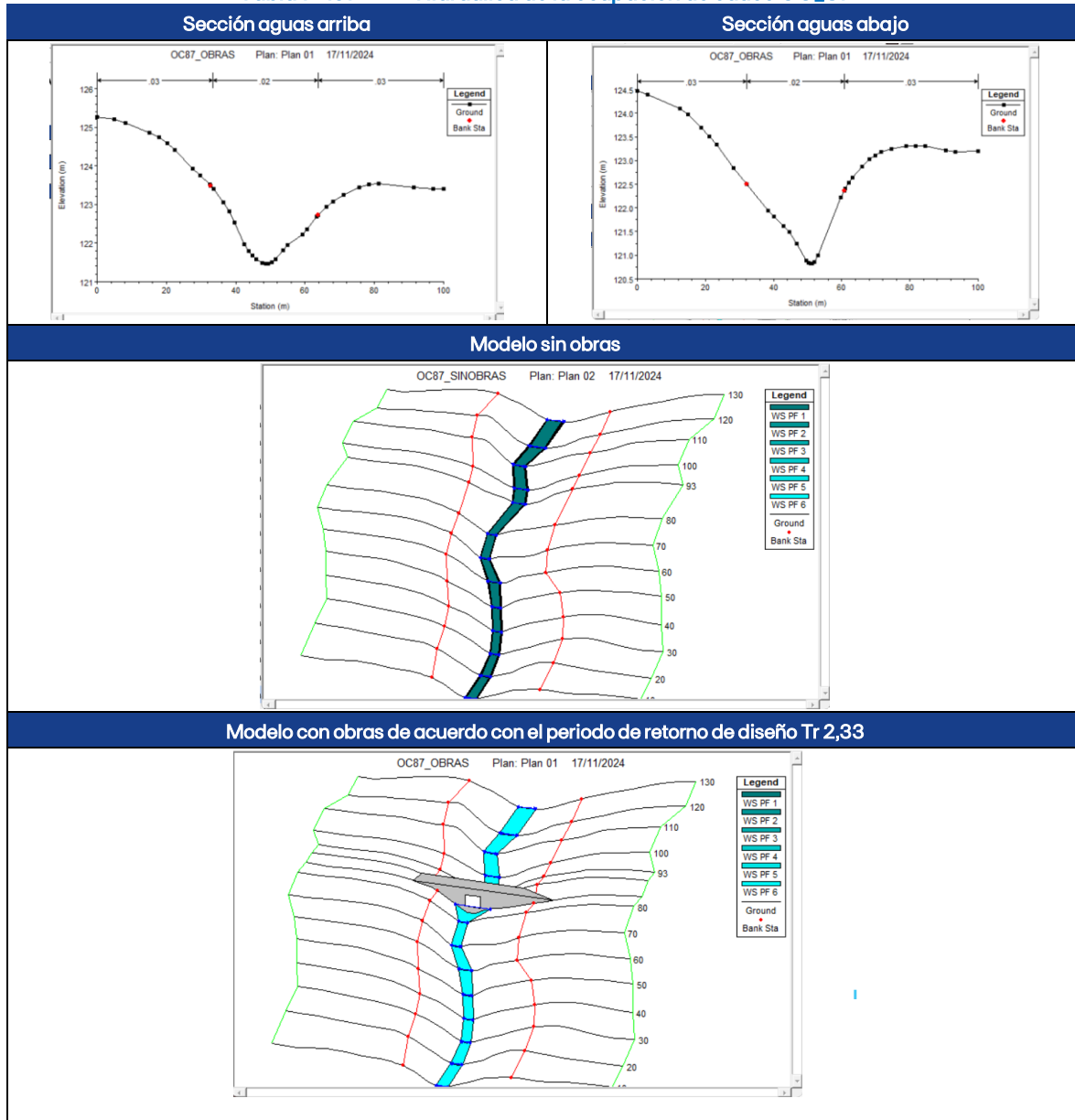


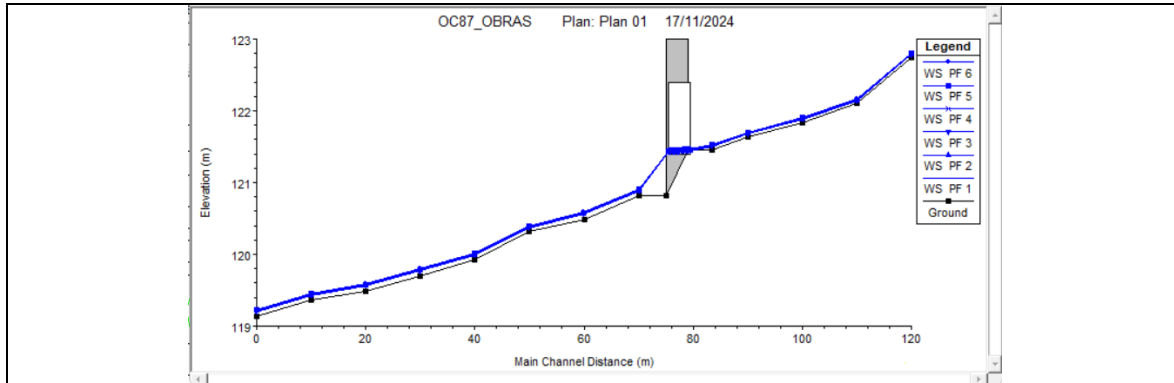


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

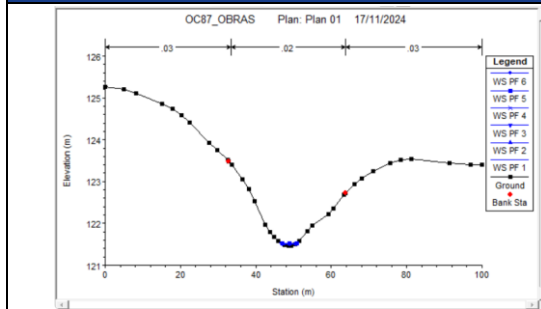
7.4.5.3.72 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_87

Tabla 7-157 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_87

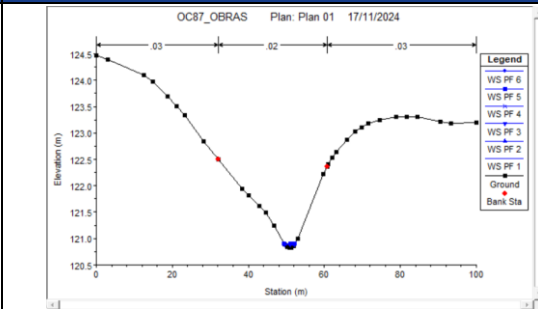




Resultados sin obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC87_SINOBAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	93	PF 1	0.06	121.46	121.51	121.51	121.52	0.012937	0.57	0.11	3.33	1.02
Reach 1	93	PF 2	0.07	121.46	121.51	121.51	121.53	0.013994	0.61	0.11	3.41	1.07
Reach 1	93	PF 3	0.09	121.46	121.52	121.52	121.54	0.011448	0.62	0.14	3.66	1.00
Reach 1	93	PF 4	0.11	121.46	121.52	121.52	121.55	0.011130	0.65	0.17	3.84	1.00
Reach 1	93	PF 5	0.12	121.46	121.53	121.53	121.55	0.010977	0.67	0.18	3.93	1.00
Reach 1	93	PF 6	0.14	121.46	121.53	121.53	121.56	0.010697	0.69	0.20	4.09	1.00
Reach 1	80	PF 1	0.06	120.82	120.88	120.88	120.90	0.008708	0.57	0.11	2.51	0.88
Reach 1	80	PF 2	0.07	120.82	120.88	120.88	120.91	0.011156	0.65	0.11	2.52	1.00
Reach 1	80	PF 3	0.09	120.82	120.89	120.89	120.92	0.010777	0.69	0.13	2.65	1.00
Reach 1	80	PF 4	0.11	120.82	120.90	120.90	120.93	0.010496	0.73	0.15	2.77	1.00
Reach 1	80	PF 5	0.12	120.82	120.90	120.90	120.93	0.010158	0.74	0.16	2.83	1.00
Reach 1	80	PF 6	0.14	120.82	120.91	120.91	120.94	0.010027	0.78	0.18	2.94	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	93	PF 1	0.06	121.46	121.57	121.51	121.57	0.000295	0.15	0.39	5.29	0.18
Reach 1	93	PF 2	0.07	121.46	121.58	121.51	121.58	0.000300	0.16	0.44	5.52	0.18
Reach 1	93	PF 3	0.09	121.46	121.60	121.52	121.60	0.000298	0.17	0.52	5.86	0.18
Reach 1	93	PF 4	0.11	121.46	121.61	121.52	121.61	0.000291	0.18	0.61	6.16	0.18
Reach 1	93	PF 5	0.12	121.46	121.62	121.53	121.62	0.000286	0.19	0.65	6.30	0.18
Reach 1	93	PF 6	0.14	121.46	121.63	121.53	121.63	0.000277	0.19	0.73	6.57	0.18
Reach 1	87	OC87	Culvert									
Reach 1	80	PF 1	0.06	120.82	120.88	120.88	120.90	0.008708	0.57	0.11	2.51	0.88
Reach 1	80	PF 2	0.07	120.82	120.88	120.88	120.91	0.011156	0.65	0.11	2.52	1.00
Reach 1	80	PF 3	0.09	120.82	120.89	120.89	120.92	0.010777	0.69	0.13	2.65	1.00
Reach 1	80	PF 4	0.11	120.82	120.90	120.90	120.93	0.010496	0.73	0.15	2.77	1.00
Reach 1	80	PF 5	0.12	120.82	120.90	120.90	120.93	0.010158	0.74	0.16	2.83	1.00
Reach 1	80	PF 6	0.14	120.82	120.91	120.91	120.94	0.010027	0.78	0.18	2.94	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad aumenta ligeramente de 121,51 m a 121,57 m (+0,06m), reflejando un cambio mínimo y manejable, sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 120,88 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua La lámina de agua aumenta de 3,33 m a 5,29 m (+1,96 m), mostrando una expansión moderada del flujo, dentro de los parámetros de diseño, Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 120,82 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 1,02 (supercrítico) a 0,18 (subcrítico), indicando una disminución en la velocidad de flujo, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece constante 1.00 (crítico), lo que confirma un flujo lento y bien controlado aguas abajo.

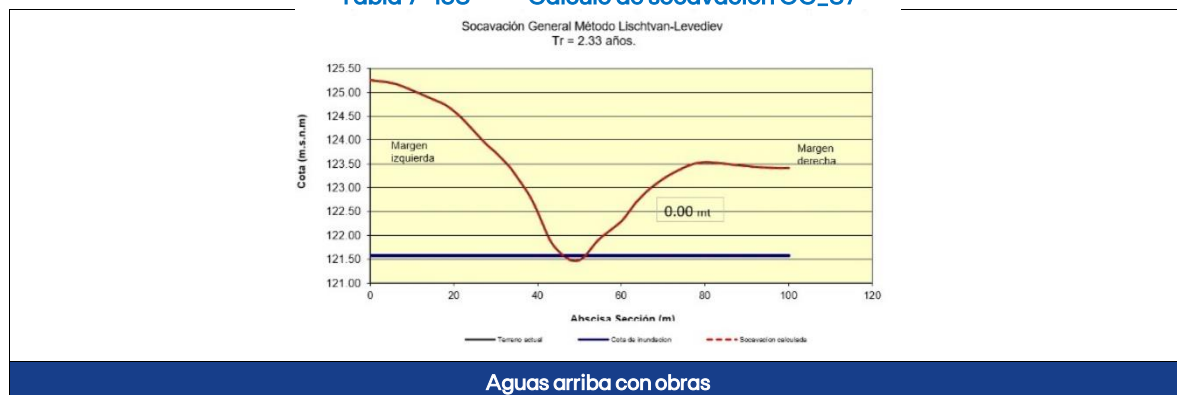
➤ **Conclusión General Evaluada:**

Aguas Arriba: La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

Aguas Abajo: Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección.

A partir de los análisis hidráulicos, a continuación, se presenta el cálculo de socavación general.

Tabla 7-158 Cálculo de socavación OC_87

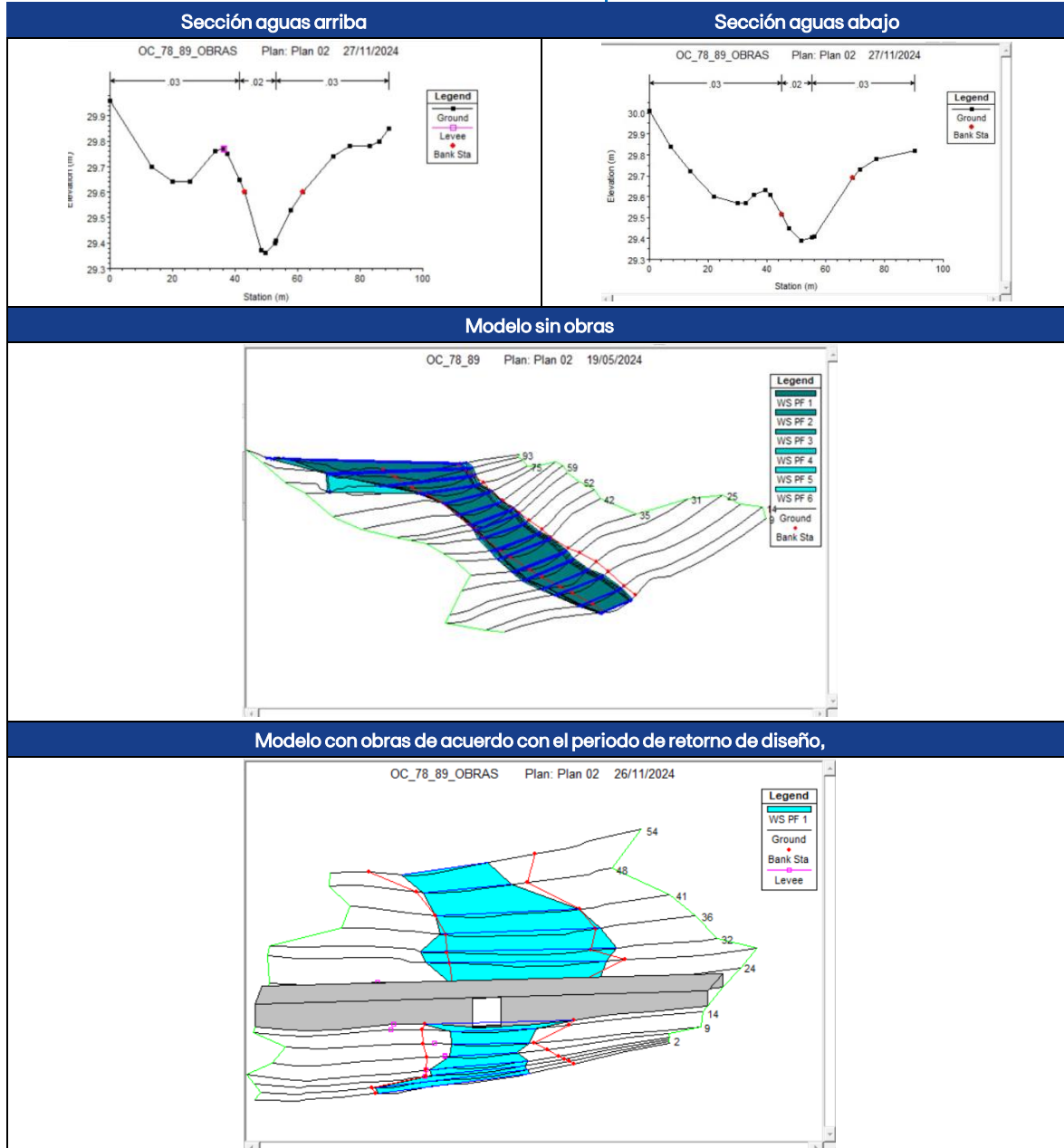


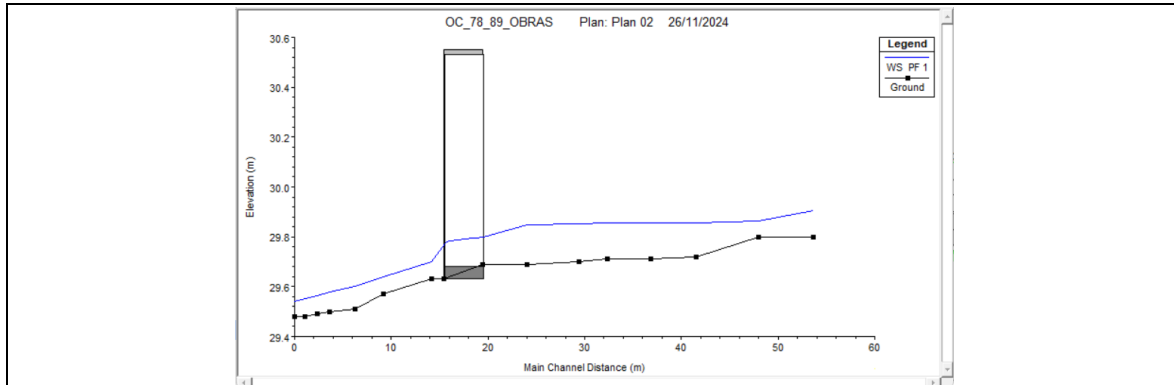


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

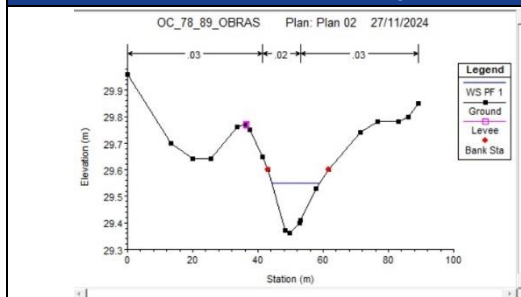
7.4.5.3.73 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_89

Tabla 7-159 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_89

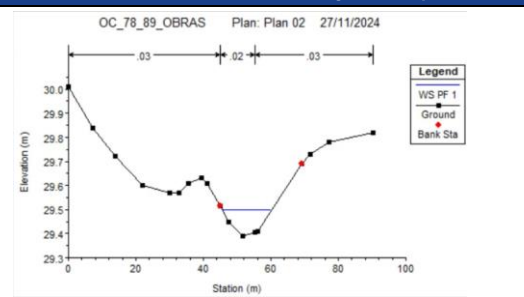




Resultados sin obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: 78_89_SINOBRAS River: OC89 Reach: Reach 2												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 2	25	PF 1	0.79	29.36	29.56		29.57	0.001534	0.53	1.76	15.72	0.45
Reach 2	25	PF 2	0.94	29.36	29.57		29.59	0.001663	0.57	1.96	16.72	0.47
Reach 2	25	PF 3	1.09	29.36	29.59		29.60	0.001741	0.61	2.17	17.69	0.49
Reach 2	25	PF 4	1.33	29.36	29.60		29.62	0.001887	0.66	2.47	19.08	0.51
Reach 2	25	PF 5	1.55	29.36	29.62		29.64	0.001982	0.69	2.76	20.62	0.53
Reach 2	25	PF 6	1.81	29.36	29.63		29.66	0.002114	0.73	3.07	22.14	0.55
Reach 2	14	PF 1	0.79	29.39	29.50	29.50	29.54	0.009398	0.88	1.03	14.79	1.01
Reach 2	14	PF 2	0.94	29.39	29.51	29.51	29.55	0.009155	0.92	1.18	15.66	1.01
Reach 2	14	PF 3	1.09	29.39	29.52	29.52	29.56	0.009580	0.98	1.29	16.26	1.05
Reach 2	14	PF 4	1.33	29.39	29.53	29.53	29.58	0.008919	1.04	1.51	17.41	1.03
Reach 2	14	PF 5	1.55	29.39	29.54	29.54	29.59	0.008857	1.10	1.68	18.25	1.04
Reach 2	14	PF 6	1.81	29.39	29.55	29.55	29.61	0.008110	1.13	1.93	19.43	1.02

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: OC89 Reach: Reach 2												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 2	25	PF 1	0.79	29.36	29.56		29.57	0.001573	0.53	1.74	15.63	0.46
Reach 2	25	PF 2	0.94	29.36	29.60		29.51	0.001083	0.49	2.33	18.42	0.39
Reach 2	25	PF 3	1.09	29.36	29.52		29.57	0.007606	1.03	1.20	12.70	0.97
Reach 2	25	PF 4	1.33	29.36	29.58		29.61	0.003105	0.79	2.01	16.98	0.65
Reach 2	25	PF 5	1.55	29.36	29.74		29.55	0.000216	0.32	7.69	55.50	0.19
Reach 2	25	PF 6	1.81	29.36	29.79		29.57	0.000151	0.29	10.93	76.68	0.16
Reach 2	19	OC89										
Reach 2	14	PF 1	0.79	29.39	29.50	29.50	29.54	0.009398	0.88	1.03	14.79	1.01
Reach 2	14	PF 2	0.94	29.39	29.51	29.51	29.55	0.009155	0.92	1.18	15.66	1.01
Reach 2	14	PF 3	1.09	29.39	29.52	29.52	29.56	0.009580	0.98	1.29	16.26	1.05
Reach 2	14	PF 4	1.33	29.39	29.53	29.53	29.58	0.008919	1.04	1.51	17.41	1.03
Reach 2	14	PF 5	1.55	29.39	29.54	29.54	29.59	0.008857	1.10	1.68	18.25	1.04
Reach 2	14	PF 6	1.81	29.39	29.55	29.55	29.61	0.008110	1.13	1.93	19.43	1.02

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad de flujo disminuye de 29,56m a 29,50m (-0.06m) sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo La profundidad permanece constante en 29,39 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua disminuye de 15,72 m a 15,63 m (-0.09 m), mostrando una contracción moderada del flujo, dentro de los parámetros de diseño, Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 29,39 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude aumenta de 0.45 (subcrítico) a 0,46 (subcrítico), indicando una disminución en la velocidad de flujo, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

Aguas Abajo: El número de Froude permanece aumenta a 1.01(crítico), lo que confirma un flujo controlado aguas abajo.

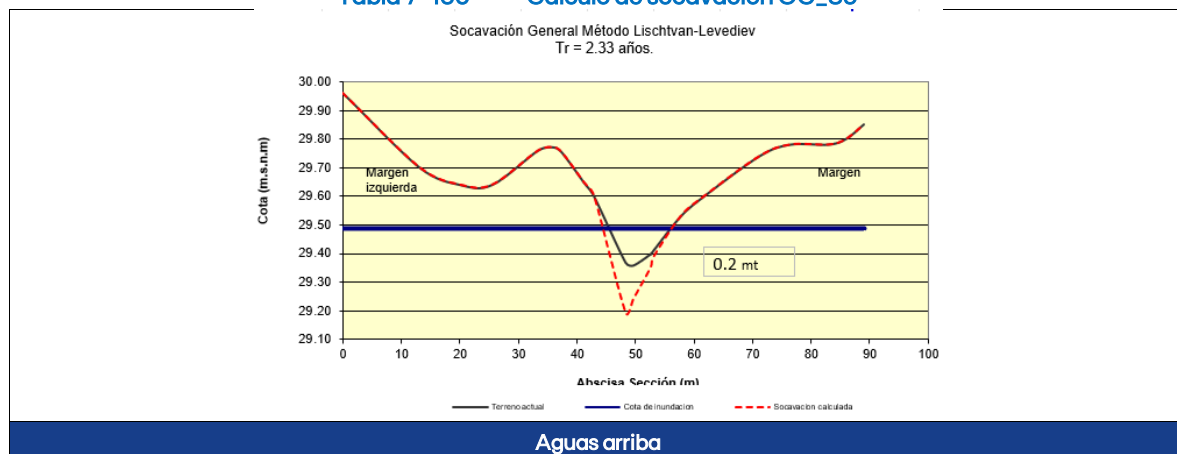
➤ **Conclusión General Evaluada:**

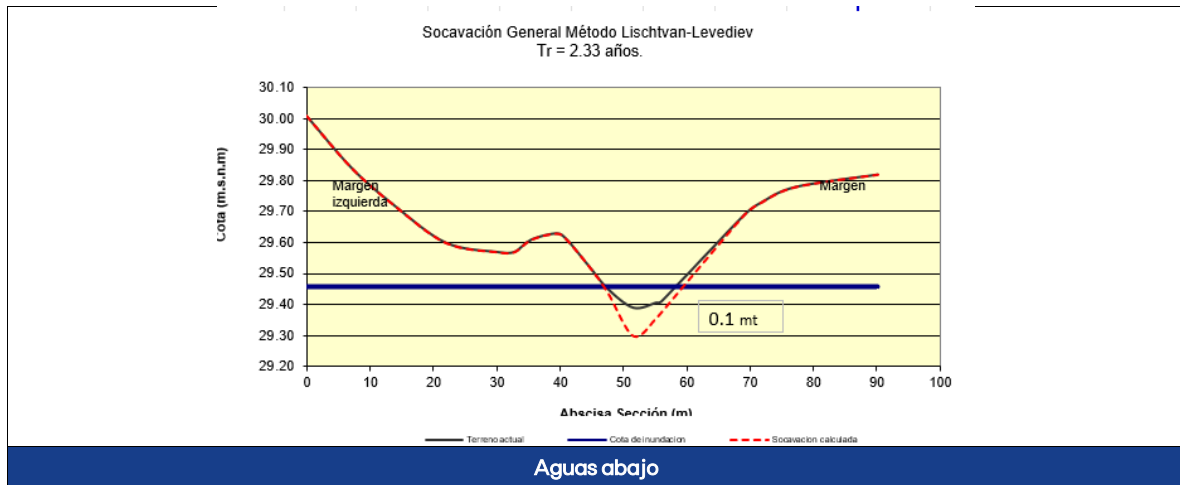
Aguas Arriba: La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

Aguas Abajo: Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección.

A partir de los análisis hidráulicos, a continuación, se presenta el cálculo de socavación general.

Tabla 7-160 Cálculo de socavación OC_89

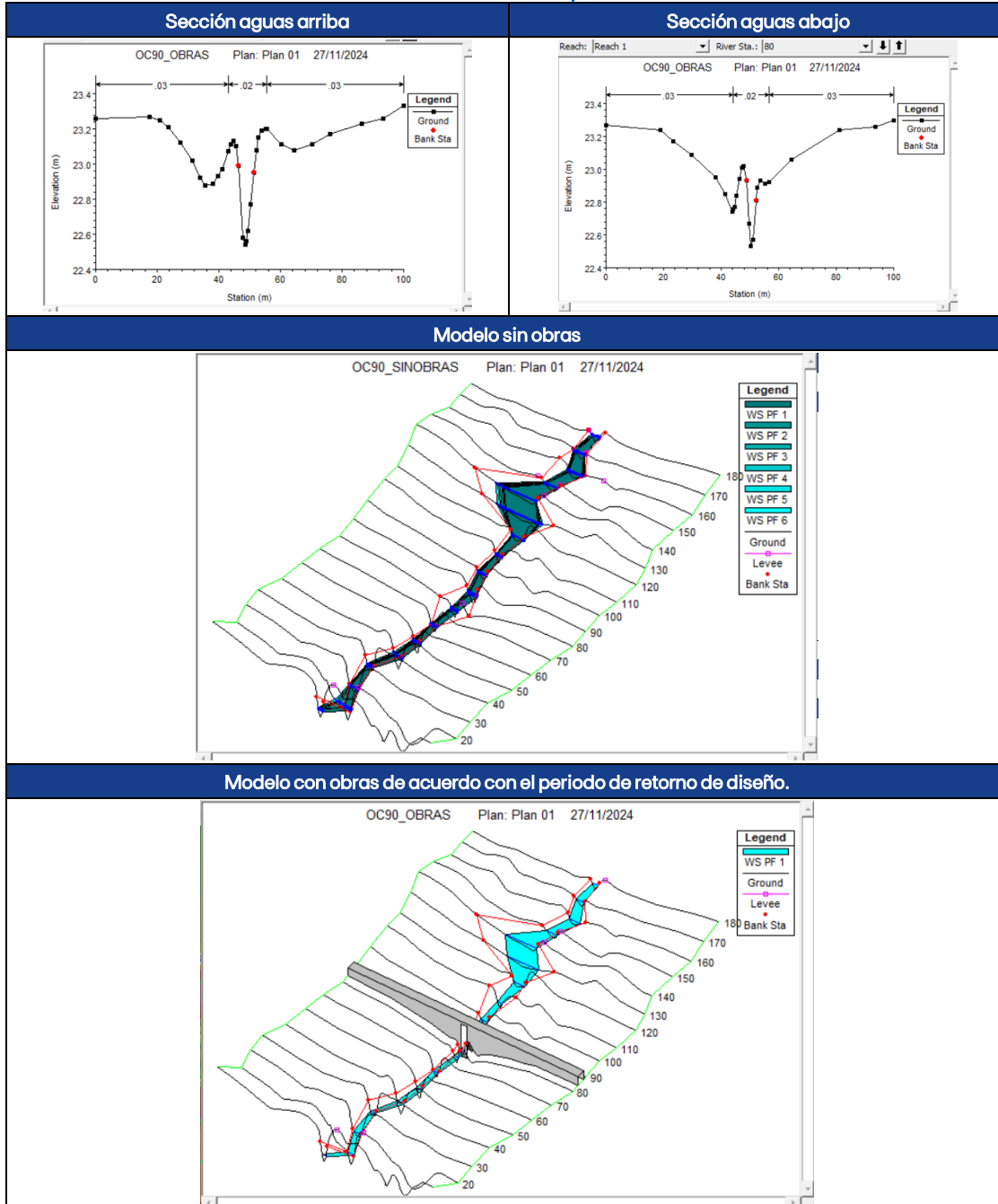


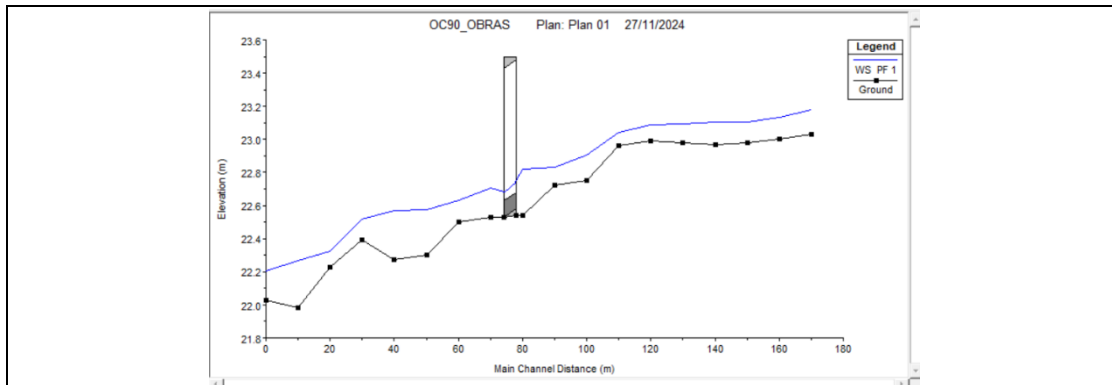


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

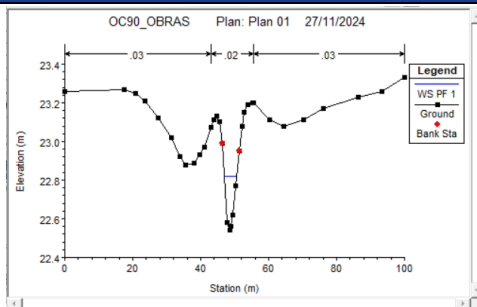
7.4.5.3.74 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_90

Tabla 7-161 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_90

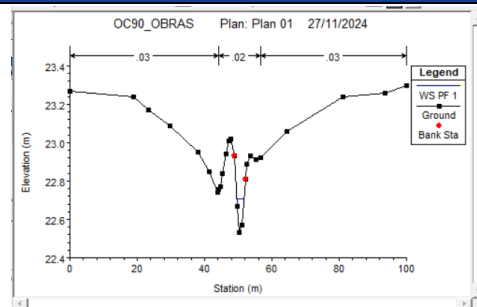




Resultados sin obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo.



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan:												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	90	PF 1	0.16	22.54	22.74		22.75	0.001251	0.44	0.37	2.92	0.40
Reach 1	90	PF 2	0.19	22.54	22.75		22.76	0.001277	0.46	0.41	3.07	0.40
Reach 1	90	PF 3	0.22	22.54	22.77		22.78	0.001293	0.48	0.45	3.21	0.41
Reach 1	90	PF 4	0.27	22.54	22.79		22.80	0.001315	0.52	0.52	3.40	0.42
Reach 1	90	PF 5	0.31	22.54	22.80		22.82	0.001331	0.54	0.58	3.53	0.43
Reach 1	90	PF 6	0.37	22.54	22.82		22.84	0.001344	0.57	0.65	3.72	0.43
Reach 1	80	PF 1	0.16	22.53	22.71	22.67	22.73	0.003250	0.65	0.25	2.22	0.62
Reach 1	80	PF 2	0.19	22.53	22.72	22.68	22.74	0.003314	0.69	0.28	2.31	0.64
Reach 1	80	PF 3	0.22	22.53	22.73	22.69	22.76	0.003339	0.72	0.30	2.39	0.65
Reach 1	80	PF 4	0.27	22.53	22.75	22.71	22.78	0.003468	0.78	0.35	2.51	0.67
Reach 1	80	PF 5	0.31	22.53	22.76	22.72	22.80	0.003574	0.82	0.38	2.60	0.68
Reach 1	80	PF 6	0.37	22.53	22.78	22.74	22.82	0.003690	0.87	0.43	2.72	0.70

Resultados con obras

HEC-RAS Plan:												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	90	PF 1	0.16	22.54	22.82	22.66	22.82	0.000265	0.25	0.64	3.69	0.19
Reach 1	90	PF 2	0.19	22.54	22.84	22.68	22.84	0.000287	0.27	0.70	3.84	0.20
Reach 1	90	PF 3	0.22	22.54	22.85	22.69	22.86	0.000304	0.29	0.77	3.98	0.21
Reach 1	90	PF 4	0.27	22.54	22.88	22.70	22.88	0.000323	0.31	0.87	4.21	0.22
Reach 1	90	PF 5	0.31	22.54	22.90	22.71	22.90	0.000329	0.32	0.99	7.97	0.22
Reach 1	90	PF 6	0.37	22.54	22.93	22.73	22.93	0.000320	0.33	1.25	10.40	0.22
Reach 1	86	OC90		Culvert								
Reach 1	80	PF 1	0.16	22.53	22.71	22.67	22.73	0.003250	0.65	0.25	2.22	0.62
Reach 1	80	PF 2	0.19	22.53	22.72	22.68	22.74	0.003315	0.69	0.28	2.31	0.64
Reach 1	80	PF 3	0.22	22.53	22.73	22.69	22.76	0.003340	0.72	0.30	2.39	0.65
Reach 1	80	PF 4	0.27	22.53	22.75	22.71	22.78	0.003471	0.78	0.35	2.54	0.67
Reach 1	80	PF 5	0.31	22.53	22.76	22.72	22.80	0.003702	0.79	0.40	3.83	0.69
Reach 1	80	PF 6	0.37	22.53	22.79	22.74	22.82	0.003682	0.79	0.50	4.80	0.69

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad de flujo aumenta de 22,74m a 22,82m (-0.06m) sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 29,53 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 2,92 m a 3,69 m (-0.77 m), mostrando una contracción moderada del flujo, dentro de los parámetros de diseño, Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 22,53 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 0.40 (subcrítico) a 0,19 (subcrítico), indicando una disminución en la velocidad de flujo, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

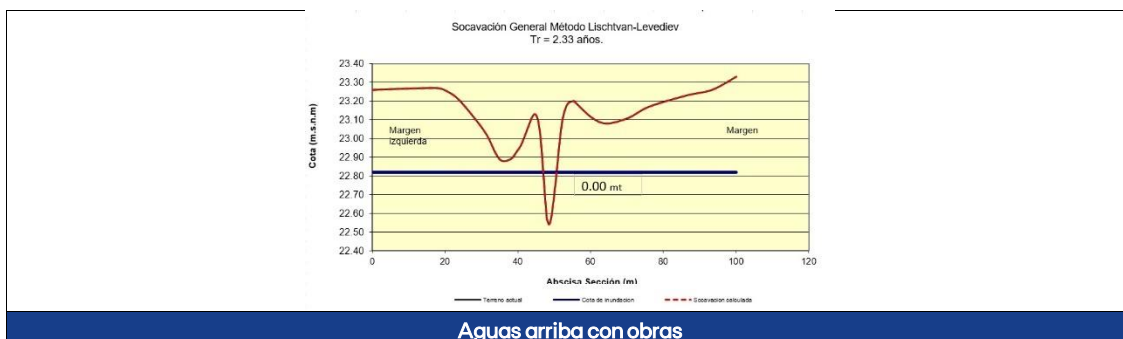
Aguas Abajo: El número de Froude permanece aumenta a 0.62(crítico), lo que confirma un flujo controlado aguas abajo.

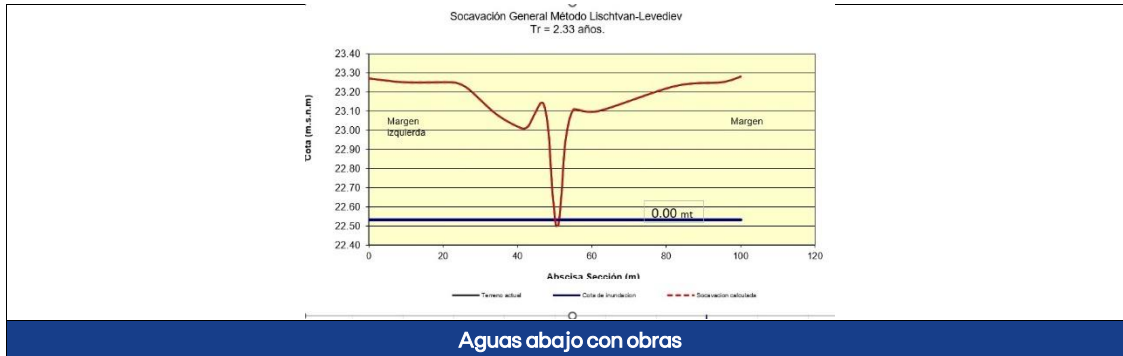
➤ **Conclusión General Evaluada:**

Aguas Arriba: La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

Aguas Abajo: Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección.

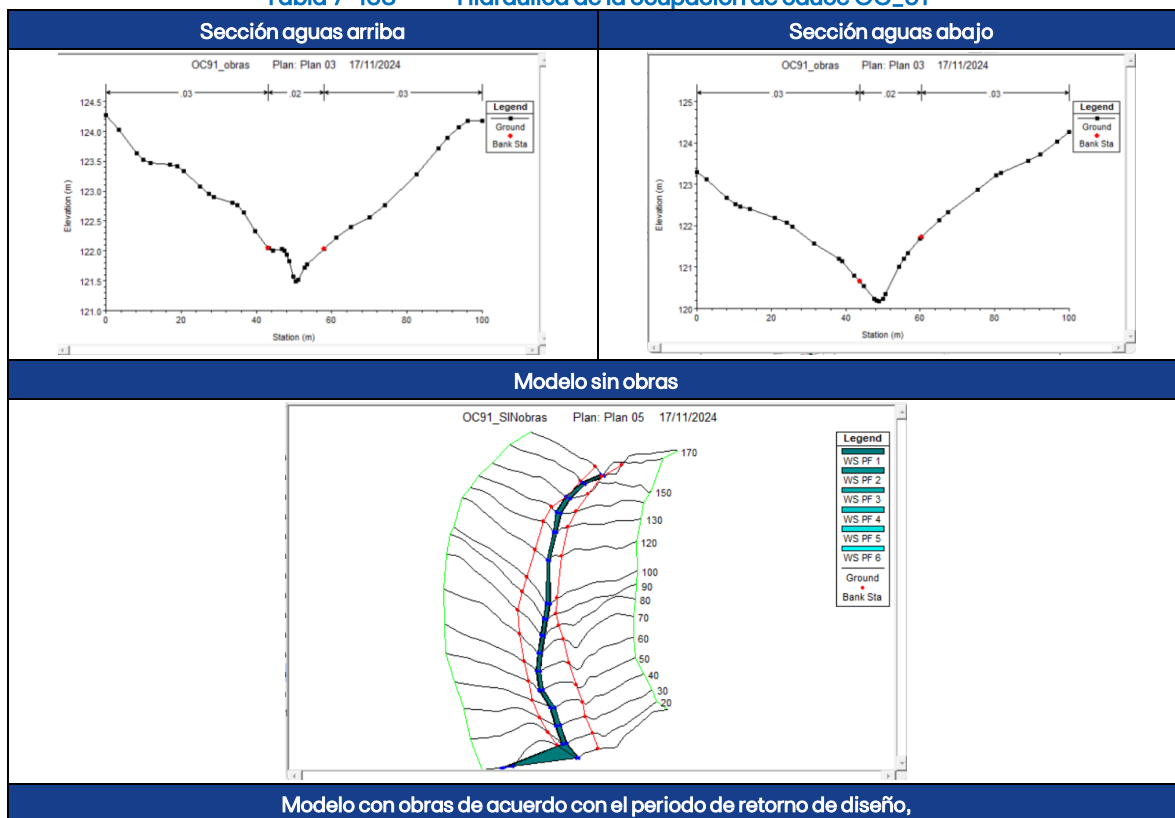
Tabla 7-162 Cálculo de socavación OC_90

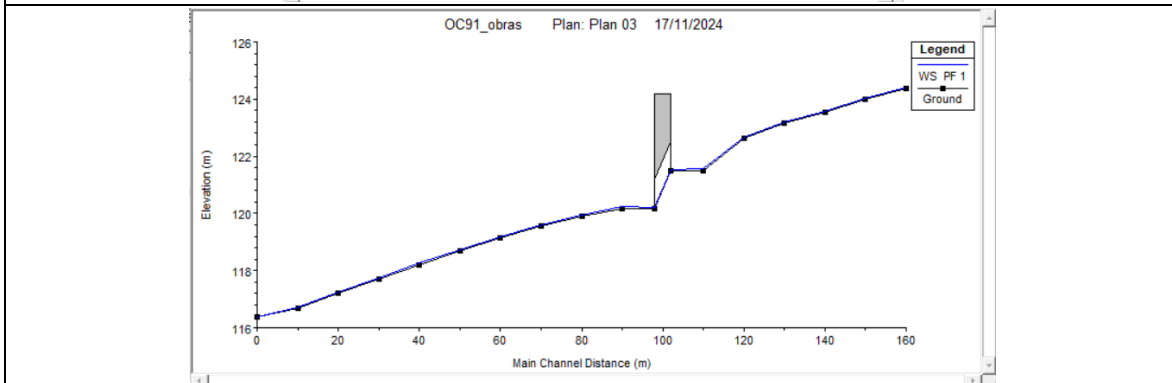
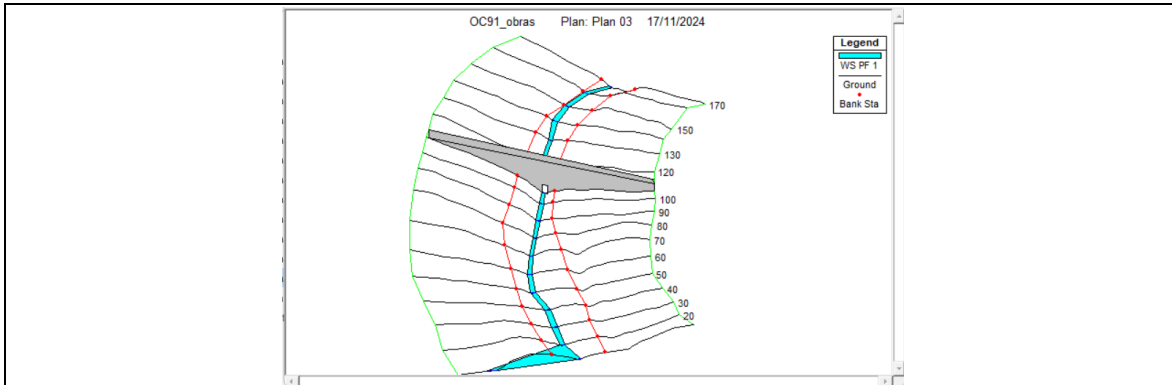




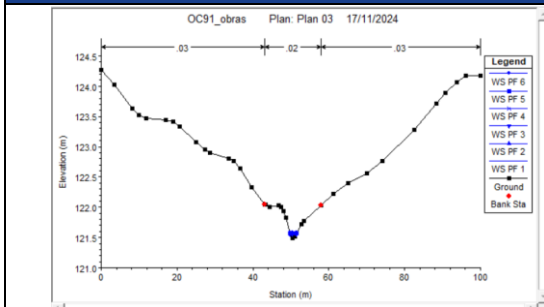
7.4.5.3.75 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_91

Tabla 7-163 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_91

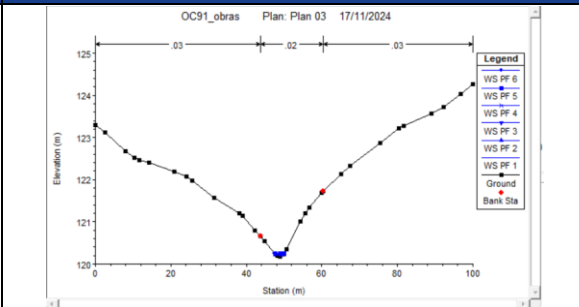




Resultados sin obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 05 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	120	PF 1	0.03	121.49	121.55	121.55	121.57	0.011995	0.60	0.05	1.39	1.00
Reach 1	120	PF 2	0.04	121.49	121.56	121.56	121.58	0.011651	0.64	0.06	1.53	1.01
Reach 1	120	PF 3	0.04	121.49	121.56	121.56	121.58	0.011651	0.64	0.06	1.53	1.01
Reach 1	120	PF 4	0.05	121.49	121.57	121.57	121.59	0.010984	0.67	0.08	1.65	1.00
Reach 1	120	PF 5	0.06	121.49	121.57	121.57	121.60	0.010723	0.69	0.09	1.75	1.00
Reach 1	120	PF 6	0.07	121.49	121.58	121.58	121.61	0.010893	0.73	0.10	1.82	1.02
Reach 1	100	PF 1	0.03	120.18	120.23	120.23	120.24	0.008934	0.47	0.06	2.05	0.85
Reach 1	100	PF 2	0.04	120.18	120.23	120.23	120.25	0.012160	0.57	0.07	2.14	1.00
Reach 1	100	PF 3	0.04	120.18	120.23	120.23	120.25	0.012160	0.57	0.07	2.14	1.00
Reach 1	100	PF 4	0.05	120.18	120.24	120.24	120.26	0.012036	0.60	0.08	2.30	1.01
Reach 1	100	PF 5	0.06	120.18	120.24	120.24	120.27	0.012186	0.64	0.09	2.37	1.03
Reach 1	100	PF 6	0.07	120.18	120.25	120.25	120.27	0.011071	0.65	0.11	2.46	1.00

Resultados con obras

HEC-RAS Plan: OC91_OBRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	120	PF 1	0.03	121.49	121.59	121.55	121.60	0.000916	0.24	0.13	2.03	0.30
Reach 1	120	PF 2	0.04	121.49	121.60	121.56	121.61	0.001113	0.28	0.15	2.15	0.34
Reach 1	120	PF 3	0.04	121.49	121.60	121.56	121.61	0.001113	0.28	0.15	2.15	0.34
Reach 1	120	PF 4	0.05	121.49	121.61	121.57	121.62	0.001257	0.31	0.16	2.26	0.36
Reach 1	120	PF 5	0.06	121.49	121.62	121.57	121.62	0.001361	0.33	0.18	2.36	0.38
Reach 1	120	PF 6	0.07	121.49	121.63	121.58	121.63	0.001436	0.35	0.20	2.45	0.40
Reach 1	109	OC91	Culvert									
Reach 1	100	PF 1	0.03	120.18	120.23	120.23	120.24	0.008934	0.47	0.06	2.05	0.85
Reach 1	100	PF 2	0.04	120.18	120.23	120.23	120.25	0.012160	0.57	0.07	2.14	1.00
Reach 1	100	PF 3	0.04	120.18	120.23	120.23	120.25	0.012160	0.57	0.07	2.14	1.00
Reach 1	100	PF 4	0.05	120.18	120.24	120.24	120.26	0.012036	0.60	0.08	2.30	1.01
Reach 1	100	PF 5	0.06	120.18	120.24	120.24	120.27	0.012186	0.64	0.09	2.37	1.03
Reach 1	100	PF 6	0.07	120.18	120.25	120.25	120.27	0.011071	0.65	0.11	2.46	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

➤ **Profundidad:**

Aguas Arriba: La profundidad de flujo aumenta de 121,55m a 121,59 (+0.04m) sin riesgos de represamiento ni afectaciones a la estabilidad hidráulica.

Aguas Abajo: La profundidad permanece constante en 120,18 m, indicando que la obra no genera alteraciones significativas aguas abajo.

➤ **Ancho de Lámina de Agua:**

Aguas Arriba: La lámina de agua aumenta de 1,39 m a 2,05 m (+0.66 m), mostrando una contracción moderada del flujo, dentro de los parámetros de diseño, Este cambio no compromete la capacidad hidráulica del sistema.

Aguas Abajo: La lámina de agua permanece constante en 120,18 m, lo que refleja que el flujo aguas abajo se adapta bien a las condiciones tras la obra, sin concentraciones ni expansiones significativas adicionales.

➤ **Número de Froude:**

Aguas Arriba: El número de Froude disminuye de 1 (crítico) a 0,30 (subcrítico), indicando una disminución en la velocidad de flujo, sin riesgos de erosión ni alteraciones significativas.

Aguas Abajo: El número de Froude aumenta a 0.85(subcrítico) a 1 (critico), un flujo aumenta de velocidad aguas abajo.

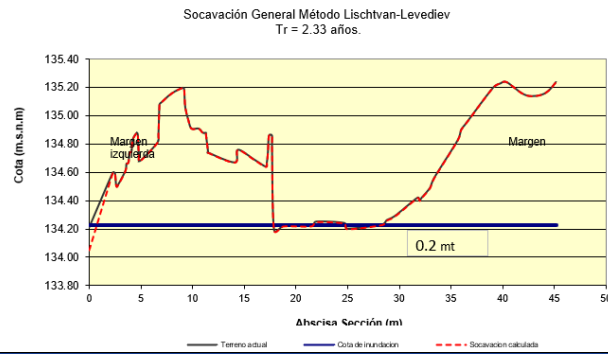
➤ **Conclusión General Evaluada:**

Aguas Arriba: La obra genera un leve incremento en la profundidad y una expansión moderada de la lámina de agua, acompañada de una ligera reducción en el número de Froude. Estos cambios estabilizan el flujo aguas arriba y no generan riesgos de erosión ni acumulación significativa de sedimentos.

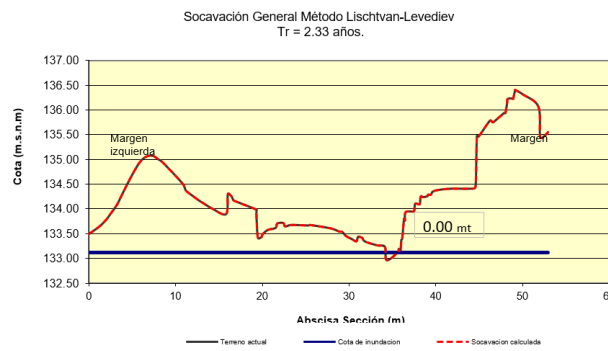
Aguas Abajo: Las condiciones aguas abajo permanecen inalteradas en términos de profundidad, lámina de agua y número de Froude, garantizando que la obra no afecta la estabilidad ni la dinámica hidráulica en esta sección

A partir de los análisis hidráulicos, a continuación, se presenta el cálculo de socavación general.

Tabla 7-164 Cálculo de socavación OC_91



Aguas arriba

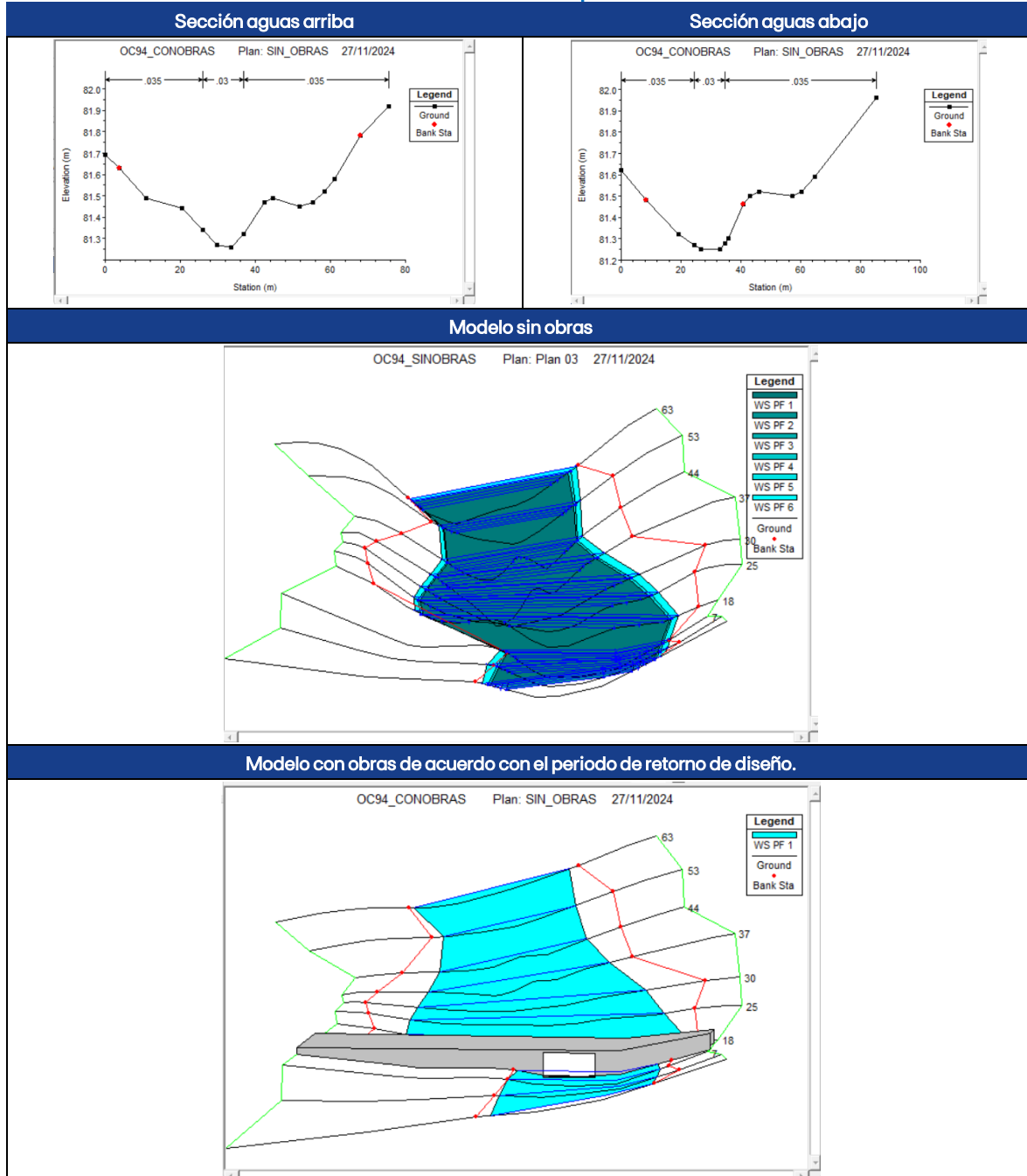


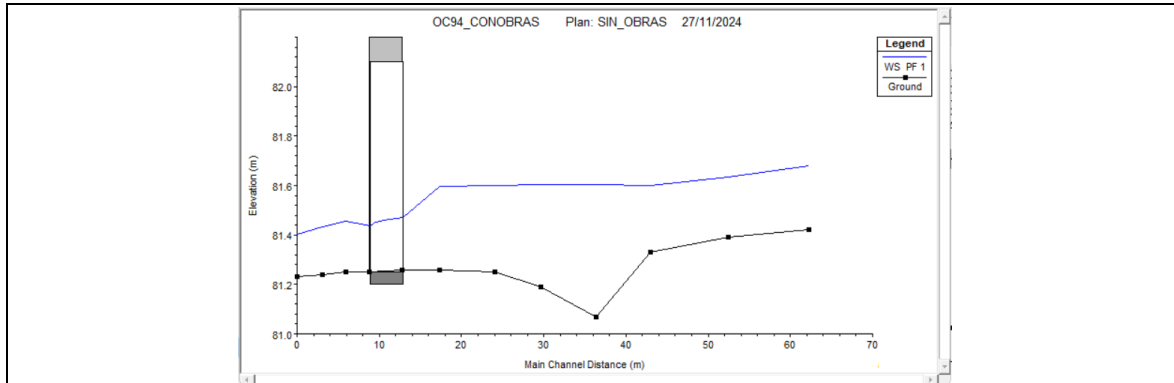
Aguas abajo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

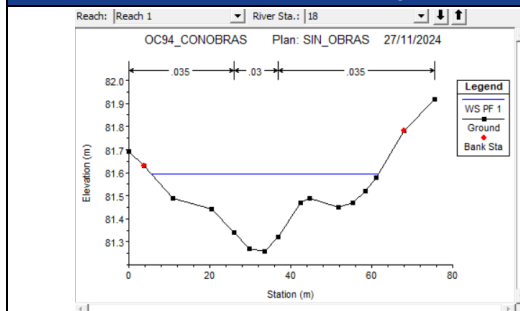
7.4.5.3.76 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_94

Tabla 7-165 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_94

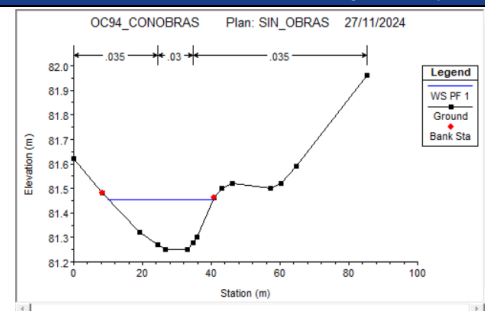




Resultados sin obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	18	PF 1	2.68	81.26	81.52		81.53	0.003809	0.53	5.04	48.62	0.53
Reach 1	18	PF 2	1.12	81.26	81.44		81.45	0.003915	0.51	2.18	20.69	0.50
Reach 1	18	PF 3	1.56	81.26	81.46		81.48	0.004259	0.55	2.86	31.81	0.58
Reach 1	18	PF 4	2.07	81.26	81.49		81.51	0.004121	0.53	3.89	45.87	0.58
Reach 1	18	PF 5	2.93	81.26	81.52		81.54	0.003720	0.53	5.48	49.55	0.51
Reach 1	18	PF 6	3.76	81.26	81.55		81.57	0.003529	0.55	6.82	52.07	0.49
Reach 1	7	PF 1	2.68	81.25	81.45		81.48	0.005753	0.66	4.04	30.73	0.58
Reach 1	7	PF 2	1.12	81.25	81.39		81.40	0.004607	0.49	2.30	24.29	0.50
Reach 1	7	PF 3	1.56	81.25	81.41		81.43	0.004981	0.55	2.86	26.50	0.53
Reach 1	7	PF 4	2.07	81.25	81.43		81.45	0.005349	0.60	3.43	28.62	0.56
Reach 1	7	PF 5	2.93	81.25	81.46		81.49	0.005892	0.68	4.28	31.55	0.59
Reach 1	7	PF 6	3.76	81.25	81.48		81.51	0.006300	0.75	5.00	34.19	0.62

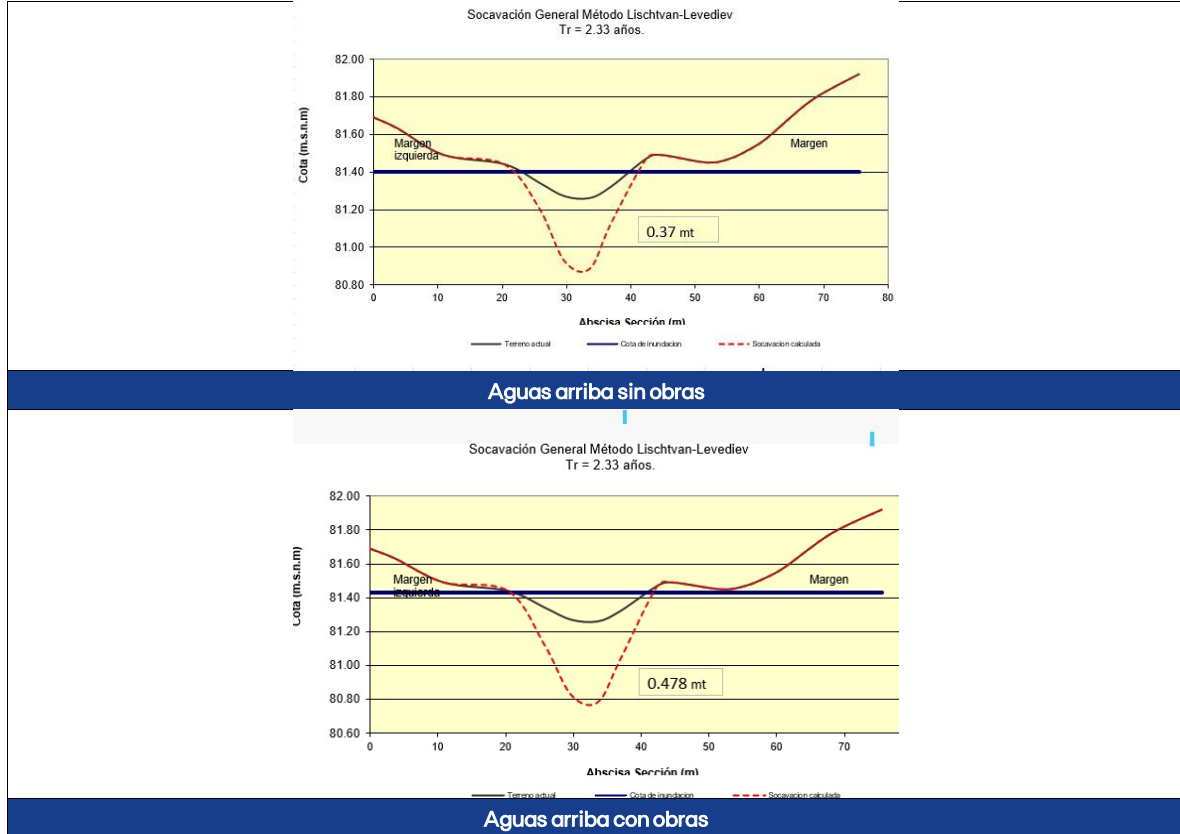
Resultados con obras

HEC-RAS Plan: SIN_OBRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	18	PF 1	2.68	81.26	81.59	81.46	81.60	0.000817	0.29	9.19	56.10	0.23
Reach 1	18	PF 2	1.12	81.26	81.43	81.39	81.44	0.005080	0.57	1.98	19.77	0.57
Reach 1	18	PF 3	1.56	81.26	81.48	81.41	81.49	0.002928	0.45	3.47	41.09	0.49
Reach 1	18	PF 4	2.07	81.26	81.54	81.43	81.54	0.001411	0.34	6.12	50.77	0.31
Reach 1	18	PF 5	2.93	81.26	81.62	81.47	81.62	0.000691	0.28	10.44	57.97	0.21
Reach 1	18	PF 6	3.76	81.26	81.68	81.50	81.69	0.000439	0.26	14.62	64.50	0.17
Reach 1	12	OC94										
Reach 1	7	PF 1	2.68	81.25	81.45		81.48	0.005753	0.66	4.04	30.73	0.58
Reach 1	7	PF 2	1.12	81.25	81.39		81.40	0.004607	0.49	2.30	24.29	0.50
Reach 1	7	PF 3	1.56	81.25	81.41		81.43	0.004981	0.55	2.86	26.50	0.53
Reach 1	7	PF 4	2.07	81.25	81.43		81.45	0.005362	0.60	3.43	28.61	0.56
Reach 1	7	PF 5	2.93	81.25	81.46		81.49	0.005893	0.68	4.28	31.55	0.59
Reach 1	7	PF 6	3.76	81.25	81.48		81.51	0.006299	0.75	5.00	34.19	0.62

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

A partir de los análisis hidráulicos, a continuación, se presenta el cálculo de socavación general.

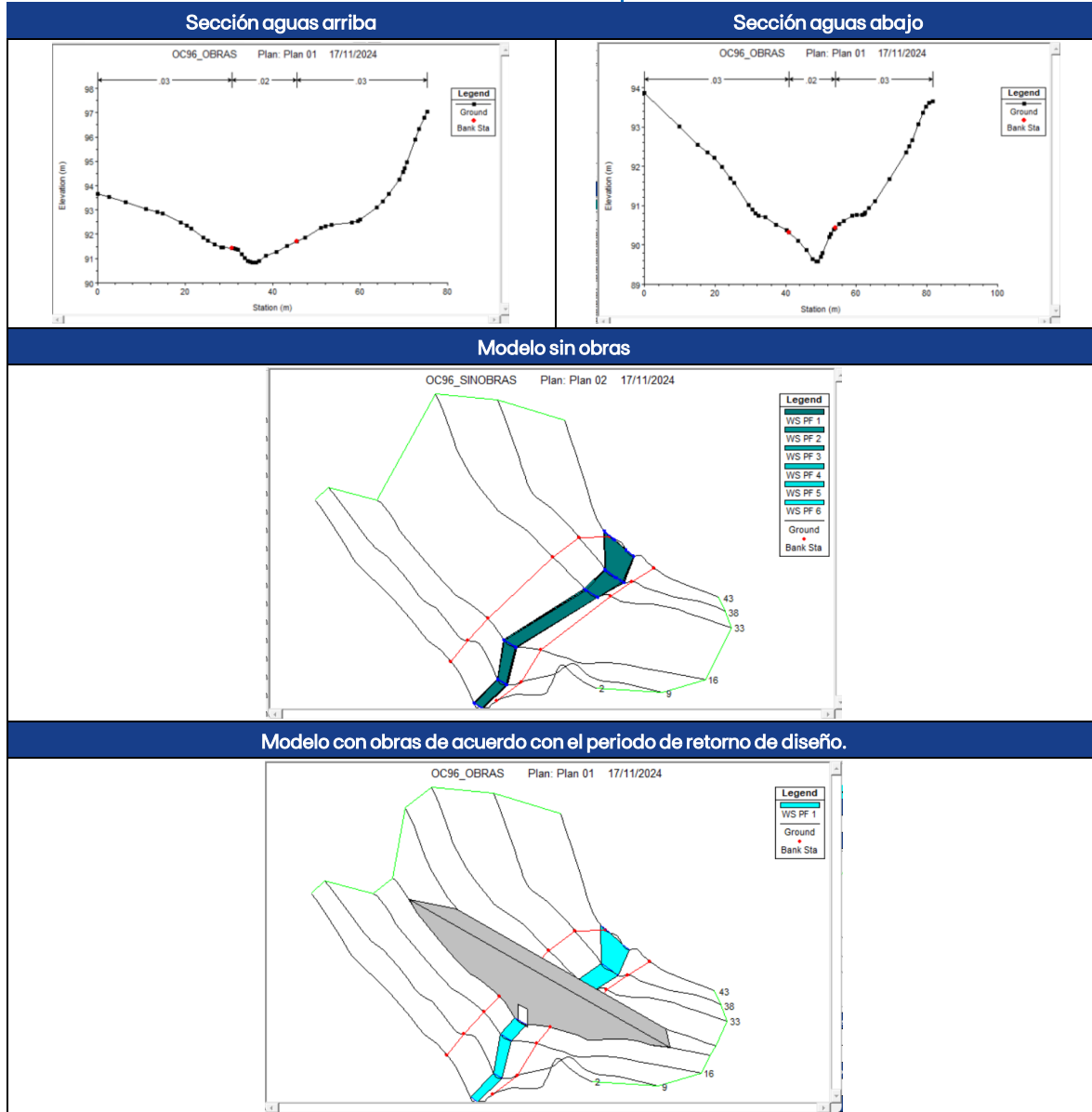
Tabla 7-166 Cálculo de socavación OC_94

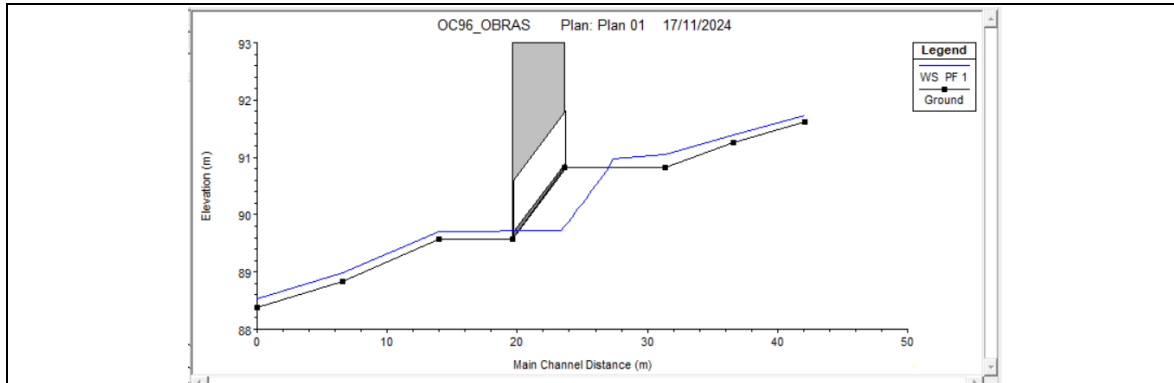


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

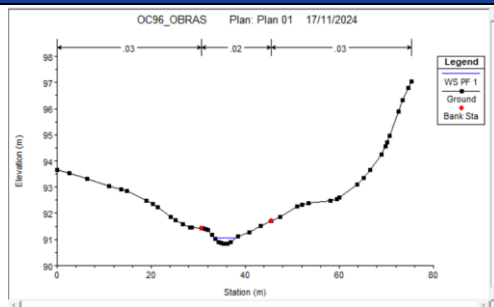
7.4.5.3.77 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_96

Tabla 7-167 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_96

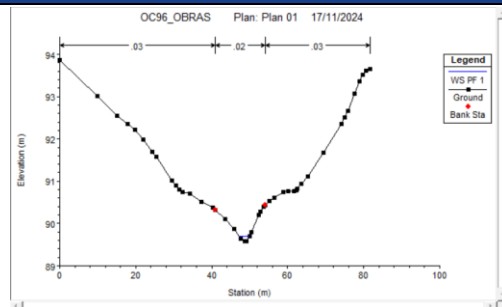




Resultados sin obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo.



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC96_SINOBRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	33	PF 1	0.18	90.83	90.94	90.94	90.98	0.009631	0.84	0.21	3.03	1.01
Reach 1	33	PF 2	0.16	90.83	90.93	90.93	90.97	0.009622	0.81	0.20	2.95	1.00
Reach 1	33	PF 3	0.18	90.83	90.94	90.94	90.98	0.009631	0.84	0.21	3.03	1.01
Reach 1	33	PF 4	0.21	90.83	90.95	90.95	90.99	0.009213	0.87	0.24	3.16	1.00
Reach 1	33	PF 5	0.26	90.83	90.96	90.96	91.01	0.009111	0.92	0.28	3.33	1.01
Reach 1	33	PF 6	0.30	90.83	90.97	90.97	91.02	0.008943	0.95	0.31	3.46	1.01
Reach 1	16	PF 1	0.18	89.58	89.70	89.70	89.74	0.009516	0.86	0.21	2.83	1.01
Reach 1	16	PF 2	0.16	89.58	89.70	89.70	89.73	0.009473	0.83	0.19	2.74	1.00
Reach 1	16	PF 3	0.18	89.58	89.70	89.70	89.74	0.009516	0.86	0.21	2.83	1.01
Reach 1	16	PF 4	0.21	89.58	89.71	89.71	89.75	0.009161	0.89	0.24	2.96	1.00
Reach 1	16	PF 5	0.26	89.58	89.72	89.72	89.77	0.009059	0.94	0.28	3.14	1.01
Reach 1	16	PF 6	0.30	89.58	89.74	89.74	89.78	0.008721	0.97	0.31	3.29	1.00

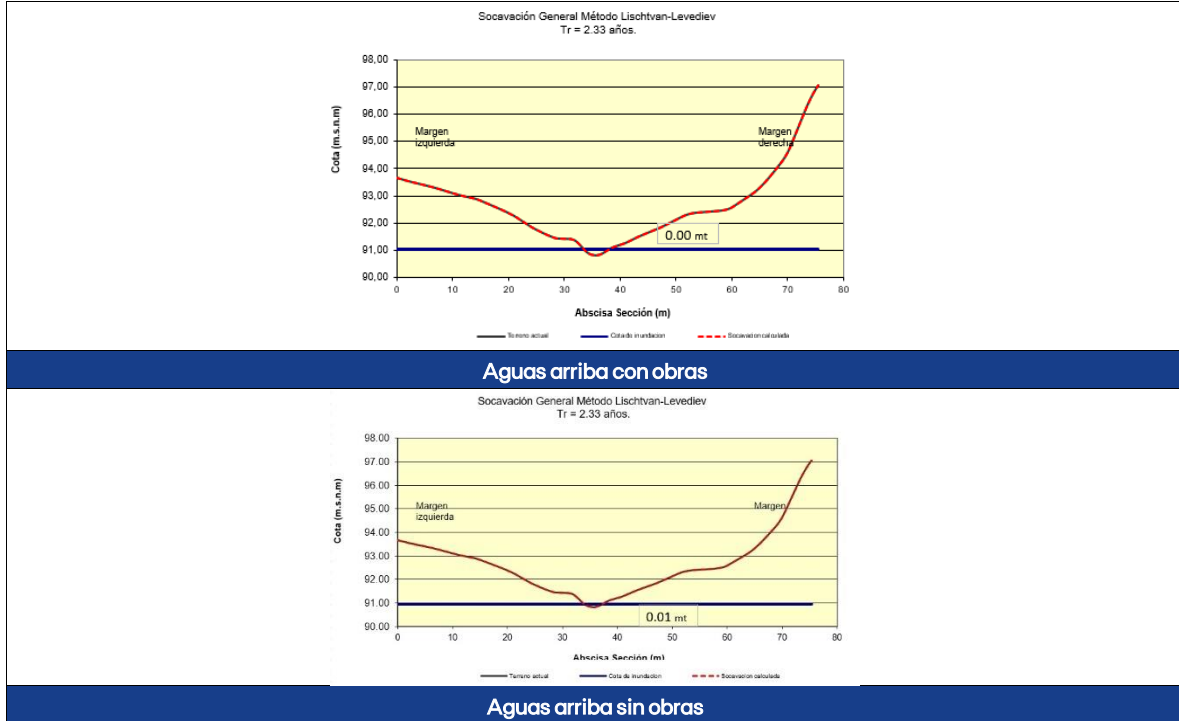
Resultados con obras

HEC-RAS Plan:												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	33	PF 1	0.18	90.83	91.05	90.94	91.06	0.000444	0.28	0.63	4.52	0.24
Reach 1	33	PF 2	0.16	90.83	91.04	90.93	91.04	0.000444	0.27	0.58	4.37	0.24
Reach 1	33	PF 3	0.18	90.83	91.05	90.94	91.06	0.000444	0.28	0.63	4.52	0.24
Reach 1	33	PF 4	0.21	90.83	91.07	90.95	91.07	0.000439	0.30	0.71	4.72	0.24
Reach 1	33	PF 5	0.26	90.83	91.09	90.96	91.10	0.000426	0.31	0.84	5.04	0.24
Reach 1	33	PF 6	0.30	90.83	91.11	90.97	91.12	0.000416	0.32	0.94	5.31	0.24
Reach 1	23	OC96	Culvert									
Reach 1	16	PF 1	0.18	89.58	89.70	89.70	89.74	0.009516	0.86	0.21	2.83	1.01
Reach 1	16	PF 2	0.16	89.58	89.70	89.70	89.73	0.009473	0.83	0.19	2.74	1.00
Reach 1	16	PF 3	0.18	89.58	89.70	89.70	89.74	0.009516	0.86	0.21	2.83	1.01
Reach 1	16	PF 4	0.21	89.58	89.71	89.71	89.75	0.009161	0.89	0.24	2.96	1.00
Reach 1	16	PF 5	0.26	89.58	89.72	89.72	89.77	0.009059	0.94	0.28	3.14	1.01
Reach 1	16	PF 6	0.30	89.58	89.74	89.74	89.78	0.008721	0.97	0.31	3.29	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

A partir de los análisis hidráulicos, a continuación, se presenta el cálculo de socavación general.

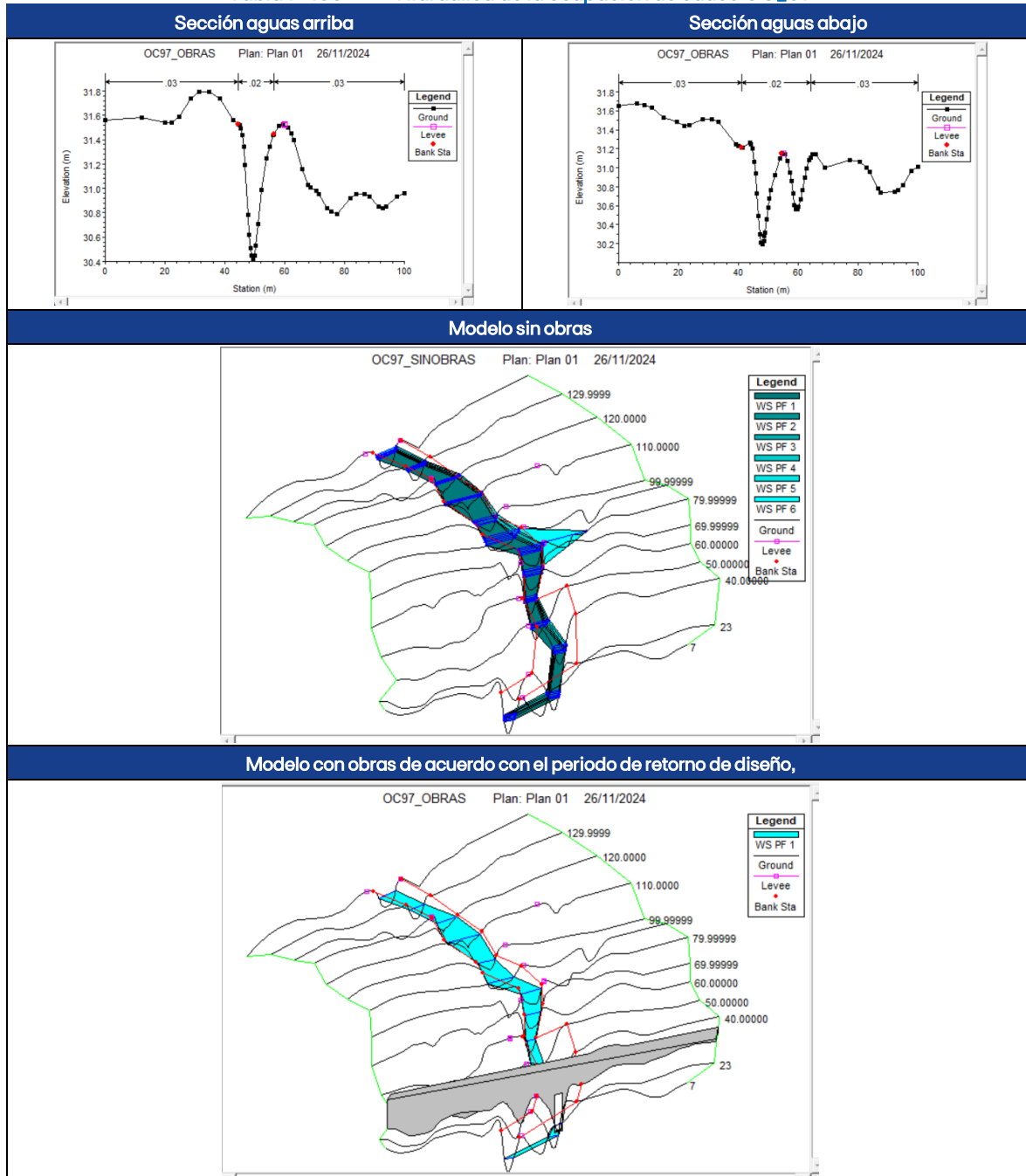
Tabla 7-168 Cálculo de socavación OC_96

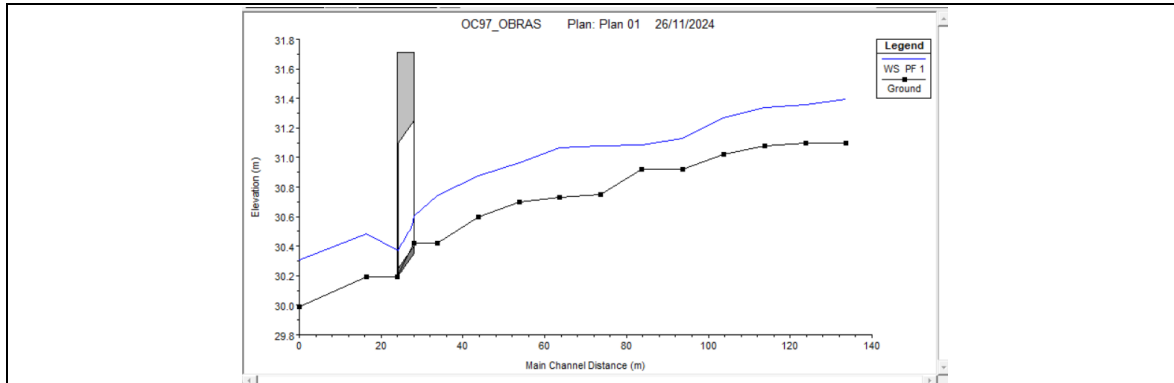


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

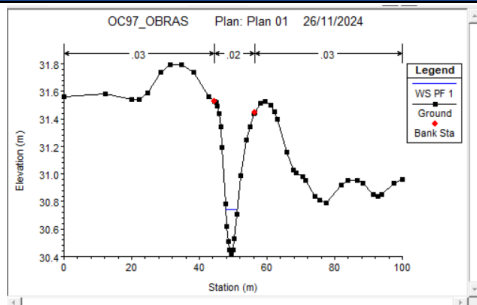
7.4.5.3.78 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_97

Tabla 7-169 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_97

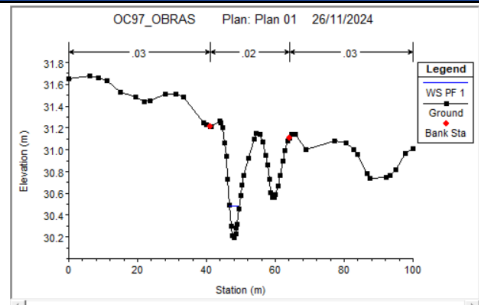




Resultados sin obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	40.00000	PF 1	0.75	30.42	30.70	30.70	30.79	0.007281	1.35	0.56	3.07	1.01
Reach 1	40.00000	PF 2	0.88	30.42	30.72	30.72	30.82	0.007083	1.40	0.63	3.22	1.01
Reach 1	40.00000	PF 3	1.03	30.42	30.75	30.75	30.86	0.006927	1.45	0.71	3.39	1.01
Reach 1	40.00000	PF 4	1.26	30.42	30.78	30.78	30.90	0.006678	1.51	0.83	3.62	1.00
Reach 1	40.00000	PF 5	1.47	30.42	30.84	30.84	30.93	0.004471	1.35	1.22	9.98	0.84
Reach 1	40.00000	PF 6	1.71	30.42	30.88	30.88	30.96	0.003516	1.27	1.80	17.41	0.75
Reach 1	23	PF 1	0.75	30.19	30.48	30.48	30.58	0.007197	1.38	0.55	2.87	1.01
Reach 1	23	PF 2	0.88	30.19	30.51	30.51	30.61	0.006948	1.42	0.62	3.03	1.00
Reach 1	23	PF 3	1.03	30.19	30.53	30.53	30.64	0.006923	1.48	0.69	3.17	1.01
Reach 1	23	PF 4	1.26	30.19	30.59	30.59	30.69	0.007066	1.39	0.91	4.68	1.00
Reach 1	23	PF 5	1.47	30.19	30.62	30.62	30.72	0.007153	1.41	1.04	5.27	1.01
Reach 1	23	PF 6	1.71	30.19	30.64	30.64	30.75	0.007059	1.44	1.18	5.72	1.01

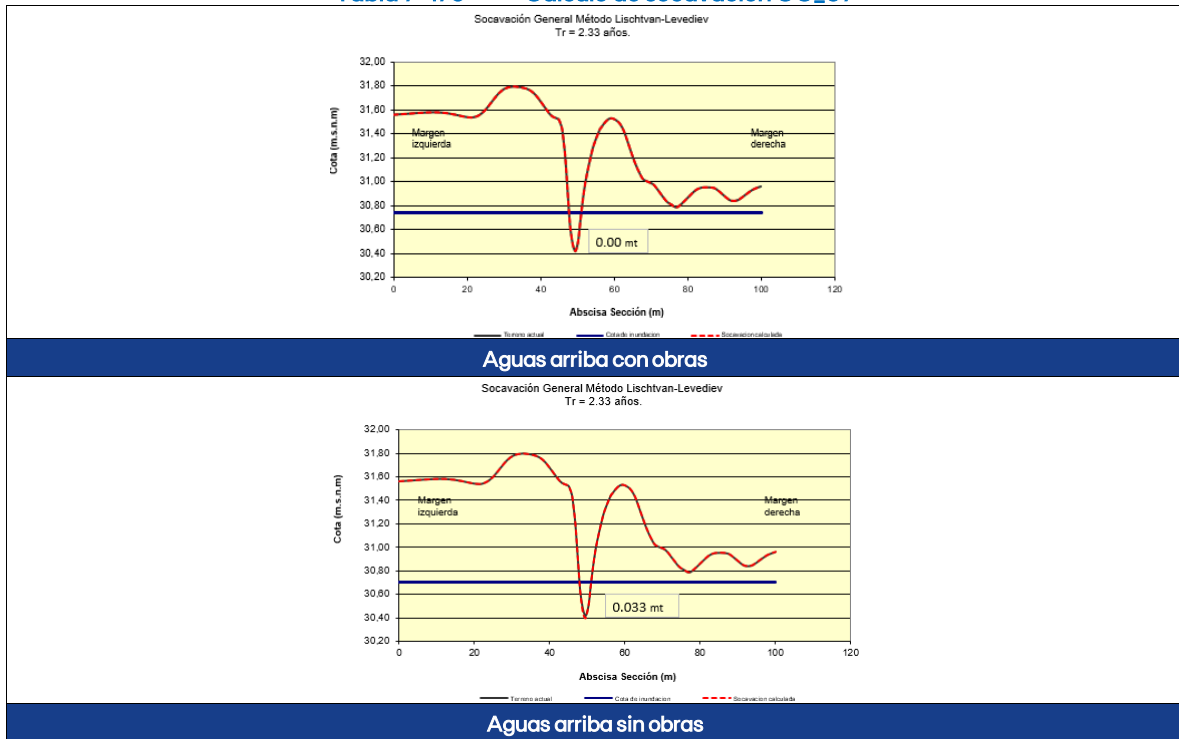
Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	40.00000	PF 1	0.75	30.42	30.74	30.70	30.80	0.004077	1.09	0.69	3.33	0.77
Reach 1	40.00000	PF 2	0.88	30.42	30.80	30.72	30.85	0.002764	0.99	0.89	4.64	0.65
Reach 1	40.00000	PF 3	1.03	30.42	30.86	30.75	30.90	0.001758	0.87	1.43	13.86	0.53
Reach 1	40.00000	PF 4	1.26	30.42	30.95	30.78	30.97	0.000751	0.64	3.40	32.79	0.36
Reach 1	40.00000	PF 5	1.47	30.42	31.02	30.84	31.03	0.000339	0.46	5.87	37.32	0.24
Reach 1	40.00000	PF 6	1.71	30.42	31.09	30.88	31.10	0.000178	0.35	8.58	39.20	0.18
Reach 1	32	OC97	Culvert									
Reach 1	23	PF 1	0.75	30.19	30.48	30.48	30.58	0.007197	1.38	0.55	2.87	1.01
Reach 1	23	PF 2	0.88	30.19	30.51	30.51	30.61	0.006948	1.42	0.62	3.03	1.00
Reach 1	23	PF 3	1.03	30.19	30.53	30.53	30.64	0.006923	1.48	0.69	3.17	1.01
Reach 1	23	PF 4	1.26	30.19	30.59	30.59	30.69	0.007066	1.39	0.91	4.68	1.00
Reach 1	23	PF 5	1.47	30.19	30.62	30.62	30.72	0.007153	1.41	1.04	5.27	1.01
Reach 1	23	PF 6	1.71	30.19	30.64	30.64	30.75	0.007059	1.44	1.18	5.72	1.01

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

A partir de los análisis hidráulicos, a continuación, se presenta el cálculo de socavación general.

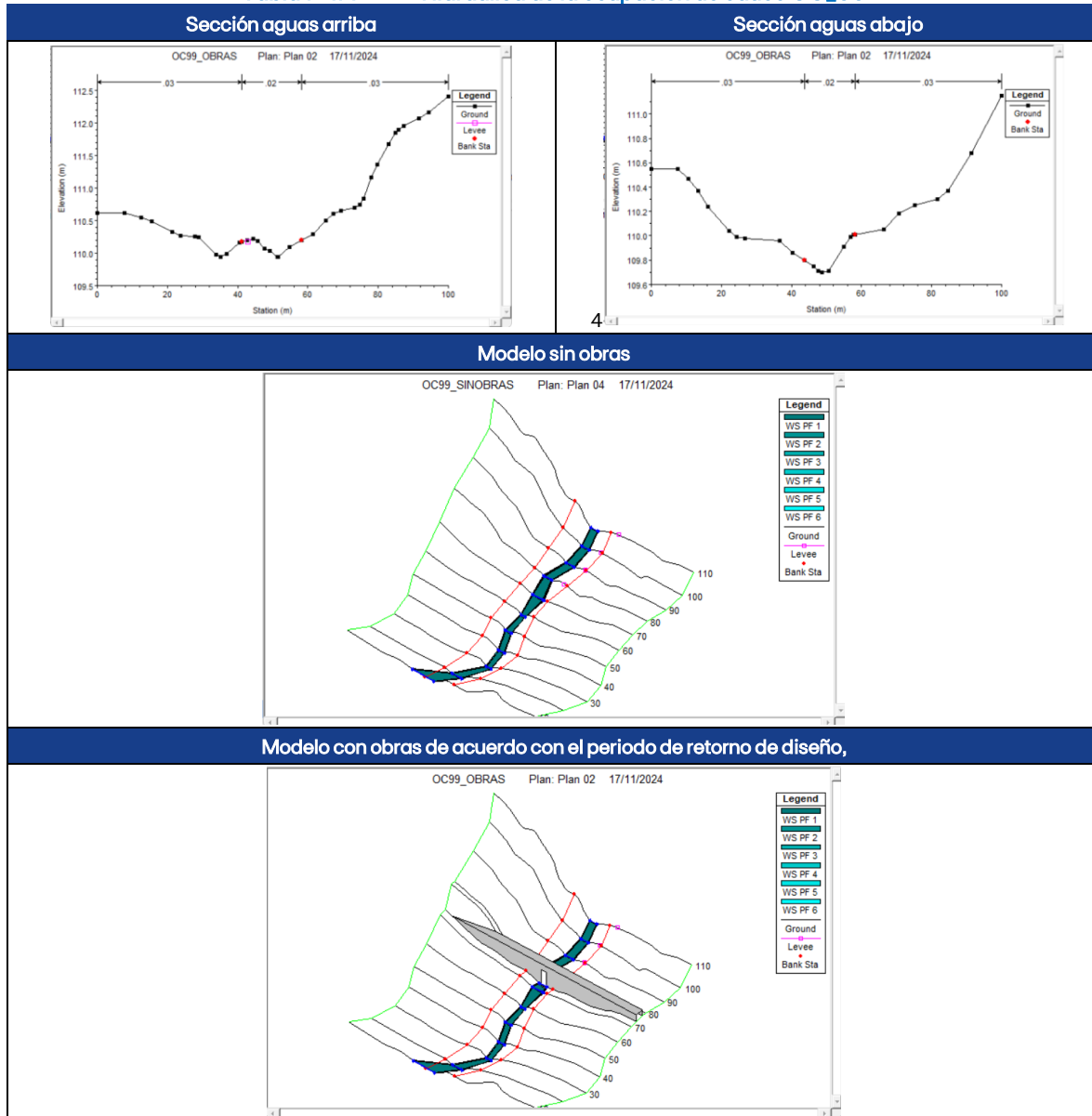
Tabla 7-170 Cálculo de socavación OC_97

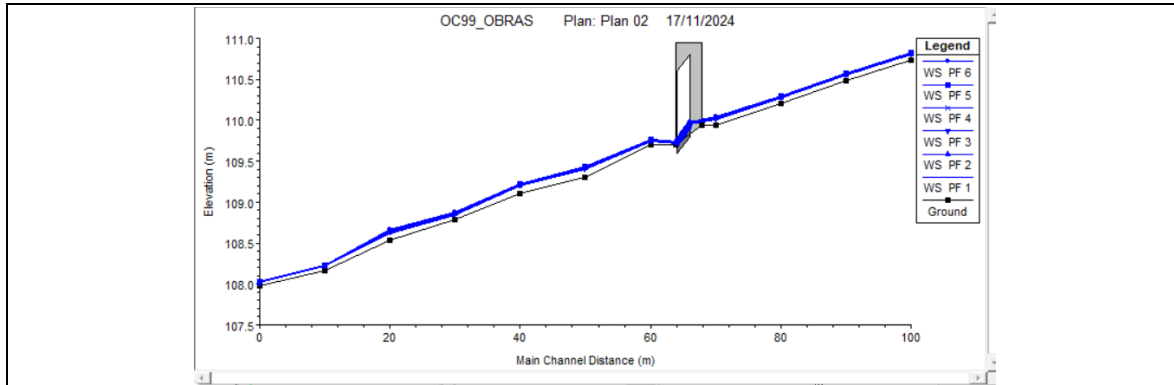


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

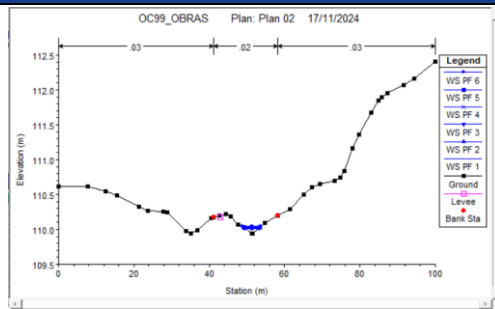
7.4.5.3.79 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_99

Tabla 7-171 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_99

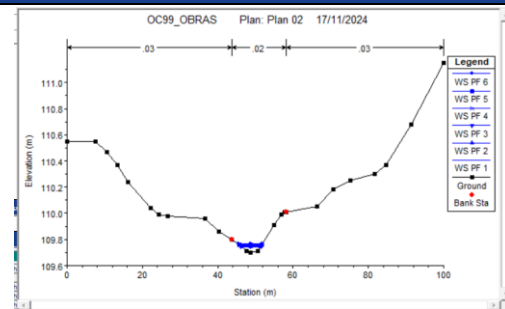




Resultados sin obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC99_SINOBTRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	80	PF 1	0.08	109.94	110.01	110.01	110.03	0.011511	0.61	0.13	3.37	1.00
Reach 1	80	PF 2	0.09	109.94	110.01	110.01	110.03	0.011572	0.63	0.14	3.52	1.01
Reach 1	80	PF 3	0.11	109.94	110.02	110.02	110.04	0.010393	0.64	0.17	3.86	0.97
Reach 1	80	PF 4	0.13	109.94	110.03	110.03	110.05	0.010438	0.67	0.19	4.11	0.98
Reach 1	80	PF 5	0.15	109.94	110.03	110.03	110.06	0.010356	0.69	0.22	4.37	0.98
Reach 1	80	PF 6	0.18	109.94	110.04	110.04	110.07	0.009374	0.68	0.26	4.94	0.95
Reach 1	70	PF 1	0.08	109.70	109.74	109.74	109.76	0.012607	0.55	0.15	4.82	1.00
Reach 1	70	PF 2	0.09	109.70	109.75	109.75	109.76	0.013281	0.58	0.16	4.92	1.03
Reach 1	70	PF 3	0.11	109.70	109.75	109.75	109.77	0.011934	0.59	0.19	5.29	1.00
Reach 1	70	PF 4	0.13	109.70	109.76	109.76	109.78	0.011677	0.61	0.21	5.66	1.00
Reach 1	70	PF 5	0.15	109.70	109.76	109.76	109.78	0.011414	0.63	0.24	5.99	1.00
Reach 1	70	PF 6	0.18	109.70	109.77	109.77	109.79	0.011119	0.65	0.28	6.45	1.00

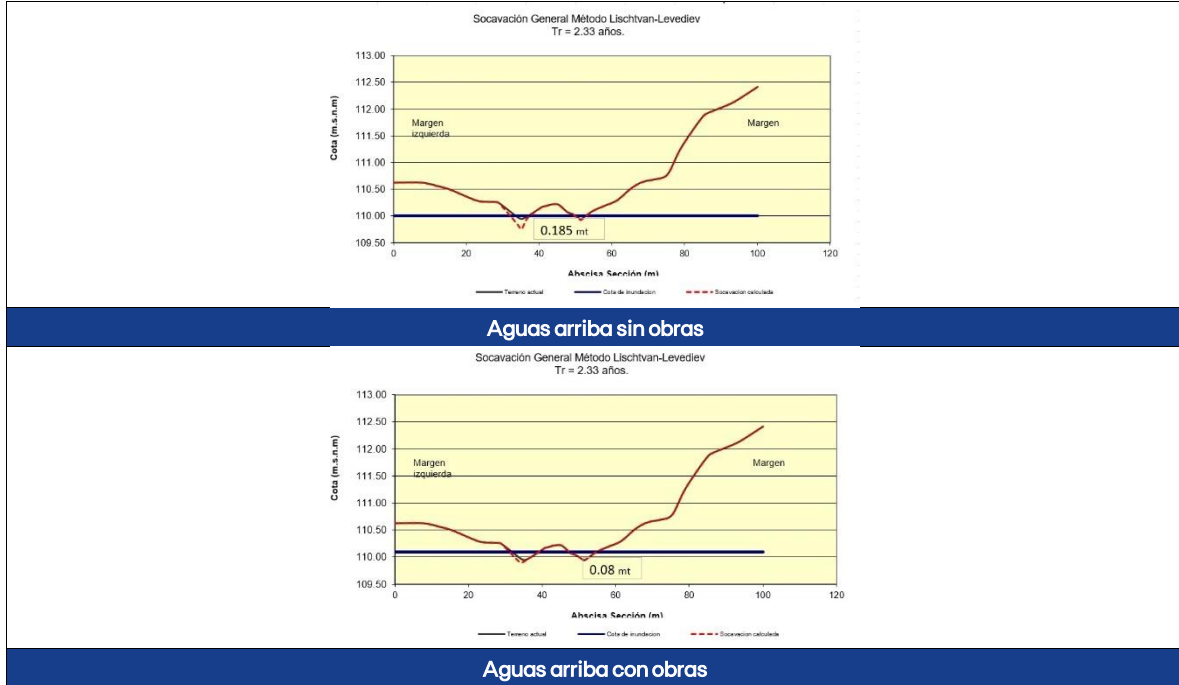
Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	80	PF 1	0.08	109.94	110.09	110.01	110.09	0.000249	0.14	0.56	7.31	0.16
Reach 1	80	PF 2	0.09	109.94	110.10	110.01	110.10	0.000246	0.15	0.62	7.67	0.16
Reach 1	80	PF 3	0.11	109.94	110.11	110.02	110.11	0.000237	0.15	0.73	8.37	0.16
Reach 1	80	PF 4	0.13	109.94	110.12	110.03	110.13	0.000225	0.15	0.84	9.03	0.16
Reach 1	80	PF 5	0.15	109.94	110.14	110.03	110.14	0.000213	0.16	0.96	9.66	0.16
Reach 1	80	PF 6	0.18	109.94	110.15	110.04	110.16	0.000195	0.16	1.14	10.55	0.15
Reach 1	76	OC9	Culvert									
Reach 1	70	PF 1	0.08	109.70	109.74	109.74	109.76	0.012607	0.55	0.15	4.82	1.00
Reach 1	70	PF 2	0.09	109.70	109.75	109.75	109.76	0.013281	0.58	0.16	4.92	1.03
Reach 1	70	PF 3	0.11	109.70	109.75	109.75	109.77	0.011934	0.59	0.19	5.29	1.00
Reach 1	70	PF 4	0.13	109.70	109.76	109.76	109.78	0.011677	0.61	0.21	5.66	1.00
Reach 1	70	PF 5	0.15	109.70	109.76	109.76	109.78	0.011414	0.63	0.24	5.99	1.00
Reach 1	70	PF 6	0.18	109.70	109.77	109.77	109.79	0.011119	0.65	0.28	6.45	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

A partir de los análisis hidráulicos, a continuación, se presenta el cálculo de socavación general

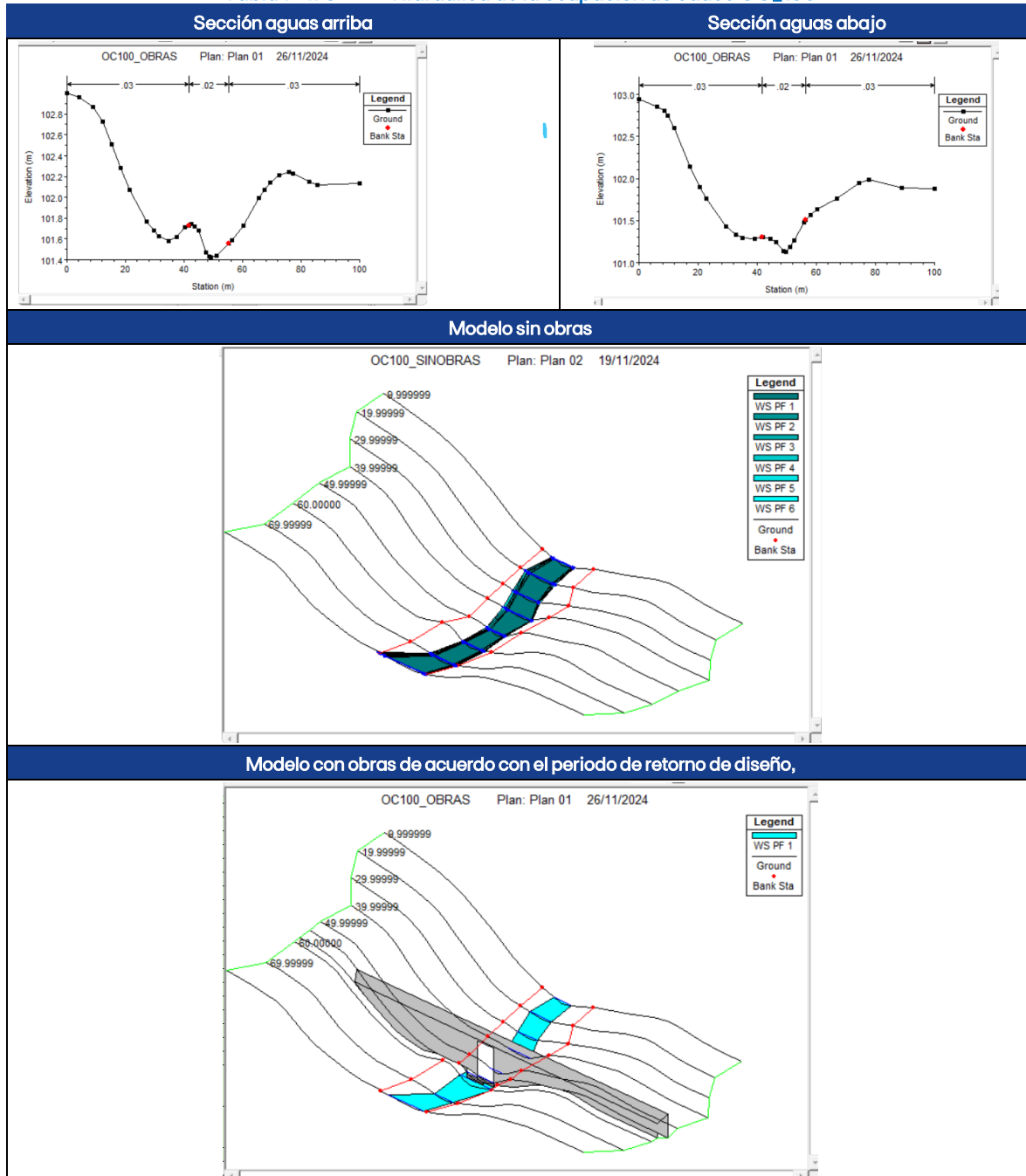
Tabla 7-172 Cálculo de socavación OC_99

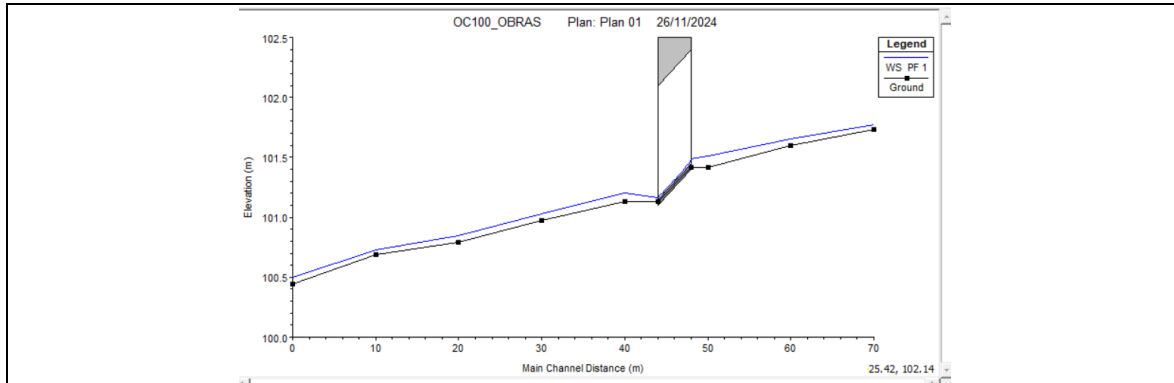


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

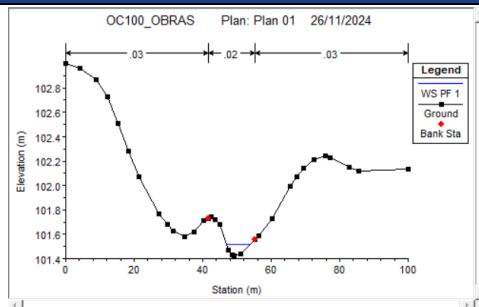
7.4.5.3.80 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_100

Tabla 7-173 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_100

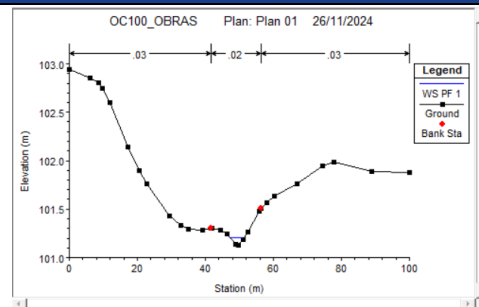




Resultados sin obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo,



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: OC100_SINOBRAS River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	60.00000	PF 1	0.09	101.42	101.47	101.47	101.49	0.012235	0.57	0.16	4.76	1.00
Reach 1	60.00000	PF 2	0.11	101.42	101.48	101.48	101.50	0.012337	0.61	0.18	4.99	1.02
Reach 1	60.00000	PF 3	0.13	101.42	101.48	101.48	101.50	0.011408	0.62	0.21	5.26	1.00
Reach 1	60.00000	PF 4	0.16	101.42	101.49	101.49	101.51	0.011030	0.65	0.24	5.58	1.00
Reach 1	60.00000	PF 5	0.18	101.42	101.49	101.49	101.52	0.010851	0.67	0.27	5.78	1.00
Reach 1	60.00000	PF 6	0.22	101.42	101.50	101.50	101.53	0.010510	0.70	0.31	6.14	1.00
Reach 1	49.99999	PF 1	0.09	101.13	101.20	101.20	101.22	0.011561	0.61	0.15	3.85	1.00
Reach 1	49.99999	PF 2	0.11	101.13	101.21	101.21	101.23	0.011528	0.64	0.17	4.13	1.01
Reach 1	49.99999	PF 3	0.13	101.13	101.21	101.21	101.23	0.010960	0.66	0.20	4.42	1.00
Reach 1	49.99999	PF 4	0.16	101.13	101.22	101.22	101.24	0.011054	0.70	0.23	4.75	1.01
Reach 1	49.99999	PF 5	0.18	101.13	101.23	101.23	101.25	0.010479	0.70	0.26	5.00	1.00
Reach 1	49.99999	PF 6	0.22	101.13	101.23	101.23	101.26	0.010224	0.73	0.30	5.40	1.00

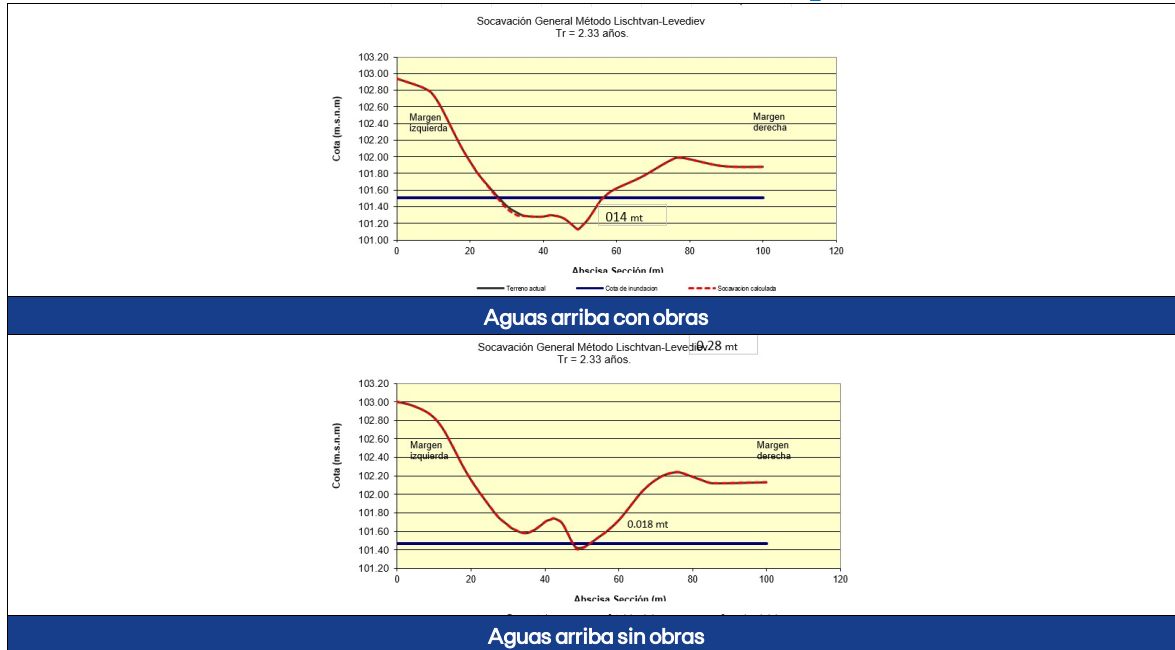
Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: River 1 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	60.00000	PF 1	0.09	101.42	101.51	101.47	101.52	0.000962	0.23	0.39	6.72	0.31
Reach 1	60.00000	PF 2	0.11	101.42	101.52	101.48	101.53	0.000940	0.24	0.45	7.17	0.31
Reach 1	60.00000	PF 3	0.13	101.42	101.53	101.48	101.54	0.000909	0.25	0.52	7.60	0.31
Reach 1	60.00000	PF 4	0.16	101.42	101.54	101.49	101.55	0.000855	0.26	0.62	8.20	0.30
Reach 1	60.00000	PF 5	0.18	101.42	101.55	101.49	101.56	0.000819	0.26	0.68	8.59	0.30
Reach 1	60.00000	PF 6	0.22	101.42	101.57	101.50	101.57	0.000715	0.27	0.82	9.32	0.29
Reach 1	56	OC100	Culvert									
Reach 1	49.99999	PF 1	0.09	101.13	101.20	101.20	101.22	0.011561	0.61	0.15	3.85	1.00
Reach 1	49.99999	PF 2	0.11	101.13	101.21	101.21	101.23	0.011528	0.64	0.17	4.13	1.01
Reach 1	49.99999	PF 3	0.13	101.13	101.21	101.21	101.23	0.010960	0.66	0.20	4.42	1.00
Reach 1	49.99999	PF 4	0.16	101.13	101.22	101.22	101.24	0.011054	0.70	0.23	4.75	1.01
Reach 1	49.99999	PF 5	0.18	101.13	101.23	101.23	101.25	0.010479	0.70	0.26	5.00	1.00
Reach 1	49.99999	PF 6	0.22	101.13	101.23	101.23	101.26	0.010224	0.73	0.30	5.40	1.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

A partir de los análisis hidráulicos, a continuación, se presenta el cálculo de socavación general,

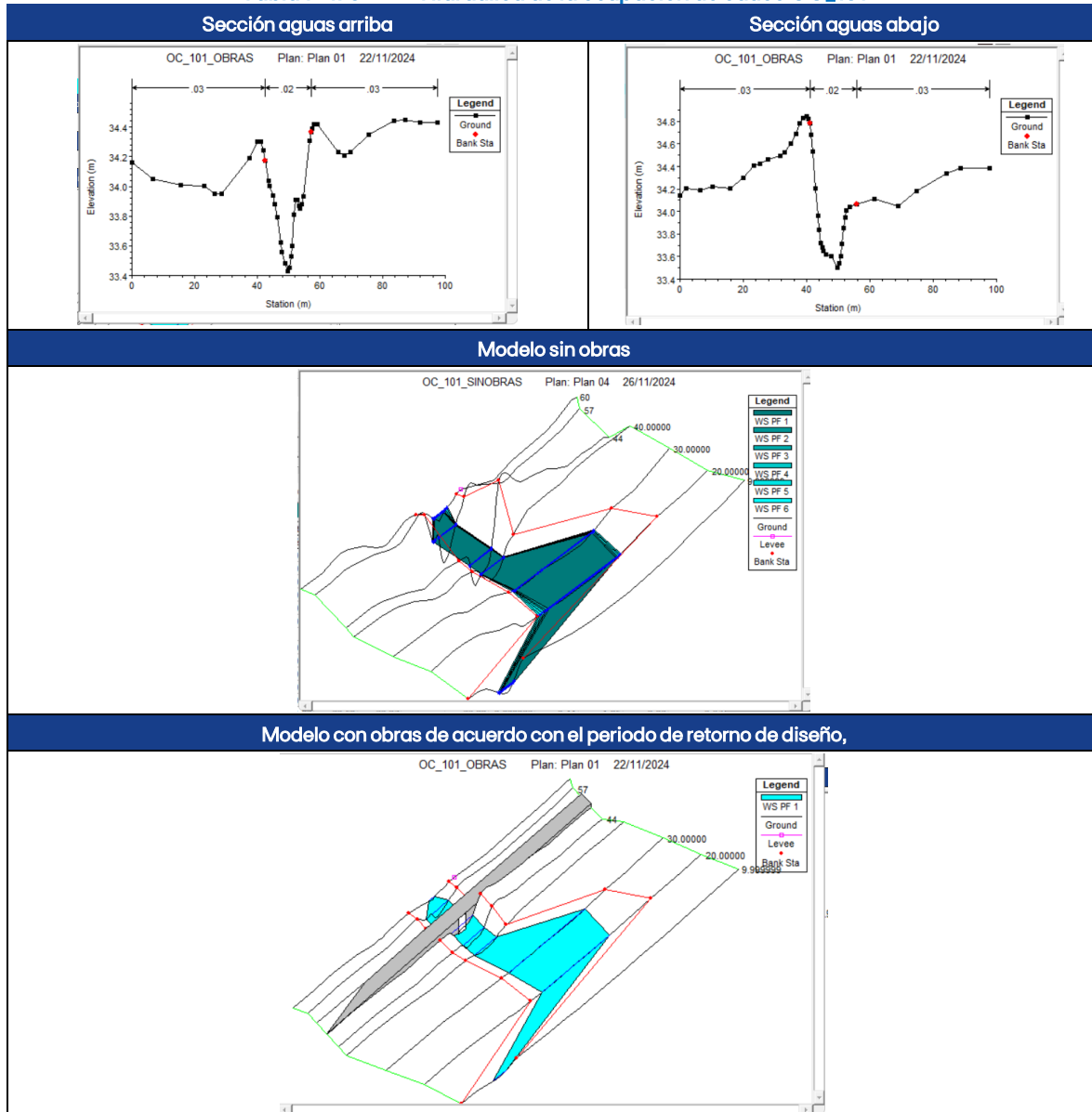
Tabla 7-174 Cálculo de socavación OC_100

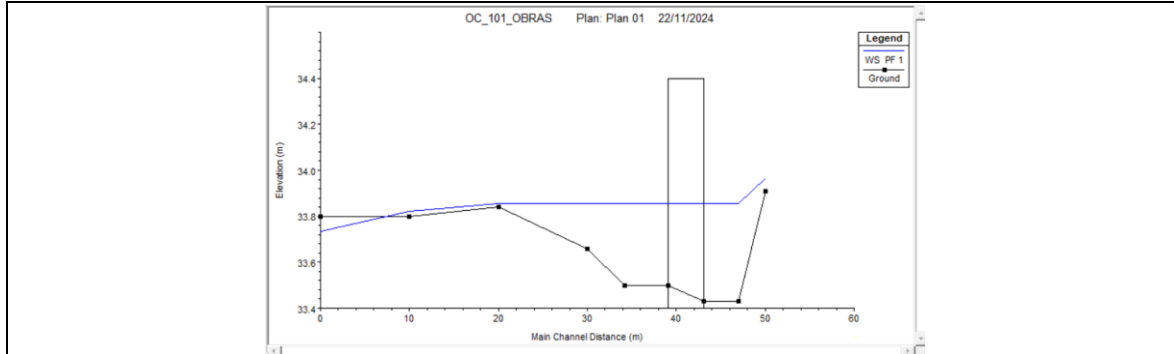


FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

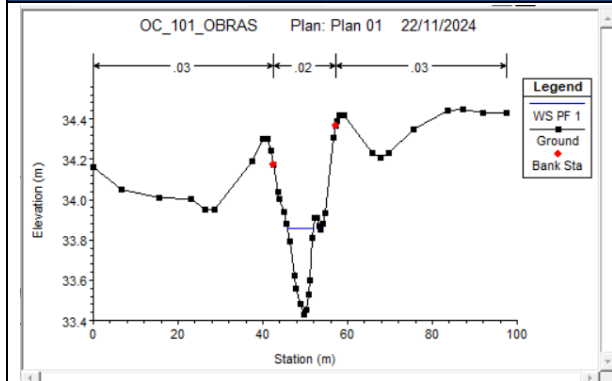
7.4.5.3.81 Análisis de la Dinámica Fluvial OC_101

Tabla 7-175 Hidráulica de la ocupación de cauce OC_101

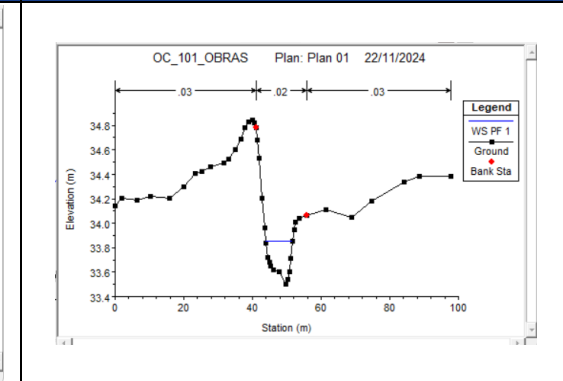




Resultados con obras sección aguas arriba



Resultado con obras sección aguas abajo



Resultados sin obras

HEC-RAS Plan: Plan 04 River: OC101 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Ch
Reach 1	57	PF 1	0.09	33.43	33.86		33.86	0.000008	0.06	1.60	6.41	0.04
Reach 1	57	PF 2	0.11	33.43	33.86		33.86	0.000012	0.07	1.61	6.54	0.04
Reach 1	57	PF 3	0.13	33.43	33.86		33.86	0.000017	0.08	1.63	6.72	0.05
Reach 1	57	PF 4	0.16	33.43	33.87		33.87	0.000025	0.10	1.66	6.96	0.06
Reach 1	57	PF 5	0.19	33.43	33.87		33.87	0.000035	0.11	1.70	7.20	0.07
Reach 1	57	PF 6	0.22	33.43	33.88		33.88	0.000046	0.13	1.73	7.38	0.08
Reach 1	44	PF 1	0.09	33.50	33.86		33.86	0.000007	0.05	1.81	7.88	0.03
Reach 1	44	PF 2	0.11	33.50	33.86		33.86	0.000010	0.06	1.83	7.90	0.04
Reach 1	44	PF 3	0.13	33.50	33.86		33.86	0.000014	0.07	1.85	7.92	0.05
Reach 1	44	PF 4	0.16	33.50	33.87		33.87	0.000020	0.08	1.89	7.95	0.06
Reach 1	44	PF 5	0.19	33.50	33.87		33.87	0.000026	0.10	1.93	7.99	0.06
Reach 1	44	PF 6	0.22	33.50	33.87		33.88	0.000033	0.11	1.96	8.02	0.07

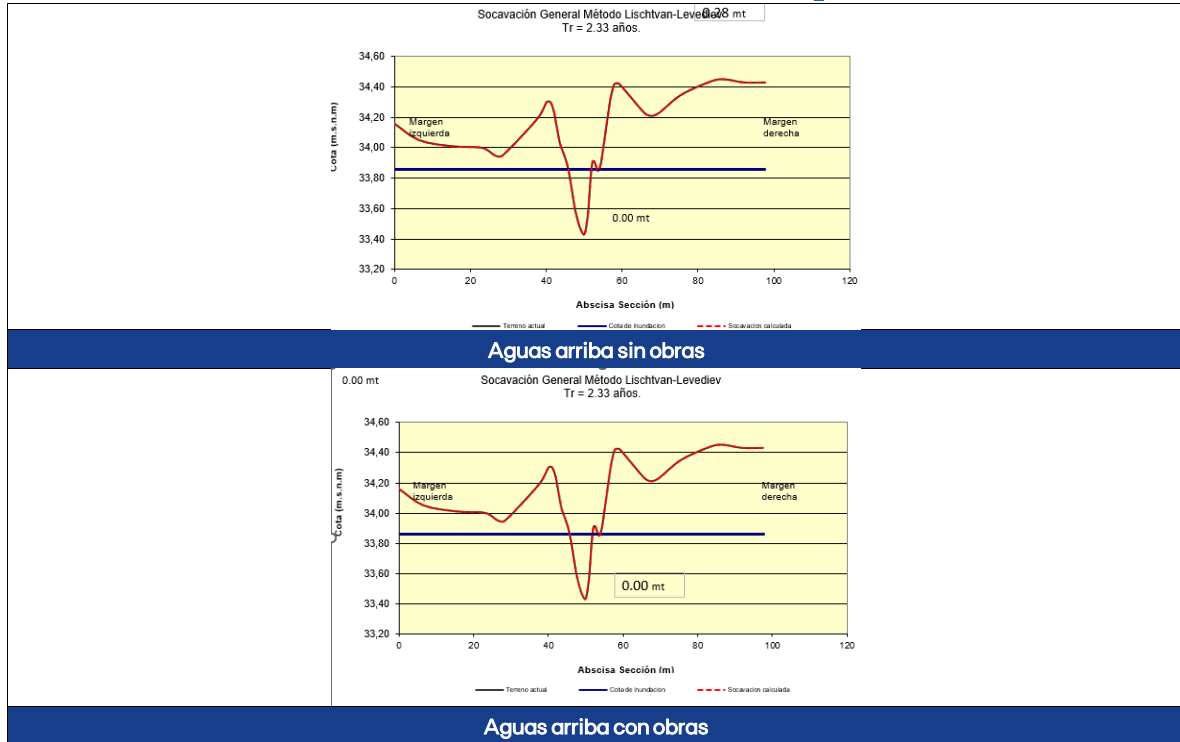
Resultados con obras

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: OC101 Reach: Reach 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Ch
Reach 1	57	PF 1	0.09	33.43	33.86	33.52	33.86	0.000009	0.06	1.60	6.44	0.04
Reach 1	57	PF 2	0.11	33.43	33.86	33.53	33.86	0.000012	0.07	1.62	6.58	0.04
Reach 1	57	PF 3	0.13	33.43	33.86	33.53	33.86	0.000017	0.08	1.64	6.76	0.05
Reach 1	57	PF 4	0.16	33.43	33.87	33.54	33.87	0.000025	0.10	1.67	7.01	0.06
Reach 1	57	PF 5	0.19	33.43	33.87	33.55	33.87	0.000033	0.11	1.70	7.23	0.07
Reach 1	57	PF 6	0.22	33.43	33.88	33.56	33.88	0.000043	0.12	1.74	7.42	0.08
Reach 1	51	OC101										
			Culvert									
Reach 1	44	PF 1	0.09	33.50	33.86		33.86	0.000008	0.05	1.81	7.88	0.03
Reach 1	44	PF 2	0.11	33.50	33.86		33.86	0.000010	0.06	1.83	7.90	0.04
Reach 1	44	PF 3	0.13	33.50	33.86		33.86	0.000014	0.07	1.86	7.92	0.05
Reach 1	44	PF 4	0.16	33.50	33.87		33.87	0.000019	0.08	1.89	7.95	0.06
Reach 1	44	PF 5	0.19	33.50	33.87		33.87	0.000025	0.10	1.92	7.98	0.06
Reach 1	44	PF 6	0.22	33.50	33.87		33.88	0.000032	0.11	1.96	8.01	0.07

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

A partir de los análisis hidráulicos, a continuación, se presenta el cálculo de socavación general,

Tabla 7-176 Cálculo de socavación OC_101



FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024.

7.4.6 Diseños de las obras a construir, la temporalidad y los procedimientos constructivos

Para el desarrollo del proyecto, es necesario en algunos casos específicos realizar cruce de drenajes ya sea de forma perpendicular o diagonal, que conlleven a una ocupación de cauce.

La determinación y diseño de las estructuras de cruce, requirió realizar análisis hidráulicos detallados, que definieron el comportamiento hidráulico del cruce, su influencia aguas arriba y aguas abajo; a fin de determinar la capacidad hidráulica óptima y sus dimensiones de detalle, que a su vez permitió definir las cotas rasantes, cotas bateas, cotas claves, y pendientes favorables de obras menores, así como gálibos y dimensiones de detalle para obras de mayor capacidad.

Teniendo en cuenta el criterio de vida útil del proyecto; es preciso aclarar que estos cruces deberán asegurar la estabilidad de las márgenes del cauce intervenido con la implementación de obras, Las obras tipo contempladas para ocupaciones de cauces se presentan en las siguientes tablas, (Ver 3_Anexos\Cap.07 Uso, demanda y RRNN\7.4 OC\Anexo 7.4-4 Obras OC propuestas).

Tabla 7-177 Diseños de las obras a construir, la temporalidad / Puentes o Alcantarillas

ID	TEMPORALIDAD	2,5	COORDENADAS		TIPO DE OBRA PROPUESTA	CANTIDAD	DIÁMETRO TUBERÍA (M)	LUCES(M)	LONGITUD TOTAL DEL PUENTE (M)
			X	Y					
OC 1	TEMPORAL	2,33	5042794,76	2792755,75	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 2	TEMPORAL	2,33	5042870,28	2792407,16	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 3	TEMPORAL	2,33	5043067,14	2792466,96	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 4	TEMPORAL	2,33	5043183,27	2792497,50	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 5	TEMPORAL	2,33	5043274,05	2792522,19	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 6	TEMPORAL	2,33	5043582,42	2792800,57	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 8	TEMPORAL	2,33	5046267,60	2793629,62	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 9	TEMPORAL	2,33	5046302,51	2793443,51	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 10	TEMPORAL	2,33	5048132,07	2793636,18	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 11	TEMPORAL	2,33	5048025,92	2793613,25	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 12	TEMPORAL	2,33	5047961,80	2793467,42	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 13	TEMPORAL	2,33	5049339,02	2793245,25	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 14	TEMPORAL	2,33	5050052,22	2793188,5	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 15	TEMPORAL	2,33	5050389,77	2793279,13	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 16	TEMPORAL	2,33	5054050,31	2793417,00	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 17	TEMPORAL	2,33	5053888,52	2793170,34	PUENTE	1		8,50	10,00
OC 18	TEMPORAL	2,33	5054342,20	2793065,49	PUENTE	1		8,50	10,00
OC 19	TEMPORAL	2,33	5054695,13	2793029,53	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 20	TEMPORAL	2,33	5056765,60	2795695,9	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 21	TEMPORAL	2,33	5056824,49	2795299,13	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 22	TEMPORAL	2,33	5056933,53	2795100,12	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 23	TEMPORAL	2,33	5056987,61	2794975,56	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 25	TEMPORAL	2,33	5058866,98	2796168,14	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 26	TEMPORAL	2,33	5058872,13	2796078,38	PUENTE	1		6,50	8,00

ID	TEMPORALIDAD	2,5	COORDENADAS		TIPO DE OBRA PROPUESTA	CANTIDAD	DIÁMETRO TUBERÍA (M)	LUCES(M)	LONGITUD TOTAL DEL PUENTE (M)
			X	Y					
OC 27	TEMPORAL	2,33	5059131,27	2794962,14	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 28	TEMPORAL	2,33	5061605,72	2797382,00	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 29	TEMPORAL	2,33	5061620,15	2797272,05	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 30	TEMPORAL	2,33	5061620,61	2797045,31	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 31	TEMPORAL	2,33	5061614,36	2796866,69	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 32	TEMPORAL	2,33	5061521,99	2796320,78	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 33	TEMPORAL	2,33	5061349,99	2796246,63	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 34	TEMPORAL	2,33	5061779,45	2796972,3	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 35	TEMPORAL	2,33	5061885,32	2797044,48	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 36	TEMPORAL	2,33	5062652,24	2797736,54	Alcantarilla	1	0,6		
OC 37	TEMPORAL	2,33	5064206,78	2799048,5	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 38	TEMPORAL	2,33	5065609,09	2800912,30	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 39	TEMPORAL	2,33	5065537,95	2801074,51	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 40	TEMPORAL	2,33	5064705,10	2800791,50	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 41	TEMPORAL	2,33	5064461,60	2800270,14	PUENTE	1		8,50	10,00
OC 42	TEMPORAL	2,33	5064382,65	2800098,46	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 43	TEMPORAL	2,33	5067335,82	2802201,00	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 46	TEMPORAL	2,33	5066303,98	2802457,59	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 47	TEMPORAL	2,33	5066375,88	2802670,32	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 49	TEMPORAL	2,33	5066637,01	2804954,11	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 50	TEMPORAL	2,33	5070836,43	2807003,38	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 51	TEMPORAL	2,33	5068338,03	2808273,73	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 52	TEMPORAL	2,33	5068102,13	2808131,53	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 53	TEMPORAL	2,33	5075329,43	2810768,07	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 54	TEMPORAL	2,33	5074131,73	2812251,41	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 55	TEMPORAL	2,33	5074081,50	2812328,41	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 56	TEMPORAL	2,33	5072492,40	2813248,69	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 57	TEMPORAL	2,33	5072499,62	2813322,88	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 58	TEMPORAL	2,33	5073688,94	2816036,35	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 60	TEMPORAL	2,33	5073774,69	2816686,97	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 61	TEMPORAL	2,33	5073778,44	2816740,94	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 62	TEMPORAL	2,33	5077183,71	2817178,06	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 64	TEMPORAL	2,33	5080878,27	2820640,45	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 66	TEMPORAL	2,33	5082999,04	2817854,88	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 67	TEMPORAL	2,33	5083230,44	2818653,54	PUENTE	1		8,50	10,00
OC 68	TEMPORAL	2,33	5083931,73	2820965,51	PUENTE	1		10,50	12,00

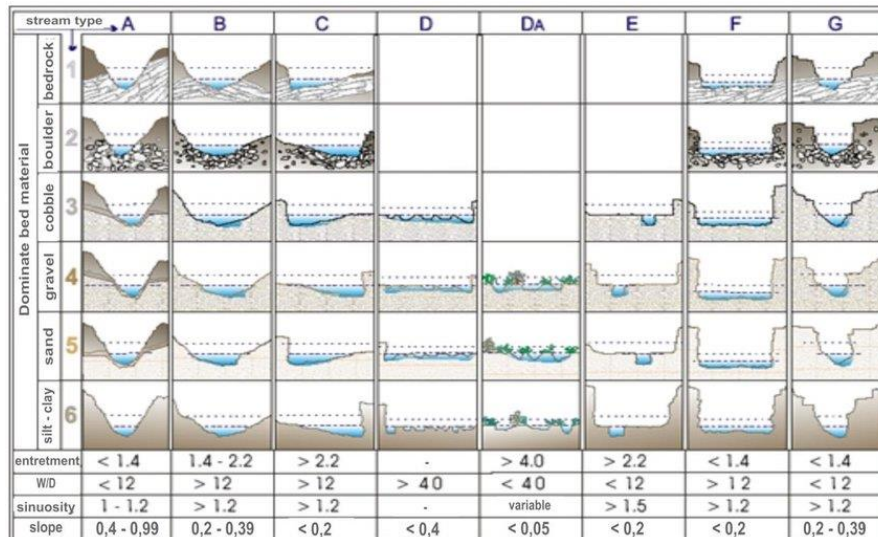
ID	TEMPORALIDAD	2,5	COORDENADAS		TIPO DE OBRA PROPUESTA	CANTIDAD	DIÁMETRO TUBERÍA (M)	LUCES(M)	LONGITUD TOTAL DEL PUENTE (M)
			X	Y					
OC 69	TEMPORAL	2,33	5083924,95	2822293,35	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 70	TEMPORAL	2,33	5084440,42	2822458,49	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 71	TEMPORAL	2,33	5085630,38	2822582,50	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 72	TEMPORAL	2,33	5085796,26	2822873,52	PUENTE	1		8,50	10,00
OC 73	TEMPORAL	2,33	5086404,3	2822456,92	PUENTE	1		6,50	8,00
OC 74	TEMPORAL	2,33	5085227,11	2823128,65	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 75	TEMPORAL	2,33	5086339,89	2823564,62	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 76	TEMPORAL	2,33	5087221,15	2823948,50	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 77	TEMPORAL	2,33	5087699,24	2824303,71	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 78	TEMPORAL	2,33	5087990,25	2824372,21	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 80	TEMPORAL	2,33	5089940,16	2826642,25	Alcantarilla	2	0,9		
OC 81	TEMPORAL	2,33	5089910,03	2826674,66	Alcantarilla	1	1,2		
OC 82	TEMPORAL	2,33	5089936,29	2826838,24	Alcantarilla	2	1,2		
OC 83	TEMPORAL	2,33	5089847,19	2827077,77	Alcantarilla	1	0,9		
OC 85	TEMPORAL	2,33	5091988,86	2835883,03	PUENTE	1		10,50	12,00
OC 86	TEMPORAL	2,33	5061283,92	2796184,53	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 87	TEMPORAL	2,33	5061161,1	2796018,75	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 88	TEMPORAL	2,33	5086432,19	2823212,14	Alcantarilla	1	0,9		
OC 89	TEMPORAL	2,33	5088073,73	2824381,87	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 90	TEMPORAL	2,33	5089637,70	2828531,49	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 91	TEMPORAL	2,33	5045652,53	2793478,16	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 93	TEMPORAL	2,33	5066734,38	2807266,15	Alcantarilla	2	0,9		
OC 94	TEMPORAL	2,33	5067617,15	2807922,63	Alcantarilla	2	0,9		
OC 95	TEMPORAL	2,33	5087360,84	2824181,38	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 96	TEMPORAL	2,33	5048982,5	2793410,71	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 97	TEMPORAL	2,33	5086331,16	2823648,59	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 98	TEMPORAL	2,33	5089293,25	2828667,84	PUENTE	1		4,50	6,00
OC 99	TEMPORAL	2,33	5042882,47	2792411,44	PUENTE	1		2,50	4,00
OC 100	TEMPORAL	2,33	5043566,07	2792699,36	PUENTE	1		4,50	6,00
OC101	TEMPORAL	2,33	5080398,92	2817777,72	PUENTE	1		4,50	6,00

7.4.7 Optimización del permiso de ocupación de cauces

7.4.7.1 Implementación condicionada de las ocupaciones de cauce

El artículo 2.2.3.2.12.1 del Decreto 1076 de 2015 establece que “La construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere autorización, que se otorgará en las condiciones que establezca la Autoridad Ambiental competente”. De conformidad con este acápite, la autorización requerida está ligada con el concepto de cauce, definido en el artículo 2.2.3.2.3.1 de la misma norma como sigue: “Se entiende por cauce natural la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias”. En este sentido, el permiso de ocupación de cauce solicitado en el presente EIA da por hecho la existencia de un cauce en cada uno de los cuerpos de agua donde se propone una obra hidráulica. En el sentido estricto del componente geomorfológico, el cauce se es una manifestación sobre el terreno (huella) asociada al tránsito de una corriente o flujo de agua. Como se observa en la **Figura 7-11**, el tipo de material del suelo, la pendiente, sinuosidad, entre otras variables, condicionan la huella que el agua puede generar al transitar sobre una superficie.

Figura 7-11 Tipos de canales (cauces).



Fuente: *Fluvial forms and processes*, David Knighton (1998).

Adicionalmente, la corriente que transita por un cauce puede ser de tipo permanente (sin interrupción espacio-temporal durante un año hidrológico), intermitente (discontinuidad en determinados periodos del año) o efímera (generada únicamente en respuesta a eventos de precipitación) (*Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de Rondas Hídricas*, 2018). Sintetizando lo anterior, es posible concluir que la presencia de un cauce no es condición suficiente para la solicitud de un permiso de ocupación de cauce, sino que debe tener una corriente asociada de tipo permanente o intermitente, como lo estipula la Circular MIN-8000-2-01322 de 2020. Evaluar la permanencia del flujo de agua en los términos establecidos por la circular es sencillo cuando se trata de separar los cuerpos de agua permanentes de aquellos que no lo son. En el contexto del proyecto estudiado son pocos o casi ninguno los cuerpos de agua que presentan caudal permanente de forma ininterrumpida a lo largo del año (Río Ranchería, por ejemplo). Por otro lado, separar las corrientes intermitentes y efímeras se torna complejo bajo las condiciones climáticas del área de influencia del proyecto (déficit hídrico) y se escapa de los alcances de un EIA como este, considerando que en las diferentes inspecciones realizadas en campo (ver 3 Anexos

\Cap.07 Uso, demanda y RRNN\7.4,OC\Anexo Trazabilidad OC) se pudo evidenciar que muchos cauces bien conformados y con áreas aferentes significativas presentaron ausencia de flujo durante la temporada húmeda del año (OC33. por ejemplo). De esta forma, la asignación de un permiso de ocupación de cauce sobre estos cuerpos de agua responde más al principio de precaución que a una total certeza sobre la clasificación intermitente de la corriente asociada.

Ahora bien, el numeral 7.4 de los Términos de Referencia TdR-17 (Resolución 0075 de 2018) establece: “*Cuando el proyecto requiera realizar ocupaciones de cauces de cuerpos de agua, debe: [...]*” (subrayado fuera del texto), dejando condicionada la solicitud de este permiso a los requerimientos del proyecto más que a la existencia de ciertas condiciones o características ambientales. De hecho, los TdR-17 y en general la normativa colombiana no mencionan los casos en los cuales un proyecto que se instale en un contexto hidrológico continental requiere la solicitud de este permiso, por ejemplo, no se establece si para transitar sobre un cuerpo de agua se requiere su solicitud. Un proyecto que implique la construcción de un acceso que cruce un cuerpo de agua lótico, como el mostrado en el recuadro izquierdo de la **Figura 7-12**, requerirá necesariamente una obra hidráulica para facilitar la circulación vehicular. Esto se debe a las limitaciones impuestas por la presencia de un cauce bien definido, con un ancho y profundidad apreciables, un lecho de geometría irregular, caudal permanente y material de arrastre de gran tamaño (rocoso). Sin embargo, al considerar este aspecto en el contexto hidrológico del Área de Influencia (AI) del proyecto de transmisión, se observa en el recuadro derecho de la **Figura 7-12** que los cuerpos de agua atravesados por los accesos no presentan los mismos elementos mencionados, lo que significa que, en la mayoría de los casos, no sería necesario construir una obra hidráulica para permitir el tránsito.



Quebrada El Cogollo (Dagua, Valle del Cauca)

Drenaje Intermitente Q38 asociado a la OC73
(Maicao, La Guajira)

Figura 7-12 Diferenciación de los cuerpos de agua susceptibles del permiso de ocupación de cauces

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

El análisis presentado se centra exclusivamente en los requisitos del proyecto relacionados con el acceso a los sitios de obra y las características hidráulicas de los cuerpos de agua, que podrían limitar o no el tránsito vehicular. No obstante, la necesidad de construir obras hidráulicas también debe responder a un estudio exhaustivo de los impactos ambientales derivados de su construcción y operación. En este sentido, el Artículo 132 del Decreto Ley 2811 de 1974 establece que: “*Sin permiso, no se podrán alterar los cauces, ni el régimen y la cantidad de las aguas, ni interferir su uso legítimo*”. Además, uno de los argumentos citados por la ANLA en relación con el literal d del requerimiento 33 señala expresamente (al referirse a las ocupaciones de cauce): “*Los impactos no*

deberían ser mayores al beneficio que puede generar la obra" (Presentación Reunión de Información Adicional – Trámite de Licenciamiento LAV0033-00-2024). De esta manera, la premisa que debería respaldar la implementación de las ocupaciones de cauce reside en encontrar un equilibrio entre los impactos ambientales generados y aquellos que se previenen, considerando factores geomorfológicos (cauce), la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, y los usos de este. Aunque el Capítulo 8 – Evaluación Ambiental del presente EIA desarrolla con mayor profundidad el análisis de los impactos ambientales, en este apartado se destacan los aspectos más relevantes para contextualizar el planteamiento anterior. El proyecto considera dos actividades relacionadas directamente con los cuerpos de agua atravesados por los accesos a utilizar/construir:

1. Movilización de personal, materiales, insumos, maquinaria y equipos (vía terrestre): Desplazamiento por corredores de acceso existentes o nuevos de la maquinaria, así como de los vehículos pesados y livianos para el transporte del personal, materiales de construcción, insumos, equipos, residuos líquidos y sólidos empleados, los cuales se requieren durante la etapa constructiva.
2. Construcción y/o adecuación de obras de drenaje y cruces de cuerpos de agua: Se realizará la construcción y/o adecuación de obras hidráulicas como drenes, filtros, cunetas, descoles, entre otros; y en cruces con drenajes naturales o donde especifiquen los diseños como alcantarillas, box Culvert, pontones y/o puentes.
Los impactos ambientales derivados de estas actividades sobre el componente hidrológico son los siguientes:

1. Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial: Cambios en las características fisicoquímicas, microbiológicas y/o hidrobiológicas de las aguas superficiales como consecuencia de un proyecto, obra o actividad (*Listado de Impactos Ambientales Específicos en el Marco del Licenciamiento Ambiental, Minambiente, 2020*).
2. Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y o del régimen sedimentológico: Cambios en la dinámica hidrogeomorfológica del sistema fluvial y/o sedimentológico generado por un proyecto, obra o actividad que origina cambios de cauce, activación de procesos erosivos, represamientos, inundaciones, movimientos en masa, entre otros (*Listado de Impactos Ambientales Específicos en el Marco del Licenciamiento Ambiental, Minambiente, 2020*).

Ahora bien, siendo rigurosos en el análisis, las actividades del proyecto e impactos ambientales antes citados podrían o no conjugarse, teniendo en cuenta los 4 escenarios descritos en la **Tabla 7-178**.

Tabla 7-178 Escenarios de manifestación de los impactos ambientales asociados con cuerpos de agua lóticos.

Actividad	Impacto Ambiental	Condición del cuerpo de agua	
		Presencia de caudal	Ausencia de Caudal
Movilización de personal, materiales, insumos, maquinaria y equipos (vía terrestre)	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y o del régimen sedimentológico	El tránsito de vehículos con carga directamente sobre un cuerpo de agua (sin obra hidráulica) puede generar cambios en la geometría del cauce, debido a la sensibilidad del lecho y bancas de sufrir compactación o desmoronamiento por la humedad presente y la presión de las ruedas. De hecho, como se observa en el Anexo 7-4-5 Trazabilidad OC, esta situación es evidente en muchos cuerpos de agua de la zona estudiada, ya que los cambios propulsados en	En ausencia de caudal, el lecho y bancas del cauce son menos susceptibles de sufrir cambios debido al tránsito vehicular. Las arenas, por ejemplo, pueden expandirse hasta un 30% en presencia de humedad, por lo cual, la ausencia de esta genera mayores condiciones de estabilidad.

Actividad	Impacto Ambiental	Condición del cuerpo de agua	
		Presencia de caudal	Ausencia de Caudal
		presencia de caudal permanecen una vez el flujo se ha extinguido. Ciertos cambios de la geometría del canal en el cruce de las vías pueden traer asociados empozamientos aguas arriba, activación de procesos erosivos y acumulación de sedimentos.	
	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	El tránsito de vehículos sobre un cauce con flujo de agua genera la Re suspensión de los sedimentos no consolidados depositados en el lecho. También puede existir en menor medida un aporte de sólidos desde las ruedas de los vehículos.	No existe afectación a la calidad del agua debido a la ausencia de caudal.
Construcción y/o adecuación de obras de drenaje y cruces de cuerpos de agua	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y o del régimen sedimentológico	Construir una obra hidráulica en presencia de caudal requiere inicialmente desviar el flujo para facilitar las labores civiles. Normalmente esto se realiza a través de una ataguía, siempre que las condiciones del cauce y el volumen de agua lo permitan. Una vez realizado esto, se requiere intervenir el lecho del cauce para conformar una superficie homogénea donde implantar la obra hidráulica (en el caso de las alcantarillas). También puede requerirse modificar las banquetas laterales para alcanzar el ancho de la estructura o dar soporte a los apoyos (estribos) de los puentes planteados. Finalmente, se requieren unos llenos con el fin de construir las rampas de ingreso y salida de la obra. Estas actividades generan (no en todos los casos) una modificación temporal de la sección del cauce en el punto de ocupación, así como una variación de la velocidad, profundidad y curva de energía del flujo (al comparar aguas arriba y abajo de la obra). Esto último también puede suceder durante la operación de la obra. Existe el riesgo de crecientes repentinas que superen la capacidad de la ataguía, generando la inundación de la obra y deposición de sedimentos en ella.	En este caso, no hay flujo que desviar. El proceso constructivo es igual que el descrito en el escenario con caudal. La ausencia de flujo retrasa la aparición de los efectos de la obra sobre la dinámica fluvial o el régimen sedimentológico.
	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	La calidad del agua puede verse influenciada por la construcción de una obra hidráulica en presencia de caudal como se describe a continuación: 1. La construcción de la ataguía requiere la intervención del lecho, lo cual aporta sedimentos al agua.	Durante la ejecución de la obra no existe afectación a la calidad del agua debido a la ausencia de caudal. No obstante, puede suceder que ante las primeras apariciones de caudal se genere un incremento de la concentración de SST debido a los sólidos remanentes de la obra que se

Actividad	Impacto Ambiental	Condición del cuerpo de agua	
		Presencia de caudal	Ausencia de Caudal
		2. La operación de la ataguía direcciona el agua hacia un costado del cauce, sobre una superficie que podría aportar sedimentos al flujo. 3. Las fugas de la ataguía o las crecientes repentinas que superan su capacidad invaden la obra y “lavan” los sedimentos ahí presentes. 4. La lluvia puede generar escorrentía puntual alrededor de la obra que termina removiendo los sedimentos de las áreas intervenidas (menos estables) y aportándolos al flujo principal. 5. Hasta tanto se estabilicen el lecho y bancas intervenidas para la construcción de la OC, la interacción con el flujo puede generar el arrastre de sedimentos. 6. El desmantelamiento de la obra y reconfiguración del cauce también puede aportar contaminación al cuerpo de agua.	
		encuentran depositados en el lecho (generados durante el movimiento de tierras).	

A partir de la tabla anterior se concluye que, para las dos actividades del proyecto que se asocian con cuerpos de agua, la presencia de caudal en ellos genera más impactos ambientales que la ausencia de este. Además, la actividad de “*Movilización de personal, materiales, insumos, maquinaria y equipos (vía terrestre)*” en ausencia de caudal es la que menor cantidad de efectos ambientales tiene asociados. Adicionalmente, es necesario recalcar algunos aspectos técnicos del proyecto:

- Todas las obras hidráulicas propuestas son de carácter temporal y se requiere su desmantelamiento una vez finalice la etapa de construcción. Esta propuesta responde a las necesidades reales del proyecto, ya que la construcción, operación y mantenimiento de obras permanentes genera un sobre costo inadmisibles para el balance financiero. En la etapa de Operación y Mantenimiento el uso de los accesos es esporádico y comúnmente se usa la franja de servidumbre para realizar las inspecciones y actividades periódicas.
- La duración de la etapa de construcción del proyecto es de 12 meses, así que el uso de los accesos será escalonado de acuerdo con el avance de las cuadrillas de construcción (tramos). Lo anterior significa que no todos los accesos se usarán en simultaneo y tampoco por los 12 meses de construcción.
- De acuerdo con el Anexo Trazabilidad OC, las inspecciones realizadas a los cuerpos de agua muestran que la presencia de agua está limitada a solo unos cuantos drenajes y en épocas muy específicas. En la mayoría de OC se hicieron 5 inspecciones, de las cuales 4 corresponden a meses enmarcados en la época húmeda, sin encontrar caudal o señales de humedad. Por ende, no es posible generalizar que la ausencia de caudal solo esté asociada a la época seca.
- El territorio donde se ubica el proyecto posee un contexto sociocultural dominado por comunidades indígenas de la etnia Wayuu. Algunas de ellas han demostrado en los diferentes espacios de relacionamiento desarrollados por la empresa un alto grado de conflictividad interna, además, un desarraigo en la protección del ambiente (problemática de basuras, construcción de accesos sobre drenajes, etc). Esto genera que ante la construcción de obras hidráulicas temporales sobre los cuerpos de agua que cruzan estas

comunidades se presenten situaciones que impidan su desmantelamiento, lo cual pone en riesgo la operatividad de la obra y las condiciones del cauce, ya que las obras están diseñadas para un periodo de retorno equivalente al necesario para la etapa de construcción.

Finalmente, retomando lo enunciado por el Artículo 132 del Decreto Ley 2811 de 1974, se ha comprobado a través de los análisis previos que es posible garantizar la no afectación de los cauces y su régimen (geomorfología y sedimentos), así como la cantidad de aguas (no se solicitan concesiones de agua en el proyecto) y usos/usuarios (al no impactar la cantidad y calidad, no se deberían afectar los usos que la población pueda darle al recurso) siempre que se ejecuten las actividades del proyecto en ausencia de caudal, especialmente la denominada “*Movilización de personal, materiales, insumos, maquinaria y equipos (vía terrestre)*”. Si bien el artículo citado menciona el caso de no contar con un permiso, en este proyecto se solicita el permiso de ocupación de cauce con el fin de solventar los escenarios donde no sea posible optimizar el ingreso en ausencia de caudal y se deba construir la obra.

En conclusión, **se solicita a la autoridad ambiental evaluar la posibilidad de permitir el tránsito sobre los accesos necesarios para el proyecto que cruzan cuerpos de agua, sin necesidad de construir la OC correspondiente, siempre que no haya caudal en ellos**. Esto minimizaría los impactos ambientales sobre el recurso hídrico y optimizaría los tiempos/costos de construcción. Esta solicitud viene acompañada de unas medidas preventivas y mecanismos de seguimiento que se desarrollan en el Plan de Manejo Ambiental – PMA y Plan de Seguimiento y Monitoreo – PSM del presente EIA. Para mayor claridad de esta solicitud, se presenta en la **Tabla 7-179** la optimización planteada en cada ocupación de cauce. En el Anexo Trazabilidad OC se incluye mayor detalle.

Tabla 7-179 Manejo propuesto en cada ocupación de cauce.

OC	Manejo Propuesto	
	Presencia de Caudal	Ausencia de Caudal
OC1	Uso de la obra hidráulica existente.	Uso de la obra hidráulica existente.
OC2	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC3	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC4	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC5	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC6	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC8	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC9	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC10	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC11	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC12	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC13	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC14	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC15	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC16	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC17	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC18	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC19	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC20	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC21	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC22	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC23	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC25	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC26	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC27	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal

OC	Manejo Propuesto	
	Presencia de Caudal	Ausencia de Caudal
OC28	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC29	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC30	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC31	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC32	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC33	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC34	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC35	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC36	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC37	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC38	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC39	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC40	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC41	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC42	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC43	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC46	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC47	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC49	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC50	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC51	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC52	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC53	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC54	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC55	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC56	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC57	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC58	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC60	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC61	Uso de la obra hidráulica existente.	Uso de la obra hidráulica existente.
OC62	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC64	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC66	Ninguno	Uso del acceso sin construir OC
OC67	Ninguno	Uso del acceso sin construir OC
OC68	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC69	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC (Época Seca)
OC70	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC71	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC72	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC73	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC74	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC75	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC76	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC77	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC78	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC80	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC81	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC82	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC83	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC

OC	Manejo Propuesto	
	Presencia de Caudal	Ausencia de Caudal
OC85	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC86	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC87	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC88	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC89	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC90	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC91	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC93	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC94	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC95	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC96	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC97	Construcción OC Temporal	Construcción OC Temporal
OC98	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC99	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC100	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC
OC101	Construcción OC Temporal	Uso del acceso sin construir OC

7.4.7.2 Construcción de puentes modulares

En el permiso de ocupación de cauce se incluyen dos tipos de obras hidráulicas: puentes modulares y alcantarillas. Los puentes modulares siguen el diseño esquemático presentado en la **Figura 7-13** (se ejemplifica un puente con una luz de 6,5 m), el cual permite una rápida instalación y desinstalación, así como una menor intervención sobre el lecho de los cuerpos de agua.

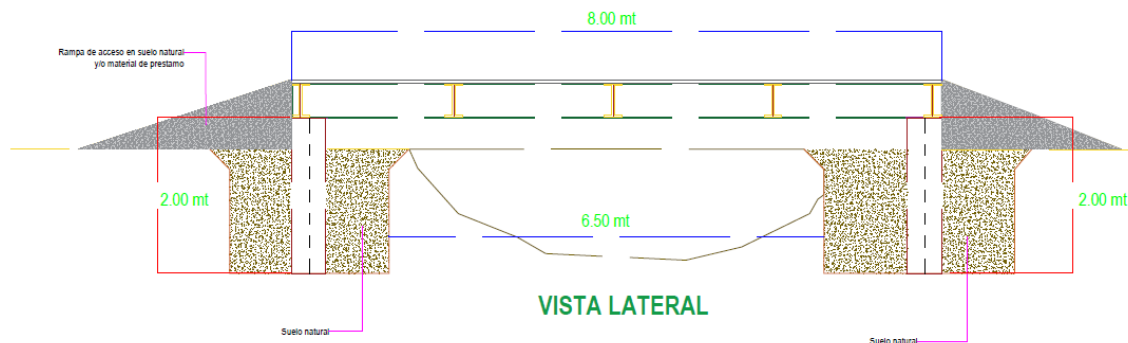


Figura 7-13 Esquema general de los puentes modulares.

Por su parte, las alcantarillas propuestas para las ocupaciones de cauce contienen entre 1 o 2 tubos con diámetro de 0,6 a 1,2 m de diámetro. De hecho, es posible implementar puentes modulares en reemplazo de estas alcantarillas, siempre que la luz permita contener la sección del canal en su totalidad. En la

Tabla 7-180 se presenta la alternativa de puente modular asociada a cada OC tipo alcantarilla.

Tabla 7-180 Diseño de los puentes modulares equivalentes a las alcantarillas diseñadas.

OC	Ancho del Cauce (m)	Obra Diseñada	Puente Modular Equivalente
OC36	3.5	Alcantarilla Sencilla de 0.6 m de diámetro	Puente de 6.0 m de longitud, para luces de hasta 4.5 metros
OC80	-	Alcantarilla Doble de 0.9 m de diámetro	El puente modular equivalente se definirá una vez sea posible ingresar a la OC en campo.
OC81	4.0	Alcantarilla Sencilla de 1.2 m de diámetro	Puente de 6.0 m de longitud, para luces de hasta 4.5 metros
OC82	-	Alcantarilla Doble de 1.2 m de diámetro	El puente modular equivalente se definirá una vez sea posible ingresar a la OC en campo.
OC83	5.0	Alcantarilla Sencilla de 0.9 m de diámetro	Puente de 8.0 m de longitud, para luces de hasta 6.5 metros
OC88	3.0	Alcantarilla Sencilla de 0.9 m de diámetro	Puente de 6.0 m de longitud, para luces de hasta 4.5 metros
OC93	-	Alcantarilla Doble de 0.9 m de diámetro	El puente modular equivalente se definirá una vez sea posible ingresar a la OC en campo.
OC94	-	Alcantarilla Doble de 0.9 m de diámetro	El puente modular equivalente se definirá una vez sea posible ingresar a la OC en campo.