

16 de febrero de 2026

Sr./Sra
Marie Claude Plumer Bodin
Superintendente del Medio Ambiente

Presente

ANT. Resolución Exenta N°2941/30 de diciembre 2025

MAT. Respuesta Resolución Exenta N°2941/30 de diciembre 2025

Marcos Tamayo, representante legal de la empresa Sociedad Explotadora de Áridos y Maquinaria Tamarena Ltda, Rut: 77.856.240-5, me dirijo a través de la presente para poder ingresar mediante esta oficina de partes respuesta a la Resolución Exenta N°2941 del 30 de diciembre 2025, notificada con fecha 15 de enero del presente año.

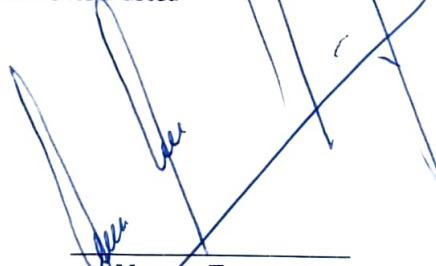
Está asociada al inicio de un procedimiento de requerimiento de ingreso al sistema de evaluación de impacto ambiental del proyecto "ARIDOS TAMARENA-MELIPILLA" ubicado en Parcela 3 Campo Lindo, sector El Bajo, comuna de Melipilla, región Metropolitana.

El requerimiento realizado se fundamenta en los resultados y conclusiones derivados del "INFORME TECNICO DE FISCALIZACION AMBIENTAL ARIDOS TAMARENA MELIPILLA", elaborado por la Superintendencia de Medio Ambiente en junio del 2025, este según resultados de actividades de inspección desarrolladas durante el día 15 de marzo de 2023.

En base a lo anterior expuesto y con el objetivo de dar respuesta a lo requerido por esta SMA mediante su resolución de requerimiento de ingreso, es que acompañamos documento denominado **"ANÁLISIS DEL ESTADO SEDIMENTOLÓGICO ACTUAL DE CAUCE DEL RÍO MAIPO SECTOR KM 0.0 AL 8.0 AGUAS ARRIBA DEL PUENTE INGENIERO MARAMBIO Y PROPUESTA DE CIERRE OPERACIONAL PARA LA EXPLOTACION DE LOS POZOS 1 Y 2 EN PREDIO ROL SII 2005-57"**, el cual da cuenta de la situación actual del proyecto el cual desde el año 2023 a la fecha no ha solicitado permisos para la extracción de áridos.

El análisis tiene como alcance proporcionar una caracterización general de la situación sedimentológica actual del cauce del río Maipo en los tramos intervenidos, además de entregar antecedentes fehacientes respecto a la no aplicabilidad del literal i.5.2) del D.S. N° 40/2012, al igual que presentar un Programa de Cierre para los pozos N°1 y N°2 dentro del predio, el cual deberá ser aprobado por el Municipio, descartando además la no aplicabilidad del literal s) asociado a afectación de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted



Marcos Tamayo

RUT: 11.271.423-5

Representante Legal

Sociedad Explotadora de Áridos y Maquinaria Tamarena Ltda.

**ANALISIS DEL ESTADO SEDIMENTOLOGICO ACTUAL DE CAUCE DEL RIO
MAIPO SECTOR KM 0.0 AL 8.0 AGUAS ARRIBA DEL PUENTE INGENIERO
MARAMBIO Y PROPUESTA DE CIERRE OPERACIONAL PARA LA
EXPLOTACION DE LOS POZOS 1 Y 2 EN PREDIO ROL SII 2005-57**

**DAVID OÑATE JIMENEZ
INGENIERO CIVIL EN MINAS**

FEBRERO 2026

INDICE

MEMORIA.

1. INTRODUCCION	3
1.1. Aspectos Generales para la Explotación de Áridos en Cauces Naturales.	4
1.2. Aspectos Generales para la Explotación de Áridos desde Pozos Lastreros o Canteras.	5
1.3. Objetivos del Análisis.	5
1.3.1. Objetivo General.	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	6
2. ANTECEDENTES GENERALES.....	7
2.1. Explotación de Áridos desde el Cauce del río Maipo.	7
2.2. Explotación de Áridos desde Pozos Lástreros N° 1 y N° 2.....	8
2.3. Tipología del Proyecto.....	8
2.4. Conclusiones Generales del Análisis de la Tipología del Proyecto del SMA.	11
2.4.1. Extracción de Áridos desde al Cauce del Río Maipo.....	11
2.4.2. Extracción desde Pozos N° 1 y N° 2.	11
2.4.3. Análisis literales p) y s)	11
3. ANALISIS DEL ESTADO SEDIMENTOLOGICO DEL CAUCE DEL RIO MAIPO SECTOR KM 0.0 AL 8.0 AGUAS ARRIBA DEL PUENTE INGENIERO MARAMBIO.	12
3.1. Criterios Aplicados para la Evaluación de los Tramos en Estudio.....	12
3.2. Estudio Empírico del Estado de los Tramos Explotados en función a la Ubicación, Emplazamiento y Periodo de Tiempo de Extracción.....	12
3.2.1. Análisis Empírico por Emplazamiento e Interacción de las Areas de influencia Hidráulica entre los Tramos Explotados.	13
3.2.2. Análisis Emperico asociado a la linea de Tiempo que separa la Explotación de los Tramos.....	14
3.2.2.1. Tramo 2: Km 2.600 al 3.100.....	15
3.2.2.2. Tramo 1: Km 2.500 al 2.637,5.	19
3.2.2.3. Tramo 5: Km 7.100 al 7.250.....	22
3.3. Análisis Técnico de Mecánica Fluvial del Cauce del Río Maipo, sector Km 0.000 al 3.200 Aguas Arriba Puente Ingeniero Marambio.....	25
3.3.1. Antecedentes Generales para la Modelación Hidráulica.	26
3.3.1.2. Antecedentes Topográficos.	26
3.3.1.3. Antecedentes Granulométricos.	27
3.3.1.4. Caudal de Diseño.....	27
3.3.2. Análisis Hidráulico Método Hec – Ras Versión 6.2.....	31
3.3.3. Cálculo de Arrastre de Sedimentos y Tasa de Reposición; Método Meller, Peter y Müller.	34
3.3.3.1. Análisis de Resultados del Arrastre de Sedimentos y la Tasa de Reposición del Cauce.	37
3.4. Conclusiones del Análisis sobre el Estado Sedimentológico del Cauce del Río Maipo, sector Km 0.000 al 8.000 Aguas Arriba Puente Ingeniero Marambio.	39
4. ANALISIS GENERAL DE LA EXPLOTACION DE LOS POZOS N° 1 Y N° 2.....	41
4.1. Evaluación de la Explotación de los Pozos N° 1 y N° 2.	41
4.1.1. Estado Actual de los Pozos N° 1 y N° 2.	41
4.1.2. Cuantificación de la Explotación en los Pozos N° 1 y N° 2.	43
4.1.3. Conclusiones del Análisis del Estado de los Pozos N° 1 y N° 2.	50
4.2. Plan de Cierre Operacional Pozos para los Pozos N° 1 y N° 2.....	50
4.2.1. Plan de Cierre.	50
5. DESCARTE LITERAL S) ART. 10 DE LA LEY.....	51

1. INTRODUCCION.

Por medio de la RESOLUCION EXENTA N° 2941, de fecha 30 de diciembre del 2025, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), inicia el procedimiento de requerimiento de ingreso al sistema de evaluación de impacto ambiental del proyecto "ARIDOS TAMARENA MELIPILLA".

El requerimiento realizado por el servicio se fundamenta en los resultados y conclusiones derivados del "INFORME TECNICO DE FISCALIZACION AMBIENTAL ARIDOS TAMARENA MELIPILLA", elaborado por el SMA en junio del 2025 y el cual en resumen expone lo siguiente:

1 RESUMEN

El presente documento da cuenta de los resultados de la actividad de fiscalización ambiental realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente, a la Unidad Fiscalizable "Áridos Tamarena - Melipilla", localizada en la parcela 3, sector El Bajo, comuna de Melipilla, Región Metropolitana. La actividad de inspección fue desarrollada durante el día 15 de marzo de 2023 (anexo N°1) y se realizó el examen de información de antecedentes solicitados al titular mediante acta de inspección ambiental.

El motivo de la actividad de fiscalización ambiental correspondió a la atención de una denuncia por una eventual elusión de un proyecto de extracción y procesamiento de áridos en el río Maipo, comuna de Melipilla.

La Unidad Fiscalizable consiste en una planta procesadora de áridos (dos unidades de procesamiento), cuya operación comenzó en el año 2004-2006 con la adquisición de material árido a terceros. Posteriormente, el titular obtuvo autorización por parte de la Dirección de Obras Hidráulicas y la I. Municipalidad de Melipilla para la extracción de áridos desde el río Maipo, aguas arriba del puente Ingeniero Marambio, entre los Km. 1,5 a Km. 7,5, comuna de Melipilla, durante el periodo que abarcaría los años 2009 y 2020. Luego, el año 2021, el titular comenzó con la extracción de áridos en su predio ejecutando dos pozos lastre. La actividad considera una planta mecanizada de áridos, conformada por dos plantas con una potencia eléctrica instalada de 1.284 KVA dada por generadores eléctricos. La Unidad Fiscalizable se encuentra adyacente al "Humedal Sistema Ríos Maipo-Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y Tributarios", Código HUR-13-01-P122 que forma parte del Inventario de Humedales del Ministerio de Medio Ambiente y que se encuentra en trámite de declaración de Humedal Urbano, en la comuna de Melipilla.

La materia de fiscalización correspondió a la verificación de la hipótesis de elusión al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental por parte de la actividad, para lo cual se recurrió a la inspección ambiental (anexo N°1), revisión de imágenes y el levantamiento aerofotogramétrico mediante uso de dron (anexo N°2), examen de información de los antecedentes solicitados al titular en acta de inspección y mediante requerimiento de información (anexo N°6) y los antecedentes solicitados a la I. Municipalidad de Melipilla (anexo N°7).

De las actividades de fiscalización ambiental desarrolladas, se logró verificar que el proyecto "Áridos Tamarena - Melipilla", del titular Sociedad Explotadora de Áridos y Maquinaria Tamarena Ltda, cumpliría con las características establecidas en la Ley 19.300, artículo 10°, tipología i) específicamente la subtipología i.5.2 del artículo 3° del D.S N°40/2012, dada por la extracción de áridos en el río Maipo por una cantidad superior a 50.000 m³ durante el periodo 2009-2020.

Respecto al análisis de las tipologías p) y s) es posible indicar que el área de emplazamiento de la Unidad Fiscalizable se encuentra adyacente al humedal asociado a límite urbano "Sistema Ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y Tributarios", Código HUR-13-01-P122, que se encuentra en trámite de declaración de humedal urbano. De los antecedentes revisados existiría una interacción entre el humedal y la Unidad Fiscalizable, ya que el afloramiento de agua en los pozos lastre N°1 y N°2 es continuo y permanente y el agua es derivada al río Maipo, mediante impulsión mecánica y una canalización, así como también se consideró que el pozo N°1 estaría siendo utilizado como refugio de fauna local, por lo que estos antecedentes podrían constituir indicios de que las actividades de extracción y procesamiento de áridos le sería aplicable la tipología s) de la Ley 19.300, ya que se da cuenta de una interacción entre los componentes bióticos y físicos.

Si bien es cierto que el Informe Técnico de Fiscalización elaborado por la SMA, analiza detalladamente el historial de las actividades extractivas realizadas por la empresa durante el periodo de tiempo que transcurre entre los años 2009 al 2020, concluye que, a la fecha de suscripción del informe, el volumen total explotado durante el periodo fiscalizado, supera ampliamente el umbral de los 50.000 (m³) establecidos por la ley, asociando los distintos procesos extractivos debidamente autorizados realizados por la empresa a la ejecución de un solo proyecto.

Asociación que es inviable de establecer, debido a que el desarrollo del Informe Técnico de Fiscalización elaborado por el servicio no tomo en consideración las siguientes situaciones:

1.- Las extracciones autorizadas corresponden a tres propuestas técnicas debidamente aprobadas por la DOH RM y las cuales entre si se encuentran desfasadas tanto en su posicionamiento como en la línea de tiempo.

2.- Que la sección principal de escurrimiento de un cauce natural se encuentra asociado a una componente denominada "Lecho Móvil", la que regulada por la dinámica del escurrimiento del cauce y que trae como consecuencia de manera frecuente la manifestación de cambios físicos en el lecho del cauce ya sea por la proliferación de procesos erosivos o de sedimentación.

En el informe que se desarrolla a continuación, se analizara de manera tanto empírica como técnicamente, el comportamiento experimentado por el cauce del río Maipo en el periodo de tiempo comprendido entre los años 2010 y 2024.

1.1. Aspectos Generales para la Explotación de Áridos en Cauces Naturales.

En el país, los cauces naturales constituyen una de las principales fuentes para el suministro de empréstitos pétreos, ya que a diferencia de otras fuentes como son los pozos lastreros o canteras, los áridos extraídos desde los cauces en la mayoría de los casos tienen el carácter de renovables, situación que se genera producto de la variabilidad que se manifiesta en la dinámica del escurrimiento durante las distintas estaciones del año.

La dinámica del escurrimiento en los cauces naturales se manifiesta mediante la variación que experimentan los caudales durante los distintos periodos que componen el año hidrológico, donde las variaciones registradas en las magnitudes se encuentran asociadas a distintos fenómenos, ya sean estos de degradación o por el contrario, la proliferación de embancamientos a lo largo del cauce por el cual escurren las aguas, constituyendo de esta manera lo que se denomina como "equilibrio sedimentológico".

Para desarrollar la explotación del recurso árido desde el lecho activo de un cauce natural, se debe tener en consideración un planteamiento que garantice que, una vez extraído el recurso, la influencia en su entorno sea mínima, procurando evitar introducir a nivel local, cambios en la dinámica del escurrimiento, para que, de esta forma, se generen las condiciones adecuadas que contribuyan con la conservación del equilibrio.

Lo anterior se consigue por medio de la evaluación de dos escenarios fundamentales los cuales están constituidos por la situación actual o sin proyecto y la situación proyectada. La evaluación de estos escenarios se realiza en ambos casos conservando los valores asociados a los distintos parámetros y variables que se requieren para la modelación.

Posteriormente, los resultados obtenidos en las modelaciones deben ser comparados con el objeto verificar si la propuesta extractiva introduce en la zona que se encuentra bajo análisis, elementos externos que alteren la dinámica local del escurrimiento y, en consecuencia, sean un factor que rompa el equilibrio.

Por lo tanto, para la elaboración de un proyecto de explotación de áridos en un cauce natural, técnicamente requiere de establecer 2 escenarios, siendo el primero de estos el que representa la situación actual y el segundo el que representa a la situación proyectada, donde los impactos generados por la implementación del proyecto se determinan a partir de la comparación de los resultados obtenidos de las distintas modelaciones hidráulicas practicadas sobre ambos escenarios.

1.2. Aspectos Generales para la Explotación de Áridos desde Pozos Lastreros o Canteras.

A diferencia de la extracción de áridos desde cauce naturales, la explotación de estos materiales realizada desde pozos lastreros y canteras, se desarrolla desde cuerpos masivos estáticos, razón por la cual es recurso se califica como "no renovable".

Estos métodos de explotación generalmente adoptan grandes dimensiones, siendo el diseño de la extracción un aspecto muy relevante debido a que se deben tomar todas las medidas que sean necesarias para garantizar la seguridad operacional y la estabilidad estructural de la excavación una vez concluida la faena extractiva.

Es por esta razón que en el diseño de un pozo lastrero o cantera, se deben tener en consideración a lo menos las siguientes aspectos, variables y parámetros.

- La explotación siempre debe desarrollarse mediante la implementación de bancos.
- El diseño debe considerar el tratamiento adecuado de las aguas independientemente de cuál se su origen.
- El diseño de los parámetros geométricos de los bancos debe realizarse en función de las dimensiones de los equipos que operaran en el interior del rajo y las características del material que se requiere explotar, donde dependiendo de su naturaleza este se puede clasificar como consolidado o no consolidado.
- El Angulo de talud final debe conservar como máximo la razón $H:V = 1:1$ o $\leq 45^\circ$, mientras que el ángulo de trabajo Inter banco no debe superar la razón $H:V = 1:2$ o $\leq 62.5^\circ$.
- Con relacion a los caminos de acceso y vías de tránsito para los equipos de acarreo de, el diseño tiene que considerar las dimensiones del equipo de mayor envergadura que opere en la explotación y considerar dos pistas de circulación con doble sentido.
- Si el diseño geométrico de la explotación se encuentra constituido por 2 o más bancos, el acceso a los niveles inferiores y el tránsito de camiones, así como también el de todo vehículo que preste servicios en la explotación, se debe realizar por una "RAMPA" cuyo diseño debe dar prioridad a la comunicación entre todos los niveles que considera el proyecto.
- Con respecto a la geometría básica que se deben tener en consideración para el diseño de la "RAMPA", sin desmedro de otras consideraciones de carácter técnico más específicas, la pendiente debe ser como máximo de un 10% y el ancho mínimo considerando las dos pista de circulación debe ser a lo menos de 4 veces al ancho del camión de mayor envergadura que operara en el interior del "Rajo".

Dada las características geométricas introducidas en las zonas intervenidas por esta metodología de explotación, los planes de manejo destinados a implementar el cierre operacional de las actividades extractivas, a lo menos deben dar prioridad a los siguientes aspectos:

- a.- Acondicionamiento y rectificación de la geometría de la explotación proyectada.
- b.- Saneamiento del ángulo de talud inter banco y verificación del Angulo final.
- c.- Tratamiento adecuado de las aguas, ya sean de origen subterráneo u producto de las lluvias.
- d.- Recuperación de los suelos en aquellos sectores del "RAJO" que sea posible realizarlo.
- e.- Etc.

1.3. Objetivos del Análisis.

El desarrollo del siguiente análisis tiene como alcance proporcionar una caracterización general de la situación sedimentológica actual del cauce del río Maipo en el tramo evaluado.

1.3.1. Objetivo General.

El estudio tiene como objetivo general el de mostrar la evolución experimentada por el cauce del río Maipo en el transcurso del tiempo, caracterizando la zona sometida a análisis para las situaciones que anteceden los procesos extractivos, durante la explotación y posterior al término de las actividades extractivas.

1.3.2. Objetivos Específicos.

Específicamente, el estudio se realiza para dar cumplimiento a siguientes objetivos:

- Establecer gráficamente y en proporciones reales el lugar de emplazamiento de los sectores analizados.
- Determinar las distancias que separan entre sí a cada uno de los sectores analizados.
- Analizar la interacción entre cada uno de los sectores estudiados en función de la cobertura y el alcance mutuo de sus respectivas áreas de influencia hidráulica.
- Analizar la interacción entre cada uno de los sectores asociada a la cronología y en función de los cambios experimentados por el cauce producto de la dinámica del escurrimiento en el transcurso del tiempo.
- Analizar técnicamente el comportamiento hidráulico de la zona en estudio bajo la hipótesis de la ocurrencia de un evento hidrológico conocido.
- Estudiar la mecánica fluvial y comportamiento sedimentológico del cauce en la zona analizada.
- Demostrar que es inviable asociar los distintos procesos extractivos a un solo proyecto.
- Evaluar la explotación de áridos realizadas en los pozos N° 1 y N° 2 en el interior del predio ROL SII 2005-57.
- Realizar una propuesta para el cierre operacional de los pozos N° 1 y N° 2.
- Descartar la aplicabilidad del literal s) del art. 10 de la Ley.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

La Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), por medio de la RESOLUCION EXENTA N° 2941, de fecha 30 de diciembre de 2025, inicia el procedimiento de requerimiento de ingreso al sistema de evaluación de impacto ambiental del proyecto "ARIDOS TAMARENA - MELIPILLA" y confiere traslado a su titular "SOCIEDAD EXPLOTADORA DE ARIDOS Y MAQUINARIA TAMARENA LIMITADA", en conformidad a lo estipulado en la Ley N° 19.300.

2.1. Explotación de Áridos desde el Cauce del río Maipo.

Con relación al historial de los procesos de explotación desarrollados por el titular la RE N° 2941, establece que la empresa en el periodo de tiempo comprendido entre los años 2009 al 2020, ha desarrollado explotaciones de materiales áridos en el cauce del río Maipo en el sector comprendido entre los kilómetros 2.500 al 7.250 aguas arriba del puente Ingeniero Marambio y las cuales fueron debidamente autorizadas por la Dirección Regional de Obras Hidráulicas, según consta en el siguiente cuadro.

Tabla N°1. Volúmenes de extracción de áridos desde el río Maipo, asociado a permisos otorgados por la I. Municipalidad de Melipilla y la Dirección Regional de Obras Hidráulicas a Tamarena Ltda.

Decreto alcaldicio	Oficio DOH - RM	Tramo aguas arriba puente Ingeniero Marambio	Volumen autorizado (m ³)	Periodo de extracción
--	1087/2009	2.619 - 3.103 (estimado en base a coordenadas indicadas en el documento)	95.500	36 meses
360/2018	1390/2017	2.500 al 2.637,5	23.402	6 meses
3064/2019	656/2019	7.100 al 7.250	27.712	12 meses
Total extracción Tamarena autorizado, periodo 2009-2020			146.614 m³	

Fuente: elaboración propia a partir de información entregada por el titular y la I. Municipalidad de Melipilla

Por otra parte, la RE N° 2941, señala que el titular compre y procesa en su planta de beneficio, los materiales áridos provenientes de las extracciones debidamente autorizadas por la autoridad competente individualizadas en cuadro siguiente.

Tabla N°2. Volúmenes de extracción de áridos desde el río Maipo, asociado a permisos otorgados por la I. Municipalidad de Melipilla y la Dirección Regional de Obras Hidráulicas, áridos comprados y procesados por el titular a terceros.

Decreto alcaldicio	Oficio DOH - RM	Tramo aguas arriba puente Ingeniero Marambio	Volumen autorizado (m ³)	Periodo de extracción/ Titular autorizado
2372/2018	1014/2018	5.600 al 5.850	41.172	12 meses. Permiso a nombre de Sr. Rodrigo Avilés
1126/2019	170/2019	6.200 al 6.400	48.505	12 meses. Permiso a nombre de Áridos La Ribera SpA
1414/2020	351/2020	7.700 al 7.900	48.916	6 meses. Permiso a nombre de Transportes Villatorio EIRL
Total extracción por terceros			138.593 m³	

Fuente: elaboración propia a partir de información entregada por el titular (anexo 6) y la I. Municipalidad de Melipilla (anexo 7)

2.2. Explotación de Áridos desde Pozos Lástreros N° 1 y N° 2.

Adicionalmente, la RE N° 2941, incorpora la extracción de materiales áridos realizada desde dos pozos ubicados en el interior de la propiedad ROL SII 2005-57 y cuyas características geométricas se observan en el siguiente cuadro.

Tabla N°4. Tabla comparativa de superficie y volumen de pozos identificados, por el titular y por la SMA.

Sectores de extracción de áridos	Titular		SMA	
	Superficie (m ²)	Volumen de material extraído (m ³)	Superficie (m ²)	Volumen de material extraído (m ³)
Pozo N°1	8.788,4	23.727	13.000	37.587
Pozo N°2	10.898,7	21.797	16.000	55.753
Total	19.687,1	45.524	29.635	93.610

Fuente: elaboración propia a partir de revisión de imágenes de Google Earth y levantamiento aerofotogramétrico SMA (figura 4) y el informe topográfico del titular (Id 4)

Por último, la explotación de los pozos N° 1 y N° 2, manifestaron anegamiento producto del afloramiento de los cursos de aguas subterráneas, donde ante tales circunstancias, el titular desarrollo una zanja para drenar las aguas afloradas, depositándolas en el cauce activo del río Maipo.

2.3. Tipología del Proyecto.

Con respecto a la caracterización de las extracciones, la RE N° 2941 desarrolla un amplio análisis sobre la "Tipología de Proyecto" y el cual se fundamenta en la legislación vigente que regula la extracción de áridos en el país.

El análisis realizado por el SMA es el siguiente para el literal i):

Análisis de Tipología de Proyecto:

Análisis de Tipología de Proyecto o Modificación:

Ley N°19.300/1994, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Artículo 8°.

Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10° sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la presente ley.

Ley N°19.300/1994, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Artículo 10°.

Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes (...)

i) Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda;

D.S N°40/2012 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Artículo 3°

Tipos de proyectos o actividades

[...]

i.5) Se entenderá que los proyectos o actividades de extracción de áridos o greda son de dimensiones industriales cuando:

- i.5.1 Tratándose de extracciones en pozos o canteras, la extracción de áridos y/o greda sea igual o superior a diez mil metros cúbicos mensuales (10.000m³/mes), o a cien mil metros cúbicos (100.000 m³) totales de material removido durante la vida útil del proyecto o actividad, o abarca una superficie total igual o mayor a cinco hectáreas (5 ha).
- i.5.2 Tratándose de extracciones en un cuerpo o curso de agua, el volumen total de material a remover durante la vida útil del proyecto o actividad sea igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000 m³/mes) tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo, o a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³), tratándose de las Regiones de Valparaíso a Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago.

Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Artículo 10°. Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes:

p) Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas, humedales urbanos o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita;

s) Ejecución de obras o actividades que puedan significar una alteración física o química a los componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie.

Análisis de tipologías:

i) i. Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda.

La Unidad Fiscalizable comprende la actividad de extracción de áridos realizada tanto en el río Maipo, durante el periodo 2009-2020, como en dos pozos ubicados en el predio ROL 2005-57 y adyacentes, ubicados en la ribera del río Maipo; y, el procesamiento industrial de áridos mediante dos plantas procesadoras. La energía eléctrica de la instalación es proporcionada por dos generadores que en total suman 1.284 kVA de potencia.

ii) i.5 Se entenderá que los proyectos o actividades de extracción de áridos o greda son de dimensiones industriales cuando:

i.5.1 Tratándose de extracciones en pozos o canteras, la extracción de áridos y/o greda sea igual o superior a diez mil metros cúbicos mensuales (10.000m³/mes), o a cien mil metros cúbicos (100.000 m³) totales de material removido durante la vida útil del proyecto o actividad, o abarca una superficie total igual o mayor a cinco hectáreas (5 ha).

De acuerdo con la revisión de los antecedentes, el titular ha ejecutado dos pozos para la extracción de áridos en los predios donde se desarrolla la actividad. En suma, el volumen extraído totalizaría la cantidad de 93.610 m³ en pozos con una superficie intervenida de 2,9 hectáreas, aproximadamente. El material posteriormente ha sido procesado en las dos plantas procesadoras ubicadas en el predio. Las instalaciones de la Unidad Fiscalizable, que incluye las plantas de procesamiento de áridos, las zonas de acopio de material sin procesar y procesada, los pozos de extracción, e instalaciones anexas para el desarrollo de la actividad, abarcan una superficie aproximada de 12 hectáreas. Por tanto, si bien la actividad de extracción de áridos en pozos lastre con las plantas mecanizadas y acopios se emplaza en una superficie de 12 hectáreas, la superficie de extracción no supera 5 hectáreas, superficie definida como umbral en la presente tipología.

En cuanto al volumen de extracción de áridos, tanto la cantidad informada por el titular como la cantidad estimada por esta Superintendencia que corresponde a 93.610 m³, el volumen no supera el umbral establecido de 100.000 m³ durante la vida útil del proyecto, cuyo inicio se ha considerado desde el año 2021 a la fecha, año en que, por la revisión de imágenes, se observa el inicio de la ejecución de los pozos N°1 y N°2. Así también, y habiendo transcurrido 27 meses desde el inicio de la actividad de extracción y la inspección, y no habiéndose observado cambios en imágenes posteriores asociado a nuevos pozos (se observa retiro de material acopiado), se estimó que, en promedio, la extracción de material podría haber alcanzado los 3.467 m³/mensual, cifra inferior al umbral establecido de 10.000 m³/mensual.



En atención a lo anterior, es posible determinar que la Unidad Fiscalizable presenta actividades que no cumplirían con los requisitos establecidos en la tipología i.5.1 del D.S N°40/2012 MMA. Sin perjuicio de ello, de mantener la actividad de extracción en el predio, es susceptible de superar el umbral de 100.000 m³ e ingresar al SEIA por esta tipología.

iii) i.5.2 Tratándose de extracciones en un cuerpo o curso de agua, el volumen total de material a remover durante la vida útil del proyecto o actividad sea igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000 m³/mes) tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo, o a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³), tratándose de las Regiones de Valparaíso a Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago.

De acuerdo con el análisis de los antecedentes, es posible determinar que el titular realizó la extracción de áridos en el río Maipo por un total de 146.614 m³, extracción realizada durante el periodo 2009-2020 en el tramo que comprende el Km 2,500 al Km 7,250, aguas arriba del Puente Ingeniero Marambio y que corresponden a los volúmenes autorizados por la Dirección de Obras Hidráulicas. El material extraído fue procesado en las dos plantas mecanizadas que forman parte de la Unidad Fiscalizable. El acopio de materia prima y producto terminado se realizaba en el mismo predio del titular y en sectores aledaños a este.

Dado lo anterior, existen indicios que el proyecto cumplía las características de la tipología i.5.2 del D.S N°40/2012 de ingreso al SEIA.

De acuerdo con las dos tipologías analizadas anteriormente y aplicables a la Unidad Fiscalizable, es posible determinar que hay indicios que la Unidad Fiscalizable cumplía con los requisitos de ingreso al SEIA por la tipología i.5, en particular, la subtipología i.5.2, al superar el umbral de extracción de áridos en el río Maipo durante el periodo 2009-2020. Asimismo, si bien no ha superado el umbral establecido, la actividad de extracción de áridos en el predio es susceptible de ingresar al SEIA por la tipología i.5.1 en caso de continuar su desarrollo.

Adicionalmente se realiza el análisis de los literales p) y s):

Análisis de Tipología de Proyecto:

Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Artículo 10°. Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes:

p) Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas, humedales urbanos o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita;

s) Ejecución de obras o actividades que puedan significar una alteración física o química a los componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie.

Hechos constatados:

Análisis de la tipología p)

Respecto al sitio de valor patrimonial cultural reconocido más cercano, el proyecto se encuentra a 2 km aproximadamente de la Iglesia y Claustro de San Agustín, ubicado en la zona urbana de la comuna de Melipilla. El sitio cuenta con la categoría de Monumento Histórico mediante Decreto Supremo N°283/1988 del Ministerio de Educación Pública. Dada la distancia entre ambos sitios no hay indicios de que la actividad afecte este patrimonio.

Respecto al área declarada de valor natural más cercana, esta corresponde al Santuario de la Naturaleza Horcón de Piedra (Fundo Rinconada de Chocalán) declarado como tal mediante Decreto N°28/2011 MMA, área que se encuentra ubicada a 21 kilómetros al suroriente del proyecto, en la comuna de Melipilla (figura 10). Dada la distancia entre ambos, no se prevé su afectación.

Por otra parte, el área de emplazamiento del proyecto se encuentra próxima al Humedal denominado Humedal Río Maipo, Isla de Maipo, código ID Humedal HU-0095, ubicado a 7,6 kilómetros de distancia aguas arriba de la Unidad fiscalizable, de 1.773,14 hectáreas de superficie el cual fue declarado Humedal Urbano mediante la Resolución Exenta N°61/2023 MMA (figura 11). No se prevé la afectación del humedal dada la distancia y la ubicación aguas arriba de la Unidad Fiscalizable, sin perjuicio que las actividades de la Unidad Fiscalizable comenzaron de manera anterior a la declaratoria de Humedal Urbano.

Dado lo anterior se puede determinar que el proyecto no se encuentra en y/o próximos a un área bajo protección oficial según los requisitos descritos en el literal p) del RSEIA. Por otra parte, no se encuentra cercano a monumentos nacionales o inmuebles de conservación histórica, por tanto, no cumpliría con el requisito de ingreso al SEIA en atención a esta tipología.

Análisis de la tipología s)

Respecto a la ubicación de la Unidad Fiscalizable al humedal asociado a límite urbano más cercano, se puede ver en la figura 12 que la Unidad Fiscalizable deslinda con el polígono delimitado por el Humedal denominado Humedal Sistema Ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y Tributarios, Código HUR-13-01-P122, que, si bien se encuentra en el Inventario de Humedales del Ministerio del Medio Ambiente, del año 2020, no cuenta con declaración oficial de Humedal Urbano al momento del inicio de las actividades de la Unidad Fiscalizable.

A la fecha de emisión del presente informe el humedal se encuentra en trámite de declaración como humedal urbano solicitado por la I. Municipalidad de Melipilla mediante el Ord. Alcaldicio N°1026 de fecha 23 de agosto de 2022. De acuerdo con la Ficha de análisis técnico, el humedal es del tipo parcialmente dentro del límite urbano, ubicado en la comuna de Melipilla. Es un humedal ribereño que pertenece a la cuenca del río Maipo, subcuenca río Maipo Bajo (entre el río Mapocho y la desembocadura) y la subcuenca río Maipo entre Río Mapocho y estero Puangue; y la subcuenca río Maipo entre el estero Puangue y bajo junta estero Popeta. En cuanto a las características vegetacionales, el humedal se encuentra en el piso vegetacional "Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Litrhaea caustica* y *Cryptocaria alba*". En la misma ficha se identifican los servicios ecosistémicos del humedal siendo "[...] uno de los más relevantes y de importancia es el uso potencial como espacio de recreación y área verde, aportando a la infraestructura verde de la comuna. También, actúa como controlador natural de inundaciones, refugio para la biodiversidad y como aporte en la mitigación del cambio climático", siendo la superficie del polígono en 2.183,6 hectáreas.

Respecto a la delimitación, en la "Ficha de Análisis Técnico Reconocimiento Humedal Urbano a solicitud de la Municipalidad de Melipilla" del 21 de agosto de 2023 se considera la rectificación del polígono inicial presentado indicando, entre otros que: "Al momento de la fotoidentificación se descartan los elementos que no forman parte del humedal y que son posible identificar en las imágenes de satélite y/o en terreno. La identificación de estas áreas son determinantes para definir el límite del humedal, dejando fuera del polígono todo elemento que se reconozca o identifique como elemento antrópico concentrado, tales como casas, bodegas, vertederos ilegales con residuos domiciliarios o de la construcción, materiales de relleno de diverso origen, áreas extracción de áridos, entre otros, que se encuentren emplazados dentro del polígono solicitado. En el caso de la delimitación del Río Maipo, se identifican algunas áreas de este tipo, principalmente referidas a áreas de relleno en el borde del cauce y actividades asociada a la extracción de áridos cercanos a la ciudad de Melipilla".


"Por todos los antecedentes antes expuestos, el trabajo realizado con el municipio y la visita a terreno, se concluye que el polígono presentado por la Municipalidad de Melipilla, denominado "Humedal Urbano Río Maipo de Melipilla", corresponde a un humedal urbano ya que se encuentra parcialmente dentro de los límites oficiales de extensión urbana establecidos en el instrumento de regulación urbana PRMS para la comuna de Melipilla, cumpliendo con el criterio de hidrología, establecidos para la delimitación humedales urbanos, según Artículo 8° del Reglamento D.S. N°15, de la Ley 21.202 que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos, y la Guía de Delimitación y Caracterización de humedales Urbanos de Chile del Ministerio del Medio Ambiente".

En la figura 12, se puede ver que la instalación de procesamiento de áridos, los pozos de extracción y en particular, el sector de acopio de áridos se encuentra adyacente al área delimitada por el humedal.

Respecto a la intervención realizada en el humedal del río Maipo, en el tramo perteneciente a la comuna de Melipilla, es dable decir que la extracción de áridos realizada en el cauce del río no cumpliría con los requisitos de la presente tipología, puesto que al momento de entrada en vigencia de la Ley 21.202, la actividad contaba con el permiso municipal y de la Dirección de Obras Hidráulicas, siendo el cese de la extracción en el río el año 2020 aproximadamente (según inferencia realizada del permiso N°656/2019 de la Dirección de Obras Hidráulicas) y que, adicionalmente, de acuerdo con lo informado por la I. Municipalidad de Melipilla en el Ord. 294/2023 en que señala que según el Decreto Municipal N°3441 de fecha 07 de diciembre de 2021 se suspendió todo permiso de extracción de áridos en el río Maipo.

Respecto a los dos pozos lastre, ejecutados en el año 2021 en adelante, y ya entrada en vigencia la Ley 21.202, se observa que el año 2021 el titular comenzó la extracción de los pozos en el interior del ROL 2005-57 (figuras 6 a 9), actividad, que de acuerdo con el Ord 1049/2022 de la I. Municipalidad de Melipilla no contaba con permiso. La extracción de los pozos comenzó en forma posterior a la entrada en vigencia de la Ley de Humedales. Por tanto, para efectos de análisis de esta tipología se considerará la instalación constituida por la planta de procesamiento y la extracción de áridos en pozos lastreros e instalaciones anexas para su funcionamiento.

A continuación, se analizan tres factores a considerar de la intervención, considerando la Unidad Fiscalizable constituida por: las plantas de procesamiento, los dos pozos lastre ubicados en los predios ROL 2005-57, las vías de tránsito internas e instalaciones que se encuentran aledañas al humedal y el canal de descarga de aguas afloradas al río Maipo.

- Magnitud de la intervención: la actividad tiene considerada una superficie de intervención de 12 hectáreas aproximadamente, lo que incluye las instalaciones de procesamiento de material, áreas administrativas, pozos lastre y caminos internos. No hay intervención directa en el humedal, sin embargo, la actividad deslinda en 370 metros lineales con el borde norte del polígono del humedal en ese sector, y en 2000 metros con el límite oriente. Abarca desde las coordenadas, según Datum WGS84 Huso 19, E: 297.191m; N: 6.269.036m, vértice en coordenada E: 296.836m; 6.268.909m, y la coordenada E: 297.079m; N: 6.269.186m, todos los puntos aproximados. Por otra parte, se produce una intervención indirecta en el humedal producto del afloramiento de aguas en los dos pozos de extracción de áridos y su posterior descarga a través de la zanja ejecutada por el titular.
- Envergadura de la intervención: considerando el tipo de intervención asociada a la actividad, se distinguen aquellas realizadas en el cauce del río Maipo que tienen relación con el acopio de material de áridos en una plataforma de aproximadamente  metros de altura, que de acuerdo con

lo informado por la DGA (Id 22 y Id 23), parte del acopio en el deslinde sur se encontraría en el cauce del río Maipo. Luego, se encuentra la extracción de áridos en sectores adyacentes al Humedal del río Maipo lo que produjo un afloramiento de aguas en los dos pozos lastre, agua cuya extracción y derivación al río Maipo puede afectar la disponibilidad del recurso hídrico considerando que la zona de encuentra cerrada para nuevos derechos de agua. Respecto al flujo de agua derivado desde los pozos se puede inferir de la información contenida en los documentos Id 22 y Id 23 de la DGA, que el caudal máximo a derivar hacia el río Maipo sería de 19 l/s aproximadamente (según diámetro de la tubería y velocidad estándar). Respecto al material particulado, cabe tener presente que la remoción de áridos, su carga y descarga, el tránsito por caminos no pavimentados y el procesamiento en la planta generan emisiones de este tipo.

- Duración de la intervención: consta que el inicio de la extracción de áridos en los dos pozos lastre, y que se observaron en la inspección, corresponde al año 2021, sin embargo, según da cuenta las imágenes revisadas, la de más antigua data disponible en Google Earth es del año 2004 (figura 12), en donde se observa acopio de material. De acuerdo con la carta del titular (Id 1) la empresa inició sus actividades el año 2006 procesando materiales de terceros y que el comienzo de la extracción de áridos en el río Maipo comenzó con la autorización otorgada por la DOH mediante el Ord. DOH RM 1087/2009 (Id 9). Dado que la intervención perdura con los pozos existentes y el consecuente afloramiento de agua, además del procesamiento de materiales de terceros, se puede determinar que la duración de la intervención es permanente e indefinida.

Asimismo, el afloramiento de agua en los pozos lastre y la derivación del excedente hacia el río Maipo puede considerarse como una conexión e interacción entre el humedal y la Unidad Fiscalizable, ya que este afloramiento es continuo y permanente como se ve en las imágenes revisadas (figuras 7 a 9), incluso el titular cuenta con impulsión mecánica para dicho fin. Cabe tener presente, además, que en el pozo N°1 donde se encontraba desarrollo de vegetación, según lo informado al personal de fiscalización en la visita de inspección, el sitio constituía refugio para ejemplares de *Myocastor coypus* (coipo), cuya categoría de conservación es de Preocupación Menor (Listado de Especies Clasificadas desde el 1° al 19° Proceso de Clasificación RCE, actualizado a mayo de 2024, link: <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>), ejemplares que habrían llegado tras la construcción del pozo.

Dado lo anterior, y considerando que la extracción de áridos en pozos se llevó a cabo de forma posterior a la entrada en vigencia de la Ley 21.202 "Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos", podría encontrarse indicios de que las actividades de extracción y procesamiento de áridos le sería aplicable la tipología s) de la Ley 19.300, ya que se da cuenta de una interacción entre los componentes bióticos y físicos entre la Unidad Fiscalizable y el humedal. Por tanto, no es posible descartar que esta actividad requiera ingresar al SEIA, en el marco de esta tipología.

2.4. Conclusiones Generales del Análisis de la Tipología del Proyecto del SMA.

Del análisis realizado por el SMA se concluye lo siguiente.

2.4.1. Extracción de Áridos desde al Cauce del Río Maipo.

Se determina que la explotación de materiales áridos desde el cauce del río Maipo realizadas por el titular en el tramo comprendido entre los kilómetros 2.500 al 7.250, en el periodo de tiempo comprendido entre los años 2009 al 2020, siendo el volumen total extraído de 146.614 (m³), supera el umbral de los 50.000 (m³) establecido en el numeral (i.5.2) del D.S. N° 40/2012 y, por lo tanto, la explotación debe ser sometida a evaluación Ambiental.

2.4.2. Extracción desde Pozos N° 1 y N° 2.

Se determina que el volumen extraído en conjunto desde los pozos N° 1 y N° 2 es de 93.610 (m³), siendo este volumen inferior al límite establecido en el numeral (i.5.1) del D.S. N° 40/2012 y, por lo tanto, ante la eventualidad de que se continúe extrayendo material desde los "Pozos", superando el umbral de los 100.000 (m³) establecidos por la Ley, la explotación deberá ser sometida a la correspondiente evaluación ambiental.

2.4.3. Análisis literales p) y s)

Se determina que considerando que la extracción de áridos en pozos se llevó a cabo de forma posterior a la entrada en vigencia de la Ley 21.202 "Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos", podría encontrarse indicios de que las actividades de

extracción y procesamiento de áridos le sería aplicable la tipología s) de la Ley 19.300, ya que se da cuenta de una interacción entre los componentes bióticos y físicos entre la Unidad Fiscalizable y el humedal. Por tanto, no es posible descartar que esta actividad requiera ingresar al SEIA, en el marco de esta tipología.

3. ANALISIS DEL ESTADO SEDIMENTOLOGICO DEL CAUCE DEL RIO MAIPO SECTOR KM 0.0 AL 8.0 AGUAS ARRIBA DEL PUENTE INGENIERO MARAMBIO.

Mediante el desarrollo del siguiente análisis se establecerán las causales debido a las cuales no aplica vincular las explotaciones desarrolladas en el periodo comprendido entre los años 2009 al 2020 por el titular en el cauce del río Maipo y que bajo las actuales condiciones que presenta el río Maipo en la zona estudiada, resulta imposible realizar la evaluación ambiental del proyecto producto de los cambios registrados de la componente sedimentológica, la cual se manifiesta claramente a partir del mes de junio del año 2023.

3.1. Criterios Aplicados para la Evaluación de los Tramos en Estudio.

En el desarrollo del análisis se tendrán en consideración los siguientes criterios:

- a.- Análisis empírico de cada tramo en función del lugar de emplazamiento, espaciamiento y el efecto sinérgico producto de la interacción entre las áreas de influencia hidráulica en uno cada de los tramos Explotados.
- b.- Análisis empírico de la evolución experimentada por el cauce del río en función de la línea de tiempo que separa los procesos de extracción, con atención en la variabilidad observada en el estado sedimentológico producto de la dinámica del escurrimiento en el transcurso del tiempo. sedimentación.
- c.- Estudio técnico del comportamiento hidráulico del cauce bajo la hipótesis de la ocurrencia de un evento inusual registrado para la zona en análisis.

3.2. Estudio Empírico del Estado de los Tramos Explotados en función a la Ubicación, Emplazamiento y Periodo de Tiempo de Extracción.

En la siguiente figura se muestra el lugar de emplazamiento de cada uno de los tramos explotados que se mencionan en la RE N° 2941.

La caracterización de los tramos y el periodo de tiempo asociado a su extracción es el siguiente:

1.- Tramo Km 2.500 al 2.637,5.

Titular: ARIDOS TAMARENA; Autorización según Oficio DOH 1390/2017; Decreto Alcaldicio 360/2018; Vigencia 6 meses.

2.- Tramo Km 2.600 al 3.100:

Titular: ARIDOS TAMARENA; Autorización según Oficio DOH 1087/2009; Decreto Alcaldicio S/R; Vigencia 36 meses.

3.- Tramo Km 5.600 al 5.850:

Titular: Rodrigo Avilés; Autorización según Oficio DOH 1014/2018; Decreto Alcaldicio 2372/2018; Vigencia 12 meses.

4.- Tramo Km 6.200 al 6.400:

Titular: ARIDOS LA RIBERA SpA; Autorización según Oficio DOH 170/2019; Decreto Alcaldicio 1126/2019; Vigencia 12 meses.

5.- Tramo Km 7.100 al 7.250:

Titular: ARIDOS TAMARENA; Autorización según Oficio DOH 656/2019; Decreto Alcaldicio 3064/2019; Vigencia 12 meses.

6.- Tramo Km 7.700 al 7.900:

Imagen N° 1. Emplazamiento y distancias existentes entre los sectores analizados.



Fuente Google Earth: Imagen febrero 2025

3.2.1. Análisis Empírico por Emplazamiento e Interacción de las Areas de influencia Hidráulica entre los Tramos Explotados.

Si establecemos como variable de comparación el distanciamiento existente entre cada uno de los tramos analizados, donde para tales efectos no se tomarán en consideración las fechas asociadas a las autorizaciones de extracción correspondientes a cada uno de los tramos se tiene lo siguiente.

- a.- El distanciamiento existente entre cada uno de los tramos explotados fluctúa entre 0.0 y 2.500 metros.
- b.- Entre los tramos 1 y 2 se produce un traslape en las areas de explotación sobre una longitud de 37.5 (m).
- c.- La distancia que separa el tramo 2 del 3 es de 2.500 (m).
- d.- Las distancias que separan a los tramos 3, 4, 5 y 6, son de 350 (m); 700 (m) y 450 (m), respectivamente.

En cuanto a los requerimientos técnicos para el desarrollo de proyectos extractivos desde cauces naturales, el Instructivo DOH RM vigente a la fecha de la aprobación técnica de los correspondientes proyectos establece que el dominio del levantamiento topográfico requerido para el análisis de la zona de interés para implementar la explotación del cauce debe extenderse a lo menos 200 metros tanto aguas arriba, como aguas abajo de la zona de explotación proyectada. (Se adjunta en anexos instructivo)

El criterio aplicado para la definición de estas longitudes de cauce se sustenta en la extensión del área de influencia hidráulica que se genera tras la incorporación del proyecto, donde para conocer la extensión de esta zona, se debe realizar la comparación de los resultados proporcionados por las modelaciones hidráulicas correspondientes a la situación actual v/s la situación proyectada. Una vez que se encuentre definido el alcance de la influencia del proyecto en ambos extremos de la zona de interés para la explotación, por defecto se concluye que la explotación no ejerce influencia más allá de las distancias determinadas, tanto aguas arriba como aguas abajo del tramo de cauce que se requiere explotar.

Basado en el análisis de los resultados de numerosos proyectos de explotación de áridos situados entre los 500 y 8.000 metros aguas arriba del puente ingeniero Marambio, realizados por varios autores y los cuales fueron técnicamente validados por la Dirección Regional de Obras Hidráulicas en el periodo comprendido entre los años 2010 al 2020, se observa que la influencia hidráulica que ejercen los proyectos en su entorno, generalmente comprende longitudes que varían entre los 50 y 100 metros, tanto aguas arriba como aguas abajo de la zona de interés en ser explotada.

Lo afirmado anteriormente puede ser verificado por el SMA realizando la correspondiente consulta sobre la materia en la Dirección Regional de Obras Hidráulicas.

Luego, dada esta situación, se estima prudente considerar una cobertura de 300 metros tanto aguas arriba como aguas abajo de los tramos individualizados, para poder establecer con un mayor tango de seguridad la cobertura de la influencia que ejercen entre si las explotaciones asociadas a los distintos tramos evaluados.

Por lo tanto, del análisis realizado en función al distanciamiento existente entre los diferentes tramos explotados se concluye lo siguiente:

1. Los tramos 1 y 2 además de ser continuos manifiestan un traslape de las zonas explotadas y en consecuencia, tanto por distanciamiento entre sí, como por el volumen extraído en conjunto y el cual asciende a un total de **118.902** (m³), claramente supera el umbral de los 50.000 (m³) estipulados en la ley y eventualmente calificaría para ser sometido a evaluación ambiental en función a los criterios aplicados para el desarrollo del presente análisis.
2. Entre los tramos 2 al 3; 3 al 4; 4 al 5 y 5 al 6, el distanciamiento existente entre ellos, donde en todos los casos supera los 300 metros tanto aguas arriba como aguas debajo de la zona de extracción, y de acuerdo con la extensión de la cobertura para el análisis del área de influencia hidráulica ejercida en las correspondientes zonas tras la materialización de los proyectos, se determina no existe ningún tipo de influencia entre cada tramo y por lo tanto, no procede asociar el efecto acumulativo de los volúmenes extraídos para situarlos sobre el umbral de los 50.000 (m³) que establece la Ley.

3.2.2. Análisis Emperico asociado a la línea de Tiempo que separa la Explotación de los Tramos.

En este caso es evaluar la evolución que experimenta el cauce con respecto al transcurso del tiempo.

Este análisis considera el orden cronológico contado a partir de la fecha de la autorización y tiempo por el cual se extiende su vigencia.

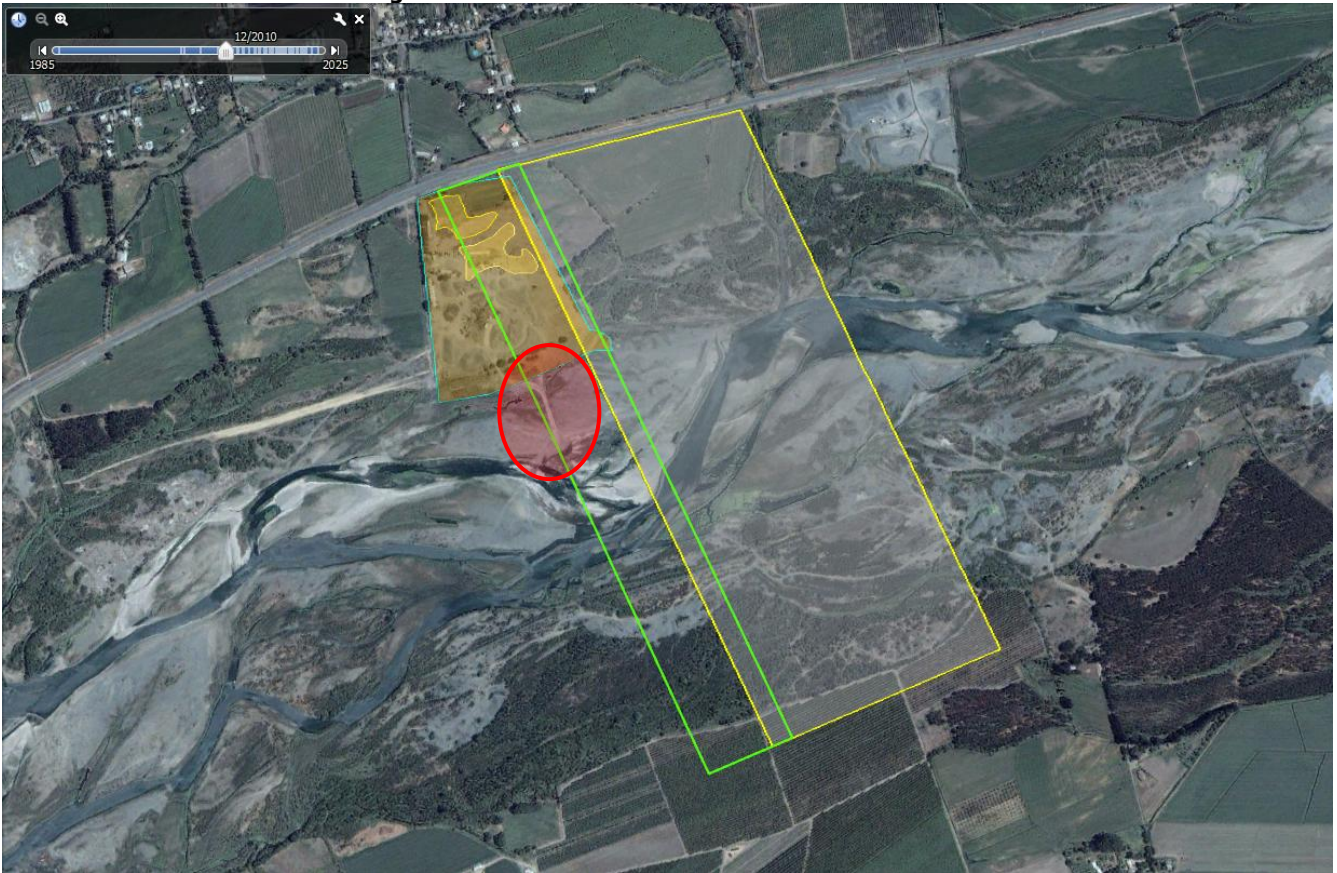
La metodología empleada para la evaluación consiste básicamente en realizar la comparación del estado del cauce en cada tramo utilizando las imágenes satelitales del registro histórico que publica la plataforma Google Earth.

Estos registros fotográficos permitirán visualizar la evolución experimentada por el cauce antes, durante y con posterioridad a la vigencia del correspondiente permiso, además, la comparación se extenderá hasta la representación más actualizada disponible en la plataforma.

3.2.2.1. Tramo 2: Km 2.600 al 3.100

Autorización según Oficio DOH 1087/2009; Sin registro de Decreto Alcaldicio; Vigencia 36 meses.

Imagen N° 2. Estado del Cauce en diciembre del 2010.



Fuente Google Earth: Imagen diciembre 2010

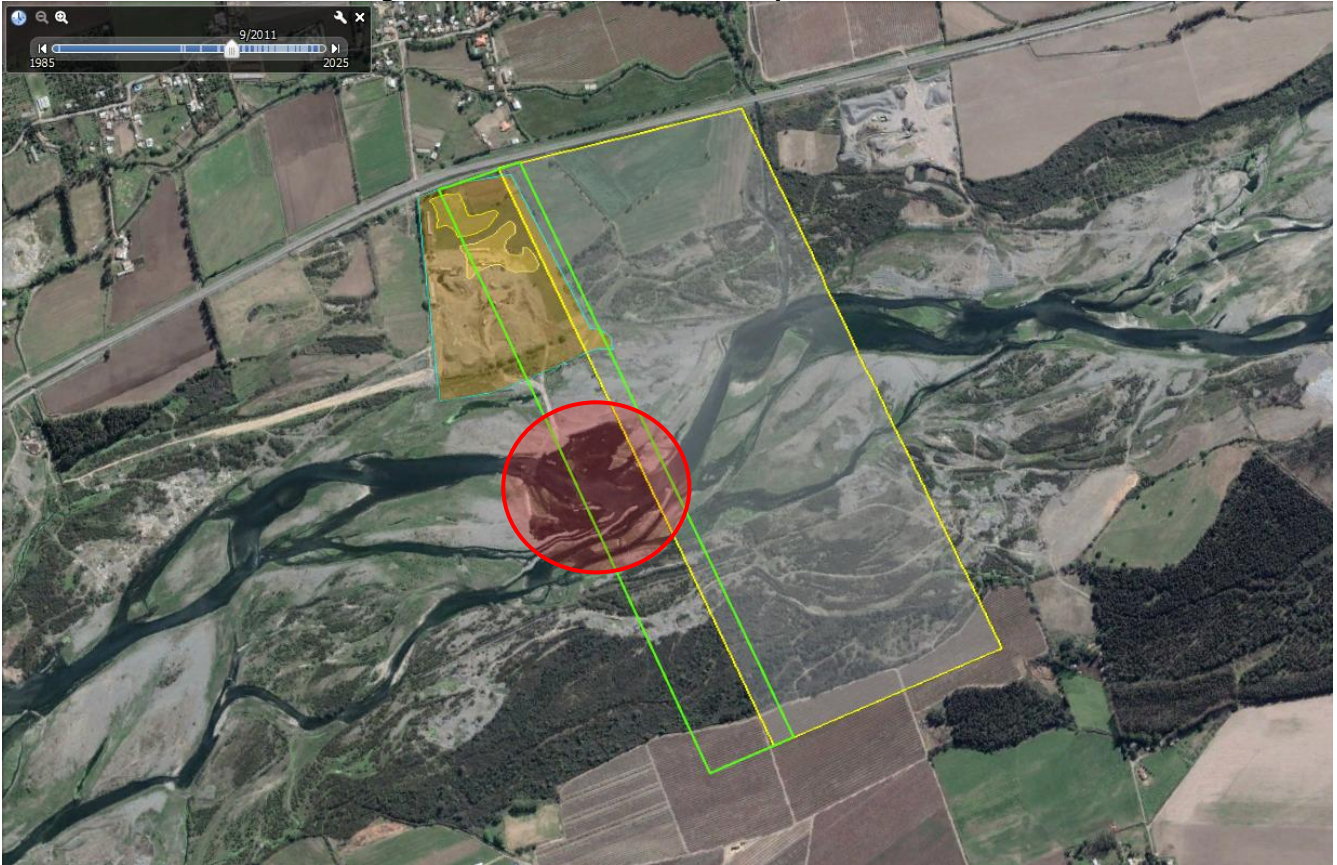
En la imagen, el polígono trazado con contorno en color amarillo corresponde al sector ubicado entre los kilómetros 2.600 al 3.100.

Adicionalmente, el polígono trazado en color verde corresponde al sector ubicado entre los kilómetros 2.500 y 2.637,5 (Oficio DOH 1390/2017)

Del registro fotográfico satelital datado en diciembre del 2010, la única actividad observada corresponde a la elaboración de un camino de acceso que comunica la planta de beneficio con el cauce del río Maipo a la altura del kilómetro 2.500.

Debido a que en el registro fotográfico correspondiente a diciembre del 2010 no se evidencian trabajos de explotación del cauce, se considerará que el plazo autorizado de 36 meses comenzará a correr a partir del mes de enero del 2011 y, en consecuencia, la explotación estará vigente hasta el mes de enero del 2014.

Imagen N° 3. Estado del Cauce en septiembre del 2011.

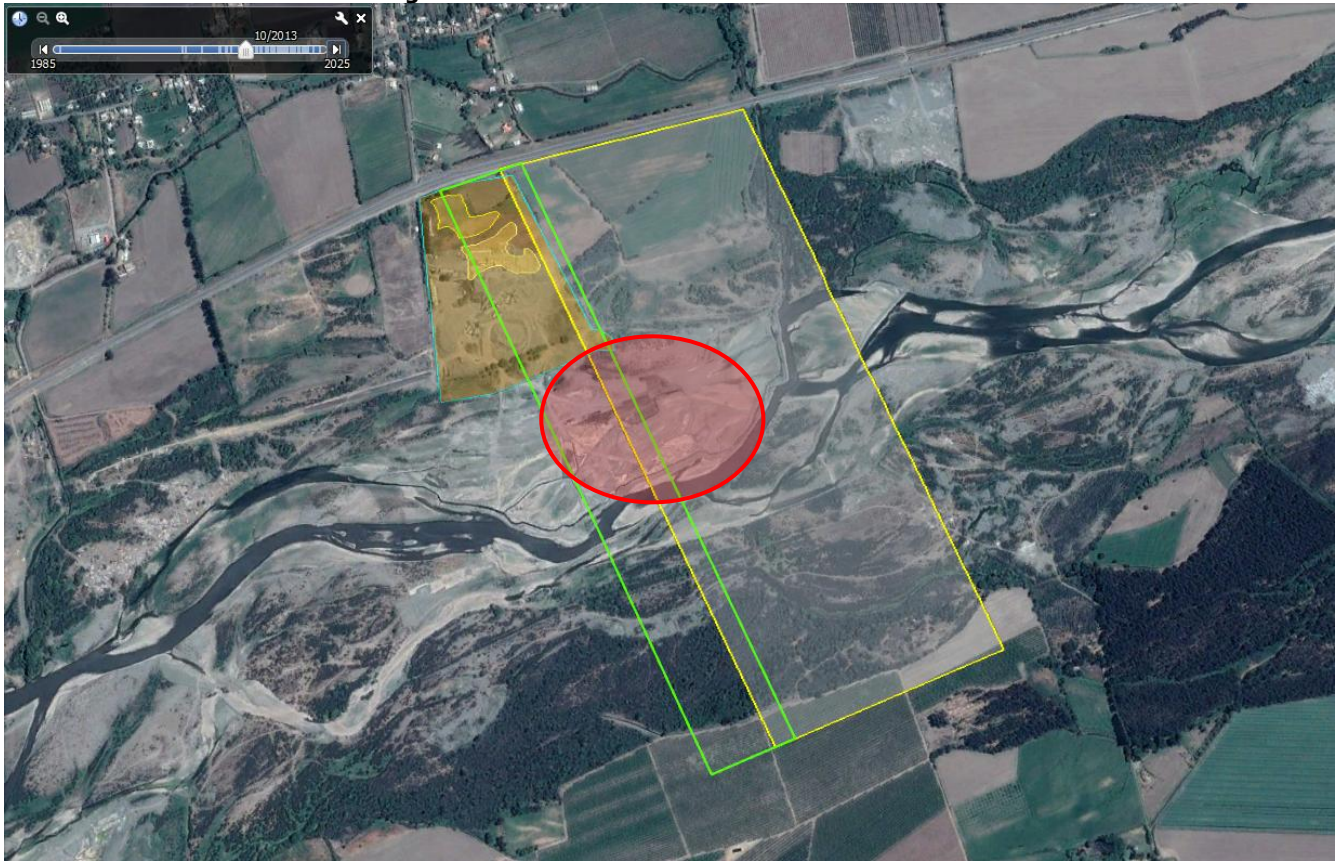


Fuente Google Earth: Imagen septiembre 2011

Del registro fotográfico satelital correspondiente al mes de septiembre del 2011, se puede constatar el desarrollo de la explotación del cauce.

La circunferencia trazada en color rojo muestra la zona explotada a la fecha del registro topográfico.

Imagen N° 4. Estado del Cauce en octubre del 2013.

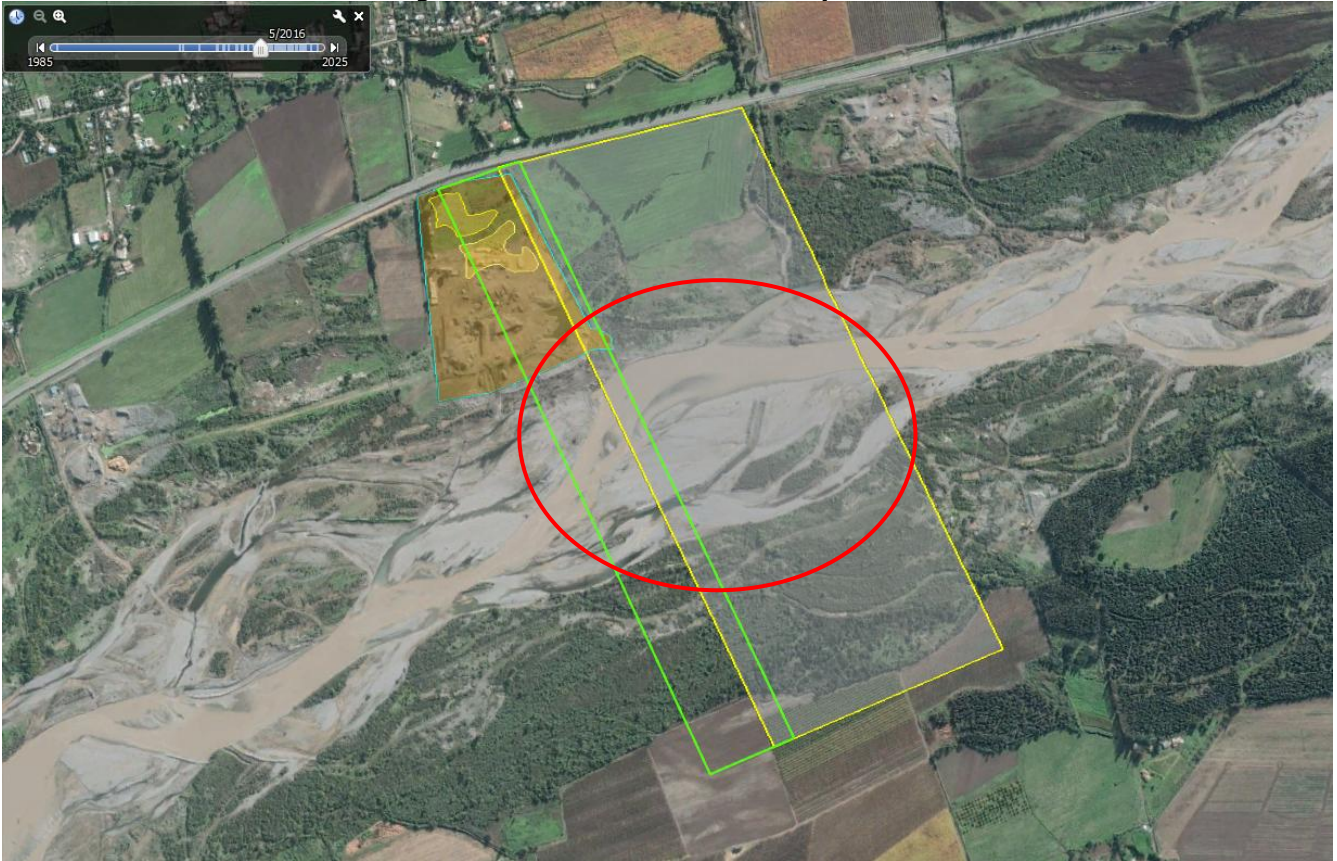


Fuente Google Earth: Imagen octubre 2013

En el registro fotográfico satelital correspondiente al mes de octubre del 2013, se observa un mayor desarrollo en la extensión de los trabajos extractivos en el interior del cauce. En este caso, la elipse trazada en color rojo muestra la expansión de la zona explotada a la fecha del registro topográfico.

De acuerdo con el plazo de vigencia de la autorización para la explotación el cual se extiende por 36 meses, a partir de la fecha de registro de la imagen solamente restarían 2 meses para el termino de los trabajos extractivos en el cauce, donde este plazo se dará por cumplido en el transcurso del mes de enero del 2014.

Imagen N° 5. Estado del Cauce en mayo del 2014.



Fuente Google Earth: Imagen mayo 2014

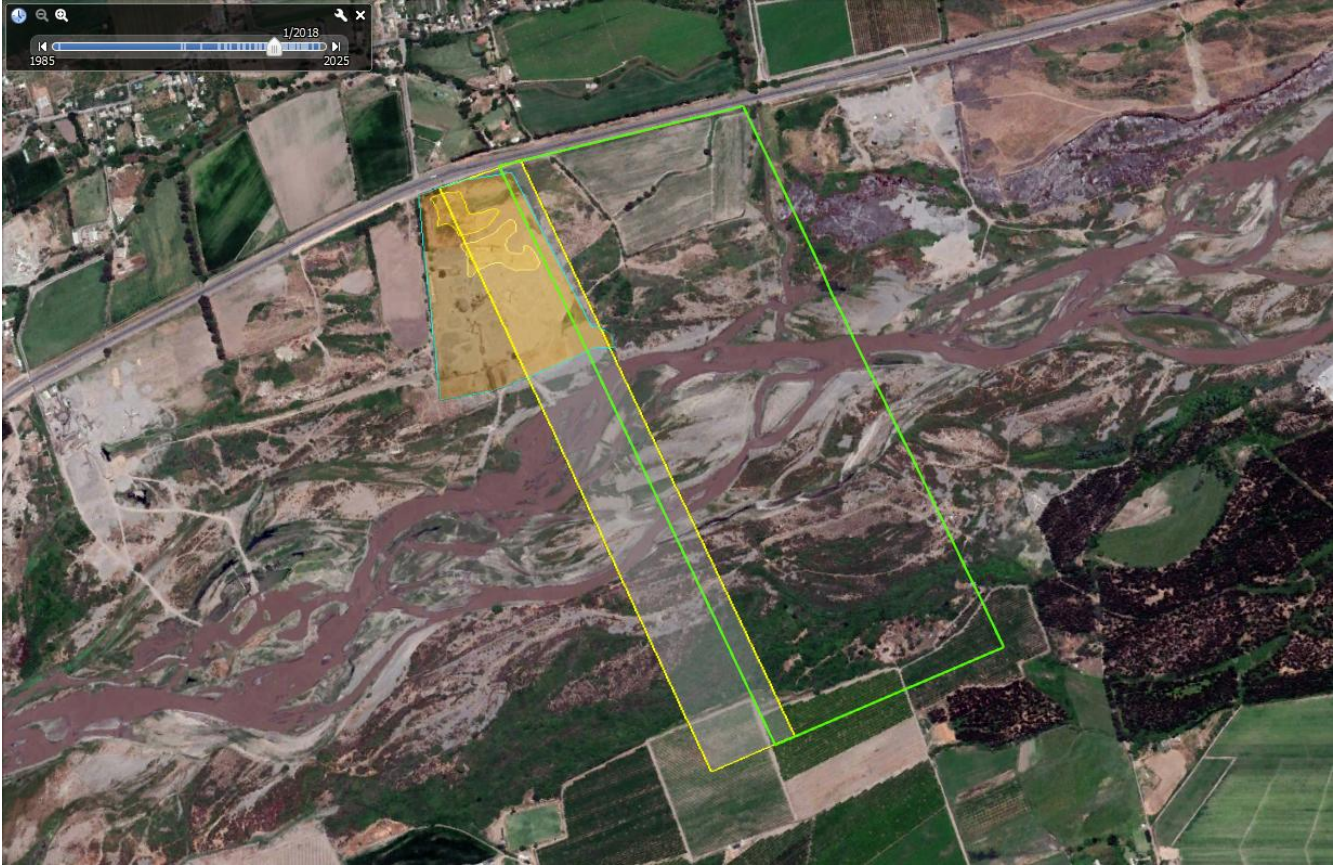
Del registro fotográfico satelital datado en mayo del 2014 se concluye lo siguiente:

- 1.- No existen indicios de actividades extractivas en el cauce del río Maipo en el interior de la zona analizada.
- 2.- Dado a que no existe evidencia de trabajos extractivos a la fecha del registro fotográfico, se ratifica el cumplimiento del plazo autorizado por parte del titular del proyecto.
- 3.- Es muy relevante destacar que la imagen muestra una crecida del caudal que porta el río Maipo, la cual tiene como consecuencia la generación de embancamientos con material de arrastre en el interior del cauce y los cuales recuperaron todas las zonas explotadas en el tramo, borrando todo indicio del proceso de explotación autorizado.

3.2.2.2. Tramo 1: Km 2.500 al 2.637,5.

Autorización según Oficio DOH 1390/2017; Decreto Alcaldicio 360/2018; Vigencia 6 meses.

Imagen N° 6. Estado del Cauce en enero del 2018.



Fuente Google Earth: Imagen enero 2018

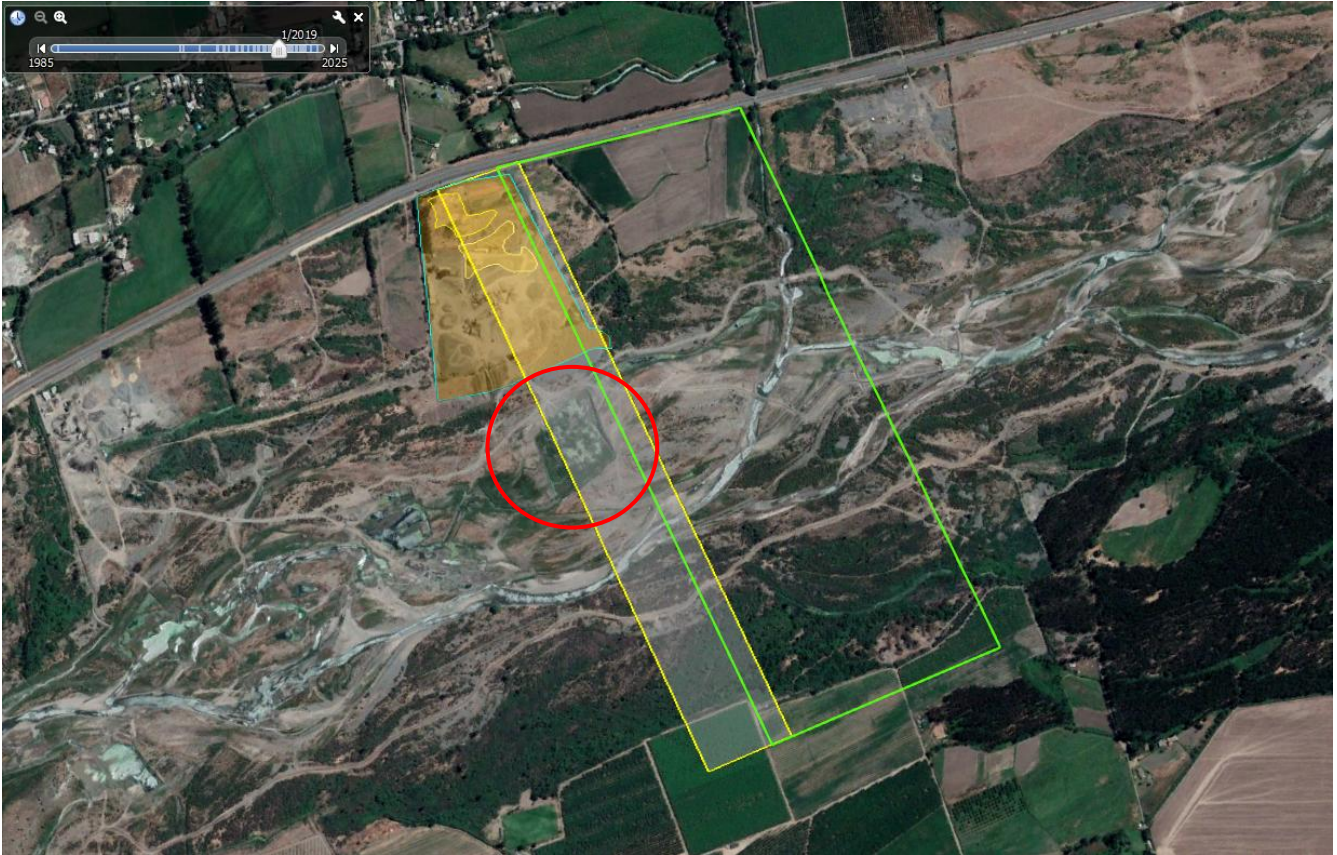
En el registro fotográfico satelital correspondiente al mes de enero del 2018, se observa el cauce en la crecida correspondiente al "peak" del periodo de deshielo.

En tales condiciones resulta ser muy complicado desarrollar actividades extractivas en el interior ya que se pone en riesgo tanto a los equipos involucrados en las operaciones como también al personal que los opera.

Las características que manifiesta el escurrimiento del cauce del rio Maipo producto de la condición de crecida asociada al periodo de deshielo, nos permite estimar que las condiciones apropiadas para el desarrollo seguro de los trabajos extractivos recién se presentaron durante el transcurso del mes de marzo del 2018.

Si consideramos que la autorización para la explotación tiene una vigencia de 6 meses, los trabajos extractivos deberán estar concluidos antes del término del 2018.

Imagen N° 7. Estado del Cauce en enero del 2019.



Fuente Google Earth: Imagen enero 2019

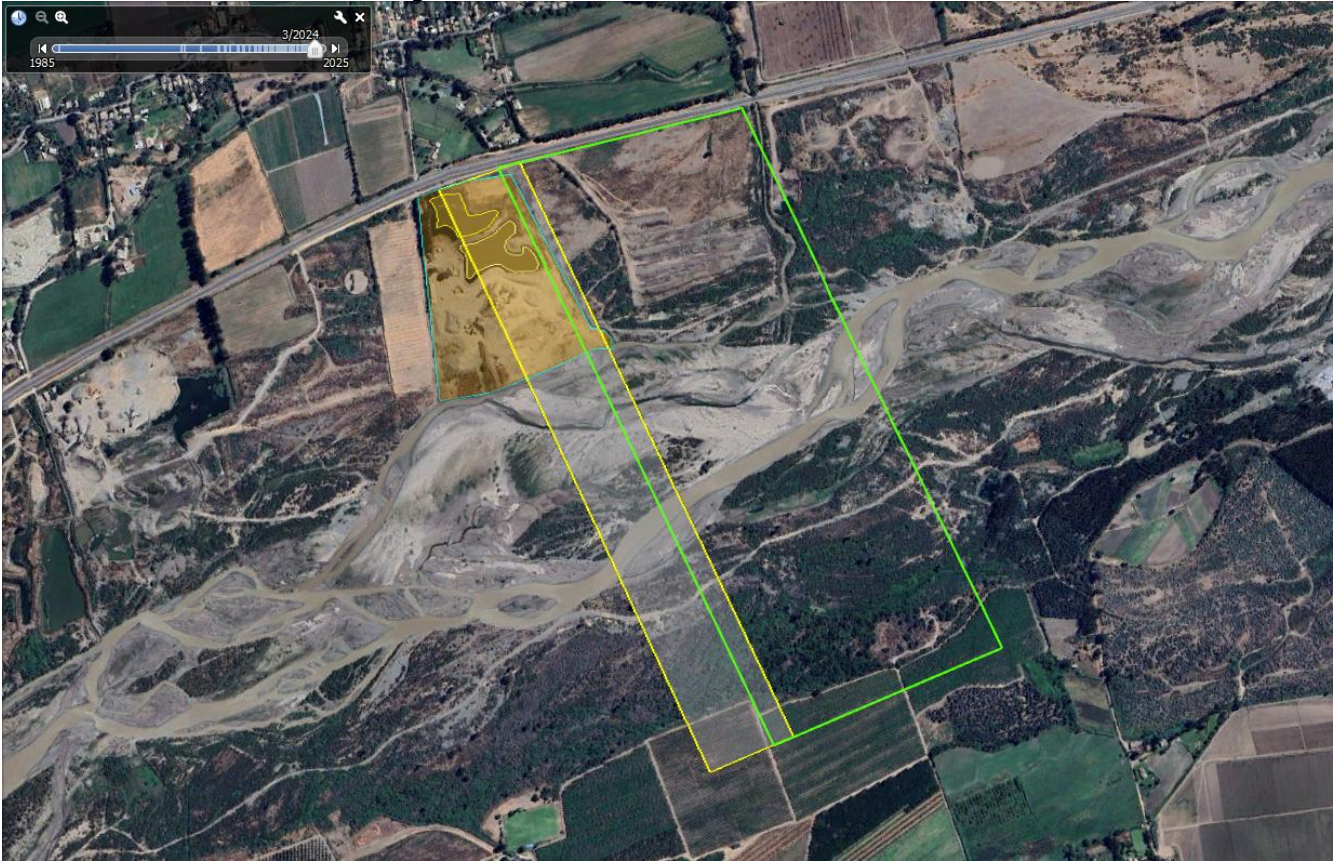
En el registro fotográfico satelital correspondiente al mes de enero del 2019, se muestra en el interior de la zona delimitada por el círculo trazado en color rojo que la explotación del cauce se encuentra completamente ejecutada.

El termino de las operaciones extractivas en el sector analizado, se deduce debido a que en el interior de la excavación se observa el desarrollo de una leve cubierta vegetal.

El tiempo transcurrido entre la fecha de datación de las imágenes 6 y 7 respectivamente es de exactamente un año, evidenciándose que en la imagen 6 no se registran trabajos de explotación en el interior del cauce, la imagen 7 muestra que la extracción se encuentra completamente ejecutada.

A partir de estas observaciones, se puede concluir que el titular del proyecto dio cumplimiento con el plazo de 6 meses autorizado para el desarrollo de la explotación.

Imagen N° 8. Estado del Cauce en marzo del 2024.



Fuente Google Earth: Imagen marzo 2024

Finalmente, se incorpora al análisis la imagen satelital registrada durante el transcurso del mes de marzo del 2024 y en la cual claramente se aprecia que toda la zona se encuentra embancada por el material de arrastre asociado a la dinámica del escurrimiento del cauce.

Como se puede observar en la imagen, toda la zona explotada presenta una completa recuperación, donde los materiales embancados rellenaron completamente las áreas excavadas y de paso, eliminaron todo indicio o rastro de la extracción.

3.2.2.3. Tramo 5: Km 7.100 al 7.250.

Autorización según Oficio DOH 656/2019; Decreto Alcaldicio 3064/2019; Vigencia 12 meses.

En la siguiente secuencia de imágenes satelitales, se muestra la evolución en el transcurso del tiempo del cauce del río Maipo en el tramo comprendido entre los kilómetros 5.0 al 9.5 aguas arriba del puente Ingeniero Marambio.

La línea de tiempo representada por las imágenes se desarrolla entre el mes de enero del 2019 y el mes de marzo del 2024, distribuyéndose de la siguiente manera:

- Imagen N° 9: Estado del cauce en enero del 2019.
- Imagen N° 10: Estado del cauce en octubre del 2020.
- Imagen N° 11: Estado del cauce en febrero del 2022.
- Imagen N° 12: Estado del cauce en marzo del 2024.

Adicionalmente, en cada una de las imágenes se han insertado mediante el trazado con polígonos, la ubicación de los tramos indicados en la RESOLUCION EXENTA N° 2941 del SMA, cuya individualización es la siguiente:

i.- (A): Tramo Km 5.600 al 5.850.

Titular: Rodrigo Avilés; Autorización según Oficio DOH 1014/2018; Decreto Alcaldicio 2372/2018; Vigencia 12 meses.

ii.- (B): Tramo Km 6.200 al 6.400.

Titular: ARIDOS LA RIBERA SpA; Autorización según Oficio DOH 170/2019; Decreto Alcaldicio 1126/2019; Vigencia 12 meses.

iii.- (C): Tramo Km 7.100 al 7.250.

Titular: ARIDOS TAMARENA; Autorización según Oficio DOH 656/2019; Decreto Alcaldicio 3064/2019; Vigencia 12 meses.

iv.- (D): Tramo Km 7.700 al 7.900.

Titular: TRANSPORTES VILLATORIO EIRL; Autorización según Oficio DOH 351/2020; Decreto Alcaldicio 1414/2020; Vigencia 6 meses.

Con respecto a la entrada en vigor de las correspondientes autorizaciones para la extracción de los materiales, estas comienzan a partir del año 2018 y se extienden consecutivamente hasta el año 2020.

En la secuencia de imágenes se observa lo siguiente:

- Enero 2019: Leve desarrollo de la extracción en (A). Tramos (B), (C) y (D) sin movimiento.
- Octubre 2020: Actividad productiva en tramos (A) y (B). Tramos (C) y (D) sin movimiento.
- Febrero 2022: Extracciones concluidas en tramos (A), (B) y (C). Otras extracciones entre tramos (B/C) y (C/D). Tramo (D) sin movimiento.

Posteriormente en la imagen N° 12, correspondiente al mes de marzo del 2024, se observa que todos los tramos analizados incluidos los tramos intermedios explotados, se encuentran completamente recuperados, donde las excavaciones fueron rellenadas con material fluvial originado por el fenómeno denominado "Arrastre de Sedimentos" y que en este caso, su ocurrencia es atribuible a un evento hidrológico extraordinario acontecido durante el transcurso del mes de junio del 2023, el cual será estudiado en detalle en el desarrollo del numeral 3.3 del presente informe.

Imagen N° 9. Estado del Cauce en enero del 2019.

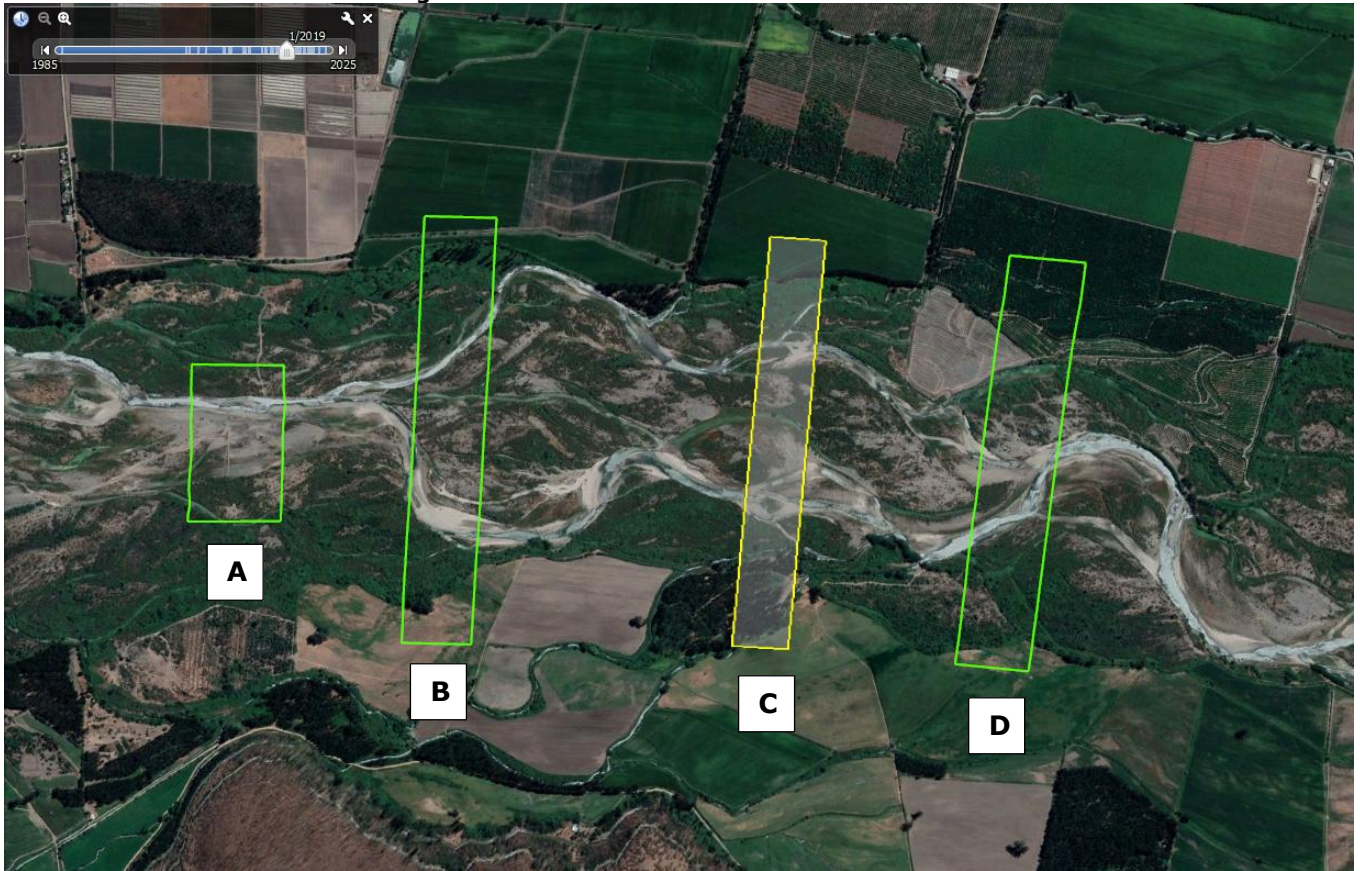


Imagen N° 10. Estado del Cauce en octubre del 2020.

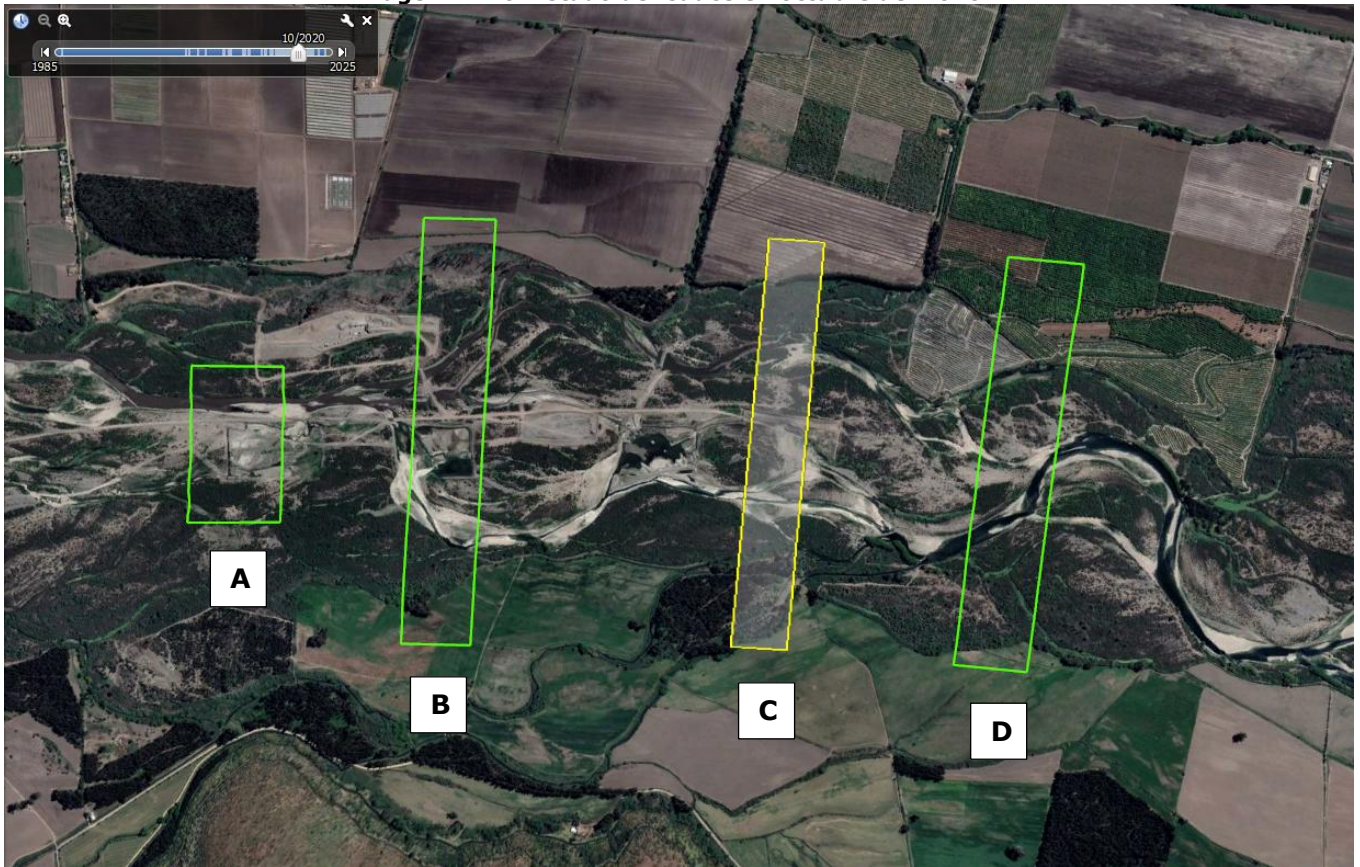


Imagen N° 11. Estado del Cauce en febrero del 2022.

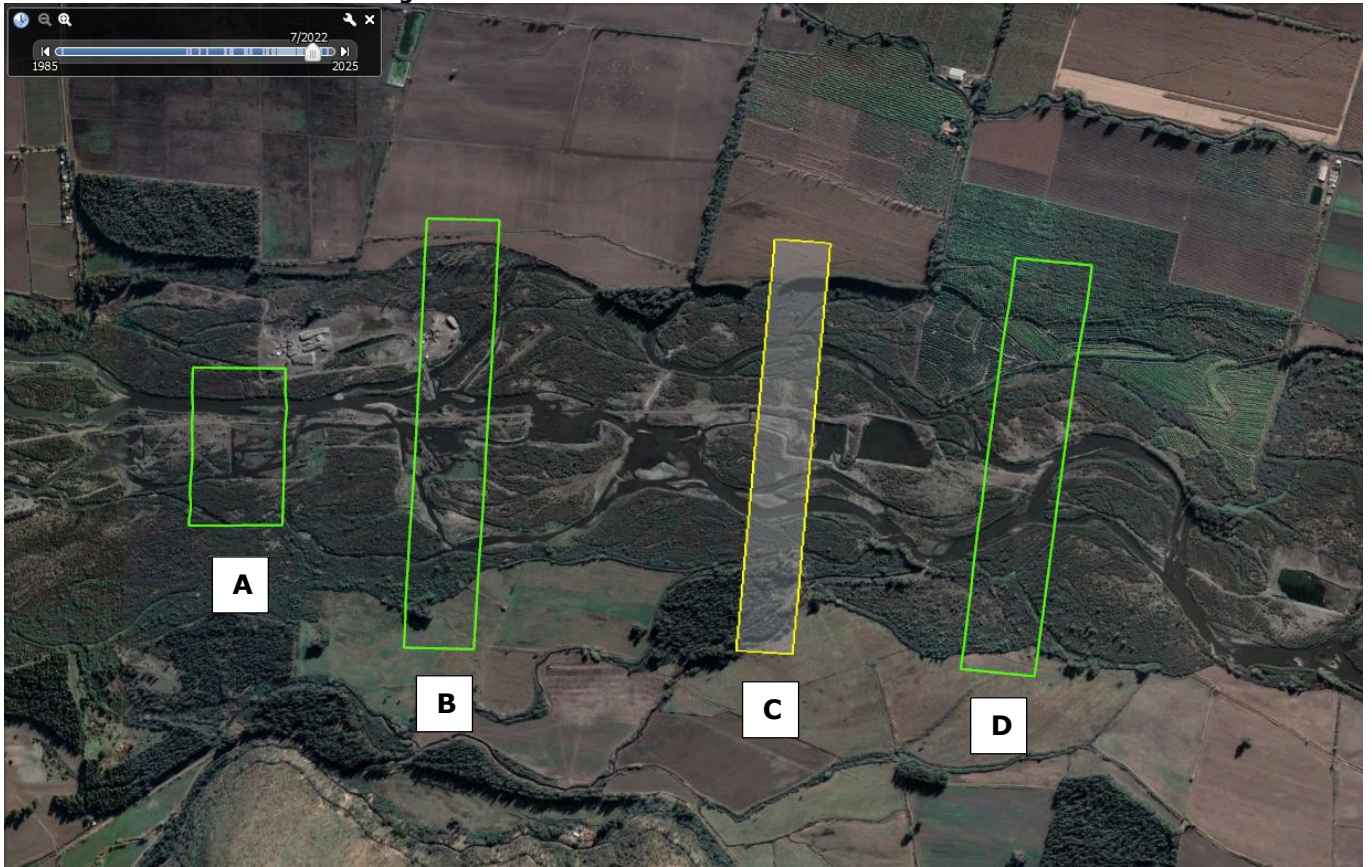
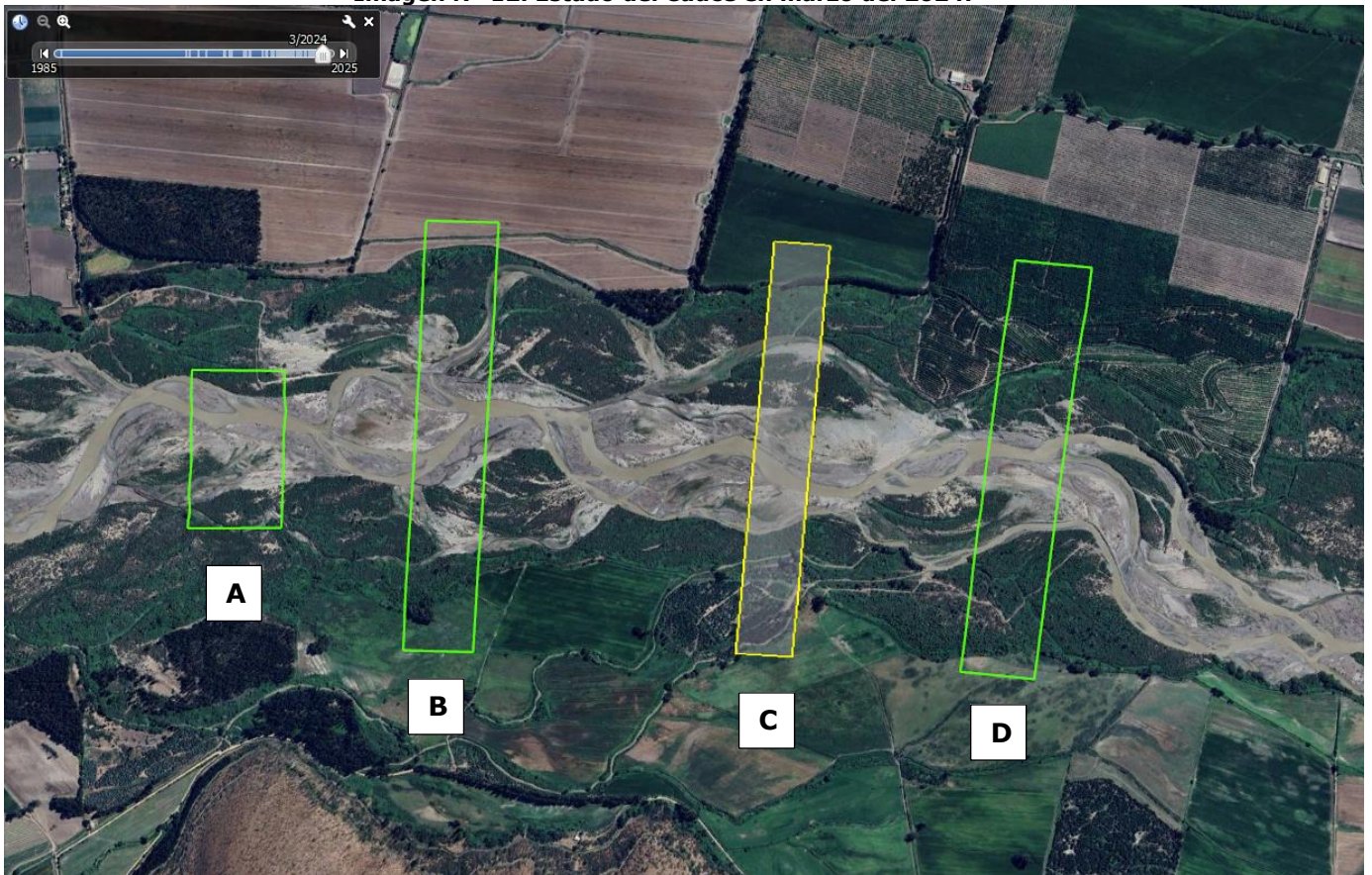


Imagen N° 12. Estado del Cauce en marzo del 2024.



3.3. Análisis Técnico de Mecánica Fluvial del Cauce del Río Maipo, sector Km 0.000 al 3.200 Aguas Arriba Puente Ingeniero Marambio.

A continuación, se procede con la elaboración de un análisis completamente independiente al desarrollado en el numeral 3.2. y el cual consiste en determinar la tasa de reposición de los sedimentos para el tramo comprendido entre los kilómetros 2.500 y 3.100 aguas arriba del puente Ingeniero Marambio mediante la evaluación de los resultados obtenidos de la modelación hidráulica luego de la aplicación de los siguientes métodos.

a.- Modelación Hidráulica método Hec – Ras, versión 6.2.

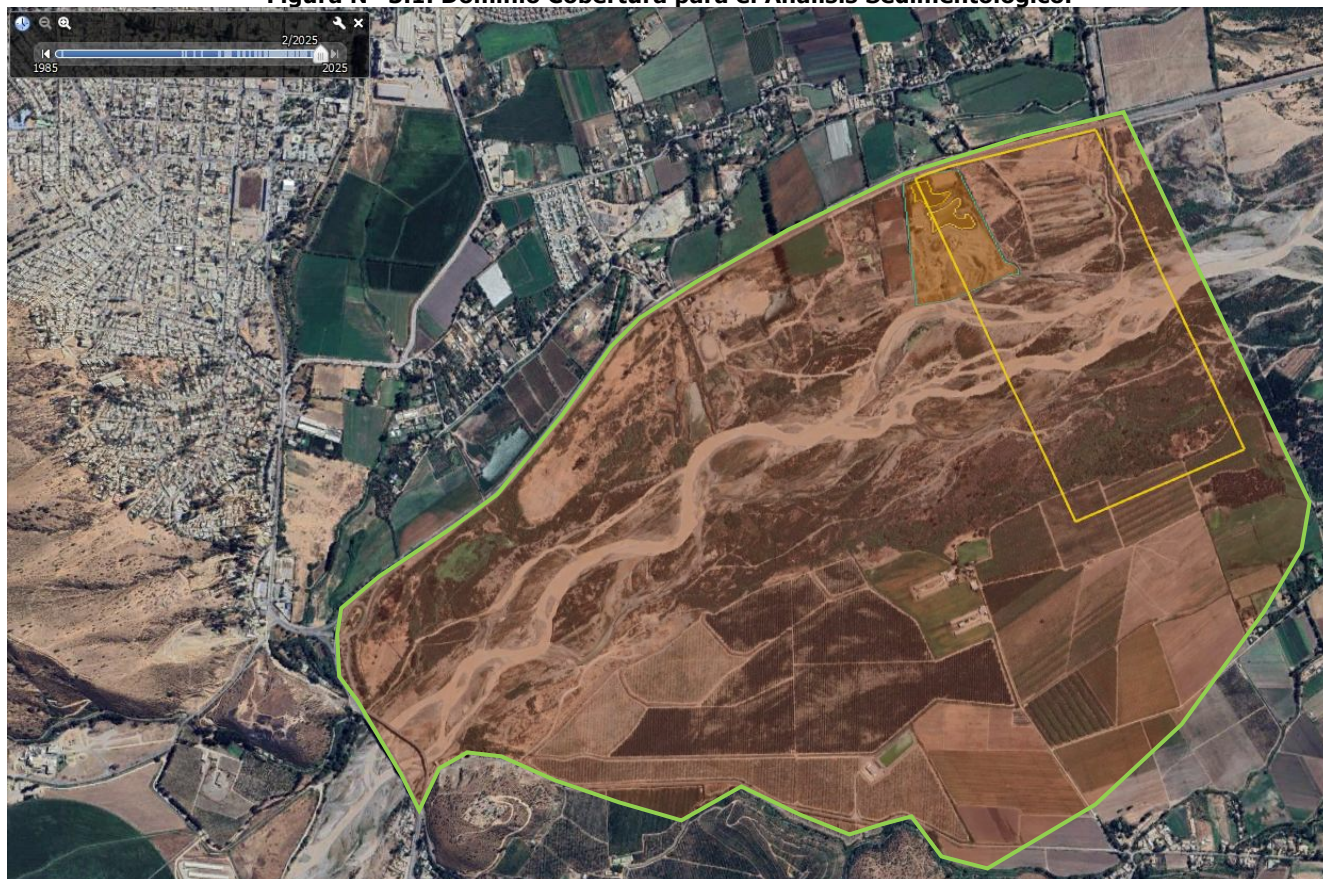
b.- Calculo del Arrastre de Sedimentos método Meyer, Peter Müller.

Para la modelación se empleará como caudal de diseño que se encuentra asociado a los eventos que influyeron directamente y se le atribuye el estado actual que presenta el cauce del río Maipo en la zona analizada.

Específicamente, el principal evento hidrológico que da origen al estado actual del cauce se produce entre los días 23 y 30 del mes de junio del año 2023, según los registros estadísticos para la variable "Caudales Instantáneos Diarios" de la estación fluviométrica "Río Maipo en el Manzano", controlada por la DGA.

En la siguiente imagen, se muestra el dominio del área considerada para el desarrollo del análisis, donde la region delimitada por el polígono trazado en color amarillo, representa el tramo ubicado entre los kilómetros 2.5 al 3.1 aguas arriba del puente Ingeniero Marambio.

Figura N° 3.1. Dominio Cobertura para el Análisis Sedimentológico.



3.3.1. Antecedentes Generales para la Modelación Hidráulica.

Para la modelación hidráulica por el método Hec – Ras versión 6.2 se empleará el modelo de terreno topográfico extraído desde el “**ESTUDIO DE AREAS DE RIESGOS DE INUNDACIÓN Y DETERMINACIÓN DE FAJAS DE RESTRICCIÓN EN RÍO MAIPO, SECTOR FUNDO LA VEGA COMUNA DE MELIPILLA**” de agosto del 2018, realizado por el consultor Ingeniero Civil Juan Lorenzo Almonte y el cual fue aprobado por la Dirección Regional de Obras Hidráulicas durante el transcurso del mismo año.

Es importante señalar que la elección de los antecedentes registrados en mencionado estudio se fundamenta por las siguientes situaciones:

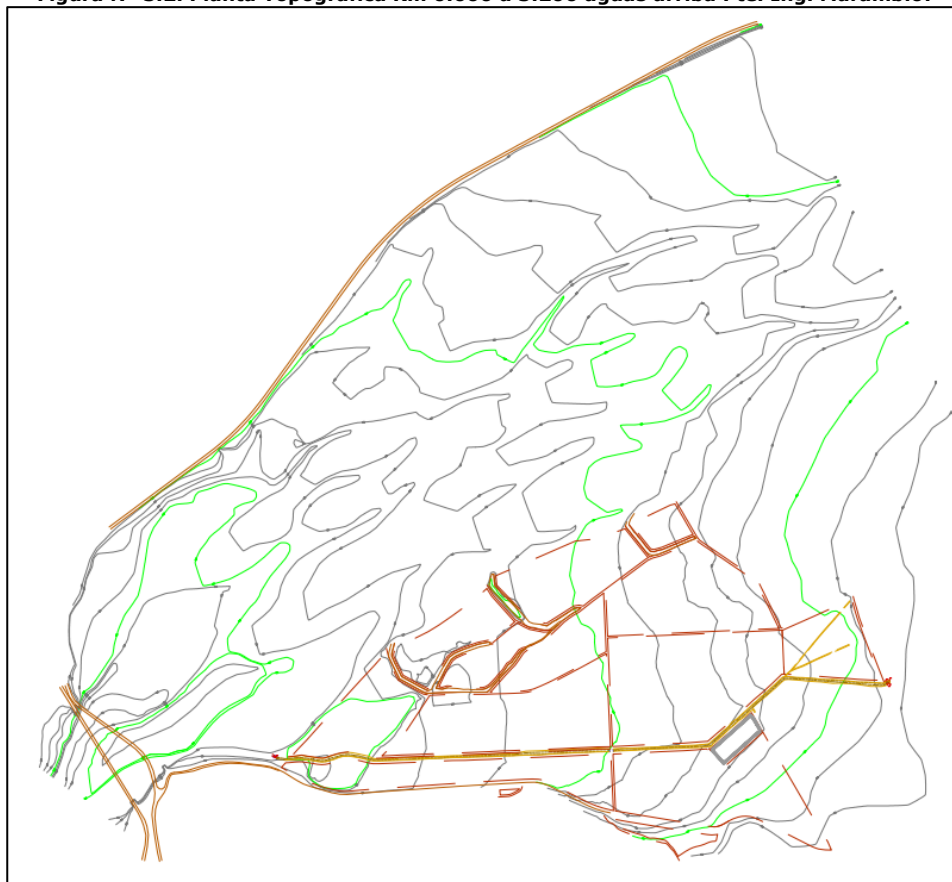
- 1.- El estudio de referencia fue evaluado y aprobado por la DOH RM.
- 2.- La cobertura topográfica del estudio de referencia incluye íntegramente la zona de interés que se encuentra en evaluación y la cual se desarrolla entre los kilómetros 2.5 al 3.1 aguas arriba del puente ingeniero Marambio.
- 3.- El modelo topográfico desarrollado en la elaboración del estudio de referencia representa fielmente la morfología del cauce del río Maipo existente en el año 2018, condición que en la línea de tiempo se sitúa con posterioridad al periodo en el cual se desarrollaron las extracciones de los sectores individualizados como “Tramo 1” y “Tramo 2” en el presente análisis y a la vez, antecede al evento hidrológico que dio origen al estado actual presenta la morfología del cauce del río Maipo.

3.3.1.2. Antecedentes Topográficos.

Los antecedentes topográficos empleados en la elaboración del modelo hidráulico Hec – Ras versión 6.2, están constituidos por 62 perfiles transversales separados entre sí de la siguiente manera:

- Km 0.000 al 0.300: 100 (m); secciones 1 a la 4.
- Km 0.000 al 3.200: 50 (m); secciones 4 a la 62.

Figura N° 3.2. Planta Topográfica Km 0.000 a 3.200 aguas arriba Pte. Ing. Marambio.



3.3.1.3. Antecedentes Granulométricos.

Del estudio "DIAGNOSTICO PLAN MAESTRO RIO MAIPO Y SUS AFLUENTES", desarrollado para la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP por Ayala y Cabrera Ingenieros Consultores Asociados en el año 2009, se extrajeron los antecedentes correspondientes a los diámetros característicos determinados para la muestra individualizada como "Calicata 10", la cual se encuentra ubicada en el río Maipo a la altura del kilómetro 2 aguas arriba del puente Ingeniero Marambio, donde estos datos son representativos de todo el tramo de cauce estudiado en el presente análisis.

Los valores asociados a los distintos diámetros que caracterizan el material fluvial embancado en el sector se muestran en la Tabla N° 3.1, publicada a continuación.

Tabla N° 3.1. Diámetros característicos de lecho del Río Maipo Puente Ingeniero Marambio.

Diámetros	Calicata 10
D90 mm	118
D84 mm	88
D65 mm	51
D50 mm	31
D16 mm	5
Dm	53.4
Dg	20.5

Fuente: Diagnostico Plan Maestro río Maipo y sus Afluentes

3.3.1.4. Caudal de Diseño.

Para la estimación del caudal de diseño que se utilizara en la modelación hidráulica se estudiara el mayor evento que origina y es representativo de las actuales condiciones morfológicas que presenta el cauce en el sector analizado.

Para tales efectos, se recurrirá a los registros estadísticos existentes de la estación fluviométrico controlada por la DGA "Río Maipo en el Manzano", Código BNA: 057 10001 - K, para la variable "Caudal Instantáneo Diario".

En el análisis de la base de datos estadísticos de la estación de referencia y los cuales se encuentran publicados en el sitio web oficial de la DGA, se detectó que los mayores incrementos de las magnitudes de los caudales que porta el río Maipo en los últimos años a partir del 2020, se produjo entre los días 22 y 24 del mes de junio del 2023, donde el valor máximo registrado alcanzo una magnitud de 1037.77 (m³/s) a las 08:00 horas del día 23 de junio de dicho año.

A partir de este evento, se procedió con la elección de los datos que serán empleados en el desarrollo del análisis hidráulico, donde el criterio utilizado para la selección sitúa el inicio del muestreo en aquella magnitud que rompe con la tendencia registrada, se incluye toda la curva de desarrollo tanto ascendente como descendente y se prolonga hasta su completa estabilización dentro del transcurso del mes de junio de 2023, entre los días 22 y 30 respectivamente.

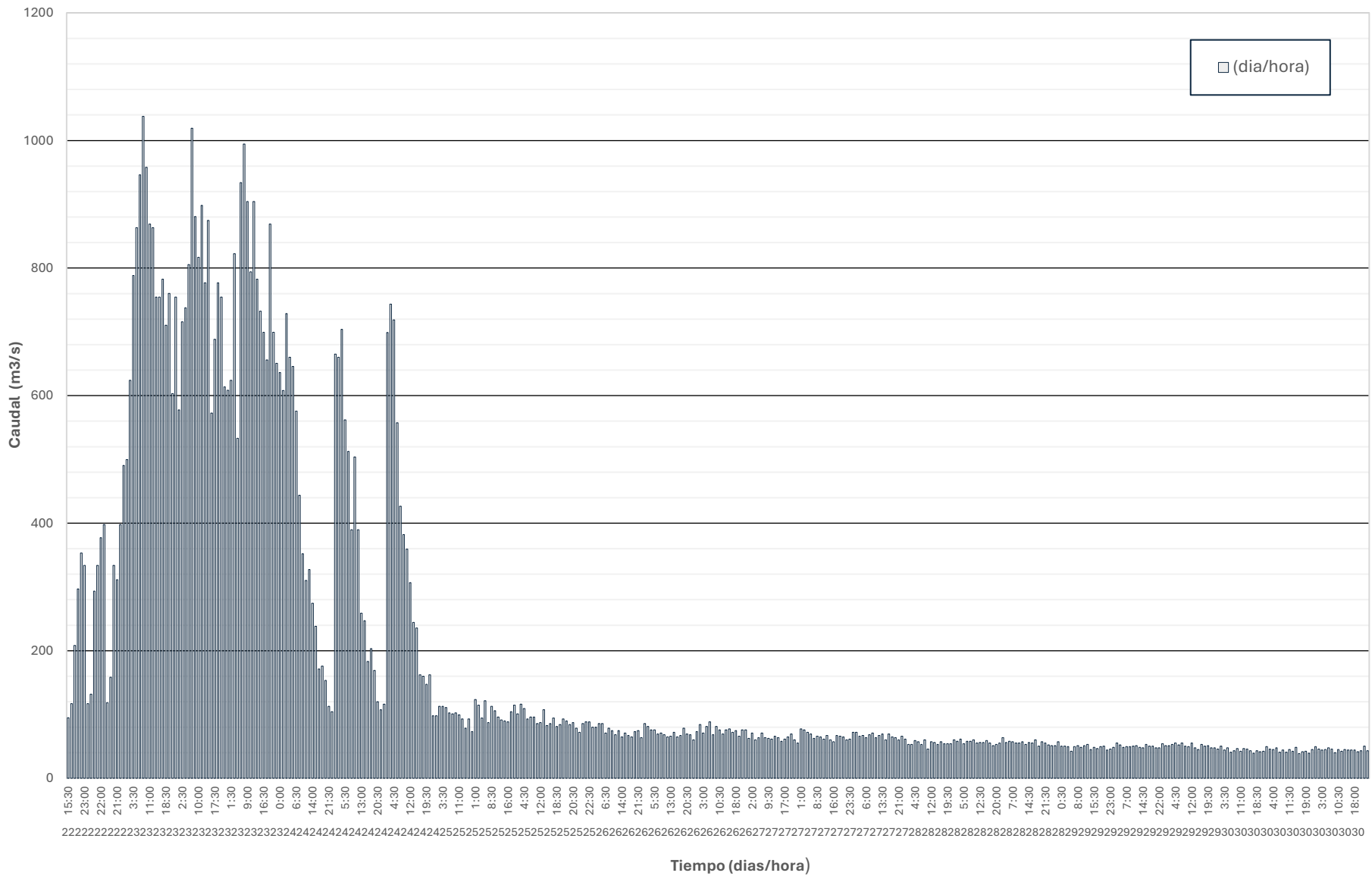
En la tabla N° 3.2, contiene los registros estadísticos extraídos desde las bases de datos de la estación fluviométrica de referencia para la que se requiere estudiar.

Tabla N° 3.2. Caudales Instantáneos Diarios; EF DGA "Río Maipo en el Manzano"; Código BNA: 057 10001 - K.

	DIA	Hr	Q m3/s	n	DIA	Hr	Q m3/s	n	DIA	Hr	Q m3/s	n	DIA	Hr	Q m3/s	n	DIA	Hr	Q m3/s	n	DIA	Hr	Q m3/s	n	DIA	Hr	Q m3/s	n	DIA	Hr	Q m3/s	n	DIA	Hr	Q m3/s	n
1	22	15:30	94.86	51	23	01:30	624.09	101	24	04:30	718.60	151	25	18:30	81.45	201	26	10:30	76.05	251	27	13:30	69.61	301	28	21:30	55.23	351	29	19:30	51.38					
2	22	17:00	116.87	52	23	03:00	822.63	102	24	06:00	557.44	152	25	20:00	84.33	202	26	12:00	69.61	252	27	15:00	60.38	302	28	23:00	52.30	352	29	21:00	47.69					
3	22	18:30	208.44	53	23	04:30	533.18	103	24	07:30	426.78	153	25	21:30	93.20	203	26	13:30	76.05	253	27	16:30	69.61	303	28	22:00	51.38	353	29	22:30	47.69					
4	22	20:00	296.98	54	23	06:00	934.07	104	24	09:00	382.03	154	25	23:00	90.15	204	26	15:00	77.40	254	27	18:00	64.84	304	28	23:30	51.38	354	30	00:30	45.96					
5	22	21:30	353.29	55	23	07:30	994.60	105	24	10:30	359.47	155	25	19:00	84.33	205	26	16:30	72.15	255	27	19:30	63.68	305	28	22:30	57.18	355	30	02:00	50.45					
6	22	23:00	333.95	56	23	09:00	904.29	106	24	12:00	306.70	156	25	20:30	87.20	206	26	18:00	74.69	256	27	21:00	60.38	306	29	00:30	50.45	356	30	03:30	44.22					
7	22	16:00	116.87	57	23	10:30	794.06	107	24	13:30	244.26	157	25	22:00	78.75	207	26	19:30	66.01	257	27	22:30	66.01	307	29	02:00	50.45	357	30	05:00	47.69					
8	22	17:30	131.67	58	23	12:00	904.29	108	24	15:00	235.63	158	25	23:30	72.15	208	26	21:00	76.05	258	28	00:00	61.45	308	29	03:30	49.53	358	30	06:30	40.93					
9	22	19:00	293.36	59	23	13:30	782.73	109	24	16:30	162.32	159	25	19:30	85.76	209	26	22:30	76.05	259	28	01:30	53.27	309	29	05:00	42.55	359	30	08:00	43.36					
10	22	20:30	333.95	60	23	15:00	732.33	110	24	18:00	160.15	160	25	21:00	88.63	210	27	00:30	62.51	260	28	03:00	53.27	310	29	06:30	49.53	360	30	09:30	46.82					
11	22	22:00	377.26	61	23	16:30	699.34	111	24	19:30	147.29	161	25	22:30	88.63	211	27	02:00	70.88	261	28	04:30	59.32	311	29	08:00	51.38	361	30	11:00	42.55					
12	22	23:30	397.84	62	23	18:00	656.05	112	24	21:00	162.32	162	26	00:30	80.10	212	27	03:30	60.38	262	28	06:00	57.18	312	29	09:30	48.61	362	30	12:30	46.82					
13	22	16:30	118.62	63	23	19:30	869.00	113	24	22:30	97.85	163	26	02:00	80.10	213	27	05:00	63.68	263	28	07:30	53.27	313	29	11:00	51.38	363	30	14:00	45.96					
14	22	18:00	158.58	64	23	21:00	699.34	114	25	00:30	97.85	164	26	03:30	85.76	214	27	06:30	70.88	264	28	09:00	60.38	314	29	12:30	53.27	364	30	15:30	43.36					
15	22	19:30	333.95	65	23	22:30	650.67	115	25	02:00	112.78	165	26	05:00	85.76	215	27	08:00	63.68	265	28	10:30	45.96	315	29	14:00	45.09	365	30	17:00	39.30					
16	22	21:00	311.45	66	24	00:00	636.28	116	25	03:30	112.78	166	26	06:30	70.88	216	27	09:30	62.51	266	28	12:00	57.18	316	29	15:30	48.61	366	30	18:30	43.36					
17	22	22:30	397.84	67	24	00:30	608.03	117	25	05:00	111.08	167	26	08:00	78.75	217	27	11:00	61.45	267	28	13:30	56.21	317	29	17:00	46.82	367	30	20:00	41.74					
18	23	00:00	490.44	68	24	02:00	728.47	118	25	06:30	102.68	168	26	09:30	74.69	218	27	12:30	66.01	268	28	15:00	53.27	318	29	18:30	49.53	368	30	21:30	42.55					
19	23	00:30	499.71	69	24	03:30	660.13	119	25	08:00	101.07	169	26	11:00	68.34	219	27	14:00	63.68	269	28	16:30	57.18	319	29	20:00	50.45	369	30	01:00	49.53					
20	23	02:00	624.09	70	24	05:00	645.79	120	25	09:30	102.68	170	26	12:30	74.69	220	27	15:30	58.25	270	28	18:00	54.25	320	29	21:30	44.22	370	30	02:30	45.96					
21	23	03:30	788.36	71	24	06:30	575.69	121	25	11:00	99.46	171	26	14:00	64.84	221	27	17:00	61.45	271	28	19:30	54.25	321	29	23:00	45.96	371	30	04:00	45.09					
22	23	05:00	863.17	72	24	08:00	443.59	122	25	12:30	93.20	172	26	15:30	70.88	222	27	18:30	64.84	272	28	21:00	54.25	322	29	01:00	48.61	372	30	05:30	47.69					
23	23	06:30	946.11	73	24	09:30	352.07	123	25	14:00	78.75	173	26	17:00	67.17	223	27	20:00	69.61	273	28	00:30	60.38	323	29	02:30	55.23	373	30	07:00	40.93					
24	23	08:00	1037.77	74	24	11:00	310.06	124	25	15:30	93.20	174	26	18:30	64.84	224	27	21:30	60.38	274	28	02:00	58.25	324	29	04:00	52.30	374	30	08:30	44.22					
25	23	09:30	958.15	75	24	12:30	327.19	125	25	17:00	73.42	175	26	20:00	73.42	225	27	23:00	55.23	275	28	03:30	61.45	325	29	05:30	48.61	375	30	10:00	40.93					
26	23	11:00	869.00	76	24	14:00	274.36	126	25	01:00	123.62	176	26	21:30	74.69	226	27	01:00	77.40	276	28	05:00	54.25	326	29	07:00	49.53	376	30	11:30	45.09					
27	23	12:30	863.17	77	24	15:30	238.44	127	25	02:30	114.57	177	26	23:00	63.68	227	27	02:30	76.05	277	28	06:30	58.25	327	29	08:30	49.53	377	30	13:00	42.55					
28	23	14:00	754.61	78	24	17:00	171.43	128	25	04:00	94.72	178	26	01:00	85.76	228	27	04:00	72.15	278	28	08:00	58.25	328	29	10:00	50.45	378	30	14:30	48.61					
29	23	15:30	754.61	79	24	18:30	176.09	129	25	05:30	121.73	179	26	02:30	81.45	229	27	05:30	69.61	279	28	09:30	60.38	329	29	11:30	51.38	379	30	16:00	38.55					
30	23	17:00	782.73	80	24	20:00	153.62	130	25	07:00	87.20	180	26	04:00	76.05	230	27	07:00	62.51	280	28	11:00	55.23	330	29	13:00	48.61	380	30	17:30	41.74					
31	23	18:30	710.29	81	24	21:30	112.78	131	25	08:30	112.78	181	26	05:30	76.05	231	27	08:30	66.01	281	28	12:30	56.21	331	29	14:30	47.69	381	30	19:00	42.55					
32	23	20:00	760.18	82	24	23:00	104.29	132	25	10:00	105.98	182	26	07:00	69.61	232	27	10:00	64.84	282	28	14:00	56.21	332	29	16:00	53.27	382	30	20:30	39.30					
33	23	21:30	603.29	83	24	01:00	664.94	133	25	11:30	96.24	183	26	08:30	70.88	233	27	11:30	61.45	283	28	15:30	59.32	333	29	17:30	50.45	383	30	22:00	45.09					
34	23	23:00	754.61	84	24	02:30	660.13	134	25	13:00	91.67	184	26	10:00	68.34	234	27	13:00	67.17	284	28	17:00	55.23	334	29	19:00	50.45	384	30	00:00	49.53					
35	23	01:00	577.73	85	24	04:00	703.78	135	25	14:30	90.15	185	26	11:30	64.84	235	27	14:30	60.38	285	28	18:30	51.38	335	29	20:30	47.69	385	30	01:30	45.96					
36	23	02:30	715.80	86	24	05:30	561.96	136	25	16:00	88.63	186	26	13:00	66.01	236	27	16:00	57.18	286	28	20:00	53.27	336	29	22:00	47.69	386	30	03:00	44.22					
37	23	04:00	737.90	87	24	07:00	512.69	137	25	17:30	104.29	187	26	14:30	72.15	237	27	17:30	67.17	287	28	01:00	55.23	337	29	23:30	54.25	387	30	04:30	45.09					
38	23	05:30	805.46	88	24	08:30	389.66	138	25	00:00	114.57	188	26	16:00	64.84	238	27	19:00	66.01	288	28	02:30	63.68	338	29	00:00	51.38	388	30	06:00	47.69					
39	23	07:00	1019.20	89	24	10:00	503.89	139	25	01:30	101.07	189	26	17:30	67.17	239	27	20:30	64.84	289	28	04:00	56.21	339	29	01:30	51.38	389	30	07:30	45.96					
40	23	08:30	880.72	90	24	11:30	389.66	140	25	03:00	116.36	190	26	19:00	78.75	240	27	22:00	60.38	290	28	05:30</														

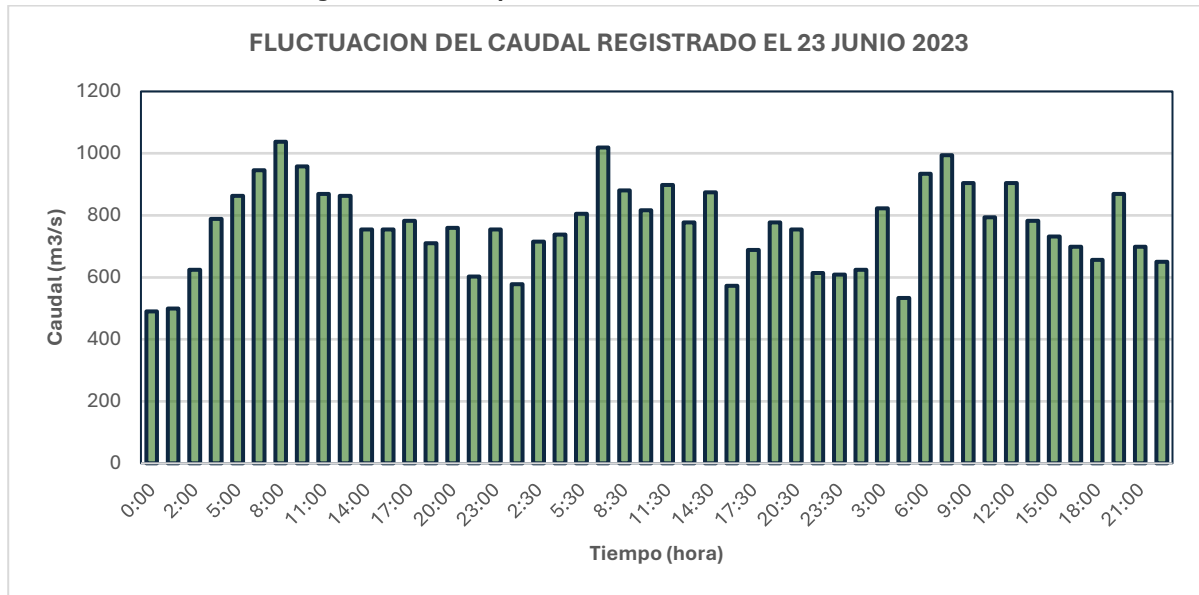
Figura N° 3.3. Curva de Desarrollo de la Crecida en el Periodo de Tiempo Muestreado; EF DGA "Rio Maipo en el Manzano"; Código BNA: 057 10001 - K.

VARIACION DEL CAUDAL EN EL TIEMPO



Para verificar que el incremento de los caudales en el periodo seleccionado no corresponde a un hecho aislado, se procedió a representar de manera grafica el desarrollo del evento durante el "Peak" el cual se produce el día 23 de junio de 2023. Los resultados se muestran a continuación.

Figura N° 3.4. Comportamiento de la Crecida en su "Peak".



En este caso, las magnitudes registradas para los caudales en el transcurso de las 24 horas evaluadas manifestaron las siguientes fluctuaciones extremas:

- Caudal Máximo : 1037.8 (m³/s) a las 08:00 horas.
- Caudal mínimo : 490.4 (m³/s) a las 00:00 horas.
- Caudal Medio : 766.2 (m³/s) en las 24 horas.

Si bien es cierto estas magnitudes son representativas del evento, consideramos que su aplicación en la modelación hidráulica que sustenta nuestro análisis arrojaría valores que eventualmente podrían ser considerados como sobredimensionados y poco representativos de la realidad que se manifiesta actualmente en el cauce del río Maipo.

Es por esta razón, que, para la determinación del caudal de diseño a emplear en la modelación hidráulica, se tomó la opción de utilizar la magnitud asociada a la media aritmética de la base de datos seleccionada y la cual se expone en la Tabla N° 3.2, obteniéndose un valor promedio para el caudal de 193.3 (m³/s).

Este valor promedio, representa el caudal que fue registrado en la estación fluviométrica de referencia y la cual drena una cuenca de 4.968 (Km²).

Teniendo en consideración que nuestro punto de control se encuentra ubicado en el puente Ingeniero Marambio, existe una cuenca intermedia que se desarrolla sobre una superficie de 6.459 (Km²) y, en consecuencia, el área total drenada por la cuenca del río Maipo hasta el punto de control es de 11.427 (Km²). Por lo tanto, para la determinación del caudal de diseño adoptado, es necesario transponer el caudal asociado a la estación fluviométrica de referencia hasta nuestro punto de control en el puente Ingeniero Marambio, mediante la aplicación del factor de transposición que para este caso es de 2.3. Luego, el caudal de diseño adoptado es el siguiente:

- Caudal Medio EF Río Maipo en el Manzano : 193.3 (m³/s).
- Factor de Transposición : 2.3

$$Q_{\text{adoptado}} = 193.3 * 2.3 \text{ (m³/s)}$$

$$\mathbf{Q_{\text{adoptado}} = 444.6 \text{ (m³/s)}}$$

3.3.2. Análisis Hidráulico Método Hec – Ras Versión 6.2.

Para la determinación y cálculo de los ejes hidráulicos en las secciones del cauce de la quebrada analizadas, se utilizó el software "HEC – RAS" en su versión 6.2, este software elaborado por el "U.S, Army Corps Engineers", el cual a través de la consideración de las características topográficas del cauce, tanto naturales como artificiales, la rugosidad del fondo y el emplazamiento de obras de protección y estructuras de riego, atravesos u otra, calcula las alturas de agua para las distintas secciones del cauce, conformando de este modo el eje hidráulico en el tramo analizado.

El programa permite calcular el eje hidráulico para condiciones de flujo gradualmente variado, cuyo procedimiento de cálculo hidráulico, se encuentra basado en la solución de la ecuación unidimensional de la energía, donde las pérdidas de energía son evaluadas mediante coeficientes de contracción y expansión. Para la evaluación de las pérdidas de energía por fricción, se utiliza la ecuación de Manning. La ecuación de balance de energía entre dos secciones es la siguiente:

$$H_2 + \alpha_2 * \frac{V_2}{2g} = H_1 + \alpha_1 * \frac{V_1}{2g} + I_s * L * C \left[\frac{V_2}{2g} * \alpha_1 * \frac{V_1}{2g} \right]$$

Donde:

- Hi : Cota de nivel de aguas de la sección I
- α_i : Coeficiente de Coriolis en la sección i.
- Vi : Velocidad media de la sección i.
- Is : Pendiente del plano de energía entre las secciones 1 y 2.
- L : Longitud del cauce entre las secciones 1 y 2.
- C : Coeficiente de pérdida por contracción o expansión del flujo
- g : Aceleración de gravedad

$$i = \frac{Q^2 n^2}{\Omega^2 R^3}$$

Donde:

- Q : Caudal (m³/s)
- I : Pendiente del plano de energía
- n : Coeficiente de rugosidad
- Ω : Área transversal del flujo (m²/s)
- R : Radio hidráulico del flujo (m)

Para un flujo rápidamente variado se utiliza la ecuación de Momentum, Estas ecuaciones más las condiciones internas y externas, permiten determinar el eje hidráulico del cauce para las actuales condiciones de escurrimiento.

Tabla N° 3.3. Resultados Calculo Eje Hidráulico Q=445 (m3/s).

Sección	Km	Q Total (m3/s)	F. Cauce (m)	C. EH (m)	C. Crítica (m)	C. L. Energía (m)	Pendiente (m/m)	V. Esc. (m/s)	Área (m2)	Ancho Sup. (m)	Nº Froude	Sectorización
1	0	445	146.96	149.56	149.56	150.23	0.01847	3.62	120.00	91.18	1.01	Sector 1
2	100	445	147.18	150.87		150.98	0.00368	1.50	288.69	244.71	0.44	
3	200	445	147.30	151.17		151.24	0.00185	1.20	365.80	285.13	0.32	
4	300	445	147.42	151.36		151.42	0.00168	1.08	400.78	308.83	0.30	
5	350	445	147.52	151.44		151.47	0.00073	0.85	510.43	301.13	0.21	
6	400	445	147.67	151.48		151.50	0.00043	0.66	653.15	373.60	0.16	
7	450	445	147.71	151.50		151.52	0.00033	0.56	770.65	463.65	0.14	
8	500	445	147.88	151.52		151.54	0.00034	0.54	808.92	537.27	0.14	
9	550	445	147.98	151.54		151.55	0.00031	0.52	835.27	548.30	0.13	
10	600	445	148.22	151.56		151.57	0.00017	0.42	1045.61	603.35	0.10	
11	650	445	148.52	151.57		151.57	0.00019	0.42	1035.00	649.90	0.11	
12	700	445	148.61	151.58		151.58	0.00015	0.38	1148.93	711.15	0.09	
13	750	445	148.79	151.58		151.59	0.00019	0.40	1098.12	751.63	0.10	
14	800	445	148.93	151.59		151.60	0.00029	0.45	970.21	745.28	0.13	
15	850	445	149.06	151.61		151.62	0.00033	0.47	927.75	744.44	0.13	
16	900	445	149.20	151.63		151.64	0.00057	0.57	759.66	676.91	0.17	
17	950	445	149.53	151.66		151.68	0.00074	0.64	679.49	626.60	0.20	
18	1000	445	149.70	151.70		151.73	0.00140	0.84	518.86	514.65	0.27	Sector 2
19	1050	445	149.88	151.77		151.82	0.00232	1.02	426.55	460.22	0.34	
20	1100	445	150.20	151.90		151.96	0.00311	1.14	379.38	427.59	0.39	
21	1150	445	150.44	152.06		152.13	0.00355	1.20	362.54	421.24	0.41	
22	1200	445	150.66	152.28		152.38	0.00704	1.43	304.20	454.03	0.56	
23	1250	445	150.79	152.59		152.68	0.00508	1.36	319.48	401.61	0.49	
24	1300	445	150.99	152.83		152.92	0.00463	1.37	316.19	365.62	0.47	
25	1350	445	151.29	153.07		153.15	0.00453	1.26	343.64	442.37	0.46	
26	1400	445	151.47	153.33		153.42	0.00631	1.38	314.14	453.45	0.53	
27	1450	445	151.58	153.63		153.71	0.00522	1.24	349.89	514.91	0.48	
28	1500	445	151.90	153.85		153.91	0.00300	1.05	412.13	511.87	0.37	
29	1550	445	152.29	154.00		154.06	0.00316	1.06	407.81	518.51	0.38	
30	1600	445	152.43	154.18		154.26	0.00480	1.23	352.26	491.65	0.46	
31	1650	445	152.64	154.40		154.45	0.00308	1.05	413.96	527.97	0.38	
32	1700	445	152.76	154.54		154.59	0.00256	0.99	437.44	527.30	0.35	
33	1750	445	152.89	154.68		154.76	0.00386	1.20	361.98	447.29	0.43	Sector 3
34	1800	445	153.19	154.90		155.01	0.00628	1.49	291.77	375.83	0.54	
35	1850	445	153.46	155.17		155.22	0.00294	1.04	416.69	519.00	0.37	
36	1900	445	153.59	155.32		155.38	0.00310	1.10	395.66	473.95	0.38	
37	1950	445	153.78	155.48		155.56	0.00411	1.24	349.06	427.98	0.44	
38	2000	445	153.91	155.67		155.75	0.00335	1.18	366.99	416.44	0.40	
39	2050	445	154.29	155.88		155.99	0.00684	1.47	294.62	410.61	0.56	
40	2100	445	154.49	156.25		156.34	0.00700	1.32	329.50	551.61	0.54	
41	2150	445	154.66	156.48		156.53	0.00234	0.96	453.82	541.48	0.33	
42	2200	445	154.76	156.60		156.66	0.00260	1.10	395.33	414.49	0.36	
43	2250	445	154.93	156.74		156.81	0.00349	1.22	355.41	395.74	0.41	
44	2300	445	155.09	156.91		157.00	0.00382	1.29	337.20	371.65	0.43	
45	2350	445	155.45	157.08		157.14	0.00227	1.08	401.26	387.97	0.34	
46	2400	445	155.66	157.22		157.33	0.00588	1.49	292.01	358.54	0.53	
47	2450	445	155.82	157.52		157.64	0.00624	1.49	291.30	372.44	0.54	
48	2500	445	155.91	157.79		157.89	0.00416	1.40	309.89	320.93	0.46	Sector 4
49	2550	445	156.12	158.02		158.19	0.00785	1.79	242.33	279.21	0.61	
50	2600	445	156.43	158.45		158.57	0.00743	1.56	278.61	379.81	0.58	
51	2650	445	156.62	158.82		158.96	0.00810	1.67	259.62	339.47	0.61	
52	2700	445	156.78	159.13		159.20	0.00287	1.13	385.42	418.87	0.37	
53	2750	445	157.12	159.27		159.33	0.00235	1.05	412.21	426.40	0.34	
54	2800	445	157.52	159.39		159.46	0.00287	1.17	370.28	379.29	0.38	
55	2850	445	157.68	159.55		159.69	0.00640	1.62	268.55	309.62	0.55	
56	2900	445	157.69	159.84		159.95	0.00529	1.47	295.88	342.17	0.50	
57	2950	445	157.84	160.08		160.16	0.00346	1.28	338.73	348.88	0.42	
58	3000	445	158.76	160.26		160.37	0.00461	1.44	302.35	325.68	0.48	
59	3050	445	158.58	160.48		160.58	0.00412	1.41	307.76	313.07	0.45	
60	3100	445	158.64	160.68		160.77	0.00325	1.30	333.91	320.81	0.41	
61	3150	445	158.90	160.85		160.94	0.00356	1.34	323.86	318.48	0.42	
62	3200	445	159.75	161.21	161.21	161.51	0.02385	2.40	180.52	307.89	1.00	

Figura N° 3.3. Perfil Longitudinal Modelación Hec – Ras; Km 0.000 a 3.200 aguas arriba Pte. Ing. Marambio

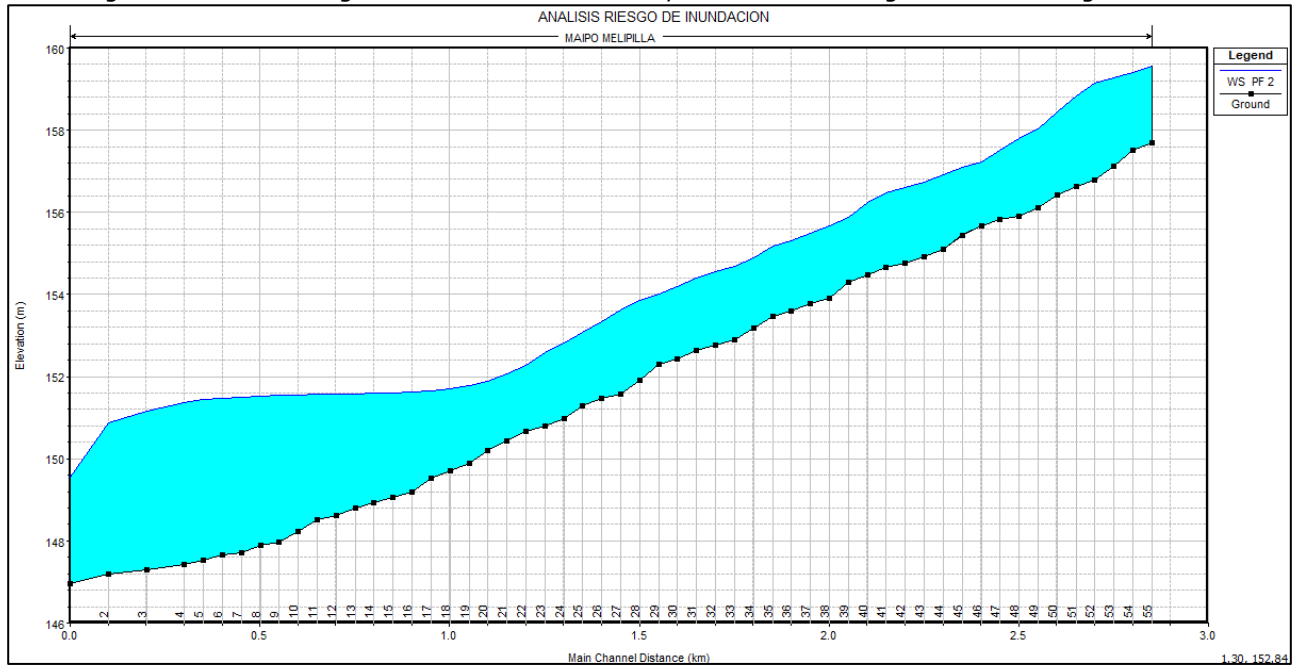
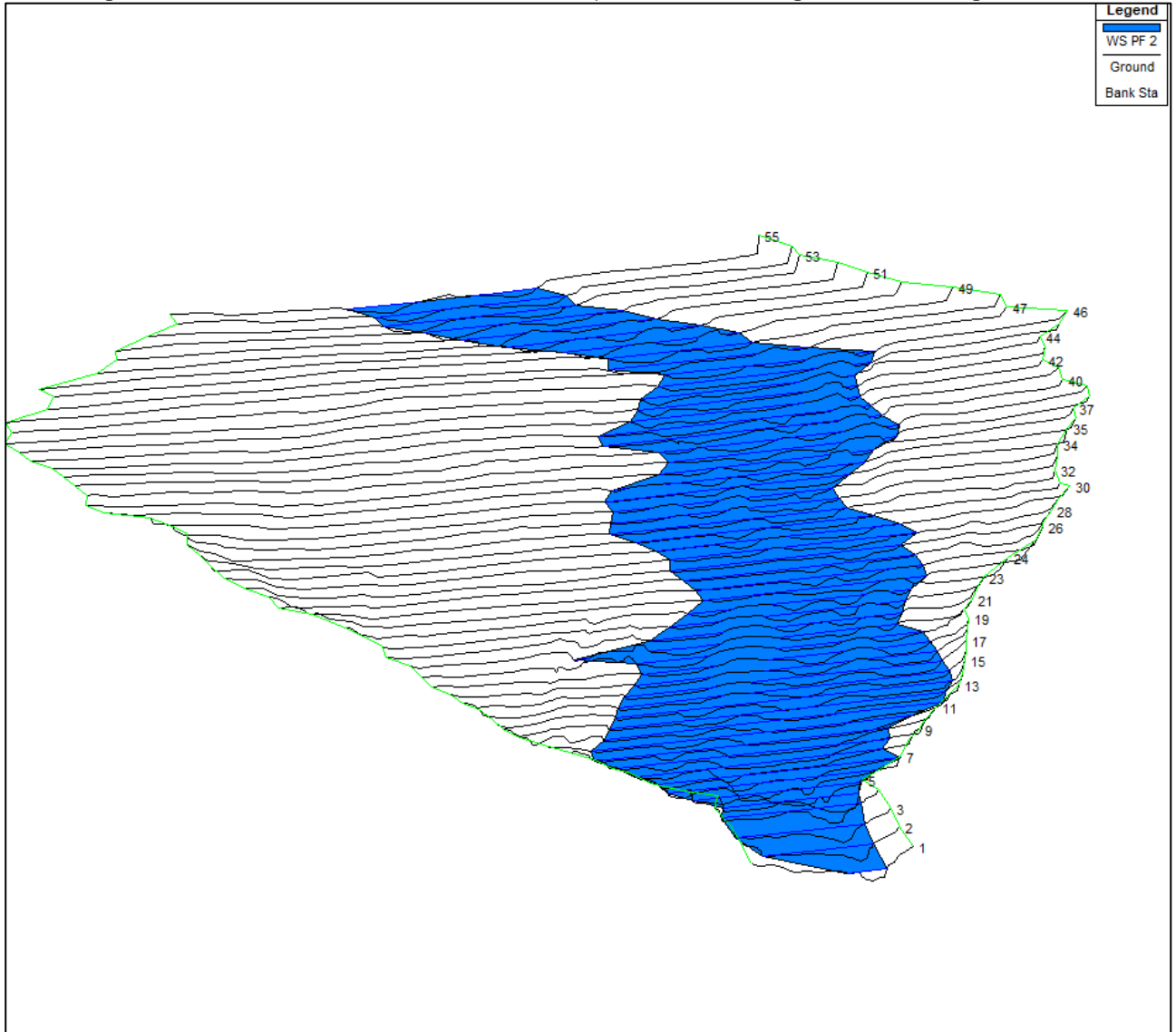


Figura N° 3.4. Vista Isométrica Modelación Hec – Ras; Km 0.000 a 3.200 aguas arriba Pte. Ing. Marambio



3.3.3. Cálculo de Arrastre de Sedimentos y Tasa de Reposición; Método Meller, Peter y Müller.

En este punto, se determinarán las tasas de arrastre y de sedimentación para la sección de escurrimiento del cauce en el sector de estudio.

Para el cálculo, utilizaremos la metodología propuesta por Meyer - Peter y Müller, la cual se representa por medio de la siguiente expresión.

$$\frac{Kl}{Kp}^{\frac{3}{2}} * \gamma_w * J * R = 0.047 * [\gamma_s - \gamma_w] * \delta_m + 0.25 * \frac{\gamma_w}{g}^{\frac{1}{3}} * 1 - \frac{\gamma_w}{\gamma_s}^{\frac{2}{3}} * g s^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

- gs : Gasto sólido unitario expresado en peso seco por unidad de ancho. (Kg/s/m)
- Kl : Inverso del coeficiente de Strickler de rugosidad del lecho.
- Kp : Inverso de la rugosidad de la partícula.
- γ_w : Peso específico del fluido. (Kg/m³)
- γ_s : Peso específico del sedimento. (Kg/m³)
- g : Aceleración de gravedad.
- δ_m : Diámetro medio del sedimento. (m)
- J : Pendiente del eje hidráulico. (m/m)
- R : Radio Hidráulico. (m)

El valor del gasto sólido (gs) se obtiene del despeje algebraico de la ecuación general. Para realizar dicho despeje, se deben tener en consideración las siguientes expresiones.

$$Kl = \frac{1}{n}$$

$$Kp = \frac{26}{[d_{90}]^{\frac{1}{6}}}$$

Donde:

- d_{90} : Diámetro característico al 90 % de la muestra.

Luego, reemplazando los parámetros conocidos en la ecuación general, ésta queda, de la siguiente forma:

$$gs = \frac{A * J * R^{\frac{3}{2}}}{C}$$

Donde:

- Gs : Gasto sólido unitario expresado en peso seco por unidad de ancho. (Kg/s/m)
- A, B, C: Factores producto de los términos conocidos de la expresión general.
- J : Pendiente del eje hidráulico. (m/m)
- R : Radio Hidráulico. (m)

Parámetro "A":

$$A = Y_w \left(\frac{Kl}{Kp} \right)^{\frac{3}{2}}$$

Donde:

- Kl : Inverso del coeficiente de Strickler de rugosidad del lecho.
 Kp : Inverso de la rugosidad de la partícula.
 Y_w : Peso específico del fluido. (Kg/m³)
 Y_s : Peso específico del sedimento. (Kg/m³)

Parámetro "B":

$$B = 0.047(Y_s - Y_w) \delta_m$$

Donde:

- δ_m : Diámetro medio del sedimento. (m)
 Y_w : Peso específico del fluido. (Kg/m³)
 Y_s : Peso específico del sedimento. (Kg/m³)

Parámetro "C":

$$C = 0.25 \left[\left(\frac{Y_w}{g} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \left[1 - \left(\frac{Y_w}{Y_s} \right)^{\frac{2}{3}} \right]$$

Donde:

- Y_w : Peso específico del fluido. (Kg/m³)
 Y_s : Peso específico del sedimento. (Kg/m³)
 g : Aceleración de gravedad. (m/s²)

En nuestro caso, los factores A, B y C, adoptan los siguientes valores:

$$\begin{aligned}
 A &= 966.47 \\
 B &= 2.19 \\
 C &= 0.53
 \end{aligned}$$

Con lo que la ecuación general queda de la forma:

$$g_s = ((966.47 * J * R - 2.19)/(0.53))^{(3/2)}$$

ó

$$g_s = ((1865.98 * J * R - 4.09))^{(3/2)}$$

Para la determinación de la capacidad de arrastre de sedimento se procederá con la aplicación de la ecuación resultante para la zona analizada.

Tabla N° 3.4. Resultados Calculo Arrastre de Sedimentos y Tasas de Reposición. Q=445 (m3/s).

P	Km	n	Area m2	Ancho m	J	R. H.	Kl	Kp	[Kl/Kp]	d[S]	d[P]	dm	A	B	C	gs T/h/m	Gs (T/h)	Gs m3/h	Promedio	Tasa		
1	0	0.045	120.00	91.18	0.0185	1.32	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	265.1	24170.3	9668.1	1.5			
2	100	0.045	288.69	244.71	0.0037	1.18	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	8.0	1963.8	785.5				
3	200	0.045	365.80	285.13	0.0019	1.28	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.2	55.6	22.2				
4	300	0.045	400.78	308.83	0.0017	1.30	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
5	350	0.045	510.43	301.13	0.0007	1.70	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
6	400	0.045	653.15	373.60	0.0004	1.75	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
7	450	0.045	770.65	463.65	0.0003	1.66	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
8	500	0.045	808.92	537.27	0.0003	1.51	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
9	550	0.045	835.27	548.30	0.0003	1.52	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
10	600	0.045	1045.61	603.35	0.0002	1.73	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
11	650	0.045	1035.00	649.90	0.0002	1.59	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
12	700	0.045	1148.93	711.15	0.0002	1.62	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
13	750	0.045	1098.12	751.63	0.0002	1.46	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
14	800	0.045	970.21	745.28	0.0003	1.30	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
15	850	0.045	927.75	744.44	0.0003	1.25	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
16	900	0.045	759.66	676.91	0.0006	1.12	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
17	950	0.045	679.49	626.60	0.0007	1.08	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
18	1000	0.045	518.86	514.65	0.0014	1.01	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
19	1050	0.045	426.55	460.22	0.0023	0.93	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
20	1100	0.045	379.38	427.59	0.0031	0.89	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	1.1	464.2	185.7				
21	1150	0.045	362.54	421.24	0.0036	0.86	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	2.0	859.4	343.8				
22	1200	0.045	304.20	454.03	0.0070	0.67	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	10.2	4639.4	1855.8				
23	1250	0.045	319.48	401.61	0.0051	0.80	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	6.4	2571.5	1028.6				
24	1300	0.045	316.19	365.62	0.0046	0.86	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	6.2	2270.9	908.4				
25	1350	0.045	343.64	442.37	0.0045	0.78	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	3.9	1721.2	688.5				
26	1400	0.045	314.14	453.45	0.0063	0.69	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	8.2	3715.6	1486.3				
27	1450	0.045	349.89	514.91	0.0052	0.68	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	4.0	2067.5	827.0				
28	1500	0.045	412.13	511.87	0.0030	0.81	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.3	136.7	54.7				
29	1550	0.045	407.81	518.51	0.0032	0.79	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.4	208.7	83.5				
30	1600	0.045	352.26	491.65	0.0048	0.72	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	3.5	1742.8	697.1				
31	1650	0.045	413.96	527.97	0.0031	0.78	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.3	140.4	56.2				
32	1700	0.045	437.44	527.30	0.0026	0.83	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
33	1750	0.045	361.98	447.29	0.0039	0.81	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	2.3	1023.4	409.4				
34	1800	0.045	291.77	375.83	0.0063	0.78	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	11.2	4208.0	1683.2				
35	1850	0.045	416.69	519.00	0.0029	0.80	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.2	90.4	36.2				
36	1900	0.045	395.66	473.95	0.0031	0.83	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.6	299.5	119.8				
37	1950	0.045	349.06	427.98	0.0041	0.82	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	3.2	1360.9	544.4				
38	2000	0.045	366.99	416.44	0.0034	0.88	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	1.7	701.9	280.7				
39	2050	0.045	294.62	410.61	0.0068	0.72	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	11.4	4681.1	1872.4				
40	2100	0.045	329.50	551.61	0.0070	0.60	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	7.1	3941.6	1576.6				
41	2150	0.045	453.82	541.48	0.0023	0.84	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.0	0.0	0.0				
42	2200	0.045	395.33	414.49	0.0026	0.95	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.4	162.1	64.8				
43	2250	0.045	355.41	395.74	0.0035	0.90	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	2.3	920.9	368.4				
44	2300	0.045	337.20	371.65	0.0038	0.91	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	3.7	1360.1	544.0				
45	2350	0.045	401.26	387.97	0.0023	1.03	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.2	60.1	24.0				
46	2400	0.045	292.01	358.54	0.0059	0.81	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	10.7	3821.9	1528.7				
47	2450	0.045	291.30	372.44	0.0062	0.78	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	11.2	4182.1	1672.8				
48	2500	0.045	309.89	320.93	0.0042	0.97	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	6.3	2014.6	805.8				
49	2550	0.045	242.33	279.21	0.0079	0.87	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	25.3	7067.0	2826.8				
50	2600	0.045	278.61	379.81	0.0074	0.73	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	15.0	5690.7	2276.3				
51	2650	0.045	259.62	339.47	0.0081	0.76	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	20.4	6926.2	2770.5				
52	2700	0.045	385.42	418.87	0.0029	0.92	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.8	319.7	127.9				
53	2750	0.045	412.21	426.40	0.0024	0.97	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	0.1	23.9	9.6				
54	2800	0.045	370.28	379.29	0.0029	0.98	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	1.2	459.0	183.6				
55	2850	0.045	268.55	309.62	0.0064	0.87	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	15.7	4856.0	1942.4				
56	2900	0.045	295.88	342.17	0.0053	0.86	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	9.4	3204.6	1281.8				
57	2950	0.045	338.73	348.88	0.0035	0.97	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	3.2	1119.8	447.9				
58	3000	0.045	302.35	325.68	0.0046	0.93	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	7.7	2502.0	1000.8				
59	3050	0.045	307.76	313.07	0.0041	0.98	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	6.4	2019.2	807.7				
60	3100	0.045	333.91	320.81	0.0033	1.04	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	3.3	1060.8	424.3				
61	3150	0.045	323.86	318.48	0.0036	1.02	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	4.3	1383.7	553.5				
62	3200	0.045	180.52	307.89	0.0239	0.59	37.04	37.12	1.00	2500	1000	0.03	996.47	2.19	0.53	103.2	31772.0	12708.8				
RESULTADOS ANALISIS DE ARRASTRE DE SEDIMENTOS Y TASA DE RECUPERACION DEL TRAMO																						
Tasa Recuperación S4			389.2	m3/hr			Volumen Extraído S4			118902	(m3)			Tiempo de Reposición			306	horas		13	días	

3.3.3.1. Análisis de Resultados del Arrastre de Sedimentos y la Tasa de Reposición del Cauce.

La metodología de cálculo propuesta por los señores Meller, Peter y Müller, evalúa la capacidad de individual de arrastre de materiales que tiene cada una de las secciones involucradas en análisis para una condición específica. En consecuencia, los resultados obtenidos representan la capacidad real de transporte con que cuenta cada sección bajo las condiciones predeterminadas, es decir, determina que volumen de material pasa por cada una de las secciones controladas.

Por lo tanto, para determinar si en la zona estudiada se produce el embancamiento de materiales producto del tránsito entre secciones consecutivas, el efecto del transporte es neutro o por el contrario, se genera un efecto de degradación del cauce (Socavación), se debe evaluar el comportamiento entre las secciones mediante el desarrollo de un balance de masas y el cual se puede realizar comparando en pares las magnitudes del "Gs" entre secciones consecutivas o bien mediante la definición de tramos homogéneos representativos de toda la zona estudiada, siendo el promedio aritmético del "Gs" obtenido para cada tramo, la magnitud que se debe comparar.

De esta manera, la situación será la siguiente:

1.- Para el análisis de secciones consecutivas se tiene.

Tasa de Reposición (TR):

$$TR = G_s (S_{ni}) - G_s (S_{ni-1}) \text{ (m}^3\text{/hr)}$$

Donde (ni) va desde 2 hasta n.




2.- Para el análisis de tramos consecutivos se tiene.

Tasa de Reposición TR (tramo):

$$TR \text{ (tramo)} = G_{sm} (T_n) - G_{sm} (T_{n-1}) \text{ (m}^3\text{/hr)}$$

Donde (Tn) va desde n hasta n-(n-1).

Concluyéndose que:

Si TR o $TR \text{ (tramo)} > 0$:		Deposito o Reposición de Material en el Cauce
Si TR o $TR \text{ (tramo)} = 0$:		Tránsito de Material por el Cauce
Si TR o $TR \text{ (tramo)} < 0$:		Degradación o Socavación del Cauce

Para el desarrollo de nuestro análisis se consideró subdividir la zona total en estudio en 4 sectores homogéneas, excluyendo de la sectorización las secciones extremas por presentar magnitudes que están fuera de rango.

Por otra parte, el sector 4 corresponde al ubicado entre los kilómetros 2.500 al 3.150 y el cual representa la cobertura total de la zona del explotada por el titular en el periodo de tiempo comprendido entre los años 2010 al 2013 y 2018 al 2019, donde el material total extraído en ambos periodos es de 118.902 (m³).

Luego, de la tabla N° 3.4, el sector 4 muestra una TR = 389.2 (m³/hr) y a partir de la cual se concluye que el material total extraído equivalente a **118.902** (m³), demandando **306** (horas) o **13** (días) para ser completamente recuperado.

Situación que se puede verificar al comparar el estado que presenta el cauce en las Figuras N° 3.6 y N° 3.7, mostradas a continuación.

Tabla N° 3.5. Resumen de Resultados Arrastre de Sedimentos y Tasas de Reposición.

CAPACIDAD DE ARRASTRE Y TASA DE REPOSICION			
TRAMO	KILOMETRO	ARRASTRE MEDIO (m3/hr)	TASA REPOSICION (m3/hr)
TRAMO 1	200-950	1.5	
TRAMO 2	1000-1700	547.7	546.2
TRAMO 3	1750-2450	715.0	167.3
TRAMO 4	2500-3150	1104.2	389.2

Figura N° 3.5. Resultado Grafico Capacidad de Arrastre v/s Reposición del Tramo.

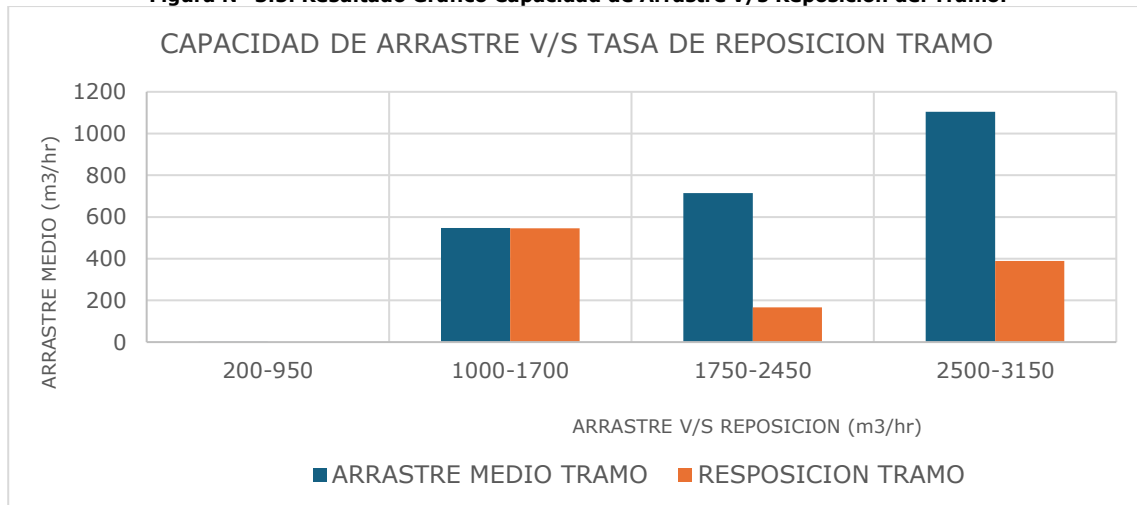
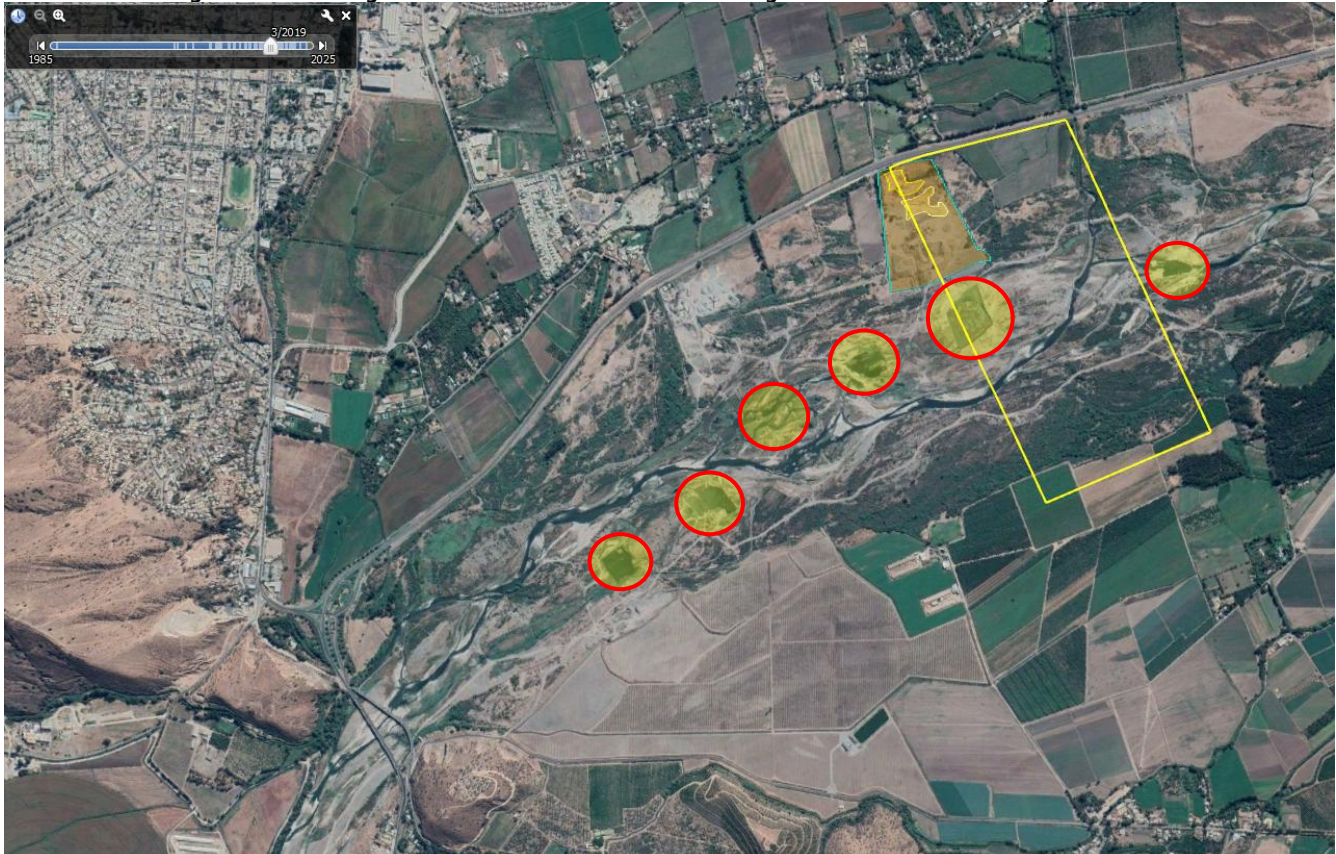
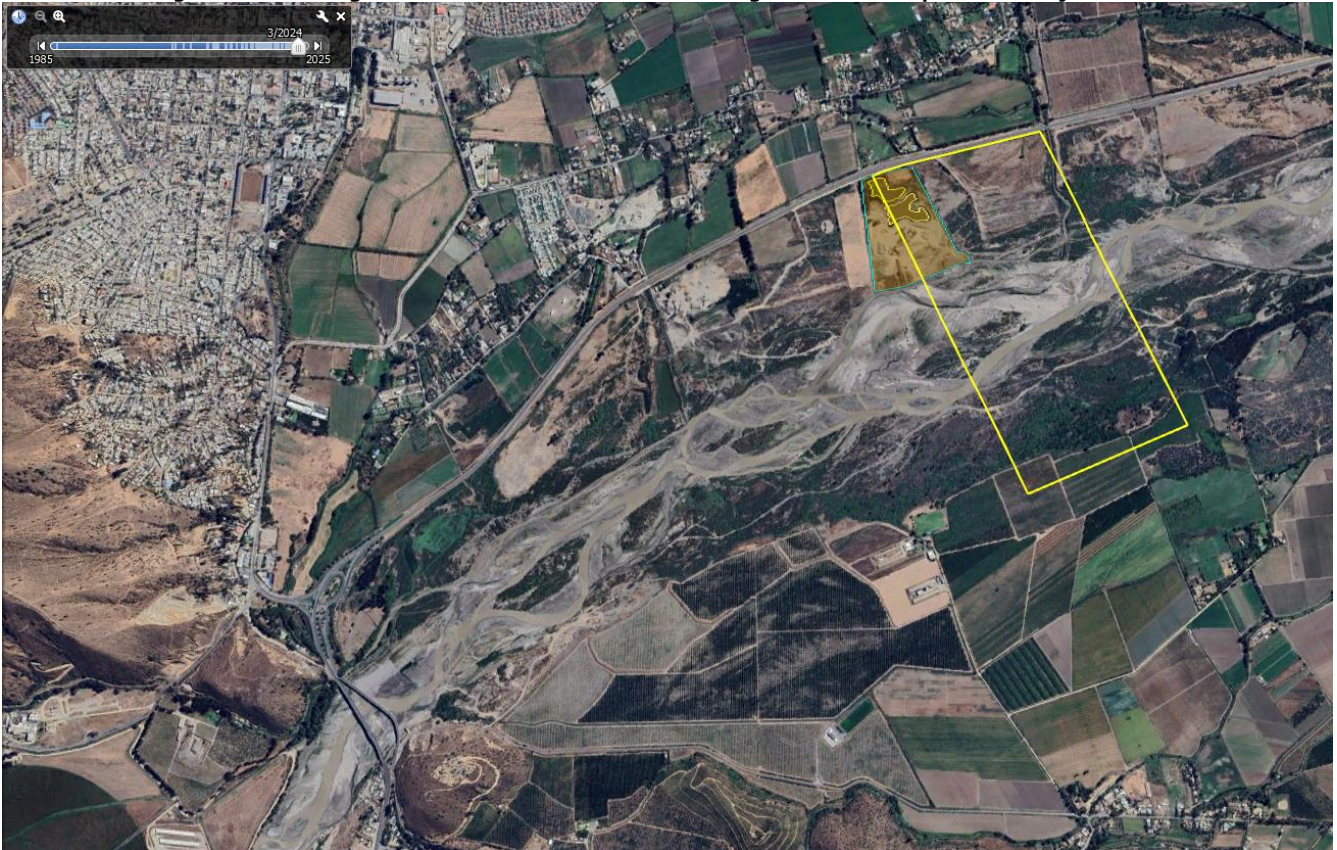


Figura N° 3.6. Imagen Satelital Km 0.0 a 3.2 a. a. Pte. Ing. Marambio antes crecida junio 2023.



Observación: En la imagen las zonas delimitadas por las circunferencias corresponden a excavaciones en desarrollo asociadas a diferentes procesos de explotación de áridos en el cauce del río Maipo en el tramo comprendido entre el Km 1.0 y 3.5 aguas arriba del puente Ingeniero Marambio, quedando constancia de la actividad a la fecha de captura del registro.

Figura N° 3.7. Imagen Satelital Km 0.0 a 3.2 a. a. Pte. Ing. Marambio después crecida junio 2023.



Observación: En la imagen se aprecia que tras la ocurrencia del evento hidrológico evaluado en el desarrollo del numeral 3.3 del presente análisis, el tramo del cauce del río Maipo comprendido entre los kilómetros 0.0 y 3.2 aguas arriba del puente Ingeniero Marambio, se encuentra completamente recuperado tras la ocurrencia del fenómeno analizado. Se puede constatar que, a la fecha de datación de la imagen, no queda ningún rastro ni evidencia de procesos extractivos en el cauce a lo largo de todo el tramo.

3.4. Conclusiones del Análisis sobre el Estado Sedimentológico del Cauce del Río Maipo, sector Km 0.000 al 8.000 Aguas Arriba Puente Ingeniero Marambio.

En el desarrollo del presente estudio en el cual se logró establecer cuál es la situación actual que presenta el cauce del río Maipo en relación a su estado sedimentológico, se emplearon dos metodologías completamente independientes una de la otra, pero el aspecto común que las enlaza se encuentra constituido por el apoyo de los registros fotográficos satelitales históricos que se disponen en la plataforma Google Earth.

Las mencionadas metodologías utilizadas para el desarrollo del análisis, básicamente se basaron en los siguientes planteamientos.

1.- En el numeral 3.2, se desarrolla el estudio empírico en función de los parámetros y características físicas que se encuentran asociadas al lugar de emplazamiento de los sectores explotados, donde mediante la fointerpretación y la comparación de las imágenes utilizadas como apoyo, se estableció la evolución del cauce del río Maipo en el transcurso del tiempo, concluyéndose lo siguiente:

- Cada tramo analizado corresponde a un proceso de extracción independiente, constatándose que cada uno de ellos se encuentra separado, ya sea por el periodo de tiempo transcurrido entre su ejecución o la distancia geográfica existente entre cada sector.
- En todos los sectores analizados, se observan los cambios experimentados por el cauce debido a la dinámica adoptada por el escurrimiento en el transcurso del tiempo. En todos los casos analizados, se observa que una vez concluida la extracción en cada sector, tras un breve espacio de tiempo, el cauce recupera el material rellenando las excavaciones y borrando todo indicio de trabajos extractivos en él.

- Por último, el cauce del río Maipo en todo el tramo analizado y el cual se encuentra comprendido entre los kilómetros 0.0 y 8.0 aguas arriba del puente Ingeniero Marambio, en la actualidad evidencia un estado de total reposición de los sedimentos, sin ningún indicio de actividades extractivas de ninguna naturaleza.

2.- En el numeral 3.3, el análisis de carácter netamente técnico - científico y el cual se desarrolla en función del estudio del comportamiento hidráulico que experimenta el cauce bajo la ocurrencia de un evento específico fijado en el tiempo el cual se evalúa teniendo en consideración la situación morfológica que presentaba el cauce del río Maipo antes de la ocurrencia del evento estudiado.

Luego, tras el desarrollo del estudio se concluye lo siguiente:

- La condición actual que manifiesta el estado sedimentológico del cauce del río Maipo en el tramo analizado, en el cual se observa la proliferación de abundantes zonas embancadas, islas de sedimentos y el nulo indicio de las actividades extractivas realizadas con anterioridad al mes de junio del 2023, claramente se encuentra relacionada con el evento hidrológico analizado en el presente estudio.
- Los resultados del análisis sedimentológico del río Maipo, muestra un aumento exponencial de la capacidad de arrastre del cauce, si se observa el fenómeno realizando el desplazamiento en sentido contrario al escurrimiento de las aguas.
- El evento hidrológico evaluado nos entrega como resultado una tasa de reposición para el tramo comprendido entre los kilómetros 2.500 al 3.150 aguas arriba del puente Ingeniero Marambio de 389.2 (m³/hr).
- El volumen explotado entre los años 2009 y 2019 es de 218.902 (m³), sin considerar que en dicho periodo de tiempo el cauce del río Maipo experimento numerosos eventos hidrológicos que contribuyeron con la reposición de los materiales en el tramo analizado y de acuerdo con la tasa de reposición determinada para el evento hidrológico evaluado, se concluye que el material extraído fue recuperado en un periodo de tiempo de 306 (horas) o 13 (días). Situación que se ratifica observando la evolución del estado del cauce en las imágenes que se muestran en las figuras 3.6 y 3.7, respectivamente.

Por lo tanto, bajo las actuales condiciones que presenta el cauce, los innumerables eventos hidrológicos acontecidos entre el año 2009 y 2020, la imposibilidad de homologar proyectos independientes separados en el tiempo, ubicación geográfica y la imposibilidad de establecer algún parámetro de comparación que permita desarrollar una propuesta técnica de explotación en conformidad al Artículo 159° del D.S. N°40, se determina que lo solicitado por el SMA, resulta imposible de desarrollar.

4. ANALISIS GENERAL DE LA EXPLOTACION DE LOS POZOS N° 1 Y N° 2.

Con relacion a la explotación de los Pozos N°1 y N° 2, ubicados en el interior del predio ROL SII 2005-57, el Informe Técnico de Fiscalización desarrollado por el SMA concluye que, a la fecha de suscripción del mencionado informe, los volúmenes de materia extraídos corresponden a los señalado en la siguiente Tabla.

Tabla N° 3. Dimensiones y volúmenes de extracción de los pozos de áridos ubicados en el predio informado por el titular.

	Pozo de extracción N°1	Pozo de extracción N°2	Total
Ancho	variable	variable	-
Longitud (metros)	variable	variable	-
Superficie de los pozos (m ²)	13.255,1	16.380,1	29.635,6
Cantidad de material extraído (m ³)	37.857	55.753	93.610

Fuente: Reporte Levantamiento Aerofotogramétrico Áridos Tamarena, SMA (Id 20)

La Resolución Exenta N° 2941 del SMA en función a la situación a los resultados del informe técnico de fiscalización, establece que, ante la eventualidad de continuar con la producción de material desde los pozos fiscalizados, en el caso que los volúmenes extraídos superen el umbral de los 100.000 (m³) que establece la ley, el proyecto deberá someterse a la correspondiente evaluación ambiental.

Ante esta situación, el titular ha tomado la decisión de realizar el cierre operacional de los pozos, donde para tales efectos, basado en los siguientes análisis presentara el correspondiente plan de cierre.

4.1. Evaluación de la Explotación de los Pozos N° 1 y N° 2.

En el numeral 1.2, se realiza una breve descripción de los alcances y los requerimientos técnicos mínimos que deben ser considerados para el desarrollo de un proyecto de explotación desde un pozo lastrero o cantera, adquiriendo relevancia la verificación del cumplimiento de los parámetros geométricos para establecer las medidas y actividades que se realizaran con la aplicación del plan de cierre operacional. Para tales efectos, la evaluación de la explotación de los pozos es la siguiente.

4.1.1. Estado Actual de los Pozos N° 1 y N° 2.

En la siguiente figura se muestra la planta topográfica que representa el estado actual de la explotación de los pozos. El trazado con línea segmentada corresponde al eje de perfil longitudinal que muestra la geometría adoptada por el terreno luego de la explotación.

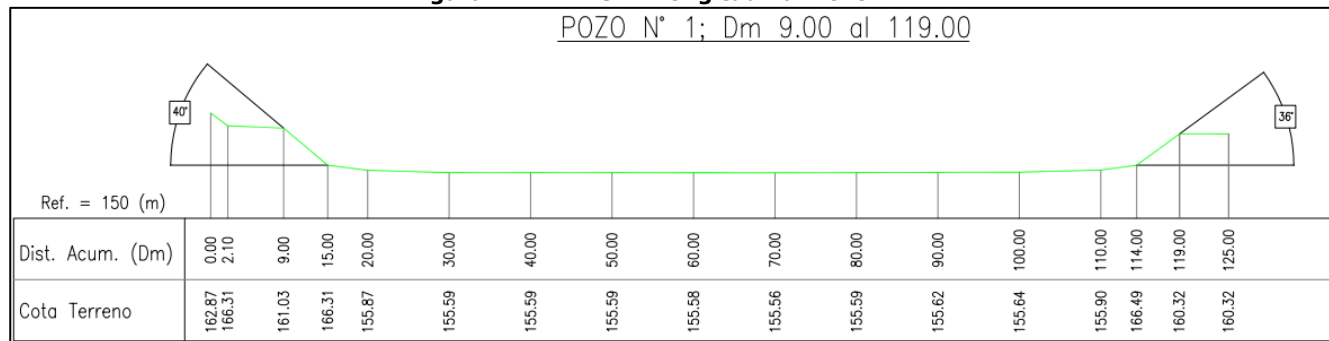
Figura N° 4.1. Imagen Satelital con Curvas de Nivel Pozos N° 1 y N° 2.



Posteriormente, en las figuras 4.2 y 4.3 respectivamente, representan la línea de tierra adoptada por las excavaciones de los pozos.

Para el análisis del estado actual de los pozos, se evaluarán los principales parámetros geométricos de diseño de acuerdo con lo indicado en el numeral 1.2.

Figura N° 4.2. Perfil Longitudinal Pozo N° 1.



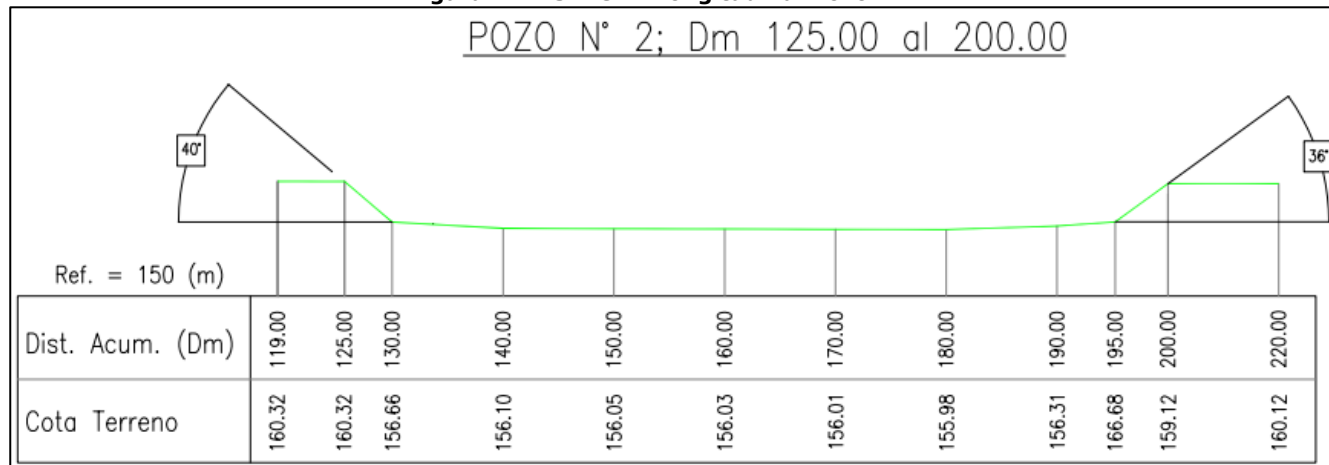
Pozo N° 1.

Las características geométricas de la explotación son las siguientes:

- La explotación se desarrolló mediante Banqueo.
- La explotación evidencia el desarrollo de un solo Banco.
- La altura del media del Banco es de 5.2 (m).
- El ángulo de Talud del Banco y Final del Banco en ambos extremos es inferior a 45°.

Del análisis de los parámetros geométricos básicos para el diseño de la explotación del pozo, se concluye que todos los elementos evaluados se encuentran dentro de las tolerancias teóricas que deben ser consideradas en el diseño.

Figura N° 4.3. Perfil Longitudinal Pozo N° 2.



Pozo N° 2.

Las características geométricas de la explotación son las siguientes:

- La explotación se desarrolló mediante Banqueo.
- La explotación evidencia el desarrollo de un solo Banco.
- La altura del media del Banco es de 6.4 (m).
- El ángulo de Talud del Banco y Final del Banco en ambos extremos es inferior a 45°.

Del análisis de los parámetros geométricos básicos para el diseño de la explotación del pozo, se concluye que todos los elementos evaluados se encuentran dentro de las tolerancias teóricas que deben ser consideradas en el diseño.

Por lo tanto, del análisis de los parámetros geométricos evaluados en ambos pozos, se concluye que su estado actual se encuentra completamente dentro de norma.

4.1.2. Cuantificación de la Explotación en los Pozos N° 1 y N° 2.

En el siguiente análisis se determinarán los volúmenes totales de corte correspondientes a los pozos explotados, donde adicionalmente se incluirá en el resultado de la cuantificación el volumen extraído que se encuentra asociado a la excavación de la zanja lateral utilizada para el drenaje de las aguas subterráneas que afloran a partir de la cota 157.50 (m) en ambos pozos.

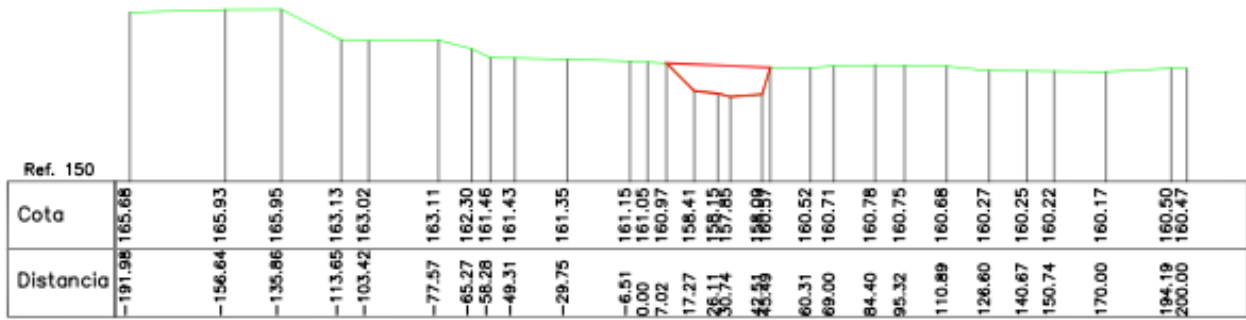
El cálculo de los volúmenes se realiza a partir de la serie de perfiles transversales que se muestran entre las figuras 4.4 a la 4.9. y los resultados obtenidos se entregan en la siguiente tabla.

Tabla N° 4.1. Cubicaciones Totales Explotación.

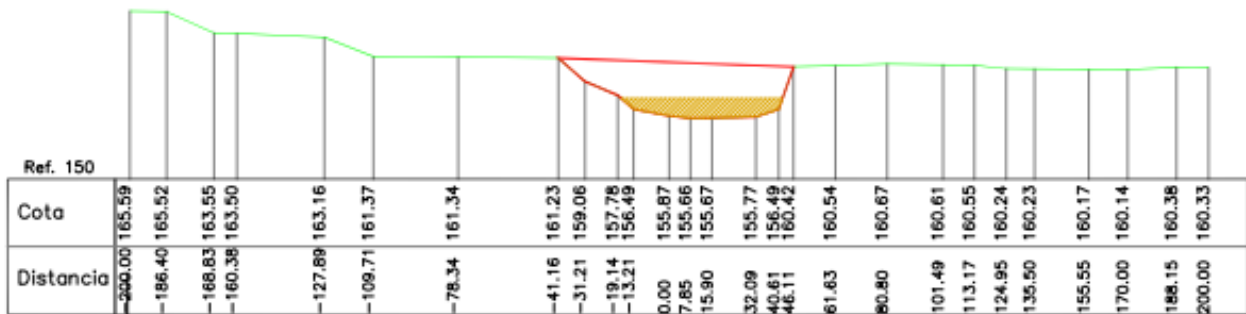
VOLUMEN EXTRACCION POZOS 1 Y 2			
SECCION	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	ACUMULADO (m3)
10	83.15		
20	335.98	2096	2096
30	356.44	3462	5558
40	338.86	3477	9034
50	343.05	3410	12444
60	359.62	3513	15957
70	383.87	3717	19675
80	451.96	4179	23854
90	582.38	5172	29025
100	492.64	5375	34401
110	401.88	4473	38873
120	236.26	3191	42064
130	370.75	3035	45099
140	547.93	4593	49692
150	532.36	5401	55094
160	515.84	5241	60335
170	409.90	4629	64963
180	420.36	4151	69115
190	550.69	4855	73970
200	500.47	5256	79226
210	324.05	4123	83348
220	286.02	3050	86399
230	219.87	2529	88928
240	126.85	1734	90662
VOLUMEN CORTE ZANJA DE DRENAJE POZOS 1 Y 2			
LONG. ZANJA (m)	AREA MEDIA (m2)	VOLUMEN (m3)	TOTAL (m3)
350	19.5	6825	97487

Del análisis de las cubicaciones de los materiales extraído en conjunto, se concluye que el volumen total explotado es de 97.487 (m3).

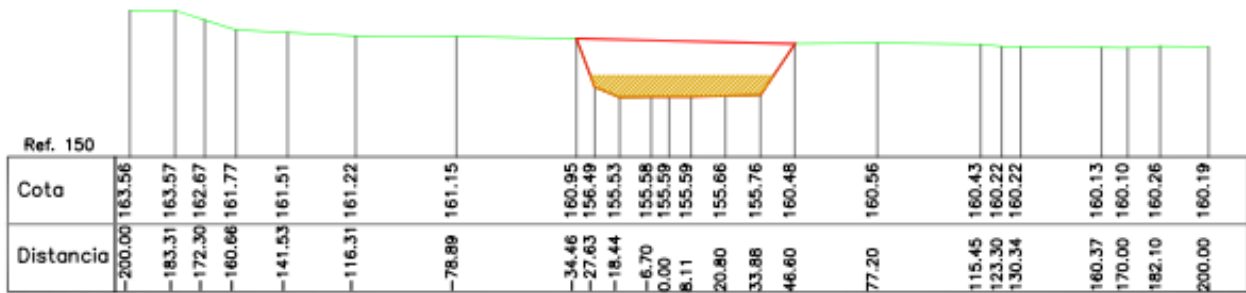
Figura N° 4.4. Perfil Transversales Explotación.



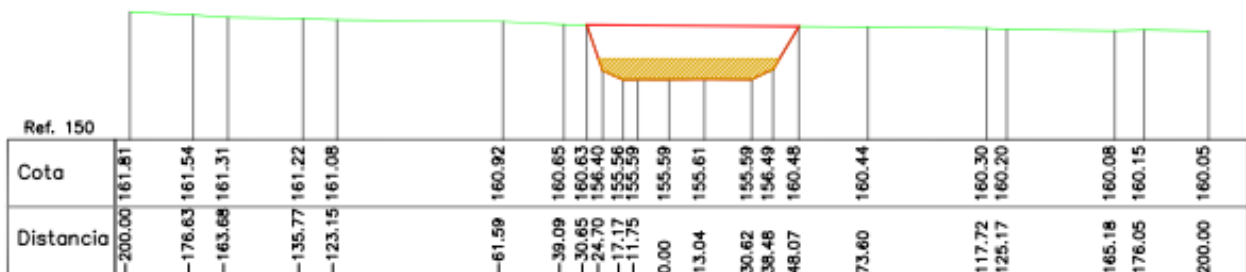
PT 2 Km 0.010



PT 3 Km 0.020



PT 4 Km 0.030



PT 5 Km 0.040

Figura N° 4.5. Perfil Transversales Explotación.

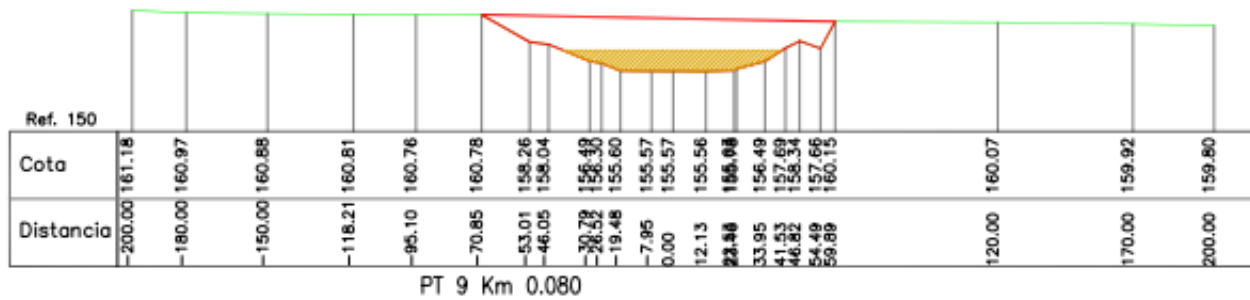
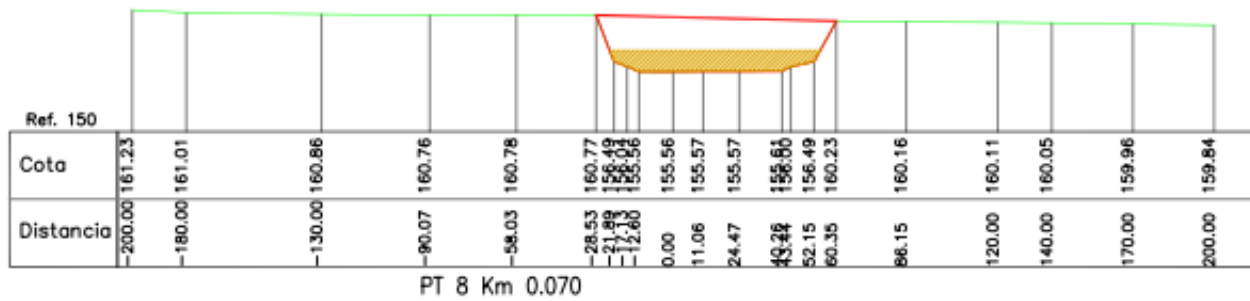
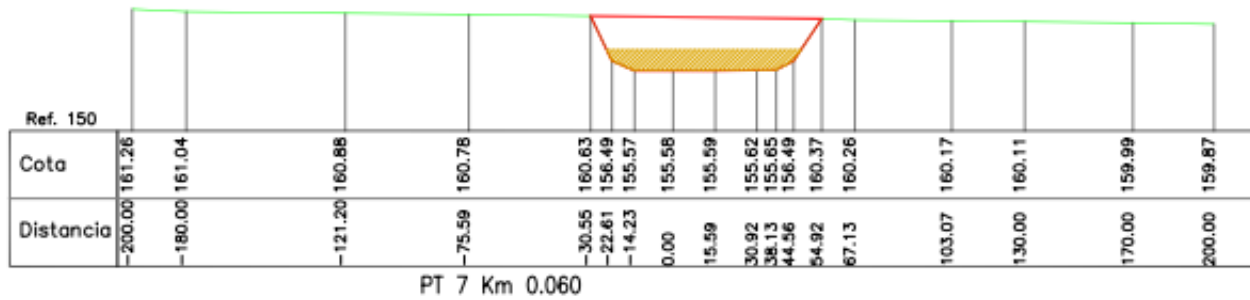
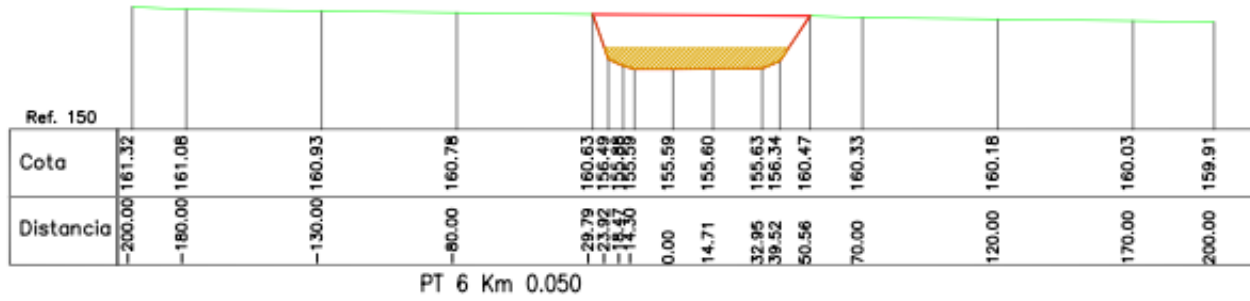
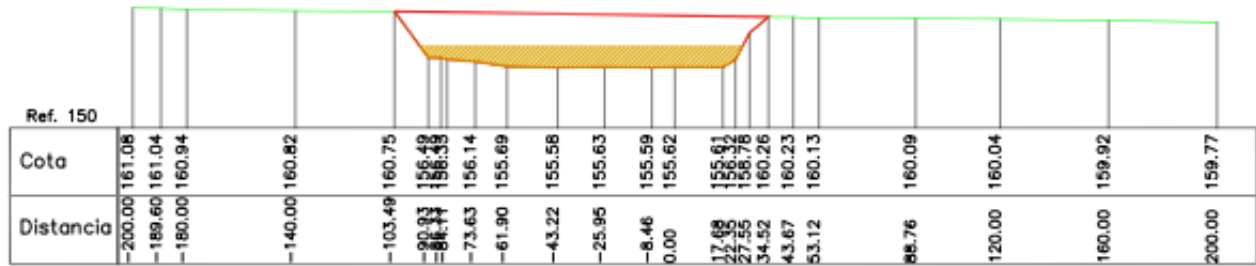
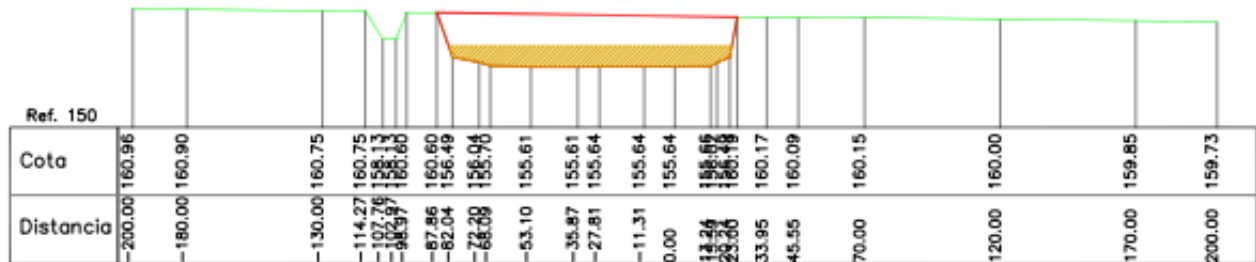


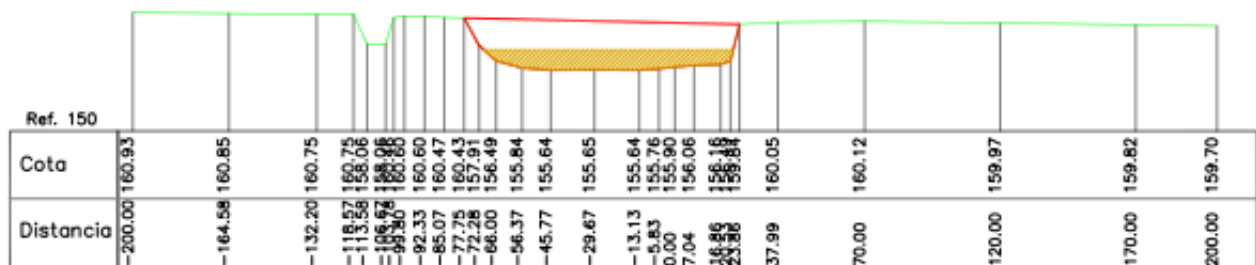
Figura N° 4.6. Perfil Transversales Explotación.



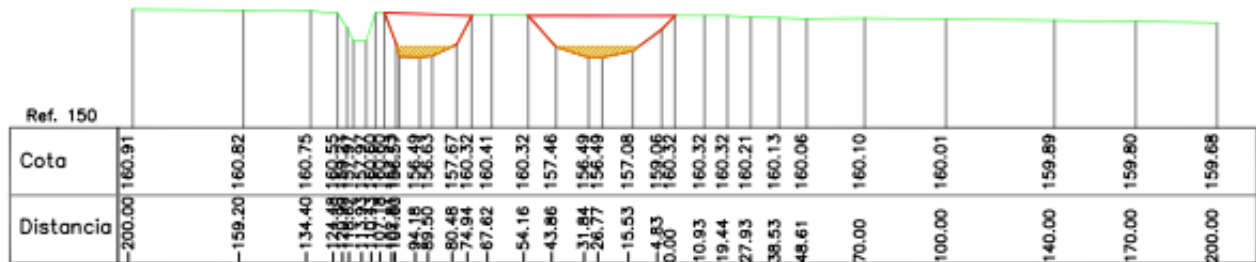
PT 10 Km 0.090



PT 11 Km 0.100

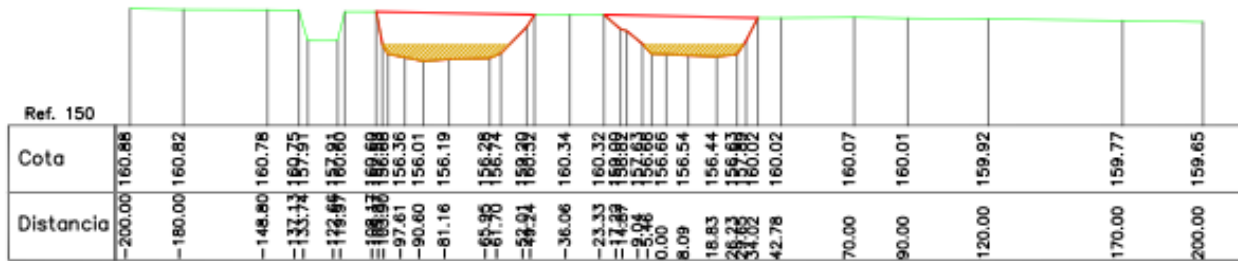


PT 12 Km 0.110

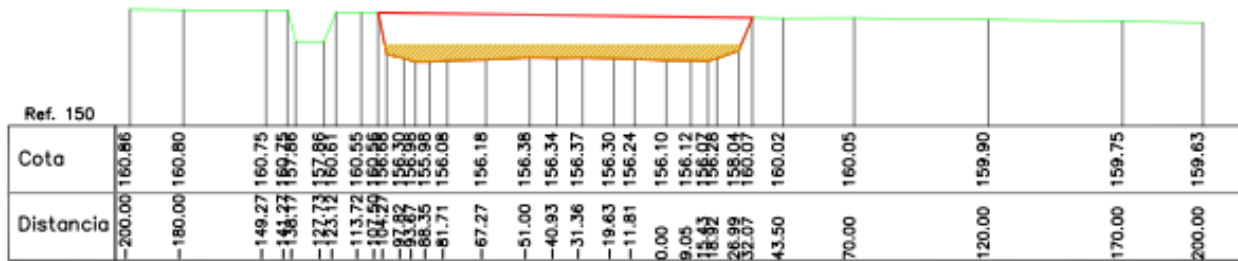


PT 13 Km 0.120

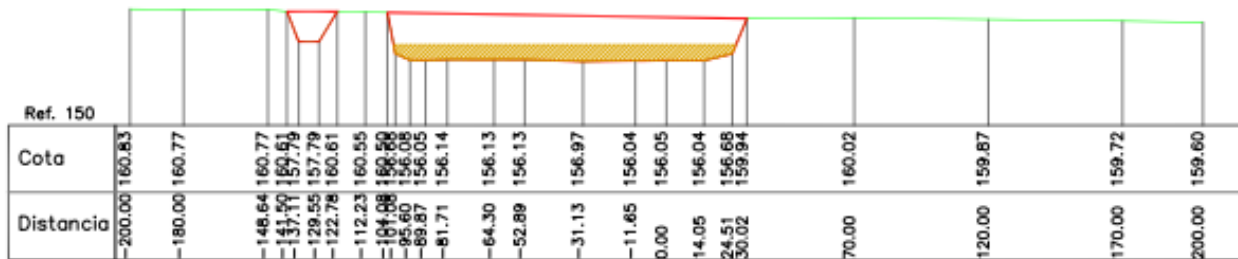
Figura N° 4.7. Perfil Transversales Explotación.



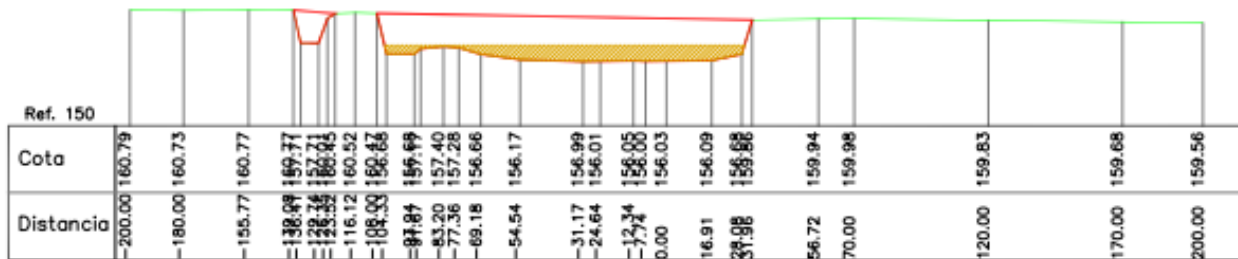
PT 14 Km 0.130



PT 15 Km 0.140

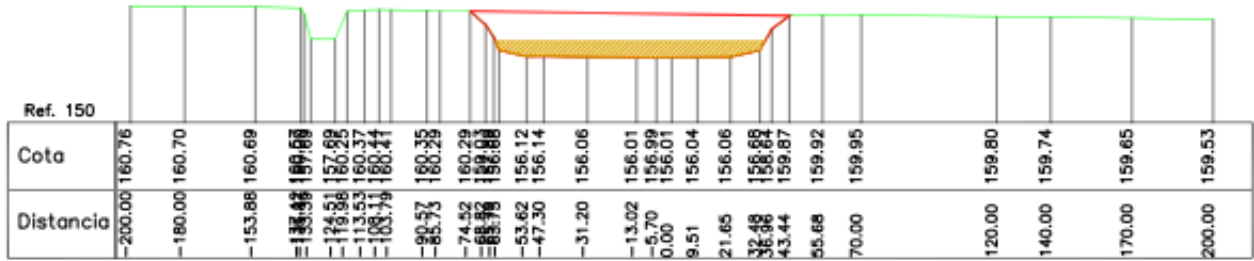


PT 16 Km 0.150

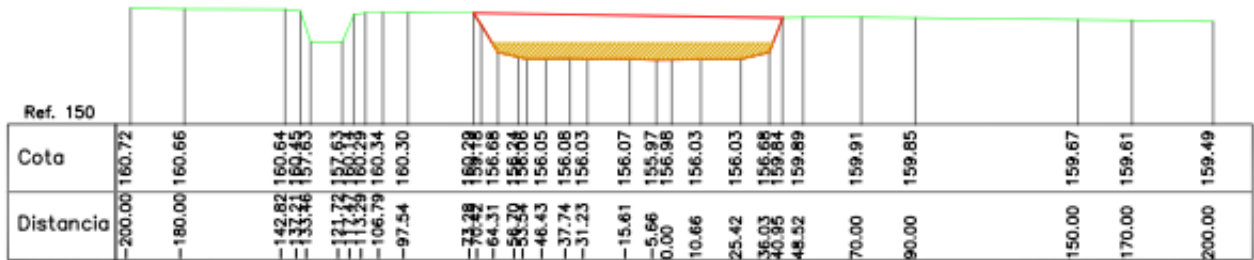


PT 17 Km 0.160

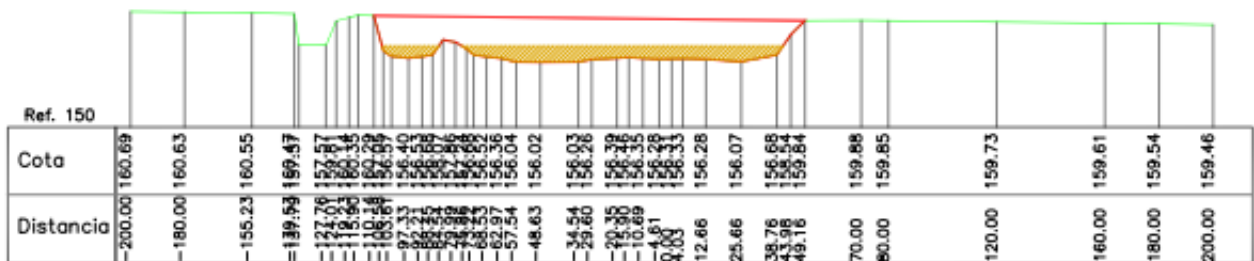
Figura N° 4.8. Perfil Transversales Explotación.



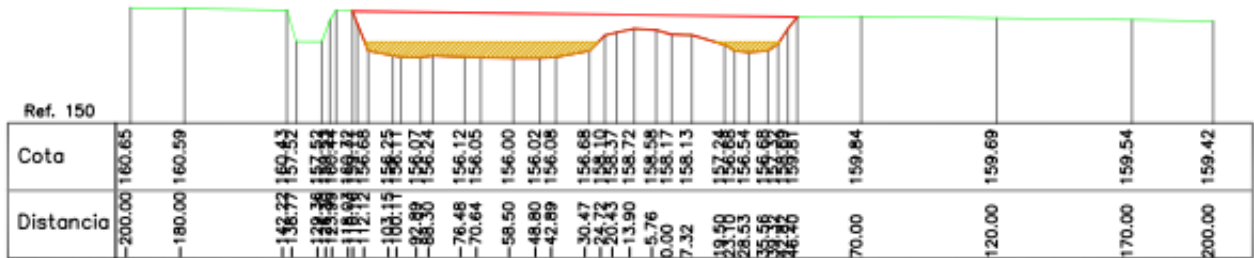
PT 18 Km 0.170



PT 19 Km 0.180

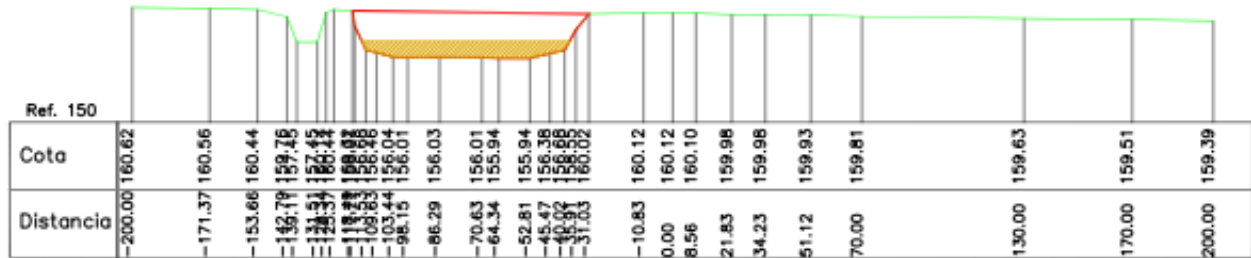


PT 20 Km 0.190

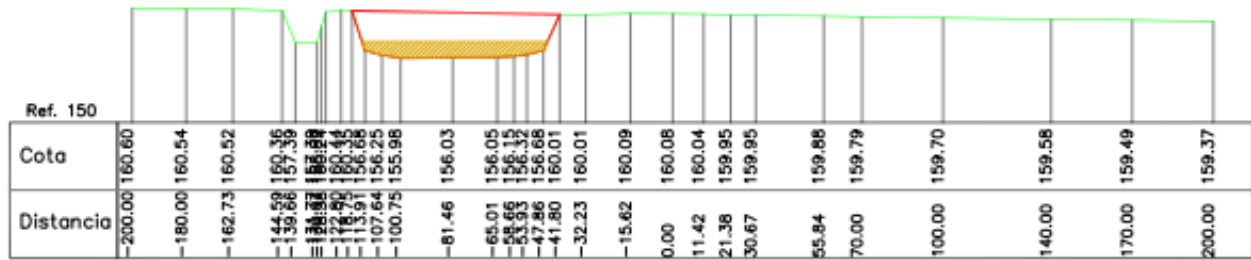


PT 21 Km 0.200

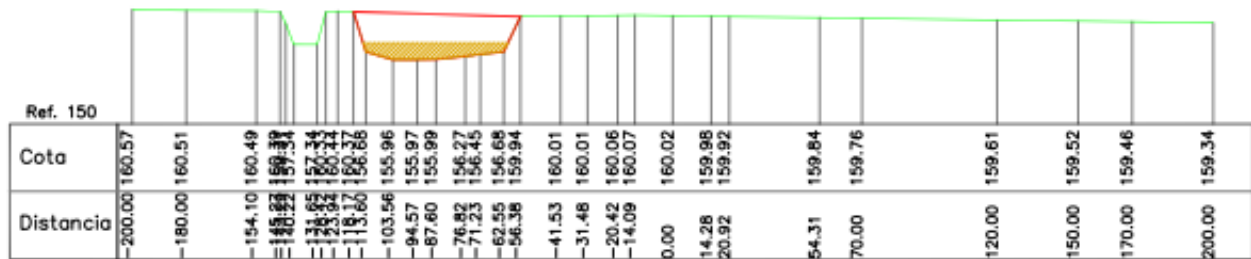
Figura N° 4.9. Perfil Transversales Explotación.



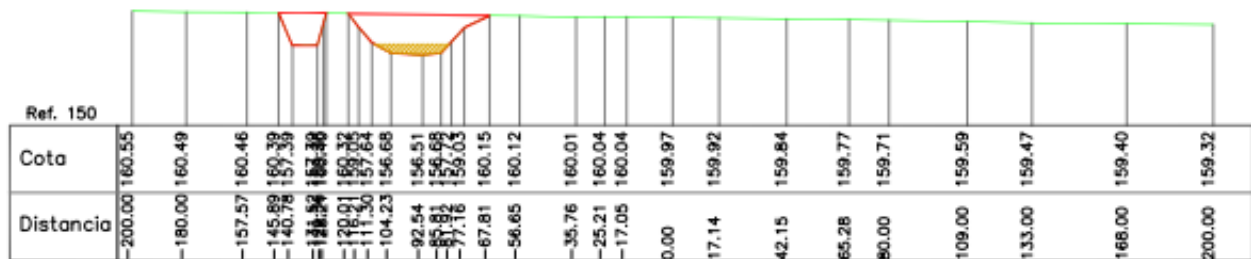
PT 22 Km 0.210



PT 23 Km 0.220



PT 24 Km 0.230



PT 25 Km 0.240

4.1.3. Conclusiones del Análisis del Estado de los Pozos N° 1 y N° 2.

Del análisis desarrollado para la verificación de las características geométricas de diseño elementales para el desarrollo de la explotación de los pozos y la cuantificación de los materiales extraídos desde estos, se concluye lo siguiente.

- a.- En ambos casos las características geométricas evaluadas, se encuentran dentro de los rangos máximos tolerables en el diseño de la explotación.
- b.- Con relación a los materiales extraídos desde los pozos, el volumen total es inferior al umbral de 100.000 (m³) establecido como máximo por la ley y en consecuencia, la explotación no califica para ser sometida a evaluación de impacto ambiental.
- c.- De acuerdo con lo concluido en las letras a y b, existen las condiciones para realizar una propuesta de cierre operacional sencilla y la cual estará enfocada en la protección del recurso hídrico que aflora en el interior de los pozos.

4.2. Plan de Cierre Operacional Pozos para los Pozos N° 1 y N° 2.

Debido el estado de los pozos cumple con las condiciones mínimas de diseño y que, tras el correspondiente análisis, se pudo constatar que las excavaciones en su actual condición conservan el equilibrio estático del entorno y que, bajo tales condiciones, el riesgo de colapso estructural es prácticamente improbable.

Por lo tanto, no se requiere de obras complementarias tendientes a la rectificación o el mejoramiento de los componentes geométricos que definen los rajos y, por lo tanto, la propuesta de cierre operacional tendrá como objetivo central, el de implementar las medidas correspondientes para procurar la protección de los recursos hídricos que afloran en los puntos inferiores de los pozos.

4.2.1. Plan de Cierre.

Como etapa de cierre de las actividades, se contempla un ítem único y el cual consiste en suministrar material de la misma naturaleza al extraído para configurar el relleno parcial de los pozos de acuerdo con lo siguiente:

- i.- Relleno en el interior de todo sector que se encuentre a una cota inferior a la proyectada como rasante de corte de fondo de proyecto, definida en 158 m.s.n.m.
- ii.- Se estima que esta operación demandará aproximadamente 27.870 (m³) de material árido y el cual será suministrado a partir de los mismos materiales extraídos durante el proceso de explotación acopiados al interior del predio.
- iii.- Ante la eventualidad de que acopios no cubran las cantidades requeridas, los materiales faltantes serán suministrados desde otras faenas semejantes, ya sean estas de propiedad de la misma empresa que realizó la explotación del pozo o en su defecto, estos materiales deberán ser suministrados por terceros.
- iv.- El plazo para desarrollar el relleno de los pozos será de 10 semanas, de acuerdo con lo señalado en el siguiente programa de trabajo.

Tabla N° 4.2. Cubicaciones Totales Explotación.

PROGRAMA DE TRABAJO										
ITEM	SEMANAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actividades Administrativas	<input type="checkbox"/>									
Relleno Pozo 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Relleno Pozo 2						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nota: El programa a largo plazo se expresa en semanas corridas

v.- Los volúmenes considerados y su distribución en función a las secciones transversales mostradas entre las figuras 4.4 a la 4.9, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 4.3. Cubicaciones Totales Explotación.

VOLUMEN RELLENO POZOS 1 Y 2			
SECCION	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	ACUMULADO (m3)
10	0.00		
20	89.38	447	447
30	116.92	1032	1478
40	115.93	1164	2643
50	116.72	1163	3806
60	123.60	1202	5008
70	133.70	1287	6294
80	120.57	1271	7565
90	199.04	1598	9163
100	181.20	1901	11065
110	146.36	1638	12702
120	35.27	908	13611
130	86.07	607	14217
140	164.47	1253	15470
150	176.05	1703	17173
160	149.68	1629	18801
170	133.71	1417	20218
180	141.47	1376	21594
190	159.63	1506	23100
200	125.66	1426	24526
210	103.97	1148	25674
220	90.89	974	26648
230	66.55	787	27436
240	20.40	435	27870

5. DESCARTE LITERAL S) ART. 10 DE LA LEY.

Respecto a la imputación de ejecución de obras al interior del Humedal Urbano Río Maipo, en primer lugar, es imperativo aclarar la naturaleza del cuerpo de agua cuestionado. El recurso hídrico presente en el "Pozo N°1" no proviene de una desviación o captación directa del cauce superficial del río, sino que corresponde técnicamente al afloramiento del nivel freático.

La presencia de agua y fauna presente al momento de la inspección, responde a la condición de "trampa ecológica" propia de una obra antrópica ya en ese instante sin la ejecución de trabajos extractivos.

Cabe señalar que, de acuerdo con lo indicado por él SEA en el Oficio ORD N°20229910238/2022, la aplicación de la letra s) del artículo 10 de la Ley N°19.300 no requiere la existencia de una declaratoria oficial de humedal. En este sentido, lo determinante para la configuración de dicha causal es que el humedal se ubique total o parcialmente dentro del límite urbano y que las obras o actividades proyectadas correspondan a alguna de las acciones descritas en dicha norma, tales como relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o áridos, o alteración de la vegetación hídrica, entre otras.

En el caso del proyecto en análisis, el área de emplazamiento se localiza íntegramente en un sector rural, fuera del límite urbano vigente, en consecuencia, no se cumple el requisito territorial exigido para la aplicación de la letra s) del artículo 10 de la Ley N°19.300.

**ANEXO
INSTRUCTIVO DOH RM
ESPECIFICACIONES TOPOGRAFICAS PARA
PROYECTOS DE EXTRACCION DE ARIDOS
2013**

ANEXO I

INSTRUCTIVO PARA LA PRESENTACION DE TOPOGRAFIA, PLANOS Y CONTROLES TOPOGRAFICOS, RELACIONADOS A LOS PROYECTOS DE EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA.

Planos de Proyecto:

1. La topografía presentada para sustentar un proyecto de extracción debe cubrir todo el ancho del cauce incluyendo sus riberas, además se debe añadir a la superficie topográfica a lo menos unos 200m aguas arriba y 200 metros aguas abajo de la zona de extracción. Por otro lado, la sección definida (Perfil Tipo) por este servicio en las zonas que corresponda, será aplicada en su totalidad al proyecto, se fija esta condición, ya que el diseño debe cumplir con las condiciones hidráulicas que resultaron de los Estudios que la Dirección de Obras Hidráulicas tiene disponibles.
2. Se debe agregar roles del Servicio de Impuestos Internos y límites prediales de acuerdo con información proporcionada por el CIREN, en toda la zona que involucre el proyecto de extracción de áridos.
3. En el plano planta se señalará con claridad el emplazamiento de los PRs. utilizados para la topografía de Proyecto.
4. El plano planta debe estar depurado, es decir, cualquier elemento que no corresponda netamente al proyecto, como, por ejemplo, puntos topográficos, líneas auxiliares de dibujo, acotado auxiliar, etc., no será incluido en la impresión final de los planos.
5. La superficie topográfica debe concordar a entera satisfacción con la realidad de terreno y el criterio del funcionario que realice la revisión del proyecto.
6. El eje planimétrico del proyecto debe coincidir cuando corresponda, con el eje de los Estudios de la Dirección de Obras Hidráulicas, si no lo hay, el emplazamiento del eje debe ser de entera satisfacción al criterio del funcionario que revisa el proyecto.
7. El plano planta debe contener, cuando corresponda, el emplazamiento de los PRs. de la Dirección de Obras Hidráulicas a los cuales fue amarrada la topografía de Proyecto.
8. Todo elemento que se incluya en los planos de proyecto para definir rasante, perfil tipo y canalón de la extracción, debe ser representado en color rojo.
9. Cuando el cauce involucre dos o más comunas, deben incorporarse achurados, con la finalidad de establecer claramente, en que comuna se emplaza el proyecto de extracción de áridos.
10. El perfil longitudinal de proyecto debe incluir, kilometrajes, línea de tierra, cota de fondo, rasante de proyecto con sus respectivos vértices, cotas de eje hidráulico con y sin proyecto, pendientes o gradientes según la situación. También se debe agregar inicio y fin de proyecto de extracción y simbología que indique el significado de cada línea del perfil longitudinal. El perfil longitudinal deberá estar ubicado en la misma lámina de la planta de proyecto (debajo de la planta).
11. Los kilometrajes presentados en el perfil longitudinal deben ser consistentes con el resto del proyecto (planta, perfiles transversales y perfil tipo).
12. La presentación general de los planos de proyecto debe incluir, grilla, acotado de las curvas índices, líneas que identifiquen los detalles planimétricos del sector, dirección de aguas, cuadro de coordenadas de Prs., tabla de coordenadas del alineamiento consistente con los kilometrajes del proyecto, valorización de líneas y simbología de la planta.

13. Para lograr un control topográfico óptimo de los movimientos de tierra por parte de la Empresa y esta Dirección, se debe incluir monolitos de referencia amarrados al Estudio D.O.H., cuando corresponda, que estén cercanos a la zona de extracción a no más de 250m de distancia entre sí, deberán estar debidamente balizados, ser intervisibles y sus monografías deben ser incluidas en el informe del proyecto.
14. Las cubicaciones de movimiento de tierra deben incluir corte y relleno según perfil tipo de explotación.
15. Los perfiles transversales deben ser presentados de acuerdo con formato utilizado por la norma chilena, este consta en que cada quiebre topográfico de la línea de terreno debe ser representado numéricamente en cota y distancia en su respectivo cajetín.
16. El ordenamiento de los perfiles debe ser del kilometraje menor al mayor desde arriba hacia abajo y de izquierda a derecha en todas las láminas.
17. El perfil tipo deberá cortar en la línea de tierra, mostrando con achurados las excavaciones y rellenos correspondientes. También se incluirá una tabla de cubicaciones. Las grillas que incluyen los transversales, no corresponden a formato exigido por la Dirección de Obras Hidráulicas R.M.
18. Si el tramo de extracción presentado, sin considerar topografía adicional para los análisis del proyecto es igual o menor a 500m, los perfiles transversales se presentarán a un intervalo no mayor que 25m. Si el tramo de extracción es superior a 500m los perfiles transversales serán presentados a un intervalo no mayor que 50m.
19. También estos perfiles transversales deben contener el perfil tipo, la información del eje hidráulico con sus respectivas cotas y el texto que indique el valor de la cota de rasante del perfil tipo. Además, se debe agregar una tabla de cubicaciones, que detalle las superficies y volúmenes de los movimientos de tierra que se realizarán.
20. Se señalará claramente las escalas verticales de los perfiles, además de los kilometrajes en concordancia con el perfil longitudinal.
21. El perfil tipo del canalón de extracción debe ser incluido con su respectivo dimensionado y escala adecuada.
22. Todos los planos deben ser presentados en Formato A1.
23. Toda la información de proyecto y topografía debe ser entregada en medios digitales. Los planos de proyecto se incluirán en formato dwg.

MICHEL INFANTE REVECO
Ingeniero Geomensor
Dirección de Obras Hidráulicas R.M.